

COMUNICACIONES



VI CONGRESO SEAE

II Congreso Iberoamericano de Agroecología

I Encuentro de estudiantes de Agroecología y Agricultura Ecológica

Agroecología: Referente para la transición de los sistemas agrarios



SEAE

Sociedad Española de
Agricultura Ecológica

Auditorio Municipal Maestro Padilla / 27 de Septiembre - 2 de Octubre de 2004 / Almería, Andalucía, España



VI CONGRESO SEAE ALMERÍA 2004

II Congreso Iberoamericano Agroecología

I Encuentro de estudiantes de Agroecología y Agricultura Ecológica

Agroecología: Referente para la transición de los sistemas agrarios

Auditorio Municipal Maestro Padilla

27 de Septiembre - 2 de Octubre del 2004

Almería, Andalucía, España

ORGANIZAN

SEAE

Asociación "Bioindalo"

Excmo. Ayuntamiento de Almería

Universidad de Almería



COMUNICACIONES DEL VI CONGRESO DE SEAE

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

© SEAE (Sociedad Española de Agricultura Ecológica)

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio, sin previa autorización escrita de la Editorial.

Edita y Distribuye:

SEAE (Sociedad Española de Agricultura Ecológica)
ECA, Camino del Puerto, s/n. Apartado 397
46470 Catarroja, Valencia (ESPAÑA)
Telf.: 96 1267200 / Fax: 96 1220043
E-mail: secretariatecnica@agroecologia.net
<http://www.agroecologia.net>

Coordinación de edición:

Javier Tello

Ayudante de coordinación de edición:

Ángel Moreno

Corrección y revisión:

Paloma Coiduras y Víctor González

Depósito legal: M-38168-2004 (EDICIÓN IMPRESA)

I.S.B.N.: 84-609-2296-0 (Resúmenes de ponencias, edición impresa)

I.S.B.N.: 84-609-2297-9 (Libro electrónico ponencias completas)

COMITÉ DE HONOR

- Preside Su Majestad el Rey D. Juan Carlos I
- Ilma Sra. Cristina Narbona. Ministra de Medio Ambiente
- Ilmo. Sr. Santiago Menéndez de Luarca. Subsecretario Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)
- Ilmo. Sr. Fco. Vallejo Serrano. Consejero Innovación, Ciencia y Empresa (CICE) Junta Andalucía
- D. Isaías Pérez Saldaña. Consejero Agricultura y Pesca, Junta Andalucía
- Dña. Fuensanta Coves. Consejera de Medio Ambiente, Junta Andalucía
- Ilma. Sra. Dña. M^a Carmen Hermosín Gaviño. Presidenta IFAPA, Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa (CICE), Junta Andalucía
- Ilmo. Sr. D. Manuel González de Molina. Director General de Agricultura Ecológica. Consejería de Agricultura y Pesca
- Excmo. y Magnífico Rector de la Universidad de Almería
- Ilmo. Sr. Luis R. Rodríguez Comendador Pérez. Alcalde del Ayuntamiento de Almería
- Ilmo. Sr. José Añez Sánchez. Presidente de la Diputación de Almería
- Sr. Antonio Jesús Rodríguez Segura. Alcalde de Níjar
- Sr. Gabriel Amat Aillón. Alcalde de Roquetas de Mar
- Sr. Fco. Casero. Presidente Comité Andaluz de Agricultura Ecológica

COMITÉ CIENTÍFICO

- Dr. Agustín Sánchez. SEAE /Univ. Almería
- Dr. Alfredo Lacasa. IMIDA Murcia
- Dr. Antonio Bello. SEAE/CSIC Madrid
- Dr. Clemente Mata. ADGE Córdoba
- Dra. Concepción Fabeiro. SEAE/Univ. C. La Mancha
- Dr. Eduardo J. Fernández. Univ. Almería
- Dr. Fernando del Moral. SEAE/Univ. Almería
- Dr. Francisco Camacho. Univ. Almería
- Dr. Francisco Garrido. Univ Jaén
- Dra. Itziar Aguirre. SEAE/Univ. Sevilla
- Dr. Juan A. Sánchez. SEAE/ Univ. Almería
- Dr. Jaume Vadell. SEAE/Univ. Illes Balears
- Dr. Julio César Tello. SEAE/Univ. Almería
- José Antonio Ruiz Martínez. Univ. Córdoba
- Dr. José L. Porcuna. SEAE/CAPA-G. Valenciana
- Dr. José María Egea. Univ. Murcia
- Dra. Juana Labrador. Univ. Extremadura
- Dra. M^a Carmen Jaimez Vega. ICIA Tenerife
- Dr. Manuel Jamilena. SEAE/Univ. Almería
- Dr. Nicolás Olea. Univ. Granada

- Dra. Reyes Blanco. SEAE/Univ. Almería
- Dr. Xavier Sans. SEAE/Univ. Barcelona

COMITÉ ORGANIZADOR

- Alfonso Oliva. BioIndalo
- Carolina Suárez. SEAE
- Francisco Estévez. BioIndalo
- Julio César Tello. UAL/SEAE
- José L. Porcuna. Presidente de SEAE
- Manuel Jamilena. UAL
- Miguel Cazorla. BioIndalo/Ayuntamiento de Almería
- Miguel de Cara. UAL/ BioIndalo
- Luis Guerrero. BioIndalo
- Paloma Coiduras. Presidenta de BioIndalo
- Reyes Blanco. UAL
- Víctor González. SEAE
- Raúl Ramos. BioIndalo
- Rosario Bono. BioIndalo

ENTIDADES QUE COLABORAN Y/O PATROCINAN

Patrocinan:

Junta de Andalucía (Consejería de Agricultura y Pesca, Consejería de Medio Ambiente, Consejería de Innovación, Ciencia y Empresas (CICE)), Ayuntamiento de Roquetas de Mar, Ayuntamiento de Níjar, Asociación Comité Andaluz Agricultura Ecológica (CAAE), Diputación Provincial Almería, Almeriplant, Agrobío, Koopert, Cajamar, Unicaja, Caja Rural de Granada, CYTED.

Colaboran:

FIAPA, Biobest, COEXPHAL, Compo, Consejería de Educación (Junta de Andalucía), Consorcio de Municipios del Poniente Almeriense, Ingenieros sin Fronteras, Agrocolor S. L., Ramiro Arnedo Semillas S.A., COAG, Ayuntamiento de El Ejido, Zeta Seeds, Biomasa Peninsular S.A..

SECRETARIA PERMANENTE SEAE

SEAE (Sociedad Española de Agricultura Ecológica)

Apdo. de correos 397. ECA Camino del Puerto s/n. 46470 Catarroja (Valencia)

Telf.: 96 1267200 / Fax. 96 1220043

Móviles: 600292143 / 687622924 / 636115697 / web: www.agroecologia.net

E-mail: vicongresoseae@agroecologia.net / secretariatecnica@agroecologia.net

PONENCIAS

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

DIFERENTES ALTERNATIVAS A LA GESTIÓN DE BIOMASA PROCEDENTE DE RESIDUOS VEGETALES

0

CAMACHO FERRE, FRANCISCO

Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería

E-mail: fcamacho@ual.es

RESUMEN

El residuo en biomasa que ha generado una agricultura tradicional no ha presentado nunca problema, se ha utilizado como alimento para ganado y de éste se ha utilizado el estiércol como aportación de materia orgánica al suelo. Otras veces los restos vegetales eran degradados de forma natural y, por tanto, se incorporaban al ciclo trófico, sirviendo de abono orgánico en el suelo o de alimento para ciertos animales.

La enorme producción de residuos de forma muy concentrada que se da en la agricultura intensiva hace insuficiente la degradación natural, por lo que resulta inevitable la acumulación de los mismos, además el tipo de residuo que se genera es muy variado y las características que poseen hacen que no puedan ser aprovechados de modo directo por los animales, ya que la composición mixta en muchísimos casos (material vegetal y rafias) o el tipo de algunos residuos.

El objetivo a plantear es la consecución de un máximo de aprovechamiento a la vez que una minimización en el impacto que causan, pasando de un concepto de residuo al de subproducto susceptible de diferentes aplicaciones como medio de producción.

En esta ponencia se analizarán diversos sistemas de aprovechamiento de esta biomasa: compostaje, incineración y generación de energía desde una perspectiva medioambiental y económica.

1 ► EL RESIDUO AGRÍCOLA

El residuo que genera una agricultura tradicional no ha presentado nunca problema, la biomasa, principal residuo generado, se ha utilizado como alimento para ganado y de éste se ha utilizado el estiércol como aportación de materia orgánica al suelo. Otras veces los restos vegetales eran degradados de forma natural y, por tanto, se incorporaban al ciclo trófico, sirviendo de abono orgánico en el suelo o de alimento para ciertos animales.

La enorme producción de residuos de forma muy concentrada que se da en la agricultura intensiva hace insuficiente esta degradación natural, por lo que resulta inevitable la acumulación de los mismos, además el tipo de residuo que se genera es muy variado y las características que poseen hacen que no puedan ser aprovechados de modo directo por los animales, ya que la composición mixta en muchísimos casos (materia vegetal y rafias) o el tipo de algunos residuos (aunque este aspecto está siendo objeto de estudio en la actualidad, no parece una solución factible para dar salida a la totalidad de los residuos) hace que se vaya pensando en una gestión discriminada del residuo, para obtener de cada tipo un máximo de aprovechamiento y una minimización en el impacto que causen, pasando de un concepto de residuo al de subproducto susceptible de diferentes aplicaciones como medio de producción. En el desarrollo de este tema solo nos centraremos en el residuo producido como biomasa, pero el ejercicio que aquí hacemos para este producto es válido para cualquier residuo generado.

2 ► IMPACTO AMBIENTAL DEL RESIDUO BIOMASA PRODUCIDO EN LA AGRICULTURA INTENSIVA. CAPACIDAD DE ACOGIDA

En la actualidad se han iniciado en muchos de los municipios que acogen explotaciones agrícolas intensivas planes de higiene rural para dar solución al problema de los residuos agrícolas generados, hasta hace unos años, en ocasiones los restos vegetales eran incinerados de forma incontrolada, lo que producía un impacto visual con el riesgo añadido de una posible expansión del fuego de manera fortuita, o sencillamente se abandonaban, casi siempre, haciendo ocupación de terrenos públicos tales como montes comunales, ramblas, etc. Se impone, por tanto, un tratamiento definitivo y a gran escala de los residuos y, en este sentido, tanto su transformación en compost como el aprovechamiento fitoenergético de los mismos resulta viable. El estudio que se presenta a continuación se enmarca dentro de este ámbito.

En definitiva, existen una serie de razones de tipo ambiental, higiénico y económico que justifican los costes que supone el tratamiento de los residuos vegetales. Como generadores de éstos, los agricultores deberán hacer frente a tales costes, aunque, como es lógico, con el presente estudio se esbozan diversas alternativas para la elección entre las mismas en función de un punto de vista técnico, económico y de sostenibilidad.

Necesidades de superficie para la instalación de un centro de transformación

Si observamos el calendario de producción, que se observa al final de este punto, vemos que es muy variable a lo largo del año. Pero, para rentabilizar cualquier inversión destinada al tratamiento de los residuos vegetales, será necesario procesar éstos de manera uniforme, pues intentar cubrir los picos productivos implicaría la necesidad de una instalación excesivamente sobredimensionada e infrutilizada la mayor parte del tiempo.

Por tanto se hace necesario el almacenamiento de los residuos en los periodos de máxima producción para procesarlos posteriormente poco a poco. Según lo anterior, junto a la instalación de procesamiento habrá que disponer un área de almacenamiento, en donde los camiones de recogida descargarán el residuo procedente de las explotaciones.

El planteamiento es variable según el proceso de gestión que se vaya a seguir con la biomasa, en caso de realizar compostaje el calendario de trabajo a lo largo del año es diferente a si se va a realizar una transformación para la obtención de energía, en que habría que considerar que la planta de procesamiento tendría que trabajar a ritmo continuo las 24 horas del día y 365 días al año.

Existe una enorme variabilidad, de acuerdo a las fechas de siembra o plantación, especie cultivada, labores de limpieza y podas, así como fechas de retirada de los cultivos, en cuanto a cantidad y temporalidad del residuo.

En el sureste español un dato medio de volumen generado por hectárea, modulando dichas cantidades en función de los cultivos que se hacen y la media de superficie que se pone de ellos todos los años, sería de 31 t de residuo fresco equivalente a 6,2 t de residuo seco.

La temporalidad de generación del residuo es la que se aprecia en el siguiente cuadro:

	CALENDARIO DE PRODUCCIÓN DE RESIDUOS (PESO FRESCO)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
% de residuos totales	19,1	10,5	4,9	6,4	25,3	18,1	9,2	0,7	0,2	1,0	1,5	3,1
t · ha ⁻¹	5,90	3,20	1,50	2,00	7,80	5,60	2,90	0,22	0,08	0,33	0,47	1,00

A estas cantidades habría que sumarles los destríos de productos que se obtienen en los centros de manipulación y que podrían estimarse en unas 100 kg·ha⁻¹·año⁻¹ con los datos de superficie que existen en la actualidad.

Posibilidades de actuación sobre la biomasa para la obtención de subproductos

Todos los hechos considerados anteriormente justifican plenamente el desarrollo de procesos que permitan transformar la biomasa residual en un producto final para su reutilización. En este sentido, existen distintas posibilidades para el aprovechamiento de los restos vegetales como compost, así como aprovechamientos energéticos para utilizar en diversos procesos industriales.

3 ▶ **EL APORTE DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS AGRÍCOLAS A LA SOCIEDAD DEL ENTORNO**

Si consideramos nuestro invernadero un sistema, donde aportamos una serie de elementos con el objetivo de obtener una serie de productos, con vocación de conseguir un balance de materia y energía lo más racional posible, podríamos decir lo siguiente:

A nuestra finca incorporamos: fitosanitarios y fertilizantes, semillas, agua, mano de obra, plásticos, energía eléctrica o gasoil e instalaciones. A través de una gestión y organización adecuada del agricultor (propietario y mano de obra asalariada) obtenemos una producción de frutas y hortalizas que se gestionan hacia los mercados consumidores pero a la vez se obtienen una serie de residuos, que al no ser gestionados impactan al medio, dependiendo este impacto de la capacidad de acogida del mismo, deteriorando la calidad de vida en el entorno y la imagen comercial de la producción.

Si realizamos una gestión de los RSA obtendremos una ventaja clara en la calidad de vida ya que influiremos en las condiciones de vida y trabajo de los ciudadanos al mejorar la calidad ambiental y el nivel de renta de los mismos.

4 ▶ **CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS BIOMASA PROCEDENTE DE LA HORTICULTURA INTENSIVA**

Está constituido por todos los residuos de carácter orgánico producido por las plantas invernadas sin casi transformaciones fisicoquímicas.

Para evaluar el comportamiento de los residuos vegetales los parámetros son:

- Contenido en residuos de fitosanitarios.
- Porcentaje del peso de la materia seca respecto del peso total.

El contenido de residuos fitosanitarios va a determinar el comportamiento químico del residuo biomasa en sus posibles usos. El porcentaje de materia seca nos va a determinar

el volumen de residuo real y su comportamiento físico-químico futuro. El contenido en residuos será, en general, menor para los destriós que en los residuos producidos por podas y arranques. El porcentaje de materia seca será también menor en los frutos que en el resto de los residuos.

5 ▶ **ALGUNAS ACTUACIONES SOBRE EL RESIDUO BIOMASA PARA SU TRANSFORMACIÓN**

Lo expuesto hasta aquí justifica cualquier proceso capaz de convertir el residuo biomasa en un producto (subproducto) que de nuevo se incorpore al proceso productivo. Son muchos y variados los métodos que se pueden seguir. En este tema veremos su transformación en compost así como algunos de los posibles aprovechamientos energéticos de tales residuos.

6 ▶ **COMPOSTAJE**

El Boletín Oficial del Estado de 19 de junio de 1991, define el compost como: “El producto obtenido por fermentación controlada de restos orgánicos”. En definitiva, el proceso de compostaje es una transformación microbiana en condiciones aeróbicas de la materia orgánica. Este proceso requiere de un sustrato sólido, sobre el que intervienen diversas poblaciones de microorganismos que están en el material que se va a someter al proceso; dando como resultado un producto con materia orgánica estabilizada, que se puede utilizar en agronomía para la mejora de los suelos. Son muchos los productos que se pueden utilizar para compostar, el denominador común es su riqueza en materia orgánica, requisito que cumple en alto grado los residuos vegetales que se obtienen de la horticultura intensiva.

Los componentes que estos residuos poseen son fundamentalmente: carbono, oxígeno e hidrógeno que provienen del CO₂ atmosférico y del agua, siguiéndole en importancia cuantitativa nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, fósforo y azufre que las plantas toman del suelo. Existen otros elementos químicos en las plantas cuyas cantidades varían en función de la especie de que se trate.

En cuánto a moléculas complejas que constituyen los tejidos de las plantas, destacan los polímeros estructurales de las paredes celulares de los vegetales, predominando polisacáridos como la celulosa y hemicelulosa, seguidos por lignina. Poseen pequeñas cantidades de proteínas y de algunas sustancias solubles tales como azúcares, aminoazúcares, ácidos orgánicos y aminoácidos.

El compostaje que se realiza normalmente en la actualidad es un proceso fermentativo aeróbico que realizan microorganismos. Es un proceso dinámico ya que actúan una amplia gama de bacterias, hongos y actinomicetos unidos a una sucesión de ambientes. Este proceso

se prolonga entre tres y seis meses en función de diversos factores. En el proceso se pueden observar cuatro fases microbiológicas dependientes de la temperatura, éstas no son estancas, sino que se pueden solapar entre sí en función de la temperatura y los efectos que la misma provoca sobre los diferentes microorganismos. Éstas son las siguientes: fase mesofílica, fase termofílica, fase de enfriamiento y fase de maduración. La descripción de este proceso se refiere a un compostaje al aire libre por el método de acumulación de los materiales a compostar en pilas de dimensiones controladas para propiciar las variaciones de temperatura que se indican. En este proceso que podemos considerar “natural”, la población microbiana aparece de forma espontánea, ya que está presente en el propio residuo biomasa o en el ambiente donde se está realizando. Es posible si se estima oportuno enriquecer la población de microorganismos con la inoculación de los mismos durante el proceso.

El proceso lo podremos realizar de modo estático, en pilas con aireación natural o forzada, en pilas o hileras volteadas, o en método cerrado.

7 ▶ APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS RESIDUOS VEGETALES

La energía almacenada por el proceso de fotosíntesis en los enlaces químicos de las moléculas orgánicas que componen la materia vegetal, puede ser liberada mediante destrucción de las mismas, con la consiguiente producción de calor. Este proceso se puede llevar a cabo directamente mediante alguna vía termoquímica como la combustión, la pirólisis, etc., o bien de forma indirecta mediante un proceso bioquímico como la biometanización o la fermentación, en el que se utilizan diversos microorganismos del grupo de las bacterias y las levaduras para transformar la materia orgánica en otros compuestos orgánicos más sencillos, los cuales se utilizan a su vez como combustibles.

El calor generado por cualquiera de los métodos indicados puede presentar distintas aplicaciones. Frecuentemente se emplea en la producción de vapor sobrecalentado, el cual se hace circular a través de una turbina para obtener energía eléctrica de forma similar a como sucede en las centrales térmicas tradicionales. Parte de dicha electricidad se emplea en la propia planta, mientras que el excedente se incorpora a la red eléctrica de alta tensión para su venta.

En el estudio comparativo que se presenta posteriormente, se han considerado tres alternativas diferentes para el aprovechamiento energético de los residuos, que son las siguientes:

- Empleo de los residuos como combustible de sustitución de recursos fósiles en una cementera.
- Planta de generación de energía mediante combustión de los residuos.
- Planta de gasificación por sistema PPV.

A continuación se describe cada una de estas alternativas.

8 ► INCINERACIÓN DEL RESIDUO EN CEMENTARA

En la fabricación del cemento se lleva a cabo la cocción de la materia prima inicial, formada por una mezcla molida de caliza, marga, arcilla, etc, lo que permite obtener el clínker. Éste a su vez se mezcla con yeso y otros productos y se muele, obteniéndose finalmente el cemento. Por lo general, en el proceso de cocción se emplean combustibles tales como el fuel-oil, el coque de petróleo o el carbón, los cuales son combustibles fósiles no renovables. Se están buscando desde hace algunos años alternativas de diversificación energética y, en este sentido, los residuos vegetales procedentes de los cultivos forzados constituyen una buena opción dada la cercanía de las zonas productoras a algunas fábricas y el interés por dar una salida aceptable a tales residuos.

La valorización de residuos biomasa en cementera supone las siguientes ventajas medioambientales:

- Reduce el uso de combustibles fósiles no renovables.
- Permite un aprovechamiento total de la fracción no combustible del residuo, puesto que la parte inorgánica se incorpora plenamente a la composición del clínker.
- El proceso de cemento por sí mismo no produce ningún desecho. Evita el depósito de residuos en vertedero y ahorra inversiones muy cuantiosas en otras alternativas, como es el caso de las incineradoras.
- Reduce las emisiones globales de CO₂, contribuyendo a minimizar el efecto invernadero.

El proceso presenta unas condiciones adecuadas para el tratamiento de los residuos:

- Los gases permanecen durante más de tres segundos a una temperatura superior a los 1.200 °C, de forma que los compuestos orgánicos, incluso los más estables, son destruidos en su totalidad.
- El ambiente altamente alcalino en el interior del horno de clínker garantiza la neutralización de los compuestos ácidos.
- Como se ha comentado anteriormente, no se genera ningún residuo, de forma que los metales pesados son incorporados de forma estable a la estructura del clínker sin mermar sus propiedades ni su calidad final, y no se producen escorias ni cenizas.
- La alta inercia térmica del horno de clínker garantiza que no sea posible un cambio significativo de temperatura en un corto periodo de tiempo. En caso de anomalía se interrumpe la alimentación y la alta inercia del sistema permite que los restos presentes sean perfectamente destruidos.

En lo que se refiere a las emisiones gaseosas que se emiten a la atmósfera durante el proceso de fabricación del cemento, es de esperar que el empleo de residuos vegetales no produzca cambios significativos en su composición con respecto a las emisiones que tienen lugar cuando se utiliza combustible tradicional, según la información ofrecida por algunas cementeras, aunque aquí hay que valorar el tipo de rafia que llevan los residuos vegetales que se procesen.

La eficacia de destrucción y eliminación de los principales constituyentes orgánicos es sistemáticamente superior al 99,99 % y casi siempre mayor al 99,999 %, incluso para los compuestos más estables térmicamente, como los PCBs. Por otro lado, la emisión de productos de combustión incompleta depende básicamente de las condiciones de operación y no del combustible utilizado, de forma que las características intrínsecas del horno de cemento permiten unas condiciones de combustión adecuadas que garantizan que las concentraciones de estos productos en los gases emitidos sean despreciables. Asimismo, la mayoría de los metales quedan retenidos de forma estable en los sólidos del proceso, sustituyendo átomos de calcio en la red cristalina de los silicatos y aluminatos que constituyen el clínker.

Para su utilización, el residuo vegetal debe ser previamente secado hasta alcanzar un nivel de humedad máximo del 15 %, y asimismo tendrá que ser triturado para que presente una granulometría media de 2 mm y un tamaño máximo de partícula de 5 mm.

9 ► PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE COMBUSTIÓN DE LOS RESIDUOS

Consiste en la liberación de la energía contenida en los enlaces moleculares de los residuos vegetales mediante la incineración directa de los mismos, lo que conlleva una reacción de combustión de la materia orgánica.

En el caso de los residuos que nos ocupa, dado su alto contenido en humedad y la estacionalidad de su producción, resulta conveniente un secado previo de los mismos, lo cual reducirá su cantidad global (y a su vez la inversión necesaria), pero elevará su contenido energético. De este modo los residuos serán sometidos a un pretratamiento consistente en la compactación en forma de “maxipellets” de 1 m³ de volumen, lo cual mecanizará y facilitará su manejo.

El sistema de combustión planteado por algunas empresas está formado por unidades modulares que se pueden combinar para adaptarse a las necesidades concretas existentes en cada zona, de forma que la necesidad de incrementar la capacidad de la planta se puede afrontar simplemente añadiendo más módulos.

Otro aspecto a considerar es que el rendimiento energético de cada módulo puede ser regulado independientemente desde un 20 a un 100 % de carga, sin que ello afecte a la

calidad del proceso de combustión ni a los niveles de emisiones. Esto proporciona una flexibilidad total a la hora de variar las condiciones de carga o de combustible.

La incineración de los residuos puede combinarse con la combustión de biogas, aunque esto no resulta imprescindible. Sólo en la ignición se requiere un aporte energético exterior, de forma que, una vez que el horno está en funcionamiento, puede actuar únicamente con residuos vegetales. El calor generado en el proceso de combustión puede ser empleado directamente como calefacción. Esto se conseguirá mediante una turbina accionada por el vapor generado en una caldera dispuesta a tal fin.

10 ▶ PLANTA DE GASIFICACIÓN POR SISTEMA PPV. (PLASMA PIROLISIS VITRIFICATION)

Este sistema utiliza una tecnología que permite obtener temperaturas extremas de hasta 1400 °C, las cuales producen la disociación molecular de cualquier tipo de residuo, bien los residuos orgánicos formados por compuestos carbonados (átomos de hidrógeno y de carbono), bien los compuestos inorgánicos. Estas temperaturas, unidas a la ausencia de oxígeno, evitan toda forma de combustión, sobre todo considerando que esta disociación se produce en unos milisegundos. De este modo, dicha disociación molecular, asociada al aporte de vapor de agua, permite una gasificación instantánea de todos los residuos orgánicos (formación de un gas de síntesis altamente energético), evita la formación de gases tóxicos tales como dioxinas y furanos y, limita considerablemente la formación de gases ácidos y elimina todo tipo de humos, cenizas u otros subproductos. Estas mismas temperaturas extremas producen la fusión de los residuos inorgánicos y la inertización de los elementos tóxicos que estarían eventualmente presentes.

De esta forma el procedimiento se resume en dos reacciones principales:

- ▶ **Disociación molecular:** la primera reacción que afecta solamente a los compuestos orgánicos, permite la disociación de todos los compuestos orgánicos y su transformación en un gas de síntesis. En el reactor, bajo el doble efecto de las altísimas temperaturas producidas y de un aporte de vapor de agua controlado continuamente, se producen dos reacciones simultáneas de cracking térmico (pirólisis) y de oxidación parcial. De esta forma todos los hidrocarburos presentes en los residuos tratados, son instantáneamente gasificados, y forman un gas de síntesis compuesto esencialmente de moléculas de hidrógeno y de monóxido de carbono, mezcla química altamente energética, comprimida e inyectada en una turbina de gas para producir electricidad, o destilada para producir metanol o etanol.
- ▶ **Disociación y fusión:** la segunda reacción corresponde a la fusión de todos los compuestos inorgánicos (cristal, metales, polvos, metales pesados, etc.) y a la formación de una lava de tipo volcánico que, tras el enfriamiento, forma un basalto

totalmente inerte, no lixiviable, con estructura cristalina en la cual son atrapados y por lo tanto neutralizados e inertizados, todos los componentes tóxicos (cadmio, plomo, mercurio, arsénico, etc.) eventualmente presentes en los desechos tratados. Todos los elementos tóxicos, sólidos o líquidos, contenidos en los residuos tratados están sujetos a una serie de transformaciones físico-químicas irreversibles que permiten su neutralización total.

El tratamiento no requiere a priori ninguna clasificación previa, ni ningún secado eventual, siendo el porcentaje de humedad admisible superior al 70 %.

El sistema PPV permite la eliminación de las sustancias semivolátiles gracias a las altas temperaturas y al tiempo de residencia en el reactor, que elimina la presencia de los precursores de las dioxinas y furanos, reduciendo así de forma total el potencial de reformación de estos semivolátiles. Además el uso de un Scrubber rotativo garantiza la eliminación de eventuales trazas en los mismos.

Por otro lado los metales pesados son fundidos y se encuentran atrapados en el basalto residual. Durante el proceso de gasificación/vitrificación, del 0,1 al 1 % de los metales pesados pueden vaporizarse y encontrarse dentro del gas de síntesis. Estos metales son condensados y recuperados en el sistema del Quencher-Scrubber y son después introducidos directamente en las llamas del plasma mediante una tobera primaria.

En esta zona las altas temperaturas combinadas con la ausencia de moléculas de carbono y con la presencia de los óxidos (CaO u otros) garantiza que estos metales sean fundidos y se encuentren encapsulados en la matriz basáltica. Otros contaminantes en el gas de síntesis como los fluoruros, cloruros y otras partículas son eliminadas mediante el atomizador rotativo (Scrubber) y otros sistemas, consiguiendo niveles de contaminación de prácticamente cero

11 ► ESTUDIO ECONÓMICO DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS BAJO ESTUDIO

En este apartado se presenta una comparación a nivel económico de las cuatro alternativas abordadas, tomando como base la información aportada por los departamentos comerciales de las empresas consultadas en cuanto a coste de las inversiones, gastos de funcionamiento, nivel de producción energética, etc. No se han considerado los costes comunes a las diferentes alternativas, como puede ser el transporte de los residuos vegetales desde las explotaciones comerciales hasta el centro de acopio o el almacenamiento de los mismos hasta el momento de su procesado. La superficie de invernadero sobre la que se ha trabajado es de aproximadamente 7000 ha con un índice de ocupación de 1,6 por tanto representando en cultivo unas 11000 ha que con una alternativa normal en el sureste peninsular generarían 342000 t de residuo de biomasa fresca, equivalente a 68580 t de residuo biomasa seca.

Planta para transformación de biomasa en compost

La inversión a realizar para llevar a cabo un proceso de compostaje abierto en pilas con volteo de las mismas, realización de trituración de material, incorporación de aditivos, mezclas, paso por las diferentes fases, con refinado y criba de material, incorporación a la línea de producción del compost de los posibles rechazos por no cumplir normativa, incluyendo ensacado en caso de ser necesario, sería de 2000000 euros, de éstos corresponderían 55% a maquinaria y equipos y un 45 % a infraestructuras.

Incineración del residuo en cementera

Según las conversaciones mantenidas con algunas empresas cementeras, las mismas aceptarían el residuo si el que lo genera realiza la preparación del mismo para su aprovechamiento como combustible poniéndoselo a pie de fábrica. Las inversiones necesarias para el aprovechamiento de los residuos vegetales como combustible en la fabricación del cemento serían abordadas por ellas mismas, es decir que los generadores del residuo se encargarían del transporte y acondicionado del residuo hasta la fábrica, de forma que éste será el coste diferencial que habrá que tener en cuenta para esta alternativa en el estudio económico comparativo.

Para una cantidad de residuo vegetal fresco a procesar anualmente igual al indicado en el apartado anterior, dado que el producto a entregar en la cementera deberá tener un contenido en humedad menor o igual al 15 %, la cantidad máxima de residuo que se transportará hasta la fábrica será de 80682 t. El coste del transporte se estima en 0,21 euros $t^{-1} km^{-1}$, por lo que el coste final vendrá dado por la distancia desde el centro de acopio hasta la cementera, que consideramos tal como tenemos las fábricas de cemento en el entorno de los cultivos intensivos en Almería de unos 45 km. De este modo, el coste global será de 762445 euros.

Las inversiones para la preparación del material que permita su uso en la cementera es de 1000000 euros.

Planta de generación de energía mediante combustión de los residuos

La planta se proyecta en base a la combinación de unidades modulares, con el fin de adaptarse a las necesidades concretas de cada caso. Según las empresas consultadas, estas instalaciones supondrían una inversión aproximada de 23,14 millones de euros, para un tiempo de funcionamiento de 8000 horas.

Dada la naturaleza de los residuos a combustionar, se estima que su poder calorífico se sitúa en unos 3800 kW·h por tonelada de materia seca. Puesto que la velocidad de procesado

será de $8,57 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$, la potencia máxima total disponible alcanzará los 32576 kW. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la eficiencia total de la planta sólo será del 85 %, por lo que la potencia de salida real disponible será de 27690 kW.

La eficiencia en la generación eléctrica de la planta es del 19 % por lo que el efecto eléctrico resultante será de 5261 kW. El 81 % restante (eficiencia calorífica) corresponderá al efecto térmico y supondrá un total de 22429 kW.

Teniendo en cuenta las cifras anteriores, la producción anual de energía eléctrica y calor será:

- Producción anual energía eléctrica: $5261 \text{ kW} \times 8000 \text{ h} = 42,088 \text{ GW}\cdot\text{h}$
- Producción anual de calor: $22\,429 \text{ kW} \times 8\,000 \text{ h} = 179,432 \text{ GW}\cdot\text{h}$

Sin embargo, en la zona donde se centra el presente estudio no existe actualmente la posibilidad de aprovechar el calor generado por la planta, pues la actividad industrial es pequeña. Tan sólo tendría cierto sentido aprovechar ese calor como calefacción en los invernaderos, pero se requiere un mayor nivel de investigación para conocer la rentabilidad o no de esta técnica de cara al agricultor. Además, aún así se desperdiciaría la mayor parte del calor, pues sólo podría dedicarse a ese uso en invierno y no el resto del año. Por tanto, en el presente estudio económico no se considerará ningún valor para el calor generado en la planta.

En lo que se refiere a la electricidad producida, no existe ningún problema en su incorporación a la red eléctrica de alta tensión, por lo que será factible su venta a la compañía Sevillana de Electricidad. Para los cálculos posteriores se ha estimado un precio de $0,042 \text{ euros kW}\cdot\text{h}^{-1}$, por lo que los ingresos obtenidos por este concepto ascienden a 1770678 euros.

Planta de gasificación por sistema ppv

La propuesta que se hace desde una empresa instaladora de plantas de plasma, se ha basado en el aprovechamiento de diferentes tipos de residuos, de forma que la instalación que se plantea a continuación no sólo trataría la totalidad de los residuos vegetales de los invernaderos, sino además 4000 t de residuos sólidos urbanos (RSU) y 12000 t de rechazos de las plantas de reciclado de plásticos en forma de pellets. Se trata así de conseguir un plan mínimo de residuo necesario y aumentar el poder calorífico.

Dado el bajo poder calorífico de los residuos vegetales, resulta económicamente justificable prepararlos en forma de "RDF", que es un producto seco, homogéneo y compacto. Se obtiene mediante un proceso de trituración-secado y aglomeración que permite transformar las

aproximadamente 250000 t de residuos entrantes en la planta en 98000 t de residuos para gasificar con un valor calorífico medio estimado de 4500 kcal·kg⁻¹.

En resumen, la planta se prevé para recibir hasta 365000 t·año⁻¹ de residuos mixtos que, después del tratamiento, se transformarían en 113000 t con un valor calorífico medio estimado de 4500 kcal·kg⁻¹. Una planta de estas características supondrían una inversión aproximada de 54,70 millones de euros.

Constaría de un único reactor con tres antorchas y su capacidad de tratamiento sería de unas 14 t·h⁻¹ de residuo transformado. Esto supone un tiempo de funcionamiento anual de unas 8000 horas. Teniendo en cuenta la capacidad de tratamiento de la planta, la potencia eléctrica de la misma será de 44,5 MW, aunque 14 MW se consumirán en la propia planta, por lo que la potencia neta disponible para la venta será de 30,5 MW.

Estas cifras determinan la siguiente producción de energía eléctrica:

- Energía eléctrica total producida anualmente: 44,5 MW x 8000 h = 356 GW·h
- Energía eléctrica autoconsumida anualmente: 14 MW x 8000 h = 112 GW·h
- Energía eléctrica vendida anualmente: 30,5 MW x 8000 h = 244 GW·h

INVERSIÓN TOTAL		TRANSE./ COMPOST	RSA A CE- MENTERA	GENERAR ENERGÍA	PPV
Capital propio	30 %	600.000	300.000	6.941.700	16.410.000
Financiación a largo plazo	70 %	1.300.000	700.000	16.197.300	38.290.000
Requerimientos totales de financiación	100 %	2.000.000	1.000.000	23.139.000	54.700.000
INGRESOS DE OPERACIÓN					
Venta de subproducto		0	0	1.770.678	1.770.678
GASTOS DE OPERACIÓN		300.500		1.766.068	3.459.997
Acondicionamiento más transporte			1.087.445		
BENEFICIO NETO DE OPERACIÓN		-300.500	-1.087.445	4.610	-1.689.319
INTERESES ANUALES	6%	7.800	42.000	97.184	229.740
AMORTIZACIÓN ANUAL	10 %	200.000	100.000	2.313.900	5.470.000
MARGEN NETO DE OPERACIÓN		-508.300	-1.229.445	-2.406.474	-7.389.059
Coste en euros por t de biomasa gestionada		1,49	3,59	7,01	***

*** Solo correspondiente a RSA

Estos 244 GW·h de energía eléctrica neta obtenida serán incorporados a la red eléctrica de alta tensión para su venta a Sevillana de Electricidad. Al igual que en el caso de la planta de combustión, se va a considerar un precio de venta de 0,042 euros k W h^{-1} . Esto determina unos ingresos anuales por este concepto de 10,26 millones de euros. No se contempla un precio de venta del slag, considerando que se podría dar gratuitamente para la construcción, evitando así posibles gastos de almacenamiento. Los gastos de operación anuales se estiman en 3.459 997 euros.

En la tabla anterior, se indican los balances de las inversiones planteadas para los diversos métodos.

12 ► CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos en el estudio económico anterior, puede decirse que la opción de **planta de compostaje** es la **más interesante** desde el punto de vista económico para el pago de gestión de residuo biomasa por el agricultor. Además puede haber una reutilización del producto para enriquecer los suelos en materia orgánica. Muchos autores han expresado que existe una relación directa entre la aportación de compost y el aumento de los rendimientos en diversos cultivos, indicando que la causa es debida a la disponibilidad de nitrógeno por parte de la planta. En la actualidad se están llevando a cabo experimentos para ver los efectos de la aplicación del compost a suelos donde se van a realizar diferentes cultivos, concretamente en el proyecto LIFE 00 ENV/E/000543 en que diversos miembros del Departamento de Producción Vegetal participan, habiéndose obtenido resultados interesantes incluso para utilización en semilleros, sustituyendo parcialmente las turbas que se emplean en los mismos y que se está importando.

En el caso de la utilización del producto en cementera, el proceso de acondicionamiento del residuo para su aprovechamiento ya resulta tan costoso como el hacer compost, pero además al no pagar las cementeras nada por él y tener que ponérselo en fábrica, hace que esta opción que en coste para el agricultor sería la segunda, pierda interés.

La planta de generación eléctrica mediante combustión del residuo resulta claramente menos interesante que las dos anteriores, debido a su bajo rendimiento eléctrico y a la imposibilidad de aprovechar la energía térmica producida, lo que origina un balance excesivamente negativo a compensar por el agricultor. La experiencia de quedarse en la primera fase del proceso, (solo combustión) esparciendo al medio los residuos de la misma, no solo no soluciona el problema sino que lo puede agigantar en plazo breve.

En el caso de la planta de plasma hay que contar con RSU y residuos plásticos para poder sacar un mayor rendimiento energético al producto, luego desde el punto de vista de organización para gestión de residuo por parte del agricultor para nada resulta interesante.

No obstante, hay que tener en cuenta que en los cálculos anteriores no se han considerado posibles subvenciones factibles de percibir, que podrían modificar la situación planteada.

*** Basado en el documento: “ESTUDIO TÉCNICO DE PLAN DE HIGIENE RURAL. TÉRMINO MUNICIPAL DE NÍJAR”, dirigido por Francisco Camacho Ferre y cuyo equipo de redacción fue:

• **CALLEJÓN FERRE, ÁNGEL JESÚS**

Ingeniero Agrónomo. Formación y Proyectos. Mónsul Ingeniería S.L.

• **CAMACHO FERRE, FRANCISCO**

Doctor Ingeniero Agrónomo. Profesor Titular del Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Almería.

• **FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, EDUARDO JESÚS**

Doctor Ingeniero Agrónomo. Catedrático del Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Almería.

• **GALÁN LÓPEZ, MANUEL**

Licenciado en Ciencias Químicas.

Exjefe del Laboratorio y Control de Calidad de Plastimer S.A. Consultor privado.

• **MONTOYA GARCÍA, MÓNICA ESTEFANÍA**

Ingeniero Técnico Agrícola. Jefa de Control de Calidad. Grupo Camponix.

• **MORENO CASCO, JOAQUÍN**

Doctor en Farmacia. Catedrático del Departamento de Biología Aplicada. Universidad de Almería.

• **RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, MARÍA PAZ**

Ingeniero Técnico Agrícola. Unidad de Producción Integrada del Departamento de Sanidad Vegetal de la Deleg. de la J. A en Almería.

• **VALVERDE GARCÍA, ANTONIO**

Doctor en Ciencias Químicas. Profesor Titular del Departamento de Física, Bioquímica y Química Inorgánica. Universidad de Almería.

AGROECOLOGÍA

0

PRIMAVESI, ANA

RESUMEN

La Agricultura Orgánica como practicada hoy siguiendo las NORMAS de IFOAM, es puramente prohibitiva. en vez de ser orientativa. No hace nadie más de que cambiar algunos factores químicos por orgánicos, como NPK por compost, defensivos químicos por orgánicos o solamente químicos menos tóxicos. No zéla del suelo porque presupone que colocando compost es todo que se necesita. Irriga con agua sucia de los ríos, sin embargo decantada. Revuelve el suelo compactado hasta 40 cm con máquinas como el arrastro pesado o la rotativa. Usa monocultivos, Saca su materia orgánica para compostaje de basura urbana o de granjas convencionales impregnados de tóxicos y cree que es orgánico. De cierto no son sales químicas pero material orgánico, pero los productos que abonan con este compost son más tóxicos de que los convencionales. En suelos decadentes crea plantas enfermas, igual a la Agricultura Convencional. Las plantas tienen un valor biológico muy bajo, lo que provoca los ataques por enfermedades y plagas. Usan probióticos como biocidas y no comprenden que orgánico no es idéntico al convencional solamente utilizando productos diferentes. Y generalmente las culturas producen malas hasta muy malas. Lo que se atribuye al "orgánico" pero que en verdad es el resultado: del mal zelo del suelo, de la colocación muy honda del compost, que sufriendo descomposición anaeróbica produce gases tóxicos como metano y gas sulfídrico.. Muchas veces la profundidad del plantío de las semillas está equivocada. En la horticultura también produce malo, por causa del replante con muy poco zelo, muchas veces con las raíces viradas para arriba etc.

LA AGRICULTURA CONVENCIONAL fue desarrollada en el hemisferio Norte para el clima templado, porque la agricultura, gracias a la tecnología introducida hace 200 años producía cada vez menos. Esto es porque tanto la labranza, como el encalado y los abonos químicos, especialmente el nitrógeno, contribuyeron a una descomposición mucho más rápida de que el común de la materia orgánica creando no solamente capas duras, los “hard pans” pero también la compactación general de los suelos.

No intentaron recuperar la vida de los suelos decadentes pero salvar la industria química de la falencia y introdujeron durante la “Revolución Verde” una tecnología muy sofisticada utilizando el máximo en productos químicos y máquinas para la explotación de los suelos enfermos o muertos o sea, para el aprovechamiento industrial de los “cadáveres” de los suelos. Pero la tecnología química-mecánica fue introducida sin consideración del impacto sobre los suelos, la naturaleza, los cursos de agua y sus implicaciones sociales. Descubriéndose que era posible romper las compactaciones y hasta moler los torriones de suelo con máquinas,

Es posible de romper suelos con máquinas pero no es posible de agregar los suelos con máquinas, porque este es un proceso biológico. Y las compactaciones volverán peores de que anteriormente. Las plantas quedarán cada vez peor nutridas de manera más desbalanceada, por que abonarán solamente con 5 elementos cuando las plantas necesitaban 45. Las plantas no conseguirán más formar todas sus sustancias que, semi-acabadas fueran atacadas por plagas y enfermedades, que se combaterán con agrotóxicos. Como el agua penetraba muy poco en los suelos compactados y su humedad se perdió rápidamente, irrigábase. Las culturas industriales fueron cada vez mayores el desmonte mayor y el viento pasaba libremente llevando hasta 750 mm lluvia / año. Las regiones de la floresta desmontada “savanisábanse” las de las savanas entraban en desertificación y los suelos compactados desarrollaron y liberan sustancias como metano, y óxido nítrico, que tienen “efecto invernadero” 25 hasta 250 veces mayor que el gas carbónico.

LA AGROECOLOGÍA no es solamente una tecnología pero un modo de vivir, influyendo sobre la ética y cultura, la política y economía, el social y ambiental. Es fundamental la posición del hombre en la naturaleza y no contra la naturaleza, y su trabajo con el Medio Ambiente y no destruyendo el Medio Ambiente. Especialmente la infiltración del agua en el suelo y la disminución del viento aumentan la producción hasta 67% y garantizan el flujo de la agua dulce en los ríos. Suelos templados y tropicales son fundamentalmente diferentes. Y la “transferencia de tecnología” del templado para el trópico tenía efectos indeseables y hasta catastróficos...

En los trópicos la Agroecología basea

- ▶ la vida del suelo, que necesita de materia orgánica como alimento

Esta puede ser:

- Compost en cultivos de alta rotatividad pero que normalmente no necesita ser compostada, por que sirve como alimento para la vida. del suelo y no como abono orgánico para las plantas.
 - La agregación del suelo por jalea bacteriana, los ácidos poliurónicos y la estabilización de los agregados por hifen de hongos, para crear el sistema poroso que garantiza la entrada de aire y aguas indispensable para la reposición de las agua en los niveles freáticos y acuíferos y que suministra la agua para los rios.
 - la movilización de los nutrientes , hasta de silicatos, por los microbios del suelo.
 - la fijación de nitrógeno por microbios libres y simbioticos en raíces y hojas. que no sobreviene cuando se aplica nitrógeno en cualquier forma, sea compost, estiércol, úrea , harina de pece etc.
- ▶ La biodiversidad de la vegetación que promueve la biodiversidad de la microvida del suelo y que garantiza el máximo de diversidad de nutrientes para las plantas
- ▶ La protección del suelo contra calentamiento excesivo (arriba de 32 C) y el impacto de la lluvia esta puede ser hecho por un “mulch” , siembra más adensada, policultivos, menjo de las malezas et
- ▶ El crecimiento bueno de las raíces que depiende: de la ausencia de compactaciones y de la presencia de boro y de calcio. (Nos trópicos Calcio és nutriente pero no correctivo.)
- ▶ El aumento del rizoplano por micorrizas . (lilaceas como cebola y brasicaceas como repojo y cauliflor no tienen micorrizas.) y que dependen de la disponibilidad de fósforo (que és zero en suelos compactados) y la presencia de los micronutrientes más esenciales para este cultivo, p.ex. Zn para maíz, Mn para avena, Cu y Mn para arroz, Zn y Mo para tomates, B para yuca y girasol, etc que siempre estan presente en suelos vivos con vida mui activa.

La Agroecología beneficiase con labranza mínima o Zero (Siembra Directa-Mulch Farming), de policultivos y biodiversidad en general,.

La base de la producción és un suelo sano y vivo y no un suelo muerto., y el trabajo con la naturaleza y no contra la naturaleza , conservando la agua y la vida en nuestro Planeta.

Mokiti Okada diz:

del suelo sano viene el alimento saludable

del cual depiende

bien estar, salud y paz.

REPERCUSIÓN DE LA PÉRDIDA DE VARIABILIDAD EN EL MATERIAL VEGETAL UTILIZADO EN VITICULTURA SOBRE LA ADAPTACIÓN DEL CULTIVO Y SOBRE LA PERSONALIDAD DE LOS VINOS PRODUCIDOS EN LAS ZONAS AMPARADAS CON D.O.

0

ROYO DÍAZ, J. BERNARDO

Dpto. Producción Agraria. Sec. Fruticultura y Viticultura
Universidad Pública de Navarra
C. Arrosadía s/n 31006. Pamplona
E-mail: jbroyo@unavara.es

RESUMEN

La presentación arranca repasando el origen de la variabilidad genética en los sistemas agrícolas, deteniéndose en aquellos eventos que han afectado a su variabilidad genética, tales como la domesticación y selección o mejora intuitiva, deteniéndose en la mejora “científica”, que es la que ha acelerado la erosión genética vegetal y la pérdida de variabilidad, mencionando algunos que ilustran ese impacto. El documento describe más adelante la estrategia de conservación que ha conducido a la pérdida de variabilidad genética, en el caso del material genético vegetal utilizado en viticultura, tanto en la adaptación del cultivo, como en la personalidad de los vinos, después de analizar el origen de las variedades viníferas, su variabilidad y diferenciación por selección y erosión genética, centrándose en aquellos vinos producidos en las Zonas amparadas con Denominaciones de Origen, a partir de los años setenta. La mencionada estrategia, se basó en el criterio escoger un número limitado de genotipos con expresión de estados sanitarios satisfactorios, bajo selección clonal de variedades, sigue en los años noventa, con la sustitución de las viejas y nuevas plantaciones con menor número de variedades (Rioja Tempranillo,, Cabernet Sauvignon, Merlot, Syrah y la blanca Chardonay).

Las consecuencias de esta estrategia han ido desde el riesgo de producir una gran erosión genética, por el arranque de las viejas plantaciones. Otra consecuencia notable es la disminución de su capacidad de adaptación, como el caso de la podredumbre del racimo, y la pérdida de su calidad ecológica, relativa al estado de la maduración del grano, su concentración en azúcares y la presencia de un numeroso grupo de sustancias químicas en la uva, cuyas características favorables son imposibles de mantener en un solo clon. El aumento de rendimiento y mayor productiva de estas variedades, obliga a realizar aclareos en las planta, que permitan cumplir con la legalidad de calidad de las DO, que limitan la producción, desequilibrando la cepa, perjudicando en muchas ocasiones de forma indirecta a la calidad de la cosecha. En el documento se apuntan algunas ideas para desarrollar un programa de selección correcto en viticultura que evite la erosión genética y mantenga la variabilidad original

1 ► SISTEMAS AGRÍCOLAS. AGRICULTURA

Los sistemas agrícolas, como cualquier tipo de ecosistema, están integrados por componentes bióticos y abióticos que, en conjunto, condicionan el crecimiento de las plantas y la productividad. Los sistemas naturales se distinguen de los agrícolas porque éstos se gestionan en mucha mayor medida por el hombre (el agricultor) y por los límites de los mismos; en los sistemas naturales están menos definidos, pero la diferencia más importante es la relativa a las leyes que los rigen: los sistemas naturales tienden a regularse por sí mismos, según el orden de la naturaleza, mientras que en los agrícolas, las plantas crecen con el propósito fundamental de recolectar su producción lo que implica, entre otras cosas, que parte de los nutrientes se eliminan del sistema y que el agricultor tendrá que reponerlos y tenderá a eliminar los organismos vivos que compitan con el cultivo (Powers, McSorley, 2001).

La propiedad más importante de un sistema agrícola es su productividad, o sea, el producto útil que se recolecta por unidad de superficie; sin embargo la expresión “por unidad de superficie” es multidimensional ya que varios insumos tales como la radiación, el agua, los nutrientes, la mano de obra, etc, también se expresan por unidad de superficie y, por tanto, el rendimiento también estima la eficiencia de los insumos. El término estabilidad de un sistema hace referencia a la variación del rendimiento en función del clima u otras causas. Por otro lado, la sostenibilidad estima la variación de la producción a lo largo de los años.

La estrategia agrícola debería consistir en manipular el ambiente y la comunidad vegetal de tal manera que se obtenga una producción y una transferencia de materiales útiles para el hombre óptimas (Loomis; Connor, 2002)

La agricultura se inició hace unos 10.000-12.000 años en el periodo conocido como Mesolítico-Neolítico, cuando los cazadores recolectores se hicieron paulatinamente sedentarios. Las causas de esta transformación no están claras en todos los casos, pero las tesis apuntan a problemas de sobrepoblación y al agotamiento de la caza y de los frutos que los paleolíticos consumían en sus desplazamientos. El cambio climático (el Neolítico es la cultura que aparece al final de la última glaciación) pudo facilitar la revolución agraria neolítica. El proceso de “agriculturización” no fue algo súbito sino progresivo y hay restos arqueológicos que evidencian la coexistencia de técnicas preagrícolas con las de caza y de recolección; no obstante, la presión demográfica creciente en la época preagrícola, el agotamiento de la caza, las mejores condiciones climáticas y la acumulación de observaciones durante todo el pleistoceno facilitaron el desarrollo de la agricultura (Cohen, 1981). Los datos proporcionados por la arqueología indican que las comunidades que más tempranamente se transformaron en agrícolas fueron las que hace unos 10.000 años habitaban las llanuras regadas por el Tigris y el Eufrates y, desde allí, se irradió a otras regiones asiáticas, a la cuenca mediterránea, al valle del Nilo, al norte de África y al sur del Sahel. También la arqueología demuestra que la adopción de la agricultura fue un fenómeno casi simultáneo en muchas partes del mundo distantes y aisladas unas de otras y que, incluso, se desarrolló varias veces en el mismo lugar (Cohen, 1981).

Desde una concepción holística la Agricultura se puede entender como el conjunto de actividades que emanan de la Ciencia que puede denominarse “Agroecología” por la que se conciben y gestionan los recursos naturales para la producción de alimentos. En mi intervención voy a hacer hincapié en uno de tantos aspectos que se incluyen en dicha concepción general: los recursos fitogenéticos y, para ilustrar el tema, voy a referirme al caso de la vid

2 ► DOMESTICACIÓN Y MEJORA: EROSIÓN GENÉTICA Y VARIABILIDAD

La selección de especies que hicieron los primeros agricultores no fue al azar, pues no fueron ni muchas ni cualquiera, sino unas pocas y muy específicas: los cereales. La domesticación de los cereales y, por lo tanto su selección, era ya un hecho en muchos lugares de la Tierra al comienzo del Neolítico (Pernes, 1983). Según Maroto (1999) las primeras especies que se cultivaron fueron: la cebada (*Hordeum vulgare*) en Mesopotamia, la escaña (*Triticum monococcum*) en Asia Menor, algunos tipos de trigos (por ejemplo el trigo emmer, *T. turgidum* ssp *dicoccum*) en el suroeste de Asia, la espelta (*T. spelta*) en el norte de Siria, el arroz (*Oryza sativa*) y el mijo común (*Paniculum miliaceum*) en el Lejano Oriente, el mijo africano (*Eleusine coracara*), el mijo perlado (*Pennisetum typhoides*) y el sorgo (*Sorghum bicolor*) en África, el maíz (*Zea mays*) en Méjico y Centroamérica, la patata (*Solanum tuberosum*) en la zona andina, etc. A los cereales les siguieron las leguminosas (en muchos yacimientos se encuentran juntos): lentejas (*Lens culinaris*) en Israel, garbanzos (*Cicer arietinum*) en Palestina, guisantes (*Pisum sativum*) en la zona norte y central de área sirio-palestina, etc. La domesticación de los frutales se produjo algo más tarde, hace unos 6.000 años, al principio de la Edad del Bronce (Maroto, 1.999) y las primeras especies que se cultivaron fueron el olivo (*Olea europea*), la higuera (*Ficus carica*), la vid (*Vitis vinifera*), la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*).

La domesticación de los vegetales supone mejorarlos desde el punto de vista de su utilidad para el hombre, es decir, producir en ellos el llamado síndrome de la domesticación (Pernes, 1983) que en el caso de la vid supone hermafroditismo, autofertilidad, poliembrionía, apomixis, partenocarpia, capacidad y facilidad para multiplicarse vegetativamente, etc. Además, para que la domesticación de una especie tenga éxito hay que eliminar, desbrozando y escardando las parcelas de cultivo, toda competencia con las malezas y especies próximas con las cuales las cultivadas podrían cruzarse y perder su identidad. Con todo ello el agricultor se convierte en seleccionador y mejorador de los cultivos, lo que conlleva dos fenómenos contrapuestos en las especies: aumento y pérdida de diversidad. Al optar por unos cultivos se abandonan las especies no escogidas, al elegir unas plantas se eliminan las no seleccionadas pero, por otra parte, como el sedentarismo, la agricultura y la aparición de las ciudades no terminaron con los desplazamientos de los grupos humanos ni con las corrientes migratorias (éxodos y trashumancias), los viajeros llevaban sus semillas y sus plantas de un lugar a otro facilitando que las plantas llegaran a nuevas regiones con otras condiciones ecológicas en donde desplazaban a las variedades existentes, se cruzaban con algunas y sufrían mutaciones alcanzándose nuevos equilibrios genéticos estables con el

medio ambiente, de manera que la diversidad genética se mantenía o, incluso, aumentaba: había distintas especies y variedades adaptadas a cada zona y una gran heterogeneidad dentro de cada variedad. En estas condiciones la productividad no era alta, pero la diversidad existente proporcionaba una gran estabilidad productiva ante cualquier cambio de todo tipo, lo cual era muy interesante para una agricultura local de subsistencia que se practicaba por una población mayoritariamente rural.

Estos procesos explican que hasta finales del siglo XIX la evolución de las especies cultivadas y de sus variedades fue lenta y, aunque desaparecían algunos cultivos y se perdían variedades de otros, la lentitud del proceso de domesticación y la escasa eficiencia de los métodos de selección que aplicaban los agricultores, daba tiempo para que los nuevos cultivos se adaptasen e hibridaran con los antiguos o con la flora espontánea, lo que a la postre daba lugar a nuevas variedades y a un aumento de la diversidad. Pero a comienzos del siglo XX se producen acontecimientos que van a modificar profundamente la evolución de las especies. Con el redescubrimiento de las Leyes de Mendel en 1.900 se inicia la mejora científica y, paralelamente, se producen profundas modificaciones sociales en el llamado “primer mundo”: la proporción de población dedicada a la industria y servicio aumenta, emigran a las grandes ciudades y se produce un gran incremento en la demanda de alimentos que exigen un cambio de mentalidad en los agricultores que deben enfocar su actividad desde el punto de vista empresarial, pues se les exige mayor competitividad; es decir, mayores rendimientos y producciones uniformes y del gusto del consumidor urbano quien, desconociendo los ciclos normales de cultivo, demanda cualquier variedad en cualquier mes del año e incluso está dispuesto a pagar más por los productos nuevos, exóticos o fuera de estación. Por otro lado, la reglamentación gubernamental o los esquemas de ayudas económicas les obligan en muchas ocasiones a adoptar variedades específicas o cultivos completamente nuevos.

Lo anterior plantean nuevas exigencias a los mejoradores que deben obtener variedades que cumplan todos o algunos de los siguientes requisitos:

- Alto rendimiento
- Calidad adaptada a las exigencias o modas de cada mercado
- Capacidad para adaptarse a zonas donde tradicionalmente no se cultivaba
- Mejor adaptación a nuevos métodos o sistemas de cultivo (mecanización, cultivos forzados, etc.)
- Resistencia o tolerancia a diferentes plagas o enfermedades

Tradicionalmente la mejora se ha realizado considerando que los factores de la producción vegetal, principalmente agua, abono y pesticidas no eran escasos. La realidad es que, escasos o no, no son renovables, su disponibilidad a nivel mundial está al albur de vendavales políticos o económicos de todo signo y, además la sensibilidad del consumidor respecto a residuos es cada vez mayor.

Por todo lo anterior, la mejora genética, es decir, la agricultura actual no deberá tener como objetivo principal buscar o fabricar genotipos muy productivos si lo son a costa del suministro de energías no renovables o con altas exigencias de protección, sino variedades capaces de explotar al máximo su entorno, con el menor suministro posible de factores externos y alterando lo mínimo posible el medio

Hay que hacer hincapié también en que la mejora genética de las plantas se hace “en beneficio del hombre” y no “en beneficio de la especie” y, por eso, los resultados de la mejora a veces son monstruosidades biológicas que difícilmente sobrevivirían si no fuera por la protección y cuidados del agricultor. Además, hay que ser consciente de que todo proceso de selección empobrece la variabilidad genética de la especie “mejorada”, disminuye su capacidad para su evolución posterior y para su utilización como cultígeno para mejoras futuras (Cubero1983). Si a lo anterior se une la evidente progresiva uniformidad en las costumbres y en los gustos, la consecuencia no es otra que la progresiva disminución en el número de especies y variedades cultivadas. Actualmente se cultivan únicamente alrededor de 150 especies y la inmensa mayoría de la Humanidad apenas cultiva más de 12.

Todo lo anterior, junto con la creciente proporción de tierras deforestadas y, en general, urbanizadas, trae como consecuencia la desaparición de especies silvestres y variedades tradicionales con la consecuente pérdida de variabilidad y de potencialidad para la adaptación a las actuales o a las futuras plagas o enfermedades y, en general, a nuevas circunstancias ambientales. La erosión genética no ha sido un fenómeno nuevo, pero lo ocurrido en los últimos 50-75 años no tiene comparación posible con la erosión que hubo en los anteriores 10.000 años de agricultura. Desde el Neolítico hasta el siglo XIX las variedades que llegaban a una nueva zona nunca desplazaban a totalmente a las “autóctonas” que se cruzaban o mezclaban con las nuevas, alcanzándose con el tiempo nuevos equilibrios génicos en los que sólo se eliminaban los genes o combinaciones de ellos que no se adaptaban pero en el último siglo la sustitución varietal ha sido tan rápida y tan repetida, que no ha dado lugar ni a las mezclas, ni a otros mecanismos evolutivos (Sánchez-Monge, 1974) de las especies vegetales.

La pérdida de genes como consecuencia de la extensión masiva de variedades mejoradas estrecha la base genética de las especies y limita los progresos en la mejora, pues sin variabilidad no hay mejora y se impide su evolución natural y, por lo tanto, disminuye la capacidad de las especies agrícolas para adaptarse a los cambios medioambientales y, en particular, a las nuevas razas y cepas de patógenos que se adaptan fácilmente a los cambios de los hospedantes.

Con una población mundial creciente y subalimentada en una significativa proporción, no se puede dudar de las ventajas de las variedades más productivas, pero tampoco es menos evidente que hay que tratar de mantener la diversidad que se ha producido por mecanismos naturales a lo largo de los siglos y, por ello, es preciso abordar la situación con nuevos criterios que no hipotequen el futuro; el camino atractivo de obtención de variedades mejoradas para objetivos concretos que permiten las nuevas técnicas biológicas, deben realizarse con

la seguridad de que los procesos que se desencadenan son controlables y reversibles. Para ello es necesario recuperar y mantener adecuadamente las especies y las variedades que, porque no se cultivan o porque su cultivo ha perdido interés, están amenazadas con su desaparición pero que en un futuro más o menos próximo, circunstancias actualmente imprevisibles, pueden volver a tener un valor estratégico de primer orden. Garantizar la diversidad biológica como recurso básico de innovación es, desde el punto de vista de la sustentabilidad ecológica y de la seguridad alimentaria o del fortalecimiento comercial, es un aspecto clave. Desde el punto de vista de cada nación, la prioridad estratégica de sus recursos genéticos puede ser justificada políticamente desde el punto de vista de la soberanía, pero también en el terreno práctico, desde el punto de vista de la innovación.

3 ► ORIGEN DE LAS VARIEDADES VINÍFERAS

La especie *Vitis vinifera*, L ha existido en el Occidente Euroasiático y norteafricano desde muy antiguo en estado silvestre. Dioscórides en el siglo I indica su presencia en Siria, Cilicia, Fenicia y otras áreas occidentales. A las variedades de la especie silvestre Linneo las denomina “*Labruscas*” y Rives (1975), las considera los ancestros de las vides cultivadas en Europa. Carbonneau (1983) explica la evolución de esta especie y la descompone en 7 fases.

- ▶ En la Era Terciaria, las vides se desarrollaban en un medio subtropical favorable y eran monoicas homocigóticas con dominancia de la autofecundación.
- ▶ El medio varió hacia condiciones menos favorables y, como ya habrían ocurrido numerosas mutaciones, algunas se fueron seleccionando y, a la vez, se realizaba una evolución hacia mayor dioecia pues eso facilitaba la adaptación a las nuevas circunstancias
- ▶ El clima retorna a más favorable y de nuevo, la especie se hace más monóica, pero como entonces el medio era más fluctuante, se seleccionaron sistemas de reproducción muy flexibles que permitían orientar a la vid, bien al estado monoico o, en situaciones menos favorables, al dioico.
- ▶ En el Cuaternario, el medio se vuelve muy hostil en las zonas donde la vid ya estaba instalada y se impone una dioecia absoluta. Las hendiduras de las hojas se hacen más pronunciadas para permitir el paso de la luz y ello favorece su cohabitación con árboles forestales.
- ▶ La vuelta a condiciones más favorables, pero no ideales como en el Terciario, tras las últimas glaciaciones, permite a las poblaciones fragmentadas en sus zonas-refugio extenderse y evolucionar al estado monoico sin perder la capacidad de evolución hacia la dioecia.

- El hombre descubre el interés del cultivo de la vid en el Neolítico y selecciona fundamentalmente las hermafroditas de mejores frutos. La multiplicación vegetativa y las condiciones de cultivo crearon un medio artificial que permitió la aparición de genotipos muy distintos de Labruscas. Las variedades viníferas surgieron a partir de entonces de los cruzamientos entre las Labruscas espontáneas de Europa y las importadas del Oriente Medio, probablemente de Armenia.

La última etapa de la evolución de esta especie se produce como consecuencia de la concentración de su cultivo en determinadas regiones del mundo moderno cuyo y, sobre todo durante la Edad Media por el gran impulso que da la Iglesia al desarrollo de la viticultura y que provoca el abandono de numerosas variedades y viñedos que, en estado menos favorable, retornan al estado salvaje y, por tanto, a la dioecia que es más favorable para su supervivencia. De esta forma es como se han constituido las *Labruscas postculturales* y *subespontáneas*.

De acuerdo con las estimaciones de Rives, en el mundo se pueden encontrar actualmente alrededor de 5.000 variedades pero, las que se cultivan en más de 50.000 ha, no son más de 30. El 65% de la superficie mundial (incluida la vid para fruta de mesa) incluye 140 variedades y, en España, Airen, Garnacha, representan casi el 50% del total de sus superficie vitícola (Hidalgo, 1999; Antcliff y cols., 1998).

4 ► **ORÍGEN DE LA VARIABILIDAD INTRAVARIETAL**

Del origen de las variedades cultivadas se deduce que, entre ellas, la variabilidad genética es muy grande pero, como siempre se han multiplicado por vía vegetativa, en principio, parece que la variabilidad intravarietal debería ser muy limitada; sin embargo, existen diversas causas que provocan que eso no sea sí. Las causas más importantes que explican la variabilidad dentro de cada variedad son las siguientes:

Origen policlonal de las variedades

Las observaciones realizadas sobre poblaciones espontáneas antes de sucumbir a la filoxera, o incluso en las que aún subsisten, prueban que, cada una, presenta gran homogeneidad morfológica y genética pero se sabe también que los viticultores obtuvieron sus primeras plantaciones a partir del material recolectado en la naturaleza y es natural pensar que ellos pudieron multiplicar mezclas de clones (en el sentido genético estricto) ligeramente diferentes pero morfológicamente similares y, a pesar de las depuraciones realizadas desde entonces por los viticultores mediante selección masal, en la mayor parte de las variedades actuales subsiste todavía una cierta proporción de clones originales sin contar, además, mezclas que hayan podido introducirse de manera fortuita posteriormente.

Así pues, el origen policlonal de las variedades cultivadas puede ser una fuente nada desdeñable de variabilidad genética (Levadoux, 1956; Rives, 1962).

Mutaciones

Las mutaciones suelen ser la causa de variación en el proceso de propagación asexual. Cada ápice constituye una zona donde una mutación, si ocurre, puede tener descendencia y, en una variedad multiplicada durante siglos sobre grandes superficies, es segura la existencia de clones mutados. Ejemplos de lo anterior lo constituyen las mutaciones de Garnacha: Garnacha peluda, Garnacha blanca, Garnacha roja o las de Pinot Noir: Pinot gris, Pinot blanc, Pinot meunier. En la práctica solo se suelen identificar las mutaciones que afectan a caracteres bien visibles, pero las “pequeñas mutaciones” son las más frecuentes y las que tienen más posibilidades de ser viables, sin embargo su, generalmente, ligera influencia sobre el fenotipo hace que pasen desapercibidas. Así pues, cualquier variedad ampliamente cultivada, habrá acumulado un considerable número de mutaciones con efecto individual mayor o menor pero que, en conjunto, representan una considerable heterogeneidad genética (Fregoni, 1999)

Heterogeneidad sanitaria

La vid es susceptible de ser infectada por numerosos virus y sufrir otras afecciones transmisibles por injerto producidas por virus aún no aislados, por rickettsias (“enfermedad de Pierce”) o por micoplasmas. La sintomatología específica de estas enfermedades no siempre se manifiestan en las plantas enfermas y la influencia sobre las características agronómicas depende de las circunstancias ambientales (Walter y col., 1997)

Diferenciación por selección

Una variedad cultivada está constantemente sometida a la presión de selección que representa la acción de los viticultores y la que ejerce el medio donde se desarrolla. Como las características deseables por el viticultor, y el clima, son distintas en cada zona, se puede esperar que una variedad-población, genéticamente variable, cultivada mucho tiempo en regiones diferentes, evolucione a tipos diversos en cada una.

5 ► CAUSAS QUE PRODUCEN LA EROSIÓN GENÉTICA

- Aparición de nuevas plagas y enfermedades

Aunque, como se ha dicho anteriormente, durante la Edad Media muchas variedades que se formaron espontáneamente fueron abandonadas y probablemente desaparecieron muchas

de ellas, la disminución del número de variedades cultivadas se produce a partir del siglo XIX como consecuencia de determinadas vicisitudes de tipo económico y, sobre todo, por la aparición de enfermedades y plagas desconocidas hasta entonces que, procedentes de América, esquilmaron gran parte del viñedo y obligó a sucesivas reconversiones. En España los principales hitos que condicionan la evolución varietal han sido los siguientes (Unwin, 1991):

- ▶ **1.850-55.** Aparece el oidio y, como consecuencia, se abandonan los viñedos de las zonas más propensas y las nuevas plantaciones se tienden a realizar con variedades que, como Garnacha, son menos sensibles a esa enfermedad.
- ▶ **1.885-87.** Aparece el mildiu, los costos de cultivo aumentan y se produce una gran crisis de rentabilidad que contribuye a abandonar muchas plantaciones.
- ▶ **Final s. XIX-Principios s. XX.** Invasión de la Filoxera y poco tiempo después, cuando los franceses ya han recuperado los viñedos destruidos por esta plaga, de nuevo se entra en una crisis económica profunda. Lo anterior se traduce en una drástica disminución de la superficie dedicada a la vid (En España la filoxera arrasa 1x10⁶ ha) y, en consecuencia, la desaparición de un gran número de variedades locales.
- ▶ **1.920-1.930.** Reconstrucción del viñedo. España recupera su condición de líder en cuanto a superficie de viña pero con un reparto varietal muy diferente y en base a las variedades más productivas y con material que se seleccionaba por el propio agricultor o por los viveristas ya que, a partir de la filoxera, era obligatorio propagar las plantas mediante injerto sobre un patrón resistente a la plaga.
- ▶ **1.936-45.** Guerras. Se destruyen más de 100.000 ha de viñedo y se abandonan las parcelas menos productivas.
- ▶ **1.950-70.** Expansión. Las plantaciones se incrementan de nuevo y se crean los Consejos Reguladores de Denominaciones de Origen que regulan la producción y, en cada denominación, se limita el número de variedades autorizadas.
- ▶ **1.980-90.** Estabilización. Se acomodan los Reglamentos de las D. O. a las normas de la CEE y se desarrollan Reglamentos específicos de producción (variedades, rendimientos, técnicas culturales, etc.) y de elaboración.
- ▶ **990.990-Nueva Euforia.** Se producen gran número de nuevas plantaciones con criterios de calidad más exigentes que los que se habían mantenido anteriormente e imitando a la denominación española más boyante, La Rioja y a la viticultura de calidad francesa, las referidas nuevas plantaciones, tanto las de zonas nuevas como las que sustituían a las viejas plantaciones, se realizan mayoritariamente con las variedad Riojana 'Tempranillo' y con las francesas 'Cabernet Sauvignon', 'Merlot', 'Syrah' y la variedad blanca 'Chardonnay'.

- Globalización de los gustos

La “moda” de los vinos Franceses a nivel mundial, y la de los de Rioja en España, ha provocado que algunas variedades francesas y la “Tempranillo” se extiendan por la mayor parte de las nuevas zonas vitícolas y sustituyendo a las autóctonas en otras muchas donde la tradición del cultivo es muy antigua. Refiriéndonos al caso de España, las variedades Tempranillo, Cabernet Sauvignon, Merlot o Syrah se plantan y se recomiendan en zonas tan diferentes como son, por ejemplo, las denominaciones de Origen Calatayud, Mancha, Bullas, Ribera del Júcar, Jumilla, Alicante, Yecla, Penedés, Priorat o Somontano.

Evolución de las variedades de vid cultivadas en Navarra durante el siglo XX			
Año	Variedades cultivadas		
1904	Garnacha tinta	Moscatel de grano grueso	Bomogastro
	Tempranillo	Navés	Borques
	Viura (Macabeo)	Palopas	Boton de gato
	Graciano	Parellada	Cirujal
	Cariñena (Mazuela)	Pasera	Esgranadera
	Moscatel de grano menudo.	Perrel	Grandilla
	Garnacha blanca	Requena (Bobal)	Jarello
	Garnacha Tintorera	Ribadavia	Jerónimo
	Anavés	Ribote	Jerusalén
	Aramón francés	Royal	Malvasía (Rojal)
	Bargües	Sumoll	Mandó
	Benitillo	Tempranillo blanco	Miguel de Arco
	Berrués	Xarello (Pansa)	Monastrell
	Blanca		Morate
1980	Garnacha T.	88,0 (%)	
	Tempranillo	1,1 (%)	
	Viura	2,1 (%)	
	Graciano	0,4 (%)	
	Mazuelo	0,1 (%)	
	Moscatel de g.m.	0,2 (%)	
	Resto vddes.	8,3 (%)	
1998	Garnacha T.	37,9 (%)	
	Tempranillo	36,4 (%)	
	Viura	8,1 (%)	
	Graciano	0,5 (%)	
	Mazuelo	3,9 (%)	
	Moscatel de g.m.	0,4 (%)	
	Cabernest S.	6,5 (%)	
	Merlot	3,3 (%)	
	Chardonay	1,2 (%)	
	Resto vddes.	1,9 (%)	

En el Cuadro adjunto se recogen, a título de ejemplo, las variedades que se cultivaban en Navarra al inicio y al final del siglo XX

- **Selección clonal-sanitaria**

En las zonas vitícolas amparadas con DO, a diferencia de cómo ocurre con la uva de mesa o con cualquier otro frutal, la introducción de nuevas variedades está muy limitada y se reduce a las que autoriza el correspondiente Consejo Regulador. Por tanto, para mejorar el material vegetal disponible, la única posibilidad que se ha vislumbrado ha consistido en aprovechar la variabilidad genética dentro de las variedades tradicionales a través de la Selección clonal.

Por definición, la selección clonal es el aislamiento y la multiplicación vegetativa de individuos que, dentro de una variedad, manifiestan algún carácter morfológico, productivo o cualitativo interesante o, también, una elevada adaptación a determinadas condiciones ambientales. Cuando se incorpora el criterio de elegir individuos indemnes de virosis graves o, se procede al posterior saneamiento de los clones seleccionados, se habla de Selección clonal-sanitaria.

Las estrategias de selección clonal que se llevaron inicialmente y, dado que los mejoradores tenían que conseguir resultados a muy corto plazo, se reducían a la elección de un número muy limitado de genotipos que expresaban un estado sanitario satisfactorio (era el criterio que prevalecía sobre el resto), su fenotipo estaba “en el tipo varietal” y alcanzaban producciones satisfactorias. Esta estrategia ha tenido graves consecuencias:

- ▶ Producción de una gran erosión genética. Muchos genotipos válidos se pierden por diferentes razones: porque su frecuencia en la población es baja, porque su expresión fenotípica está enmascarada por la acción del medio o porque determinados caracteres positivos coexisten con otros menos favorables y, en conjunto, no alcanzan los niveles mínimos impuestos por el seleccionador. Por otro lado, en la medida que se van sustituyendo las viejas plantaciones, se producen pérdidas irreparables de material original.
- ▶ Disminución de la capacidad de adaptación. El conjunto de clones que constituyen una variedad es sustituido por unos pocos que, además, han sido seleccionados con criterios similares.
- ▶ Pérdida de calidad enológica. La calidad enológica de la uva es un concepto complejo que hace referencia al estado de maduración, a la concentración de azúcar y a la presencia de un numeroso grupo de sustancias químicas. La presencia de todas las características favorables en uno o en unos pocos clones de una variedad es prácticamente imposible y se producen cosechas poco armónicas. Este problema no se supera con la implantación de diversos clones obtenidos en diferentes zonas porque, en general, los criterios de selección han sido similares en todos los sitios.

- ▶ Aumento del rendimiento potencial. Los clones seleccionados y sanos, generalmente son mucho más productivos que la media de la variedad y, como en todas las DO de calidad, los rendimientos se limitan, para cumplir con la legalidad es preciso realizar podas excesivamente severas o aclareos que desequilibran a la cepa, perjudican a calidad de la cosecha que permanece y provoca mayor riesgo de oidio y botrytis.

De lo anterior se deduce que un programa de selección correcto debe asumir como objetivos fundamentales encontrar el clon, o los clones, que para cada carácter buscado, exprese el nivel máximo existente en la población de origen y, con el conjunto de clones seleccionados, mantener un nivel de variabilidad semejante al de la población original para así mantener la mayor armonía posible en la composición de la uva, optimizar la relación interactiva de la vid con las características ambientales y, por otro lado, si se mantiene la variabilidad original, permitir reiniciar nuevos programas de mejora con similares objetivos o para resolver nuevos problemas que se planteen en el futuro. Con presiones de selección débiles, la ganancia esperable a corto plazo es pequeña pero al final de la selección, la frecuencia de los genes o de las asociaciones génicas favorables es mayor y, como la deriva genética es menor, en fases sucesivas de selección, la ganancia esperable será mayor.

En los casos en los que exista una fuerte demanda de clones “mejorados”, sería deseable que durante el proceso de mejora se realizaran a la vez, 2 selecciones con objetivos distintos:

- Obtención de clones mejorados con alta presión de selección
- Mejora de la variedad-población con baja presión de selección

Con el segundo objetivo se consiguen retener los mejores biotipos que, además, deben representar bien la variabilidad de la población original. Previamente se debe evaluar el nivel medio de expresión y la varianza de la población a mejorar para cada uno de los caracteres que se consideren de interés diferenciando la variabilidad debida a la heterogeneidad genética de la que se debe al azar o a la acción del medio y, si en la población hay suficiente variabilidad, se aíslan individuos con características en cierto sentido extremas. Se trata de hacer una selección recurrente: el material seleccionado durante un ciclo es la base para el ciclo sucesivo y, paralelamente, queda estudiada, y se puede mantener, la variabilidad original de la variedad-población (Scienza, 1993).

Finalmente hay que tener en cuenta que en vid, se ha puesto menos empeño que en los cultivos herbáceos y hortícolas en explorar sistemáticamente los recursos genéticos y cuando se hacen prospecciones, se suelen hacer buscando un carácter o unos pocos muy determinados de manera que todos los individuos que no los poseen suelen ser eliminados sistemáticamente por lo que la mayoría de las colecciones suelen estar muy sesgadas. Por otro lado, el proceso de domesticación de la vid no puede decirse que haya terminado pues, además de que todavía hay en la naturaleza especies próximas cultivadas a nivel

local que se podrían incorporar al cultivo, muchas variedades antiguas son sin duda una interesante fuente de mejora que es preciso localizar, evaluar y mantener (Blanco y cols., 2004; Engelhart y cols, 2004)

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ANTCLIFF, A. J.; CIRAMI, R. M.; COOMBE, B. G.; DRY, P. R.; GREGORY, G. R.; HARDIE, W. J.; JACKSON, D. I.; Mc CARTHY, M. G.; NORTHCOTE, K. H.; SMART, R. E. Y SPURLING, M. B.**
Viticultura. Vol I. Resources. Ed by B.G. coombe and P.R.Dry. Winetitles. Adelaide
- **BLANCO, C.; MARTINEZ, T. Y MARTINEZ DE TODA, F. 2004**
Preservation of the intravarietal heterogeneity in the clonal and sanitary preselection for a minority variety in danger of extinction: Maturana blanca / Ribadavia. Proc. 1st IS on Grapevine. Acta Hort. 652 ISHS
- **CARBONNEAU, A. 1983**
Sterile males and females in the genus Vitis. Consequences in Genetics and selection of grape. Agronomie 3 (7): 645:649
- **COHEN, M. N. 1981**
La crisis alimentaria de la prehistoria. La superpoblación y los orígenes de la agricultura. Col. Alianza Universidad. Alianza nº 291. Editorial, SA. Madrid.
- **CUBERO, J. I. 1983**
Los recursos fitogenéticos, fuente de variabilidad para la mejora genética del futuro. En "Los recursos fitogenéticos y las nuevas variedades vegetales: Su impacto en el sector agrario". XV Jornadas de Estudio de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA). Zaragoza 10-12 Mayo. Separata no incluida en ITEA Vol. Extra 2
- **ENGELHART, J.; WAHL, K. Y SCHARTL, A. 2004**
Vines from old vineyards as a source for clonal selection and preservation of genetic diversity. Proc. 1st IS on Grapevine. Acta Hort. 652 ISHS
- **FREGONI, M. 1999**
Viticultura di qualità. Ed. L'Informatore agrario, S.r.l. Verona
- **HIDALGO, L. 1999**
Tratado de viticultura general. Ed. Mundi_Prensa. Madrid
- **LEVADOUX, L. 1956**
Les populations sauvages et cultivées de Vitis vinifera, L. Ann. Amélior. Plant. 1:59-118
- **LOOMIS, R. S. Y CONNOR, D. J. 2002**
Ecología de los cultivos. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. España
- **MAROTO, J. V. 1998**
Historia de la Agronomía. Una visión de la evolución histórica de las ciencias y técnicas agrarias. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- **PERNES, J. 1983**
La genética en la domesticación de los cereales. Mundo Científico 29(3):964:974
- **POWERS, L. E Y Mc SORLEY, R. 2001**
Principios ecológicos en agricultura. ed. Paraninfo. Thomson Learning Madrid. España

- **RIVES, M. 1962**

Centre d'origine et diversification spécifique dans le genre *Vitis*. *Vitis III Cong.* Escarpia:179-201

- **RIVES, M. 1975**

Les origines de la vigne. *La recherche*, 53: 120-129

- **SÁNCHEZ - MONGE, E. 1974**

Fitogenética (Mejora de las Plantas). INIA. Ministerio de Agricultura. Madrid.

- **SCIENZA, A. 1993**

Vigneti policlonali e valorizzazione della diversità dei vini. *VigneVini*, 12:23-25

- **UNWIN, T. 1991**

Wine and the vine. An historical Geography of Viticulture and the win trade. Ed. Routledge. London

- **WALTER, B Y MARTELLI, G. P. 1997**

Clonal and sanitary selection of the grapevine. INRA

EFFECTOS DEL OZONO EN PLANTAS MEDITERRÁNEAS DE APROVECHAMIENTO AGRÍCOLA Y GANADERO

Experiencias realizadas en la Península Ibérica

0

SÁNCHEZ GIMENO, BENJAMÍN⁽¹⁾, BERMEJO BERMEJO, VICTORIA⁽¹⁾, PORCUNA, JOSÉ LUIS⁽²⁾

⁽¹⁾ Ecotoxicología de la Contaminación Atmosférica. CIEMAT-MEC. Avda. Complutense 22. 28040 Madrid

⁽²⁾ Dpto. de Hortalizas. Área de Protección de Cultivos. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación, Generalitat Valenciana. Cra. de Alicante - Valencia km 276,5. 46460 Silla (Valencia)

RESUMEN

El ozono troposférico es el contaminante atmosférico más ampliamente distribuido en la región Mediterránea (Günsten y col., 1988; Martín y col., 1991), su formación a partir de precursores como hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, está favorecida por los altos niveles de irradiación propios del clima de esta zona. Además, la circulación de los vientos característicos de la cuenca mediterránea, favorece el transporte lejano de los precursores y del mismo ozono, provocando concentraciones elevadas de oxidantes fotoquímicos en zonas rurales alejadas de focos de contaminación (Millán y col., 2002). Esta situación se repite de forma frecuente en las zonas costeras del este peninsular donde pueden registrarse concentraciones de ozono elevadas especialmente durante los meses de primavera y verano (Gimeno y col., 1999; Alonso y col. 2001, Millán y col., 2000), que sobrepasan de forma habitual las concentraciones ambientales de ozono establecidas por el Convenio de Ginebra y recogidas por la OMS para asegurar la protección de los cultivos agrícolas y la vegetación natural (Kärenlampi & Skärby, 1996; Fuhrer & Acherman, 1999; OMS, 1999).

La extensión y la intensidad de esta contaminación regional ha sido determinada a través de varios estudios de bioindicación en diferentes áreas de la cuenca mediterránea (Mignanego y col., 1992; Toncelli & Lorenzini, 1999) y más concretamente en la península Ibérica (Gimeno y col., 1995; Ribas y col., 1998). Por otro lado, se han realizado numerosos experimentos encaminados a evaluar el impacto de este contaminante sobre diferentes receptores vegetales. El objetivo de este trabajo es compilar y discutir la incidencia de este contaminante en las plantas de aprovechamiento agrícola y ganadero del área mediterránea. Dado que los trabajos más recientes señalan que las condiciones climáticas y edáficas modulan en gran medida la fitotoxicidad de este contaminante, se presentará la información existente centrándose en los siguientes receptores:

- Cultivos de secano
- Cultivos hortícolas
- Especies pascícolas

Se hará mención a los estudios de bioindicación realizados para documentar la extensión de los daños.

1 ► ESTUDIOS DE BIOINDICACIÓN

Los estudios de bioindicación realizados a escala peninsular comportan la utilización de plantas de distintas especies vegetales. En unos casos se exponen plantas presentes en el propio lugar de estudio (bioindicación pasiva) y en otras ocasiones se introducen especies y/o variedades alóctonas para caracterizar la extensión del impacto de este contaminante (bioindicación activa). En la mayoría de los casos, estos estudios se basan en el registro de síntomas visibles de ozono en las hojas de las especies seleccionadas. Por ello, este tipo de actividades se basa en una experimentación previa en la que las especies escogidas son expuestas a concentraciones fitotóxicas del contaminante. El primer estudio realizado para documentar la extensión de los daños de ozono en el levante peninsular fue realizado por Gimeno y col. (1995a). Para ello se utilizaron como bioindicadores de este contaminante las plantas de sandía. Los resultados de este estudio señalaron que existe una contaminación regional, abarcando un área de 600 * 40 km entre las provincias de Tarragona y Almería.

En estudios posteriores, se empleó la técnica de bioindicación activa, utilizando 3 variedades de tabaco y dos clones de trébol con distinta sensibilidad al ozono. Este tipo de estudios se realizaron en Cataluña, Navarra, Comunidad Valenciana y Madrid. Los resultados obtenidos señalaron la gran influencia que ejercen las condiciones climáticas en la fitotoxicidad de este contaminante. De hecho, las plantas crecidas en las áreas costeras parecen estar más afectadas que las áreas continentales aún cuando las concentraciones registradas puedan llegar a ser menores que las plantas expuestas en las zonas continentales (Gimeno y col. 1995b;). Esto parece deberse a que la absorción del contaminante a través de los estomas se vería dificultada por el déficit de presión de vapor (VPD) elevado que soportan las áreas continentales peninsulares, al presentar durante el verano, temperaturas de aire elevadas además de bajas HR respecto a las zonas costeras (Bermejo y col., 2002a; Ribas y col., 2003). En la figura 1 se presentan los promedios horarios de conductancia estomática al ozono (g_{O_3}), modelizada a partir de datos experimentales, de dos clones de trébol de diferente sensibilidad al contaminante (NC-S=sensible y NC-R=resistente) creciendo, por un lado en una zona costera como es el delta del Ebro, y por otro en una zona continental como Madrid. En la gráfica puede apreciarse como a pesar de que las concentraciones de ozono son más elevadas en Madrid, su mayor temperatura y menor HR, inducen en las plantas valores menores de g_{O_3} respecto a lo que sucede en las condiciones costeras del delta, con una elevada HR y una temperatura más suave. De hecho, y coincidiendo con los resultados encontrados en producción de biomasa y en desarrollo de síntomas foliares, no se observan diferencias en los valores de g_{O_3} entre los dos clones, NC-S y NC-R, cuando se ubican en el área continental y sin embargo las diferencias son claras cuando crecen en la costa (Bermejo y col., 2002a).

La confirmación de estos resultados en otros estudios de bioindicación realizados a escala regional y continental en Europa ha contribuido a que se establezca una corriente científica (Pleijel y col., 2003) que intente relacionar el impacto del ozono en los receptores vegetales con la dosis de contaminante potencialmente absorbida por éstos, en lugar de con la exposición (concentración en aire por unidad de tiempo).

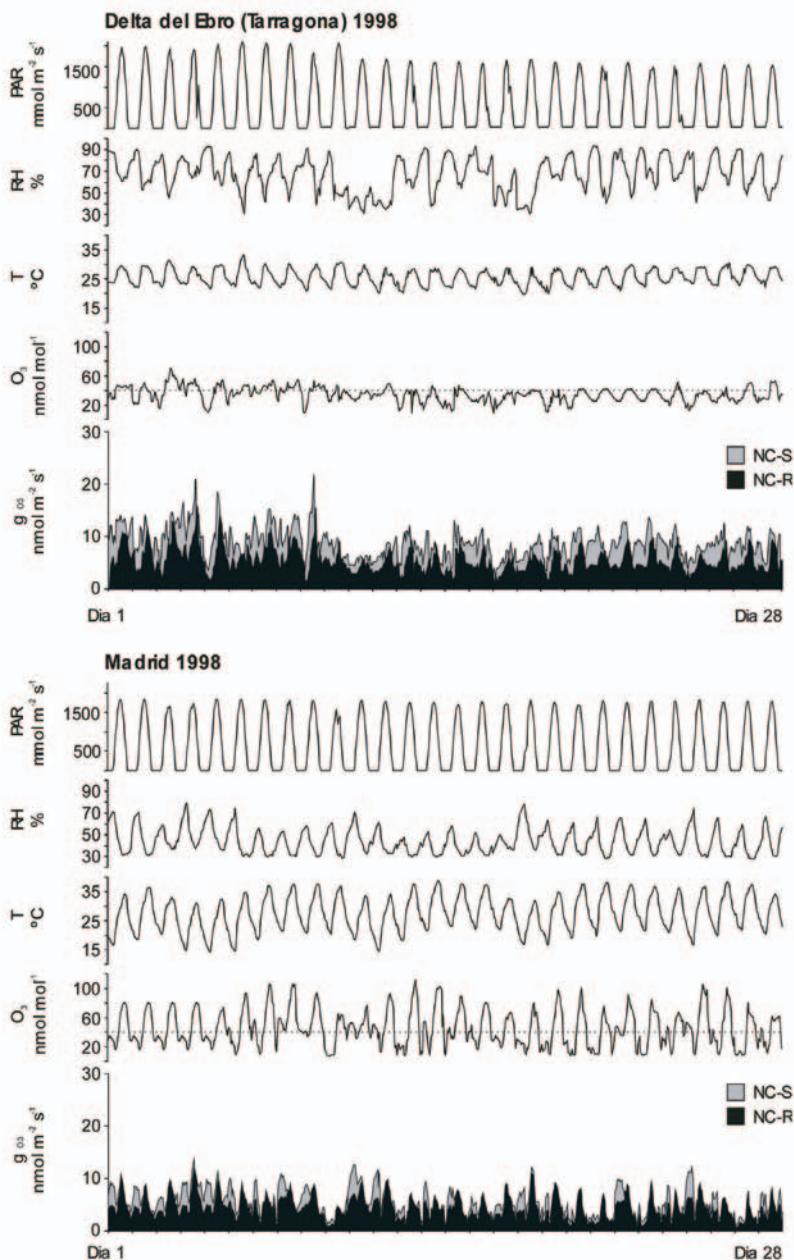


Figura 1. Promedio horario de conductancia estomática al ozono (gO₃) durante un periodo de 30 días para dos clones de *Trifolium repens*, uno sensible al ozono (NC-S) y otro resistente (NC-R), creciendo en una localidad costera (Delta del Ebro) y otra continental (Madrid). Concentración de ozono (O₃) y condiciones meteorológicas correspondientes a este periodo.

2 ▶ EFECTOS DEL OZONO EN CULTIVOS HORTÍCOLAS

En lo que respecta a los cultivos hortícolas, se conoce desde antiguo la gran sensibilidad de este tipo de receptores al ser expuestos al ozono (Runeckless & Chevone, 1992; Buse y col., 2000; Fumagalli y col., 2001). En los estudios realizados en la península Ibérica para evaluar los efectos de este contaminante utilizando cámaras de techo abierto se ha demostrado que induce efectos adversos directos en la producción y la calidad de numerosos cultivos hortícolas. Además, también se han documentado efectos indirectos de este contaminante que en la mayoría de los casos tienen una gravedad mayor que los efectos directos.

Efectos directos sobre la apariencia, la productividad y la calidad de los cultivos hortícolas

- **Apariencia externa**

Numerosos cultivos hortícolas muestran lesiones foliares cloróticas y necróticas al ser expuestas a las concentraciones de ozono que se registran en el levante peninsular. Por ejemplo, se ha observado que el ozono induce la aparición de necrosis pigmentadas en las hojas de judía, sandía, tomate, lechuga, melón, etc. (Reinert y col. 1992; Bermejo y col., 2002, Gimeno y col., 1996; Fumagalli y col., 2001).

Las necrosis suelen aparecer como punteaduras o áreas más o menos extensas de color pardo-rojizo en las zonas internerviales del haz de la hoja y su manifestación suele ser muy dependiente de la variedad considerada. Aún cuando la observación de estos síntomas pueda ser un excelente indicador de la fitotoxicidad del contaminante, su presencia no siempre está ligada a pérdidas de producción. De hecho hay variedades hortícolas que no manifiestan síntomas al ser expuestas al ozono y que sin embargo se ven afectadas en su productividad.

- **Producción y calidad**

Un efecto directo importante que el ozono ejerce en los cultivos hortícolas es la inducción de pérdidas de productividad, incidiendo en el número de frutos formados y/o en el peso total de la cosecha. Por ejemplo, Gimeno y col. (1999) documentaron que el ozono induce pérdidas de producción en cultivos de sandía entre el 11-18% dependiendo del año, y Bermejo y col., (2002) señalaron pérdidas de producción en tomate debidas a las concentraciones ambientales de ozono que se acercaron al 30% en algunas cosechas parciales tempranas. Los estudios realizados con cultivos de judía en la costa este peninsular, indican que el ozono puede provocar una reducción del número de vainas producido por planta cercana al 10% (Gimeno y col., 1993).

Para ilustrar los daños sobre la producción que provoca el ozono, la figura 2 representa de forma gráfica la producción de la variedad de tomate *Tiny Tim* creciendo en tres tratamientos

de O_3 empleando el sistema experimental de Cámaras Descubiertas en el delta del Ebro: aire filtrado de ozono (AF), aire no filtrado que reproduce las concentraciones ambientales (NF) y aire no filtrado al que se le añaden 40 ppb por encima del ambiente para coincidir con las concentraciones más elevadas registradas en la zona (NF+). En el gráfico puede observarse como el ozono provoca una reducción de la producción, que varía dependiendo de la cosecha parcial considerada, pero que puede llegar a ser del 20-30% en plantas crecidas bajo las concentraciones ambientales de ozono respecto a las plantas crecidas en sin ozono.

Un estudio reciente realizado por Calvo (2003) del CEAM señala la existencia de importantes variaciones intravarietales en la respuesta de los cultivos de tomate al ozono.

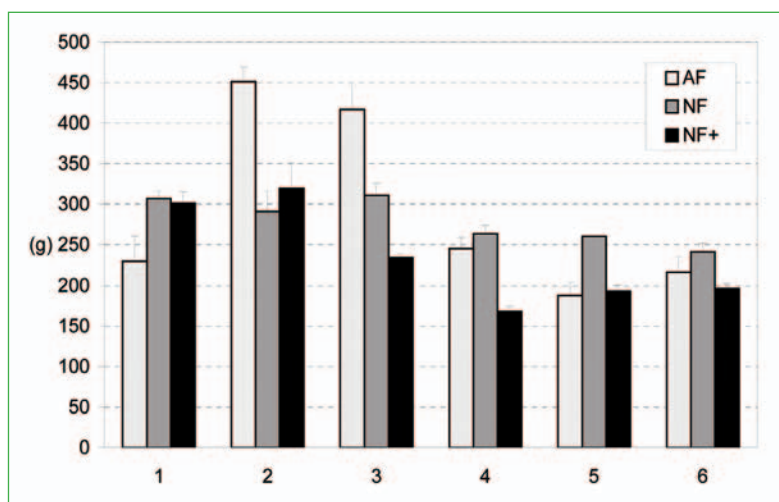


Figura 2. Producción de la variedad Tiny Tim de tomate ($g\ planta^{-1}$, media \pm es) en las diferentes cosechas parciales de tres tratamientos de ozono: AF= aire filtrado, NF= aire no filtrado, NF+= aire no filtrado + 40 ppb de ozono.

Los estudios realizados por Bermejo (2002) señalan que el ozono puede afectar negativamente al calibre y al contenido en sólidos solubles totales de los frutos de tomate. La figura 3 reproduce el contenido de azúcares solubles en fruto de la variedad *Tiny Tim* de tomate en las sucesivas cosechas parciales de los 3 tratamientos de ozono (AF, NF y NF+) del mismo experimento comentado en el apartado anterior (figura 2).

En este estudio, se observó una reducción del contenido de azúcares del fruto en todas las cosechas parciales analizadas en un rango entre el 5-14% para las concentraciones ambientales de ozono, que se elevó hasta el 21% en el tratamiento NF+. Estos efectos que afectan a la calidad de la producción pueden tener una influencia comercial indirecta en un mercado cada vez más competitivo.

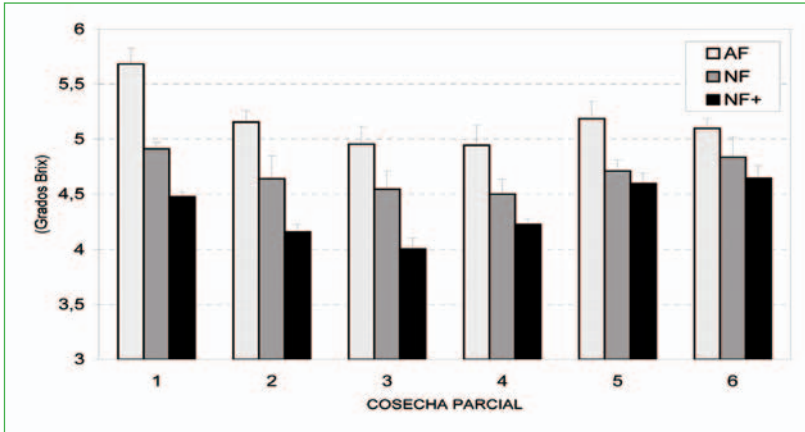


Figura 3. Concentración de azúcares en fruto (grados Brix, media \pm es) de la variedad de tomate Tiny Tim en las diferentes cosechas parciales de tres tratamientos de ozono: AF=aire filtrado, NF=aire no filtrado, NF+=aire no filtrado + 40 ppb de ozono.

Efectos indirectos del ozono en los cultivos hortícolas

Se han registrado dos efectos indirectos del ozono en que afectan a los cultivos hortícolas de la península Ibérica: un retraso en la maduración de frutos, que provoca una mayor incidencia del contaminante en las cosechas tempranas, y una sensibilización de los cultivos frente a las virosis.

- **Maduración de frutos**

Los estudios realizados por Gimeno y col. (1999) en sandía y por Bermejo (2002) en tomate han señalado que el ozono provoca un retraso en la maduración de los frutos, haciendo que sus efectos negativos en la producción de estos cultivos sean mayores en las cosechas tempranas que en las cosechas tardías.

Esto tiene un impacto económico indirecto, el retraso en la maduración de frutos puede suponer que los frutos de estos cultivos no sean producidos en la “ventana de mercado” adecuada, una característica muy buscada por la agricultura intensiva del levante peninsular, dado que las cosechas más tempranas tienen un mayor precio en el mercado. Por otro lado, la producción de estas cosechas tempranas es mayor que la de las cosechas tardías, haciendo que el efecto pernicioso del ozono sobre el rendimiento económico de los cultivos hortícolas sea más elevado, como consecuencia de este efecto indirecto.

En la figura 4, puede observarse la producción acumulada de la variedad Tiny Tim de tomate en los tres tratamientos de ozono analizados (Bermejo 2002). Se aprecia de forma clara el retraso de la producción de los frutos de los tratamientos con ozono.

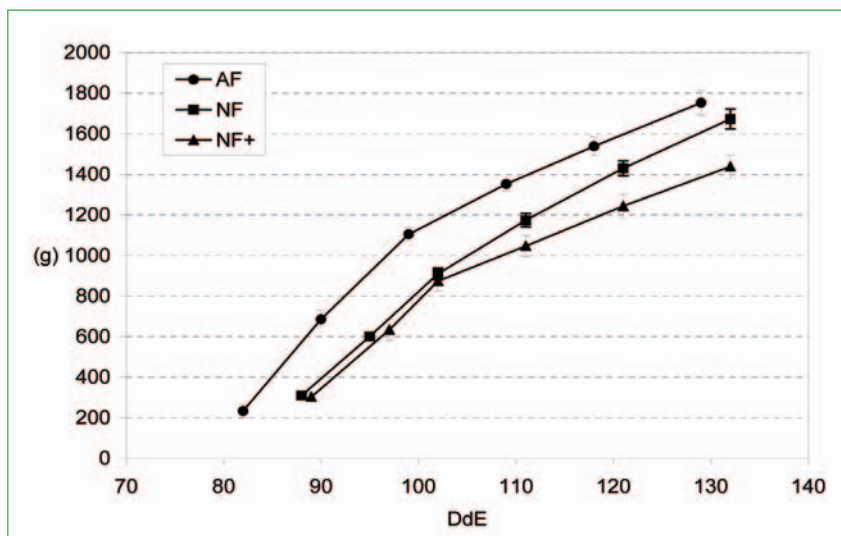


Figura 4. Evolución temporal de la producción acumulada (media \pm es) de la variedad de tomate Tiny Tim en tres tratamientos de ozono: AF= aire filtrado, NF= aire no filtrado, NF+= aire no filtrado + 40 ppb de ozono. DdE= días transcurridos desde la emergencia de las plantas.

En el tratamiento NF (concentraciones ambientales de ozono) la producción que se alcanza en las cosechas tempranas (a los 102 días desde la emergencia) es un 18% inferior a la que presenta el control sin ozono (AF) aunque estas pérdidas se amortiguan al final del periodo productivo. Las concentraciones más elevadas, como las del tratamiento NF+, provocan una reducción de la producción de las cosechas tempranas que asciende al 21% y que no se compensan al final del ciclo productivo.

• Sensibilización frente a las virosis

Los trabajos pioneros realizados conjuntamente por el CIEMAT, el Servicio de Sanidad Vegetal de la Conselleria de Agricultura de la Comunidad Valenciana y la Universidad Politécnica de Valencia indicaron que el ozono puede sensibilizar a las plantas de tomate frente a las virosis cuando éstas son expuestas durante 15 días en sus estadios de desarrollo iniciales a las concentraciones ambientales de ozono que se registran en el levante peninsular. No obstante, esta respuesta mostró ser dependiente de la variedad de tomate y del virus involucrado (Porcuna, 1997; Gimeno y col., 1999b).

Asimismo, en estudios realizados sobre cultivares de tomate de variedades comerciales en el área mediterránea, se ha podido comprobar que la aportación de materia orgánica al suelo de cultivo, provoca una disminución de los daños provocados por ozono, así como un desarrollo de las virosis de modo menos intenso que en las tesis en las que la fertilización se realizaba sin materia orgánica. (Jiménez y col. 2001). Este mismo efecto ya había sido

comprobado en cultivos de melón tipo *Galia* Var. *Yuppi*, en invernadero. (Sanz y col, 1998). El significado económico de este efecto indirecto puede llegar a ser muy negativo, dado que las virosis suponen la alteración más grave que sufren los cultivos de hortalizas en el litoral mediterráneo y cualquier medida que ayude a disminuir sus efectos puede tener una trascendencia importante para la viabilidad del cultivo.

- **Producción de frutos**

Posteriormente se ha documentado, que la materia orgánica aportada al suelo de cultivo, realiza una función de amortiguación del efecto del ozono sobre la producción de patatas, en el sentido de que minimiza las mermas que el ozono provoca en la producción del cultivo. (Porcuna y col 2002, Calvo y col. 2002).

Este mismo efecto de la materia orgánica, amortiguando los daños inducidos por ozono fue comprobado sobre cultivo de alcachofa *Blanca de Tudela*, en el que se constató que la merma que provocaba las concentraciones ambientales de ozono sobre la cantidad de reservas que se acumulaban en los esquejes de alcachofa que posteriormente se utilizarían para su reproducción era significativamente menor cuando existía un aporte importante de materia orgánica en el suelo. (Sanz y col 2002)

3 ► EFECTOS DEL OZONO EN CULTIVOS DE SECANO

Existe un menor conocimiento del impacto del ozono en los cultivos de secano de la península Ibérica. Los trabajos realizados por los investigadores del norte y centro de Europa (Fuhrer y col., 1997; Pleijel y col., 2000) han señalado que el trigo muestra una gran sensibilidad al ozono, apreciándose una relación lineal muy robusta entre la exposición de este cultivo al ozono y las pérdidas de producción asociadas. Esta relación parece ser independiente de la variedad considerada. De hecho, los actuales niveles críticos (umbrales de daño) que se han definido en la legislación europea (Directiva 2002/3/EC) se han basado en estos estudios.

No obstante, se hace difícil extrapolar estos resultados a las condiciones mediterráneas porque la humedad del suelo de las áreas en las que se cultiva el trigo en la península Ibérica es sensiblemente menor que en los trigales del centro y norte de Europa, debido a que se registra una pluviometría más baja y porque muy raramente se riegan los cultivos de cereales de secano. Este hecho ha sido confirmado de forma independiente por Fuhrer (1995) en Suiza, por De Santis (1999) en Italia y por Lechón y col., (2002) en la Comunidad de Madrid, señalando que se registrarían pérdidas económicas tan elevadas que harían imposible la rentabilidad de este cultivo.

Recientemente, Gimeno y col. (2003) han evaluado las pérdidas inducidas por el ozono en los cultivos de trigo de Cataluña, prediciendo que, en los años más secos, a igualdad

de exposición a este contaminante, su impacto sería tres veces menor que en los años más húmedos. Este resultado es coincidente con los trabajos realizados por De la Torre (2004) en cultivos de trigo de la Comunidad de Madrid.

4 ► EFECTOS DEL OZONO EN ESPECIES PASCÍCOLAS

Hasta muy recientemente existía un gran desconocimiento de los efectos del ozono sobre las especies pascícolas mediterráneas. Este hecho contrastaba con la importancia de estas comunidades en lo que se refiere a su diversidad biológica y a su interés desde el punto de vista agrosilvopastoral, especialmente los pastos de dehesa constituidos por terófitos y localizados en terrenos silíceos del centro de la península, un área dónde se registran elevadas concentraciones de ozono como consecuencia de la influencia de la concentración de población, vehículos e industria en la Comunidad de Madrid (Plaza y col., 1997, Palacios y col., 2002; Fernández Patier y col., 2001).

Los efectos del ozono a considerar en las especies pascícolas serían:

- Aparición de síntomas foliares
- Alteraciones en su crecimiento
- Alteraciones en la producción de flores y semillas
- Alteración de su calidad nutricional
- Alteración en las relaciones de competencia

En este apartado se hará mención de los efectos de este contaminante en cada uno de estos aspectos.

Síntomas foliares

Tras evaluar la respuesta de 22 especies pascícolas de los pastos terofíticos de dehesa del centro de la península, Bermejo y col. (2004) encontraron que la mayoría de las leguminosas estudiadas, en especial las pertenecientes al género *Trifolium*, presentaban síntomas foliares de ozono. Esta respuesta contrastó con la apreciada en las especies de gramíneas evaluadas, ya que en general éstas no mostraron síntomas foliares. En el caso de las leguminosas, se apreció una relación lineal significativa entre la manifestación de los síntomas y la exposición al ozono como puede observarse en la figura 5. No obstante, los síntomas que provoca este contaminante en estas especies resultan ser muy inespecíficos, por lo que es muy difícil utilizarlos en estudios de bioindicación. En todo caso, la interpretación de los resultados se vería dificultada porque no se encontró una relación clara entre la presencia de síntomas visibles y los efectos en el crecimiento o la biomasa de las especies evaluadas.

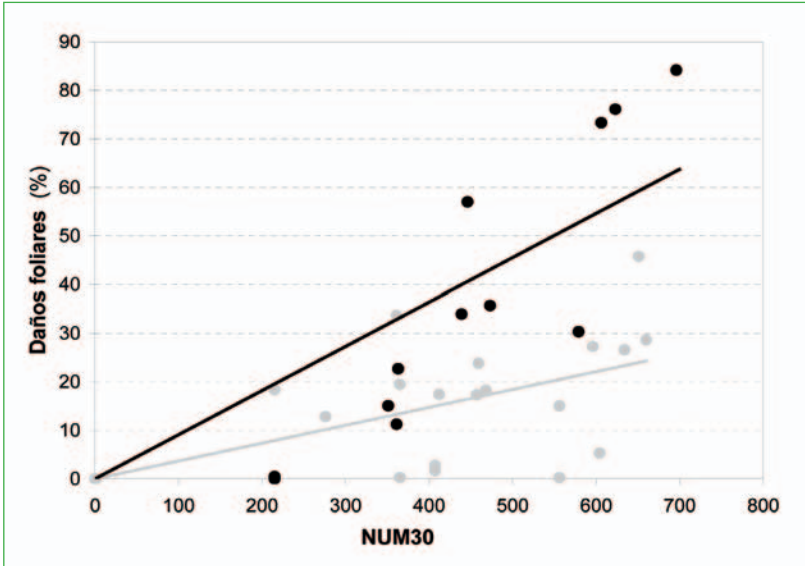


Figura 5. Daños foliares (% de hojas dañadas por planta) frente al índice de exposición acumulado de ozono AOT30 (número de horas cuya concentración de ozono excede las 30 ppb). La línea oscura representa las especies anuales de la familia leguminosas y la línea clara a las gramíneas.

Alteraciones en biomasa y crecimiento

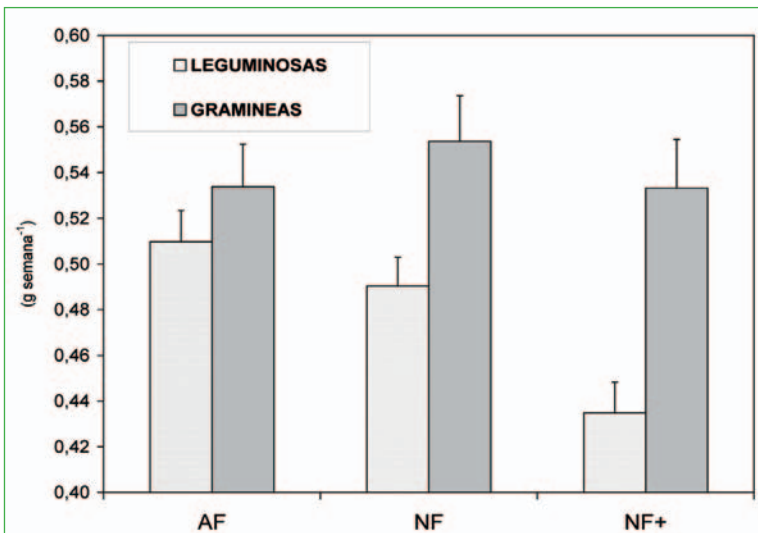


Figura 6. Promedio de tasa de crecimiento relativo (media \pm es) para leguminosas y gramíneas anuales en tres tratamientos de ozono: AF= aire filtrado, NF= aire no filtrado, NF+= aire no filtrado + 40 ppb de ozono.

En un estudio en el que se utilizó el mismo material vegetal que en el experimento anterior, Gimeno y col. (2004a) encontraron que las leguminosas son también más sensibles al ozono que las gramíneas en lo que respecta a la respuesta de su biomasa o su tasa de crecimiento (Figura 6). Se observó además que existía una relación robusta entre la exposición al ozono y la reducción de su biomasa. Aunque el ozono afectó tanto a la biomasa aérea como en la biomasa subterránea de la mayoría de las especies de leguminosas estudiadas, se apreció que su incidencia era mayor en la biomasa subterránea. Las especies de tréboles estudiadas fueron las que mostraron la máxima sensibilidad al ozono entre las especies de leguminosas evaluadas.

Alteraciones en la producción de flores y semillas

Los resultados de los experimentos realizados por Gimeno y col. (2004b) mostraron que el ozono provoca una reducción del número de flores y de semillas de tres especies de tréboles estudiadas. Este hecho puede tener una importancia notable en condiciones de campo, debido a que los pastizales terofíticos son fuertemente dependientes del banco de semillas existente en el suelo (Peco y col., 1998).

Alteraciones en la calidad nutritiva

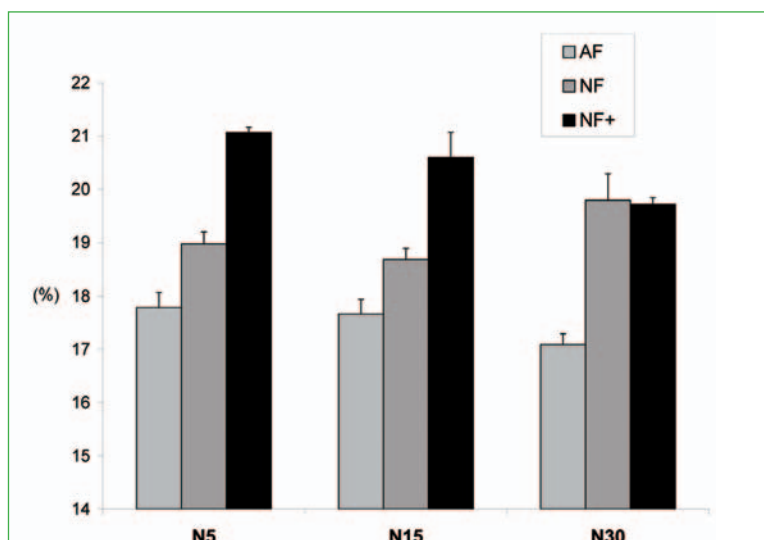


Figura 7. Contenido en fibra ácido-detergente (FAD, %) en los distintos tratamientos de O₃ y N al término del periodo de exposición (media \pm es). AF= Aire filtrado; NF =aire no filtrado; NF+= aire no filtrado + 40 ppb de ozono; N5= aporte de N total de 5 kg ha⁻¹; N15= aporte de N total de 15 kg ha⁻¹; N30= aporte de N total de 30 kg ha⁻¹.

Los estudios realizados por el CIEMAT en colaboración con la Universidad de Auburn (USA), han señalado que la exposición al ozono de tres especies de tréboles (*Trifolium subterraneum*, *T. chesteri* y *T. striatum*) afecta negativamente a su calidad nutritiva, incrementando los niveles foliares de fibra ácido y neutro-detergente (FAD y FND) y de lignina, lo que podría estar asociado a la aceleración de la senescencia que provoca este contaminante. En el caso del *T. subterraneum* se apreció que la fertilización nitrogenada intensifica el efecto del ozono sobre el contenido en FAD, como puede observarse en la figura 7. (Sanz y col., 2004).

Alteraciones en las relaciones de competencia

Los estudios parciales presentados anteriormente señalan que, debido a la diferencia de sensibilidad frente al ozono existente entre las leguminosas y las gramíneas, este contaminante podría provocar una alteración en la estructura de las comunidades pascícolas. Los experimentos realizados en otros países parecen avalar esta hipótesis (Nussbaum y col., 1995;). El equipo de investigación del CIEMAT, junto con el equipo del CSIC-CREAF-UAB, está desarrollando una serie de experimentos para poder contrastarla.

5 ► CONCLUSIONES

El ozono troposférico es un contaminante de interés en el área mediterránea porque en ella se presentan todas las condiciones necesarias para su formación: concentración de población y actividades industriales, aumento del parque automovilístico, elevada radiación solar y orografía compleja. En la península Ibérica se registran concentraciones fitotóxicas de este contaminante, por encima de los umbrales establecidos por la Unión Europea para la protección para la vegetación. El impacto de este contaminante sobre las plantas de aprovechamiento agrícola y ganadero puede ser muy elevado, especialmente en lo que se refiere a los cultivos hortícolas y a las especies pascícolas. Además de inducir la aparición de síntomas foliares, el ozono provocaría pérdidas directas en la producción y la calidad de los cultivos hortícolas, así como en el crecimiento y biomasa de las especies pascícolas. No obstante, los efectos indirectos de este contaminante en las hortalizas supondrían un impacto mayor de lo esperado, al provocar un retraso en la maduración de los frutos y un aumento en la sensibilidad de las plantas frente a las virosis. En el caso de las especies de interés pascícola se produciría una situación similar, ya que los experimentos realizados señalan que el ozono afecta negativamente a su calidad nutricional y a la producción de flores y semillas, ambos aspectos pueden tener consecuencias a medio y largo plazo en lo que respecta a la estructura de las comunidades pascícolas.

No obstante, se hace difícil prever el impacto de este contaminante porque existe una amplia evidencia que señala que hay toda una serie de factores tanto meteorológicos y edáficos como varietales, que modulan la respuesta de las plantas frente al ozono troposférico.

Ello se debería a que esta respuesta estaría más relacionada con la dosis absorbida de contaminante que con la su concentración en la atmósfera.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

• **ALONSO, R.; BERMEJO, V.; GARCÍA, P.; GONZÁLEZ, A. Y GIMENO, B. S. 1999**

Assessment of soil moisture as regulator of ozone impact on wheat grown in central Spain. En: Critical levels for ozone. Level II. Swiss Agency for Environment. Environmental Documentation. 115: 243-248.

• **ALONSO, R.; ELVIRA, S.; CASTILLO, F. J. Y GIMENO, B. S. 2001**

Interactive effects of ozone and drought stress on pigments and activities of antioxidative enzymes in *Pinus halepensis* Mill. *Plant, Cell and Environment* 24: 905-916.

• **BERMEJO, V. 2002**

Efectos del ozono sobre la producción y la calidad de frutos de *Lycopersicon esculentum* Mill. Modulación por factores ambientales. Facultad de Ciencias, Dpto. de Biología, Universidad Autónoma de Madrid. Tesis Doctoral, 391 pp.

• **BERMEJO, V.; GIMENO, B. S.; GRANADOS, I.; SANTAMARÍA, J.; IRIGOYEN, J. J.; PORCUNA, J. L. Y MILLS, G. 2002**

Investigating indices to explain the impacts of ozone on the biomass of white clover (*Trifolium repens* L. cv. Regal) at inland and coastal sites in Spain. *New Phytologist* 156: 43-55.

• **BERMEJO, V.; GIMENO, B. S.; SANZ, J.; DE LA TORRE, D. Y GIL, J. M. 2003**

Assessment of the ozone sensitivity of 22 native plant species from Mediterranean annual pastures based on visible injury. *Atmospheric Environment* 37: 4667-4677.

• **BUSE, A.; HAYES, F.; POSCH, M. Y MILLS, G. 2000**

An assessment of crop losses in Europe due to ozone. Institute of Terrestrial Ecology. Bangor. UK.

• **CALVO, E. 2003**

Efectos del ozono sobre algunas hortalizas de interés en la cuenca mediterránea occidental. Universitat de Valencia. Tesis Doctoral, 320 pp.

• **CALVO, E.; SANZ, M. J.; CALVO, E.; JIMÉNEZ, A.; MARTÍN, C. Y PORCUNA, J. L. 2002**

Estudio de la eficacia de la materia orgánica como protectora frente al ozono en el cultivo de la patata. En *La agricultura y la ganadería ecológica en un marco de diversificación y desarrollo solidario*. Dapena E. Y Porcuna J.L. Eds. Gijón Serida-SEAE: 1117-1127.

• **DE LA TORRE, D. 2004**

Efectos del ozono troposférico sobre la producción relativa de trigo y cebada mediterráneos. Modulación por factores ambientales. Facultad de Ciencias, Dpto. de Biología, Universidad Autónoma de Madrid. Tesis Doctoral. 280pp.

• **DE SANTIS, F. 1999**

Will a new European vegetation ozone standard be fair to all European countries?. *Atmospheric Environment* 33: 3873-3874.

• **FERNÁNDEZ PATIER, R. Y DÍAZ RAMIRO, E. 2001**

Situación de la contaminación por ozono en la Comunidad de Madrid. En: *Libro de actas de las II Jornadas de Salud Municipal*. Sanidad Ambiental, pp: 51-53.

- **FUHRER, J. Y ACHERMANN, B., Eds. 1994**

Critical Levels for Ozone. A UN-ECE Workshop Report. FAC Report no. 16, Swiss Federal Research Station for Agricultural Chemistry and Environmental Hygiene, Liebefeld-Berna.

- **FUHRER, J. 1995**

Critical level for ozone to protect agricultural crops: Interaction with water availability. *Water, Air and Soil Pollution* 85: 1355-1360.

- **FUHRER, J.; SKÄRBY, L. Y ASHMORE, M. R. 1997**

Critical levels for ozone effects on vegetation in Europe. *Environmental Pollution* 97: 91-106.

- **PLEIJEL, H.; DANIELSSON, H.; KARLSSON, P.; GELANG, J.; KARLSSON, P. E. Y SELLDÉN, G. 2000**

An ozone flux-response relationship for wheat. *Environmental Pollution* 109: 453-462.

- **FUMAGALLI, I.; GIMENO, B. S.; VELISSARIOU, D.; DE TEMMERMAN, L. Y MILLS, G. 2001**

Evidence of ozone-induced adverse effects on crops in the Mediterranean region. *Atmospheric Environment* 35: 2583-2587.

- **GIMENO, B. S.; BERMEJO, V.; SALLERAS, J. M^a; TARRUEL, A. Y REINERT, R. 1993**

Ozone effects on the yield of watermelon and two bean cultivars grown at the Ebro delta. En: Effects of air pollution on agricultural crops in Europe. Results of the European Open Top Chamber Project. Jäger, H.J., Unsworth, M. De Temmerman, L. & Mathy, P. (Eds.). CEC Air Pollution Research Report, 46. Brussels. Bélgica. pp: 515-518

- **GIMENO, B. S.; PEÑUELAS, J.; PORCUNA, J. L. Y REINERT, R. A. 1995 A**

Biomonitoring ozone phytotoxicity in eastern Spain. *Water, Air and Soil Pollution* 85: 1521-1526.

- **GIMENO, B. S.; SALLERAS, J. M.; PORCUNA, J. L.; REINERT, R.; VELISSARIOU, D. Y DAIVSON, A. W. 1995 B**

The use of watermelon as an ozone bioindicator. En: Bioindicators of Environmental Health. Munavar M. ed. S.P.B. Academic Publishing. Ecovision World Monograph Series

- **GIMENO, B. S.; MENDOZA, M.; SÁNCHEZ, S. Y BERMEJO, V. 1996**

Assessment of EDU protection from ozone exposure on three horticultural crops. En: Exceedance of critical loads and levels. Knoflacher, M., Scheneider, J. & Soja, G. (Eds.). Federal Ministry of Environment, Youth and Family. Vienna, Austria. pp:123-135.

- **GIMENO, B. S.; BERMEJO, V.; REINERT, R.; ZHENG, Y. Y BARNES, J. 1999 A**

Adverse effects of ambient ozone on watermelon yield and physiology at a rural site in Eastern Spain. *New phytologist* 144: 245-260

- **GIMENO, B. S.; PORCUNA, J. L.; JIMÉNEZ, A.; BERMEJO, V. Y JORDÁ, C. 1999 B**

Ozone exposure modifies the sensitivity of tomato plants to virus infections. En: Critical levels for ozone. Level II. Swiss Agency for Environment. Environmental Documentation. 115: 115-119

- **GIMENO, B. S.; DE LA TORRE, D.; GONZÁLEZ, A.; LÓPEZ, A. Y SERRA, J. 2003**

Determination of weighting factors related to soil water availability to assess ozone impact on Mediterranean wheat crops (*Triticum aestivum* L.) En: Karlsson, P. E., Selldén, G. & Pleijel, H. (eds.) Establishing ozone critical Levels II. UNECE Workshop Report – Crops. IVL Swedish Environmental Research Institute & Göteborg University. IVL report B 1523. pp:116-121.

- **GIMENO, B. S.; BERMEJO, V.; SANZ, J.; DE LA TORRE, D. Y ELVIRA, S. 2004 A**

Growth response to ozone of annual species from Mediterranean pastures. *Environmental Pollution* (en prensa).

- **GIMENO, B. S.; BERMEJO, V.; SANZ, J.; DE LA TORRE, D. Y GIL, J. M. 2004 B**

Assessment of the effects of ozone exposure and plant competition on the reproductive ability of three therophytic clover species from Iberian pastures. *Atmospheric Environment* 38: 2295-2303.

• **GÜSTEN, H.; HEINRICH, G.; CVITAS, T.; KLASINĆ, L.; RUSCIC, B.; LALAS, D. P. Y PETRAKIS, M. 1988**

Photochemical formation and transport of ozone in Athens, Greece. *Atmospheric Environment* 22: 1855-1861.

• **JIMENEZ A., CALVO E., MARTÍN C., PORCUNA JL., SANZ MJ. (2001)**

Estudio de la interacción entre el ozono y el desarrollo de virosis en el cultivo de tomate. *Agrícola Vergel* 231.pp: 141-150

• **KÄRENLAMPI, L. Y SKÄRBY, L., Eds. 1996**

Critical Levels for ozone in Europe: Testing and finalising the concepts. UNECE Workshop report. University of Kuopio, Department of Ecology and Environmental Science, Kuopio, Finlandia.

• **LECHÓN, Y.; CABAL, H.; GÓMEZ, M.; SÁNCHEZ, E. Y SÁEZ, R. 2002**

Environmental externalities caused by SO₂ and ozone pollution in the metropolitan area of Madrid. *Environment Science Policy* 246: 1-11.

• **MARTÍN, M.; PLAZA, J.; ANDRÉS, M. D.; BEZARES, J. C. Y MILLÁN, M. M. 1991**

Comparative study of seasonal air pollution behaviour in a mediterranean coastal site: Castellón (Spain). *Atmospheric Environment* 25(8): 1523-1535.

• **MIGNANEGO, L.; BIONDI, F. Y SCHENONE, G. 1992**

Ozone biomonitring in Northern Italy. *Environmental Monitoring and Assessment* 21(2):141-159.

• **MILLÁN, M. M.; MANTILLA, E.; SALVADOR, R.; CARRATALÁ, A. Y SANZ, M. 2000**

Ozone cycles in the western Mediterranean basin: interpretation of monitoring data in complex coastal terrain. *Journal of Applied Meteorology* 39: 487-508.

• **MILLÁN, M. M.; SANZ, M. J.; SALVADOR, R. Y MANTILLA, E. 2002**

Atmospheric dynamics and ozone cycles related to nitrogen deposition in the western Mediterranean. *Environmental Pollution* 118: 167-186.

• **NUSSBAUM, S.; GEISSMANN, M. Y FUHRER, J. 1995**

Ozone exposure relationships for mixtures of perennial ryegrass and white clover depend on ozone exposure patterns. *Atmospheric Environment* 29: 989-995.

• **OMS (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD- WHO WORLD HEALTH ORGANIZATION) 1999**

Air Quality guidelines for Europe. 2nd edition. World Health Organisation, Regional Office for Europe. Copenhagen. (http://www.who.int/environmental_information/Air/Guidelines).

• **PALACIOS, M.; KIRCHNER, F.; MARTILLI, A.; CLAPPIER, A.; MARTÍN, F. Y RODRÍGUEZ, M. E. 2002**

Summer ozone episodes in the Greater Madrid area. Analysing the ozone response to abatement strategies by modelling. *Atmospheric Environment* 36: 5323-5333

• **PECO, B.; ORTEGA, M. Y LEVASSOR, C. M. 1998**

Similarity between seed bank and vegetation in Mediterranean grasslands: a predictive model. *Journal Vegetation Science* 9 : 815-828.

• **PLAZA, J.; PUJADAS, M. Y ARTIÑANO, B. 1997**

Formation and transport of the Madrid ozone plume. *Journal of Air & Waste Management Association* 47: 666-774.

• **PLEIJEL, H.; DANIELSSON, H.; KARLSSON, P.; GELANG, J.; KARLSSON, P. E. Y SELLDÉN, G. 2000**

An ozone flux-response relationship for wheat. *Environmental Pollution* 109: 453-462.

• **PLEIJEL, H.; DANIELSSON, H.; OJANPERÄ, L.; DE TEMMERMAN, P.; HÖGY, P.; BADIANI, M. Y KARLSSON,**

P. E. 2003

Relationships between ozone exposure and yield loss in European wheat and potato – A comparison of concentration based and flux based exposure indices. En: Establishing Ozone Critical Levels II (Karlsson, P. E., Selldén, G., Pleijel, H., eds.) UNECE Workshop Report. IVL report B 1523. IVL Swedish Environmental Research Institute, Gotenburg, Sweden.

- **PORCUNA, J. L. 1997**

El ambiente y la predisposición de las plantas de tomate a la afección de dos virosis en el Levante español. Universidad Politécnica de Valencia, E.T.S.I.A. Tesis doctoral.

- **PORCUNA, J. L.; JIMÉNEZ, A.; ESCRIBA, C.; SANZ, M. J.; CALVO, I.; CALVO, E.; MARTÍN, C.; VEGA, J. M.; ORTEGA, M. G.; MORERA, B.; MONTES, F. Y PAEZ, J. 2002**

Los fotooxidantes y los daños en patata en la cuenca del mediterráneo occidental. Phytoma España 141. pp 20-25

- **REINERT, R. A.; GIMENO, B. S.; SALLERAS, J. M^a.; BERMEJO, V.; OCHOA, M^a. J. Y TARRUEL, A. 1992**

Ozone effects on watermelon plants at the Ebro Delta (Spain). Agriculture, Ecosystems & Environment 38: 41-49.

- **RIBAS, A. Y PEÑUELAS, J. 2003**

Biomonitoring of tropospheric ozone phytotoxicity in rural Catalonia. Atmospheric Environment 37: 63-71.

- **RIBAS, A.; FILELLA, I.; GIMENO, B. S. Y PEÑUELAS, J. 1998**

Evaluation of tobacco cultivars as bioindicators of ozone phytotoxic levels in Catalonia (N.E. Spain) Water, Air and Soil Pollution 197: 347-365.

- **RUNECKLES, V. C. Y CHEVONE B. I. 1992**

Crop Responses to Ozone. En: Surface Level Ozone Exposures and Their Effects on Vegetation. (Lefohn A.S. ed.). Lewis Publ, pp. 189-270.

- **SANZ, J.; MUNTIFERING, R. B.; GIMENO, B. S. Y BERMEJO, V. 2004**

La calidad nutritiva y el crecimiento de *Trifolium subterraneum* se modula por las concentraciones ambientales de ozono y la fertilización. En: Pastos y Ganadería Extensiva. XLIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Salamanca, España. pp: 197-201.

- **SANZ, M. J.; PORCUNA, J. L.; CALVO, E. Y MARTÍN, C. 2002**

Artichoke cultivars (var. "Blanca de Tudela") under elevated ozone concentrations. The Scientific World.

- **TONCELLI, M. L. Y LORENZINI, G. 1999**

Comparative evaluation of biomonitoring techniques of tropospheric ozone. Environmental Monitoring Assessment 55:445-458.

POLÍTICAS PARA IMPULSAR LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN ESPAÑA

0

SANCHIS, JESÚS

Agricultor ecológico. Responsable estatal Area de Agricultura Ecológica de la Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y ganaderos. COAG
C/ Agustín de Bethancourt 17, 5º. 28003 Madrid. Telf.: 91 5346391
E-mail: mramos@coag.org

RESUMEN

Aunque se observa un avance en la creación de órganos (direcciones generales) e instrumentos (planes estratégicos de fomento de la AE) en algunas comunidades autónomas, como Andalucía, las políticas agrarias a favor de la agricultura ecológica son todavía escasas y muy desiguales por comunidades autónomas en nuestro país, a pesar de la importancia creciente del sector de la producción ecológica. La AE está avanzando gracias al impulso del propio sector y no por la aplicación de las políticas públicas decididas y comprometidas en el apoyo de un sector que ofrece beneficios indudables a la sociedad en general. Muchos problemas que impiden el desarrollo del sector AE, tales como el escaso consumo interno, las injustas ayudas a la producción, el aumento de costos de control y certificación de la producción por la privatización del servicio, la carencia de estructuras de transformación (mataderos, almazaras), la falta de apoyo a la comercialización y distribución, los altos precios al consumidor, la liberalización del término “bio” para productos que no proceden de la AE que confunden al consumidor, así como la falta de investigación y asesoramiento al sector, o los problemas de “convivencia” con la agricultura convencional, especialmente en el caso de España con los cultivos transgénicos, están todavía sin resolver.

Las medidas agroambientales, siguen siendo las políticas europeas de apoyo a la AE más conocidas y, según las estimaciones, también son las más demandadas por los agricultores. Pero las previsiones asignadas son muy inferiores a las necesidades futuras. Dichas políticas se enmarcan dentro del pilar de Desarrollo Rural, en las medidas de acompañamiento de la PAC, con asignaciones presupuestarias bajas, en comparación con la agricultura convencional, a pesar de en la nueva reforma se establece como un objetivo importante el potenciar una agricultura de calidad.

La aplicación de éstas ayudas en nuestro país, se caracterizan por su deficiente aplicación y ejecución, en especial en los pagos a los beneficiarios. La presentación valora la situación actual de dicha distinta aplicación que en ocasiones es arbitraria, en lo relativo a los montos por superficie y cultivos en diferentes CCAA y plantea una serie de preguntas y dudas sobre el futuro de la políticas agrarias, terminando por hacer un llamado a desarrollar un verdadero plan estratégico nacional de fomento y de la agricultura y alimentación ecológicas, consensuado con todos los agentes del sector.

1 ► INTRODUCCIÓN

A pesar de que la Agricultura Ecológica comienza a cobrar cada vez mayor importancia en nuestra sociedad y, consecuentemente en las instituciones públicas (más bien utilizada en las políticas públicas), es aún escasa la materialización de las medidas eficaces que potencien el sector. Ya tenemos algunos interesantes ejemplos de por donde pueden ir los tiros para considerar la producción ecológica como una actividad profesional y necesitada de apoyos estructurales, económicos, de investigación y de promoción. Uno de ellos, es la reciente creación de la Dirección General de Agricultura Ecológica en la Junta de Andalucía.

Sin embargo, aún quedan por resolver muchos problemas de mayor relevancia. Los Planes Estratégicos iniciados a distintos niveles (Comisión Europea, MAPA y CCAA), en aquellos lugares donde se han aplicado algunas acciones, no han logrado aún revertir la tendencia actual del consumo y la producción ecológica en nuestro país, sigue yendo a parar fuera de España, con escaso crecimiento del consumo interno. En otros casos, los productores ecológicos abandonan al finalizar el período de ayudas o las administraciones públicas delegan sus funciones de control y certificación en entidades privadas que aumentan los costes de producción (como ha va a ocurrir en Castilla La Mancha, donde pasaron de no pagar nada a pagar 450 € por explotación). Además la falta de estructuras comercialización y distribución, de mataderos, de almazaras, sumado a los engaños al consumidor con la autorización del uso del término BIO, así como la creciente industrialización de la producción ecológica y los altos precios al consumidor, son temas que no se han abordado. Por último, problemas de convivencia de la Agricultura ecológica con la convencional, sobre todo con los cultivos transgénicos en España, es un asunto, todavía no resuelto.

Por ello, podemos decir que la AE sólo se avanza en aquello que no supone un compromiso político que resulte “peligroso”, o un posicionamiento comprometido con el sector. Hasta ahora las medidas y políticas agrarias, que se van aplicando, no llegan a resolver los problemas de fondo, de mayor envergadura de la producción ecológica

Pero no vamos a negar que hemos entrado en una etapa en la que la producción ecológica va tener una mayor consideración dentro de las políticas agrarias. El reto está ahora en saber reconducir estas, para evitar caer en los mismos errores de las políticas que se han aplicado en la producción convencional.

Hemos oído hablar mucho de las nuevas medidas introducidas en la Reforma de la PAC. Medidas para acogerse a la producción de alimentos de calidad. Son temporales, decrecientes y acogidas a un programa, el de las medidas de acompañamiento, que se viene caracterizando por su deficiente aplicación y ejecución de los pagos a los beneficiarios. Más de lo mismo. Un ejemplo de lo que puede fluctuar la oferta de ayudas por parte de la CCAA podemos verlos en los compromisos adquiridos durante el año pasado. A inicios del año 2003, COAG denunciaba que muchas CCAA no habían sacado las ayudas para la agricultura ecológica, acogidas al nuevo Plan de Desarrollo Rural, lo que frenaba las nuevas incorporaciones de

nuevos productores. Parece que durante 2003 esta tendencia se ha recuperado tímidamente y en todas la CCAA se han sacado ayudas, comprometiendo un poco más de presupuesto que el año anterior y el número total de contratos en 2003 era de 3067 (consultar gráfico).

Pero haciendo un análisis exhaustivo vemos que realmente el compromiso es pequeño (excepto las que han sacado ayudas por primera vez). Por ejemplo, Extremadura sólo ha sacado línea de ayudas al olivar, dejando en clara desventaja a otros sectores productivos (la producción integrada sigue siendo la favorita de muchas CCAA), o se han sacado líneas que no existían, como las ayudas a la ganadería. Con esto no queremos decir que haya centrar el apoyo a la producción ecológica en darle ayudas, ni mucho menos. Como ya hemos dicho, la concesión de ayudas es arbitraria, las cantidades concedidas disminuirán a partir de 2007 cuando se reestructuren las zonas objetivo 1 en Europa y no sabemos cuales serán los gastos reales del Programa de medidas de acompañamiento de aquí en adelante. Según el último informe de ejecución de las Medidas de Acompañamiento para el año 2003 el dato más importante a destacar en este apartado [medidas agroambientales] es el que hace referencia a las previsiones financieras, que de acuerdo con las estimaciones sobre la demanda de los agricultores, son muy superiores a las asignaciones anuales del Programa, pues mientras que en éstas el gasto anual medio de los compromisos nuevos previsto en el período 2004/2006 asciende a la cantidad de 411,68 millones de euros, las previsiones medias recogidas en el presente informe de ejecución ascienden a la cantidad de 386,5 millones de euros, y aunque suponen 25,2 millones de euros menos de gasto total previsto, sin embargo, nos encontramos que todavía tienen un peso muy alto en el gasto los compromisos antiguos del período 1993/1999, pues solo en las medidas de cese anticipado y agroambientales ascendió, en 2003, a 72,6 millones de euros, con lo que se sobrepasaría ampliamente la dotación media anual. Todo esto está pesando de manera muy grave en el desarrollo de la medida agroambiental, pues impide la puesta en marcha de nuevas actuaciones, ya que es necesario hacer frente a los compromisos derivados de la forestación de tierras agrarias del periodo 1993/1999.

Si aún no existen datos oficiales que den transparencia al mercado (y no se ha visto que nuestro Gobierno esté por la labor de estudiarlo) ¿cómo se puede decir que se puesta por un mayor consumo, transparencia en los precios, mercado interno?...

Si el presupuesto en investigación sobre biotecnologías sobrepasa con creces el destinado a agricultura ecológica ¿ cómo van facilitar que se extiendan estas técnicas en el campo?

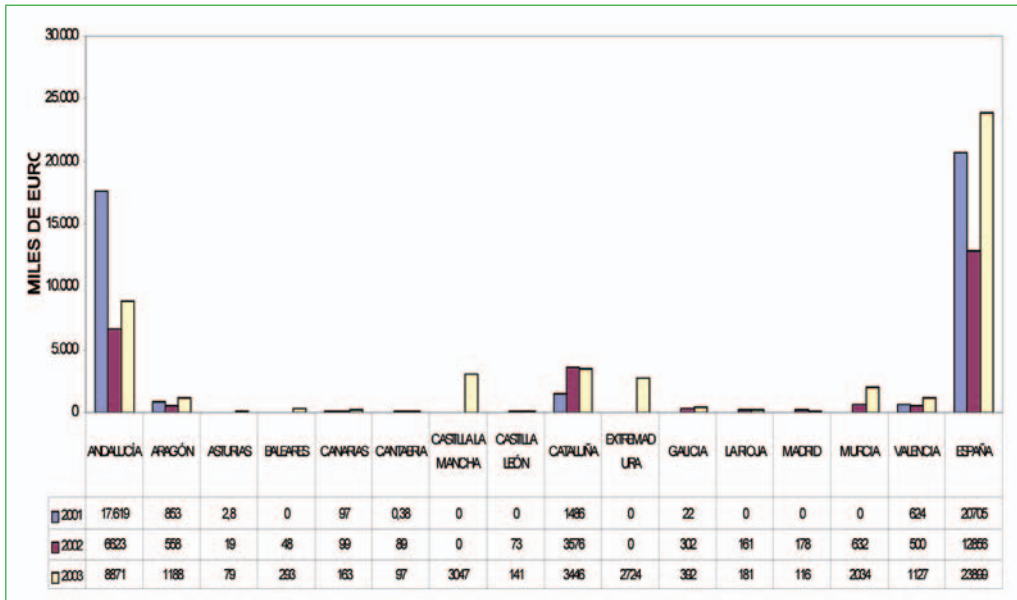
Hablando de biotecnologías, ¿cómo se puede apoyar la Agricultura ecológica sin no se tiene en cuenta que convive con las producciones convencionales y transgénicas sin que se tomen medidas para que cada año aparezcan casos de contaminación? ¿cómo se puede hablar de satisfacer al demanda de consumidores exigentes si ni siquiera vamos a poder garantizarles productos libres de transgénicos porque hasta la fecha no se han tomado medidas de protección para la agricultura ecológica? Lo único que se ha hecho hasta ahora son unas recomendaciones de la Comisión Europea, que cada estado aplica como quiere y



si quiere. El primer intento en España con el anterior Gobierno (no sabemos qué hará este, a más de tres meses de su toma de posesión) ha sido ningunear la producción ecológica, no diferenciándola de la convencional, intentando establecer medidas de coexistencia totalmente ineficaces y engañosas. Por otro lado, desde la propia Comisión Europea (que también habla cada vez más de producción ecológica exclusivamente en términos económicos) ya se está planteando poner unos umbrales de contaminación que nos permitan mirar para otro lado cuando no los sobrepasemos. Como si aquí no pasara nada.

¿Dónde está la apuesta sincera por potenciar esto?. ¿O es que realmente pretenden tratarlo como cualquier gama de productos de calidad, donde se pueda ir industrializando, normalizando el sistema de producción y distribuyendo los productos por las mismas vías que hacen que hoy en día la producción convencional se vuelva loca en cumplir los plazos, normas de calidad, calibres, fechas de entrega, variedades, ...

Siento tener todas estas preguntas. Por dar algún aporte positivo a todo esto, les diré que acabamos de comenzar los trabajos con ENESA para elaborar seguros agrarios adaptados a las producciones ecológicas. Queda por delante desarrollar gran parte de un Plan Estratégico que, si bien no resuelve todos los problemas que nosotros planteamos, puede ser un primer paso y puede ser reforzado con el apoyo de los productores.



Fuente: MAPA

LA AGROECOLOGÍA COMO ENFOQUE NECESARIO PARA UN DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE

0

SARANDÓN, SANTIAGO J.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Comisión de Investigaciones Científicas, Pcia. de Buenos Aires
Facultad de Cs. Agrarias y Forestales UNLP, CC 31. 1900 La Plata (ARGENTINA)
E-mail: sarandon@ceres.agro.unlp.edu.ar

RESUMEN

El mantenimiento de niveles adecuados de producción de los sistemas agropecuarios, junto con la conservación de los recursos naturales es uno de los mayores desafíos que deberá enfrentar la humanidad en las próximas décadas. Se requiere desarrollar una agricultura que sea económicamente viable, socialmente aceptable, suficientemente productiva, que conserve la base de recursos naturales y preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global.

El desarrollo de esta nueva agricultura requiere, de un mayor y mejor conocimiento de los componentes del agroecosistema y de las interrelaciones entre ellos. Sin embargo, tradicionalmente se ha orientado la investigación y enseñanza, hacia una agricultura de altos insumos, intensiva en capitales y en tecnología enfocando a los componentes individuales (cultivo, maleza, plaga o nutriente) y no al sistema ecológico sobre el cual se aplican estas tecnologías. El abordaje reduccionista que se hace de los sistemas agrícolas, en parte, ha sido y constituye un impedimento para alcanzar la sustentabilidad de los mismos. Es indispensable entonces un cambio en el enfoque o en la óptica con que se ha abordado, hasta ahora, la producción en los sistemas agropecuarios.

Un objetivo multidimensional como la sustentabilidad debe ser abordado de la misma manera. El manejo sustentable de los agroecosistemas requiere un nuevo paradigma que intente dar soluciones novedosas partiendo de la consideración de las interacciones de todos los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de los sistemas agropecuarios integrando este conocimiento en el ámbito regional para una producción sustentable. La Agroecología como una nueva disciplina científica, fuertemente impregnada de aspectos socioculturales, recoge este desafío y se presenta como el enfoque necesario para el logro de la sustentabilidad de los agroecosistemas.

1 ► CONSECUENCIAS AMBIENTALES DE LA AGRICULTURA “MODERNA”: LA INSUSTENTABILIDAD DE UN MODELO DE AGRICULTURA

0

En la actualidad existe consenso unánime acerca de la necesidad de lograr una agricultura “sustentable”. Esta palabra o concepto está hoy presente en todos lados, en artículos, libros, conferencias, congresos, simposios, etc. Pero si retrocedemos sólo algunos años este concepto no existía. Sólo se hablaba de agricultura, a secas. ¿Qué es lo que ha sucedido? ¿Por qué es necesario actualmente agregarle, a la palabra agricultura, el adjetivo sustentable si hasta hace pocos años, el concepto de agricultura era suficiente? Sin duda, debemos admitir que la aparición de este término, la necesidad de ponerle el adjetivo sustentable a la palabra agricultura, es un reconocimiento que existe un tipo de agricultura que no lo es.

Los problemas de la agricultura moderna o tecnificada y su impacto sobre el medio ambiente están siendo reconocidos desde hace varios años, tanto por científicos, como por académicos y políticos. Pero actualmente han alcanzado tal magnitud, que permiten dudar de la posibilidad de alimentar a las futuras generaciones. Algunas consecuencias de esta agricultura “moderna”, que la hacen inviable y permiten dudar de su sustentabilidad en el tiempo se sintetizan en el siguiente listado (de Sarandón & Sarandón 1993, modificado):

- Contaminación de alimentos, aguas, suelos y personas por pesticidas y productos derivados del uso de fertilizantes sintéticos (nitratos y P en las aguas).
- Colmatación de cuerpos de agua. Eutrofización de embalses y Disminución de los acuíferos en zonas de regadío.
- Pérdida de biodiversidad: Efecto de agroquímicos y simplificación de hábitats.
- Contribución al calentamiento global del planeta: emisión de óxido nítrico por los fertilizantes, quema y deforestación de ecosistemas tropicales, emisión de metano de los arrozales inundados.
- Dependencia creciente de combustibles fósiles y la disminución de la eficiencia productiva en términos energéticos (cada vez se requiere más energía para mantener o aumentar la productividad de los cultivos).
- Pérdida de la capacidad productiva de los suelos, debido a la erosión, degradación, salinización y desertificación de los mismos.
- Pérdida de nutrientes de los suelos debidas a la falta de reposición, junto con lixiviación y baja eficiencia en el uso de fertilizantes.
- La dependencia creciente de agroquímicos (insecticidas, herbicidas, fungicidas, fertilizantes)
- El desarrollo de resistencia a los plaguicidas de ciertas plagas y patógenos.
- La pérdida de variabilidad genética de los principales cultivos (erosión génica).
- El desplazamiento de algunas técnicas de cultivo propias de agricultores tradicionales por la tecnología “moderna” supuestamente de aplicación universal (erosión cultural).
- No es aplicable a todos los agricultores.
- No ha solucionado el problema de la pobreza rural.

No es la intención de este artículo hacer un análisis detallado de todos estos problemas. Pero sí es necesario destacar que estas características señalan un hecho indiscutible: la inviabilidad del modelo de agricultura prevaleciente hasta el momento y en el que nos hemos formado casi todos los profesionales.

Es importante tener en claro, que lo que se pone en duda, no es la viabilidad de la agricultura en sí, sino de un modelo o forma de hacerla. Esto desestima la estéril discusión que durante mucho tiempo prevaleció entre ecólogos y agrónomos acerca de que los problemas ambientales de contaminación, envenenamientos, desaparición de especies, etc., eran la consecuencia lógica e inevitable de la agricultura como tal. Y que, al ser una actividad imprescindible (todos comemos, nos vestimos), no había otra alternativa que soportar sus consecuencias lo mejor posible. Hoy ese argumento ya no se admite

Analizando las causas

Aunque los problemas ambientales de la agricultura “moderna” son admitidos actualmente por casi todos, no ha habido una discusión profunda aun sobre las causas que han motivado estos problemas.

Las variadas posiciones que existen al respecto, pueden sintetizarse en dos posturas o enfoques. Por un lado, están quienes consideran que estos problemas, se deben a algunos desajustes o pequeñas errores en la tecnología, pero no cuestionan el enfoque o modelo de agricultura. Consideran que el modelo es el correcto (incluso que es el único posible), y que sólo se requieren algunos pequeños cambios para que los problemas ambientales, (que se reconocen que existen y son importantes), se solucionen.

Y que esto será alcanzado mediante la moderna tecnología vigente y la que vendrá, seguramente, en el futuro. No hay entonces de qué preocuparse. En esta línea de pensamiento se ubican las propuestas de cultivos transgénicos, siembra directa, agricultura de precisión, cultivos sin suelo o hidropónicos, entre otros. Es decir, soluciones simples a problemas complejos. La tecnología, una vez más, promete “solucionar” los problemas que ella misma ha creado.

Por el otro lado, un análisis algo más profundo nos lleva a considerar que el problema no es sólo de las técnicas aplicadas, sino del enfoque con que se ha encarado la producción agropecuaria. Es decir, cuestiona el modelo de agricultura, las bases filosóficas y de pensamiento que originaron este tipo de agricultura.

Considera que no hay un solo modelo de agricultura, que existen varios modos de hacerla, y que las características de la actual son dependientes o una consecuencia de una forma de entender la relación del hombre con la naturaleza y a la naturaleza en sí misma. Este enfoque o forma de entender la agricultura se puede sintetizar en una serie de características, que se detallan a continuación (Sarandón, 2002, modificado)

- La visión del medio ambiente como un objeto externo al hombre, inagotable y destinado a su satisfacción.
- Visión cortoplacista y productivista con que se ha encarado la producción agrícola moderna. El rendimiento de pocos cultivos como sinónimo indiscutido de “éxito”.
- El triunfo de la filosofía de la Revolución Verde: el ambiente al servicio del genotipo o cultivar (“potencial de rendimiento”)
- Confianza ilimitada en la tecnología (optimismo irracional). Poca capacidad para percibir el agotamiento o degradación de los recursos productivos.
- Visión atomista y/o reduccionista del mundo y del método de adquirir los conocimientos. La suma de las partes es lo mismo que el todo.
- Insuficiente conocimiento sobre el funcionamiento de los agroecosistemas. Se prioriza el conocimiento de los componentes de un sistema, por sobre el de las interacciones entre ellos.
- Divorcio entre las actividades agrícolas y la ecología. Agrónomos vs. ecólogos. La agricultura y el mundo natural: dos mundos que no se tocan.
- Deficiente formación de los profesionales y técnicos de la agronomía en conceptos de la agricultura sustentable y manejo de agroecosistemas.
- Falta de percepción de la necesidad de incorporar el costo ambiental en la evaluación del éxito económico de las actividades agropecuarias. La falsa ilusión de riqueza: destrucción del capital, “socialización” del costo y “privatización” de la ganancia.
- Ausencia de una metodología adecuada para evaluar la sustentabilidad de las prácticas agrícolas. ¿Cómo se mide la sustentabilidad?
- El mercado resulta un mecanismo poco adecuado para valorar los bienes ambientales. “El precio no es sinónimo de valor”.

El enfoque antropocéntrico y reduccionista

A pesar de que todos los aspectos enumerados contribuyen a explicar la insustentabilidad de este modelo de agricultura, algunos hechos han marcado la difusión generalizada de este enfoque antropocéntrico, reduccionista, productivista y cortoplacista con que se ha encarado la producción agrícola hasta ahora.

El primero, y tal vez el más importante por su trascendencia, fue la construcción de la relación del hombre con la naturaleza, de donde surge lo que Sevilla Guzmán (Guzmán Casado et al., 2000) ha denominado gráficamente como el “pecado original”. Según esta postura, el hombre se sitúa por fuera y por encima de la naturaleza, con el afán de dominarla y ponerla a su servicio. Y considera a los recursos naturales como una fuente inagotable de bienes y servicios.

Otro hito trascendente fue la influencia de René Descartes cuando, en su ya famoso Discurso del Método (1637), sentó las bases del racionalismo científico moderno según el

cual, para comprender y conocer un problema complejo, debemos reducirlo a sus partes más simples. Del análisis individual de cada una de las partes, podrá llegarse luego a la comprensión del todo. Bajo esta idea, se admitía, en un modelo de tipo aditivo, que la sumatoria de la realidad parcializada permitiría entender problemas complejos, como podrían ser los agropecuarios. Casi 400 años después, éste sigue siendo el enfoque vigente en casi todos los agrónomos y científicos. (Sarandón, 2002)

Si bien este método de obtener el conocimiento ha permitido a la ciencia avanzar enormemente, a veces resulta inadecuado desde una óptica integral, para la resolución de problemas más complejos como el manejo de los agroecosistemas.

El otro hito, propio de las ciencias agropecuarias, ha sido la influencia de la filosofía de la denominada “**Revolución Verde**”, que, bajo la conducción científica del Dr. Norman Borlaug, tuvo una enorme influencia en el estilo de agricultura prevaleciente en el ámbito mundial. El objetivo de este proyecto fue, según sus creadores, “solucionar el problema del hambre en el mundo”, sobre todo en áreas de Asia y Latinoamérica. Este movimiento consideró que el problema estaba en la baja productividad de los cultivos y esta en la inadecuada elección de los cultivares que se utilizaban, ya que no soportaban altas dosis de fertilizante (se volcaban). Por lo tanto, la solución era cambiar el genotipo o tipo de cultivares. Y eso fue lo que hizo la revolución verde: desarrolló arroz y trigos enanos que soportaban altas dosis de fertilizantes sin volcarse.

Bajo este enfoque, la investigación y el desarrollo de los sistemas de producción de alimentos fue orientado a la búsqueda de paquetes de tecnologías generales y universales, destinados a maximizar la producción por unidad de superficie, sin considerar la heterogeneidad ecológica y/o cultural de las regiones en donde se aplicaba (Altieri, 1985).

La idea subyacente era, no ya buscar y seleccionar entre los numerosos genotipos y cultivares aquellos más apropiados para las limitaciones y heterogeneidad de los diferentes ambientes, sino adecuar el ambiente al genotipo, para que éste pueda expresar todo su “potencial de rendimiento”. Este esquema productivo (y esta forma de pensar) tuvo un gran éxito y predominó (y aún predomina) en las Instituciones de Investigación y Educación Agrícola durante las últimas décadas.

La generación de tecnologías

Durante mucho tiempo, la “modernización” de la agricultura se hizo a través de un esquema de investigación y transferencia de tecnología, según el cual, existía una clara separación de objetivos y responsabilidades entre quienes tenían que “crear” la tecnología (los investigadores) y quienes debían transferirla (los extensionistas). La investigación era desarrollada por los científicos, en las grandes estaciones experimentales o Universidades, generalmente en buenos suelos, donde podían controlarse un gran número de variables en parcelas experimentales.

Cuando se desarrollaba alguna tecnología considerada buena, el extensionista debía encargarse de transferirla al productor agropecuario para que éste la adopte. Las fallas en la difusión o efectiva adopción de esta tecnología eran atribuidas, muchas veces, al “atraso” de los agricultores, “incapaces” de comprender los supuestos beneficios de la nueva tecnología ofrecida. Si no tenían los conocimientos, se les enseñaba; si no tenían recursos, se les daban créditos. Pero no se discutía sobre la utilidad de la tecnología (Sarandón y Hang, 2002).

Este enfoque, aún en vigencia, que ha caracterizado el perfil de las investigaciones agropecuarias tanto en las Universidades como en los INIAS (Institutos Nacionales de Investigación Agropecuaria) de muchos países, está siendo duramente cuestionado en distintos niveles. En algunos países, los sistemas de extensión han sido o están siendo reestructurados totalmente a partir del estrepitoso fracaso del sistema clásico en mejorar las condiciones de los agricultores. La FAO, entre otros, ha reconocido que “se cometió el gravísimo error de no priorizar la generación de tecnologías de bajo costo que fuesen adecuadas para las circunstancias de escasez de capital y adversidad físico-productiva que caracteriza a la gran mayoría de los productores agropecuarios.” (IICA, 1999). Hoy se reconoce que los avances tecnológicos de la Revolución Verde o la tecnología convencional, no han constituido una respuesta eficiente a la heterogeneidad característica del sector rural, principalmente en Latinoamérica.

2 ► LA AGRICULTURA SUSTENTABLE: EL DESAFÍO

El mantenimiento de niveles adecuados de producción agrícola, junto con la conservación de los recursos naturales es hoy uno de los mayores desafíos que deberá enfrentar la humanidad en las próximas décadas. Se requiere desarrollar una agricultura que sea económicamente viable, socialmente aceptable, suficientemente productiva, que conserve la base de recursos naturales y preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global (Sarandón & Sarandón, 1993).

Puede decirse que “una agricultura sustentable debería ser aquella que permita la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la posibilidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.” Pero ¿Cuáles son las condiciones que debería reunir una agricultura para ser considerada sustentable? A pesar de que esto es también difícil de determinar y no hay un acuerdo general, se considera que una agricultura sustentable debería:

- Ser suficientemente productiva (dependiendo del nivel de análisis).
- Ser económicamente viable.
- Ser ecológicamente adecuada (que conserve la base de recursos naturales y que preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global).
- Ser cultural y socialmente aceptable.

Estos objetivos igualmente importantes y de cumplimiento simultáneo, buscan una producción que esté de acuerdo con la conservación del medio ambiente (ecológicamente adecuada), pero que a su vez permita la producción de alimentos en forma suficiente y de manera compatible con los intereses económicos y socioculturales del productor.

Analizando la complejidad de este desafío y la multidimensión de sus objetivos, surge inmediatamente una pregunta: ¿Es posible alcanzar estos objetivos con el mismo enfoque que originó los problemas que se pretenden solucionar? Por supuesto que no. El desarrollo de esta nueva agricultura requiere, de un mayor y mejor conocimiento de los componentes del agroecosistema y de las interrelaciones entre ellos. Sin embargo, tradicionalmente se ha orientado la investigación y enseñanza, hacia una agricultura de altos insumos, intensiva en capitales y en tecnología enfocando a los componentes individuales (cultivo, maleza, plaga o nutriente) y no al sistema ecológico sobre el cual se aplican estas tecnologías (Altieri, 1991). Es indispensable entonces un cambio en el enfoque o en la óptica con que se ha abordado, hasta ahora, la producción en los sistemas agropecuarios.

3 ► LA AGROECOLOGÍA: EL CAMINO NECESARIO

El manejo sustentable de los agroecosistemas, requiere entenderlos como un tipo especial de ecosistema, teniendo en cuenta las interacciones de todos sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos y el impacto ambiental que éstos producen. El enfoque de la Agroecología destaca a su vez, el componente social y cultural, porque entiende que es el hombre quien decide modificar los ecosistemas naturales para transformarlos en agroecosistemas. El estilo de agricultura que cada productor elige, depende de su entorno socioeconómico, cultural, sus conocimientos, valores, creencias, intereses, su relación con la comunidad, etc.

Es necesario entonces, un nuevo paradigma que intente dar soluciones novedosas partiendo de la consideración de las interacciones de todos los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de los sistemas agropecuarios integrando este conocimiento en el ámbito regional para una producción sustentable. Este nuevo enfoque es la Agroecología, que ha sido definida como el desarrollo y aplicación de la teoría ecológica para el manejo de los sistemas agrícolas, de acuerdo a la disponibilidad de recursos (Altieri, 1987).

La Agroecología no es entonces un conjunto de técnicas o recetas que se proponen para reemplazar las de la Revolución Verde. No se pretende reemplazar el dogma de la Revolución Verde por el “Dogma Agroecológico”. No es, tampoco, un tipo de agricultura como la orgánica o ecológica o biodinámica: no prohíbe y no tiene normas. Es mucho más que eso: la Agroecología podría definirse o entenderse como: *“Un nuevo campo de conocimientos, un enfoque, una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica los conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica, y otras ciencias*

afines, desde una óptica holística y sistémica, para el diseño, manejo y evaluación de agroecosistemas sustentables.”

La Agroecología surge entonces como un nuevo enfoque, más amplio, que reemplaza la concepción puramente técnica por una que incorpora la relación entre la agricultura y el ambiente global y las dimensiones sociales, económicas, políticas y culturales. Y posee, sobre todo, un gran componente ético. Presenta, por lo tanto, diferencias substanciales con el paradigma productivista de la agricultura convencional en lo que se refiere a enfoques, objetivos y técnicas, como se detalla en la siguiente tabla (tomada de Sarandón & Sarandón, 1993, modificado)

REVOLUCIÓN VERDE	ENFOQUE AGROECOLÓGICO
Agricultura Intensiva	Agricultura Sustentable
ENFOQUE	
<ul style="list-style-type: none"> - Reduccionista - Hay un solo tipo de agricultura - La ética: un valor “difuso”. - Falta de una óptica sistémica - Importancia de los componentes - Reducción o mala definición de los límites del sistema. - Sólo conocimiento científico. - Uso exclusivo del territorio. - Minimiza aspectos socioculturales - Principalmente basada en tecnologías de insumos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Holístico - Existen varios modos de hacer agricultura - La ética como valor fundamental. - Empleo de una óptica sistémica - Importancia de las interrelaciones - Ampliación y redefinición de los límites del sistema. - Conocimiento científico y otros. - Uso múltiple del territorio - Revaloriza aspectos socioculturales. - Principalmente basada en tecnologías de procesos.
OBJETIVOS	
<ul style="list-style-type: none"> - A corto plazo - Concepto productivista - Énfasis en el rendimiento - No incorpora el costo ambiental - Sistemas simples, baja diversidad (inestabilidad) - La biodiversidad como fuente de genes. 	<ul style="list-style-type: none"> - A largo plazo - Concepto sustentable - Énfasis en el agroecosistema y ecosistemas relacionados - Incorporación del costo ambiental - Sistemas complejos, alta diversidad (estabilidad) - La conservación de la biodiversidad funcional y estructural en los agroecosistemas.

La Agroecología considera que los sistemas agrícolas deben percibirse como ecosistemas complejos, con límites amplios, teniendo en cuenta el efecto ambiental que ejercen las prácticas agrícolas, incorporando el costo ambiental y social en la ecuación económica de la producción. Propone un manejo de los agroecosistemas que busque:

- Una producción eficiente y rentable a largo plazo (considerando el costo ecológico) que promueva la conservación de suelos, agua, energía y recursos biológicos (como la biodiversidad).
- Una disminución del riesgo debido a fluctuaciones ambientales (bióticas y abióticas) o de mercado. Lograr una mayor estabilidad en el tiempo.
- Un uso o degradación de los recursos naturales renovables a un ritmo menor o igual a su tasa de reposición.
- Un uso o explotación de los recursos no renovables a un ritmo menor o igual al de la tasa de desarrollo de tecnologías alternativas.
- Un aumento en la biodiversidad funcional de los sistemas productivos.
- Una menor dependencia del uso de insumos externos (combustibles fósiles, plaguicidas, fertilizantes sintéticos, etc.)
- Un uso más eficiente de la energía (principalmente fósil).
- Un mayor aprovechamiento de procesos naturales en la producción agrícola (reciclaje de materia orgánica y nutrientes, fijación de nitrógeno, y relaciones predador-presa).
- Una eliminación o disminución del daño al ambiente, a otras especies, y/o a la salud de agricultores y consumidores.
- Un ajuste de los sistemas de cultivo a la productividad potencial y a las limitantes físicas, económicas y socioculturales de los agroecosistemas.
- Un control de plagas y enfermedades basado principalmente en el uso de recursos locales sin agredir el medio ambiente.
- Un desarrollo y difusión de tecnologías, cultural y socialmente aceptables.

Este tipo de manejo permite diseñar sistemas más estables, socialmente más justos, y con menores riesgos financieros. La diversificación puede también reducir las presiones económicas producidas por un aumento en el uso de pesticidas, fertilizantes, y otros insumos, caída de precios en el mercado y de algunas regulaciones que afectan la disponibilidad de ciertos insumos.

Alcance de la propuesta agroecológica

Muchas son las preguntas que constantemente se formulan respecto a los alcances de la Agroecología como ciencia ¿Para qué tipo de agricultores es válida? ¿Es solamente para aquellos pequeños productores o campesinos marginales, pobres en recursos? ¿O para todos? ¿Es posible su aplicación a sistemas extensivos?. Por otra parte, ante el nuevo desafío ¿cuál es el perfil de profesional de la Agronomía que se necesita? ¿Cuál es el rol de las Universidades y Escuelas Agropecuarias en este desafío?

Entendiendo a la Agroecología como la disciplina científica que permite el diseño, manejo y evaluación de agroecosistemas sustentables (Altieri, 1987), entonces es aplicable a todos los

agroecosistemas. Es un error, limitar la aplicación de la Agroecología a un determinado tipo de productor, ya que esto restringe el campo de acción y la fuerza de la Agroecología. Sin embargo, es una característica que se observa en algunas publicaciones al respecto.

En algunos países de Latinoamérica es frecuente encontrar referencias a ejemplos de agriculturas sustentables, basados en tecnologías desarrolladas por comunidades de campesinos o indígenas desde tiempos ancestrales. Entre ellos, las referencias a los famosos sistemas de waru-waru en Perú y las chinampas de México. En estos casos la Agroecología ha rescatado y revalorizado el conocimiento campesino y mostrado la validez de los principios ecológicos subyacentes a estas prácticas. Estos conocimientos o principios, constituyen el cuerpo teórico de la Agroecología (Figura 1). Sin embargo, por otra parte, esto ha fomentado la idea errónea de que la Agroecología es sólo una serie de recetas que funcionan bien en sistemas marginales de producción, con superficies pequeñas, con recursos limitados o en aquellos cuya finalidad es la autosuficiencia alimentaria. Pero que no es aplicable a otro tipo de sistemas como los sistemas extensivos y/o más tecnificados de producción.

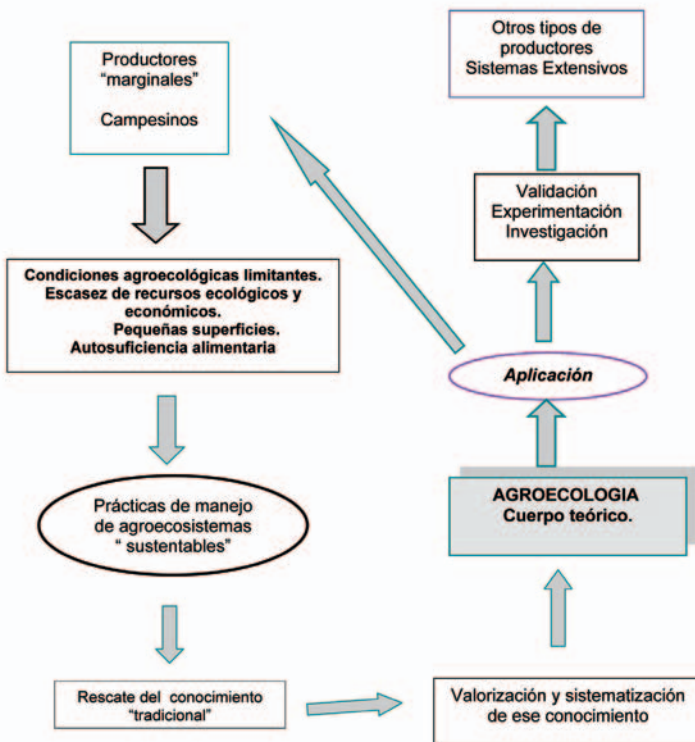


Figura 1. Alcances de la propuesta agroecológica (explicación en el texto)

Sin embargo, el hecho de que los ejemplos citados precedentemente pertenezcan a un determinado tipo de sistemas productivos, no significa que sólo en estos sistemas funcione la Agroecología. Los principios agroecológicos deben ser adecuados para el manejo de cualquier agroecosistema, incluso para sistemas extensivos (Sarandón & Sarandón, 1996). Está claro que, para otros sistemas, deberá investigarse, experimentarse y validarse junto con los agricultores, otras alternativas de producción fundadas en los principios básicos de la teoría agroecológica existente (Figura 1).

Entre estos principios está la revalorización y uso eficiente de la biodiversidad de los agroecosistemas que puede ser perfectamente aplicable a sistemas extensivos. En general, los patrones corrientes de agricultura, basados en el uso de un limitado número de especies y variedades están disminuyendo la biodiversidad dentro de los agroecosistemas y esto está socavando la producción agrícola sustentable en el largo plazo (UNEP, 1997).

Por lo tanto se deben hacer importantes esfuerzos para una mayor diversificación espacial y temporal de los agroecosistemas. La diversificación temporal volviendo a los sistemas de rotaciones, que aunque conocidos, han sido olvidados por el “éxito” de los sistemas altamente tecnificados que han solucionado “aparentemente” problemas de enfermedades plagas y falta de fertilidad con el agregado de agroquímicos.

Por otro lado la diversificación espacial tiene todavía un campo importante para desarrollar. Entre estos está el control de malezas. Se requieren más estudios para comprender exactamente el efecto que diferentes poblaciones de malezas ejercen sobre el cultivo. Al respecto es necesario comprender que la vegetación espontánea, además de ejercer un efecto de competencia con el cultivo (indudable y no siempre bien entendido y cuantificado) cumple otros roles en el sistema. Entre estos el de actuar como plantas que puede captar el exceso de nutrientes solubles en el sistema que no puede ser tomado por los cultivos en etapas tempranas de su desarrollo y /o de control de erosión en sistemas frágiles. De otra forma, este N se lixiviaría y generaría, además de una pérdida del sistema un problema potencial de contaminación de los cuerpos de agua.

Otro aspecto importante es el que esta vegetación puede cumplir con alguna función en albergar alguna fauna benéfica. Debería ser una regla de oro, que sólo cuando el efecto de la competencia (negativo) supere a los otros efectos (positivos), deberá pensarse en alternativas de control (Sarandón, 2000). La eliminación de gran parte de la vegetación natural o espontánea (“malezas”) no parece ser un objetivo racional si es que no comprendemos correctamente su rol y, por lo tanto, no podemos dimensionar las consecuencias de su desaparición.

Los cultivos consociados o policultivos pueden ser otra alternativa a investigar en el futuro. A pesar que es cierto que en sistemas extensivos la mecanización de los sistemas y la posibilidad de ser cosechados a máquina muchas veces restringe las posibilidades de combinaciones de cultivos, las bases ecológicas que explican el mejor comportamiento de estos sistemas sobre los monocultivos no deben ser desechadas.

4 ▶ OTRAS MEDIDAS A ENCARAR

En este artículo se ha señalado el aporte que la Agroecología puede hacer para el logro de una agricultura sustentable, al proponer un nuevo paradigma de abordaje de la producción agropecuaria, un nuevo enfoque. Sin embargo, el logro de una agricultura sustentable es un camino largo y complejo. Existen otros actores y otras medidas que deben encararse para su logro, entre las que se pueden citar:

- Desarrollo de una mayor conciencia sobre el impacto ambiental de la agricultura intensiva y sobre sus causas.
- Internalización del concepto del desarrollo sostenible. Nuestro compromiso ético con las futuras generaciones.
- Mejorar los conocimientos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas, como sistemas físicos, biológicos y socioeconómicos
- Modificar los planes de estudio y metodologías de enseñanza en las Instituciones de Educación Agrícola Media y Superior. Introducir la ética como valor fundamental de los profesionales de la agronomía.
- Incentivar el desarrollo e investigación de tecnologías más sostenibles, basadas en procesos y no tanto en insumos.
- Incorporación la necesidad de tener en cuenta el “costo ambiental” en la evaluación del “éxito” económico de las actividades agropecuarias.
- Encarar investigaciones tendientes al desarrollo y validación de metodologías para evaluar la sustentabilidad de las prácticas agrícolas. Uso de Indicadores.
- Cambiar los patrones de consumo de productos agropecuarios. Reemplazar aspectos “cosméticos” por nutritivos.
- Desarrollo de un marco legal apropiado y su eficiente aplicación que favorezcan tecnologías que tiendan a la sostenibilidad y desaliente aquellas que atentan contra la misma. La calidad del medio ambiente debe ser vista como un derecho irrenunciable de la población.
- Toma de conciencia del rol irrenunciable del estado en incentivar prácticas sostenibles y desalentar las no sostenibles. Se debe tomar como una Inversión y no un gasto.

Sólo una adecuada toma de conciencia sobre la problemática de la agricultura, sus causas y la necesidad de la incorporación de los principios agroecológicos, con una óptica sistémica y holística podrá asegurar una producción de alimentos ecológicamente adecuada, económicamente viable y socialmente justa para nosotros y para las futuras generaciones.

5 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **ALTIERI, M. A. 1985**

Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa. Cetal - Chile, Imp. Ed. Interamericana.

• **ALTIERI, M. A. 1987**

Agroecology. The Scientific Basis of Alternative Agriculture. Westview Press, Boulder, Colorado.

• **ALTIERI, M. A. 1991**

Incorporando la agroecología al currículo agronómico. Texto Base para la Reunión CLADES/FAO, sobre Agroecología y Enseñanza Agrícola en las Universidades Latino Americanas. Santiago de Chile, 2-6 de Septiembre, 1991.

• **IICA 1999**

Discurso de Severino De Melo Araujo, Subdirector General de FAO para América Latina y el Caribe. XI Conferencia Latinoamericana de ALEAS. Abril 1997. Santiago, Chile. En: Educación Agrícola Superior, Desarrollo Sostenible, Integración Regional y Globalización, R Chateneuf, A Violic & E Paillacar (Eds): 9-13.

• **GUZMÁN CASADO, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M. Y SEVILLA GUZMÁN, E. 2000**

Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundi Prensa- Madrid. 535 pp.

• **SARANDÓN, S. J. Y SARANDÓN, R 1993**

Un enfoque ecológico para una agricultura sustentable En: Goin F y C Goñi (Eds.) Bases para una política ambiental de la R. Argentina, Sección III, Cap. 19:279-286, HC Diputados de la Pcia de Buenos Aires.

• **SARANDÓN, S. J. Y SARANDÓN, R 1996**

Aplicación del enfoque agroecológico en sistemas extensivos: estudio de un caso en Argentina. Agroecología y Desarrollo, CLADES (Chile) N° 10, Noviembre 1996: 34-38

• **SARANDÓN, S. J. 2000**

Manejo de la biodiversidad en sistemas extensivos. Bolefín de ILEIA, 15 (3-4): 16-17. Perú

• **SARANDÓN, S. J. 2002**

La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En "AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable", SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cap 1: 23-48

• **SARANDÓN, S. J. Y HANG, G. M. 2002**

La investigación y formación de profesionales en agroecología para una agricultura sustentable: El rol de la Universidad. En "AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable", SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cap 23: 451-464.

• **UNEP 1997**

The Biodiversity Agenda. Decisions from the third Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. Second Edition, Buenos Aires, Argentina, 4-15 Nov, 1996. 116 pp.

POLÍTICAS AGRARIAS Y DESARROLLO RURAL

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

ANÁLISIS DE LA HORTICULTURA ECOLÓGICA EN LA PROVINCIA DE GRANADA

1

ALONSO, ANTONIO M. Y GUZMÁN, GLORIA I.

Doctores Ingenieros Agrónomos
Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural
C/ Camino de El Jau, s/n. Apartado 113. 18320 Santa Fé (Granada)
Telf.: 958 513195 / Fax: 958 513196
E-mail: gloranto@tiscali.es

RESUMEN

El principal objetivo marcado en esta investigación es analizar la situación de la horticultura ecológica en la provincia de Granada, mostrando su potencial y las barreras que están frenando su desarrollo.

Metodológicamente se ha utilizado una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas de análisis, tomando como herramienta central la encuesta (García *et al.*, 1992), en cuyo cuestionario se han incluido una serie de preguntas abiertas que permitieran matizar las respuestas.

El desarrollo de la horticultura ecológica en Granada es escaso, destacando como principales limitantes la ausencia de estructuras comerciales y de información técnica y de mercados, por lo acciones desde los ámbitos público y privado encaminadas a solventar tales frenos, permitirían una transformación ecológica más dinámica, contribuyendo a reducir los impactos negativos sobre los recursos naturales.

PALABRAS CLAVE: SOCIOLOGÍA AGRARIA, AGRICULTURA ECOLÓGICA Y DESARROLLO RURAL

1 ► INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica certificada ha crecido notablemente a nivel mundial: en 2002 existían más de 24 millones de hectáreas en más de 460.000 explotaciones (Willer y Yussefi, 2004), siendo algunos países de la Unión Europea destacados exponentes de este crecimiento. Entre ellos se encuentra España, donde actualmente (diciembre de 2003) se cultivan ecológicamente más de 725.000 hectáreas en alrededor de 17.000 explotaciones, estimándose el valor económico de la producción comercializada en 235,65 millones de euros. Andalucía ocupa un lugar preeminente en el contexto estatal con el 39% de la superficie y el 28% explotaciones, habiendo incrementado también el número de industrias agroalimentarias hasta las 305 actuales.

Sin embargo, mientras que cultivos, como el olivar o los frutales de secano ecológicos, han experimentado un gran auge en los últimos años en Andalucía, la horticultura ecológica ha crecido muy ligeramente sin que haya, hasta la fecha, ningún estudio destinado a conocer la situación del sector, su potencial y las barreras que están frenando su desarrollo.

Así, analizar esta información se convierte en el objetivo principal de esta investigación, cuyos resultados pueden tener un notable interés para el fomento de la transformación de la horticultura convencional hacia manejos más respetuosos con el medio ambiente, contribuyendo a la consecución de un desarrollo rural más sostenible (Guzmán *et al.*, 2000; Alonso, 2001). La presente investigación también persigue facilitar la toma de decisiones a los agentes sociales implicados en este sector (horticultores, agroindustria, técnicos, administración, etc.).

2 ► METODOLOGÍA

En esta investigación se ha seguido una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas de análisis, tomando como herramienta central la encuesta (García *et al.*, 1992), en cuyo cuestionario se han incluido una serie de preguntas abiertas que permitieran matizar las respuestas. [Ver Anejo 1](#)

Las explotaciones dedicadas a la producción de hortalizas ecológicas en la provincia de Granada objeto del presente estudio son aquellas que tienen la certificación para poder vender con la etiqueta ecológica. Esto significa que, cumpliendo la normativa, tienen que transcurrir dos años para conseguir este derecho. Así, se ha procedido en primer lugar a contactar con la Asociación Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (1), al que se le han solicitado los datos referentes a los productores de hortalizas ecológicas de la provincia de Granada que poseen el certificado ecológico. El número de horticultores que se hallan en esta situación es de 37, de los cuales se ha logrado entrevistar previo

contacto telefónico a 29, lo que da un nivel de confianza del 97,5% con un margen de error del 10%. Del resto ha habido cuatro que no se dedican a este tipo de producciones (puede ser un error de registro), tres a los que no se ha podido localizar y uno que no ha querido contestar. En función de las respuestas obtenidas, y tomando en cuenta principalmente el tipo de cultivo ecológico mayoritario y la zona, se ha procedido a contactar con agricultores convencionales. La forma de contacto en este caso ha partido bien de los propios horticultores ecológicos entrevistados, o bien de las empresas (privadas y cooperativas) hortofrutícolas de las zonas. Finalmente se han realizado 47 entrevistas de los 72 horticultores convencionales con los que se ha logrado contactar. Todas las entrevistas han sido realizadas de forma personal y directa, persiguiendo con ello una mayor precisión de respuesta.

3 ► RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA HORTICULTURA ECOLÓGICA EN LAS EXPLOTACIONES OBJETO DE ESTUDIO

Como se puede observar en la Tabla 1, sólo se han encontrado horticultores ecológicos con certificación definitiva en seis comarcas: Alhama, La Costa, La Vega, Las Alpujarras, Baza y Huéscar; estas dos últimas se presentan conjuntamente en la tabla ya que en Huéscar hay dos agricultores nada más, y éstos cultivan tomate Cherry casi exclusivamente, siguiendo el mismo sistema de producción que los horticultores de la comarca contigua de Baza.

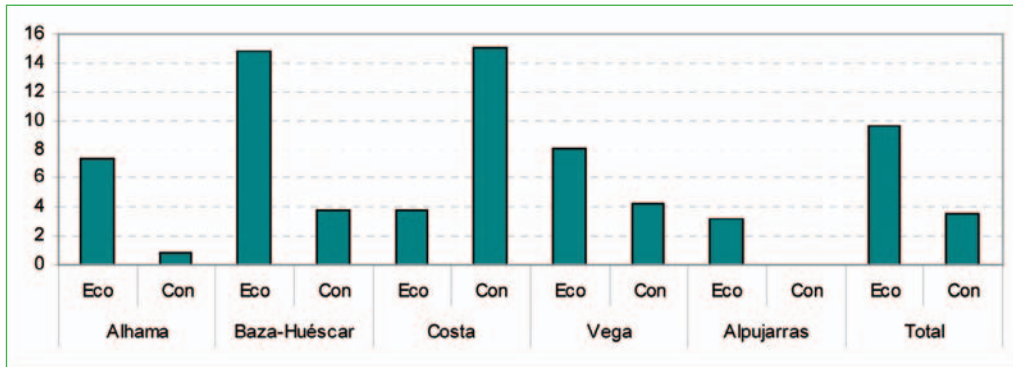
La superficie total que suman las explotaciones consideradas es notablemente mayor en el caso ecológico; no ocurre así con respecto a la superficie que dedican al cultivo de hortalizas, donde es sensiblemente menor que la convencional. Ello muestra en un principio un menor grado de especialización de las explotaciones ecológicas. Este hecho es especialmente destacable en las comarcas de Baza-Huéscar, donde hay algunas explotaciones ecológicas con almendro, olivar y cultivos herbáceos (principalmente para alimentación animal) que superan obviamente con creces la superficie de hortalizas, complementando esta actividad.

Según los datos recogidos, la superficie con certificación definitiva dedicada al cultivo de hortalizas ecológicas en la provincia de Granada es muy baja, ocupando escasamente 83 hectáreas, de las que la mayoría se encuentran en la comarca de La Vega (un 57%), donde predomina el cultivo del espárrago, seguida de Baza-Huéscar, donde es prácticamente exclusiva la producción de tomate Cherry. El cultivo de hortalizas ecológicas es testimonial en las comarcas de Alhama (apenas 1,9 ha) y Las Alpujarras (3,6 ha), zonas que, junto a la de La Costa, no presentan una orientación productiva definida, dedicándose algunos de los productores de estas zonas a cultivar muchas especies para vender localmente, a las asociaciones y cooperativas de consumidores de productos ecológicos existentes en Andalucía y a otras pequeñas tiendas principalmente de Granada.

Tabla 1. Superficie y explotaciones ecológicas y convencionales por comarcas

	Alhama		Baza-Huésca		Costa		Vega		Alpujarras		TOTAL	
	Eco	Con	Eco	Con	Eco	Con	Eco	Con	Eco	Con	Eco	Con
Superficie total (ha)	22	9,2	163	49	12	15	72	94	10	0	278	168
Superficie de hortalizas (ha)	1,9	9,2	22,5	37,9	8,5	5	46,9	52,6	3,6	0	83	105
Explotaciones de hortalizas	3	11	11	13	3	1	9	22	3	0	29	47
Superficie media total (ha/expl.)	7,3	0,8	14,8	3,8	3,8	15	8,0	4,3	3,2	-	9,6	3,6
Superficie media hortalizas (ha/expl.)	0,6	0,8	2,0	2,9	2,8	5	5,2	2,4	1,2	-	2,9	2,2

La superficie hortícola convencional analizada se distribuye por comarcas de manera similar a la ecológica, destacando el sensiblemente mayor porcentaje relativo que se ubica en Baza-Huésca (2)

**Figura 1.** Tamaño medio de las explotaciones ecológicas y convencionales (ha/explotación).

El tamaño medio de las explotaciones varía notablemente (ver Figura 1) en función del grado de especialización productiva, que al ser más bajo en las explotaciones ecológicas las dotan de una mayor superficie de cultivo por explotación. Esto es así en el caso de Alhama (donde se cultivan frutales), en Baza-Huésca (con almendro, olivar y cultivos herbáceos, como se comentó anteriormente) y en La Vega (donde se cultivan el olivo y herbáceos). La Costa presenta unos condicionantes muy particulares, ya que sólo se ha obtenido respuesta positiva de una explotación con buena parte de su superficie dedicada al cultivo de caña de azúcar y herbáceos.

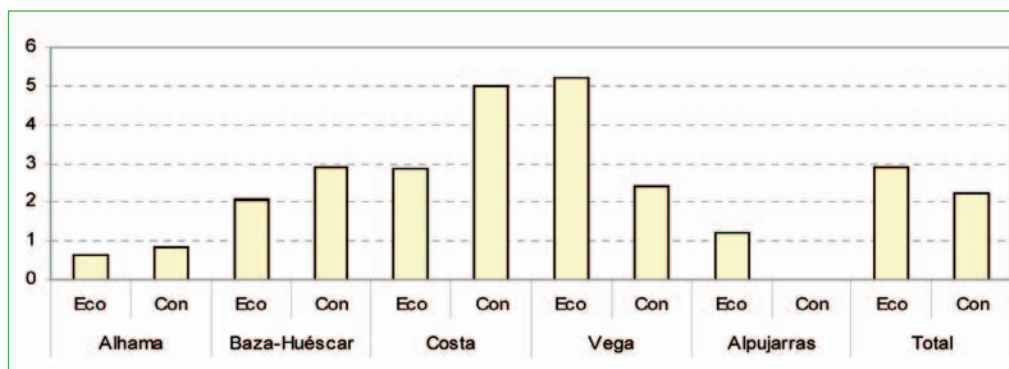


Figura 2. Superficie media de la horticultura ecológica y convencional (ha/explotación).

La superficie que por término medio utiliza cada explotación para la producción de hortalizas (ver Figura 2) se encuentra fuertemente determinada por las características de las explotaciones, de la especie cultivada y del sistema productivo. Con la salvedad hecha de La Costa anteriormente, en Las Alpujarras y en Alhama se localizan pequeños huertos ecológicos y convencionales que, bien han iniciado recientemente la producción de tomate Cherry, o bien se ocupan con numerosas especies (principalmente en las fincas ecológicas) para los mercados que subrayamos con anterioridad; en ambos casos se trata de actividades secundarias por lo que respecta a la actividad agraria familiar.

El primer caso, el inicio del cultivo de tomate Cherry, también ocurre en la comarca de Baza-Huésкар, aunque en explotaciones de carácter más profesional, como lo denota el mayor tamaño medio respecto a las anteriores. Por último, en La vega las explotaciones ecológicas y convencionales, están mayoritariamente dedicadas al cultivo del espárrago, presentando una dimensión media mayor en el primer caso, como consecuencia de que algunas relativamente grandes explotaciones han iniciado el manejo ecológico de este cultivo buscando incrementar la renta que obtenían por el convencional.

Tabla 3. Diversidad en la horticultura ecológica y convencional

	ECOLÓGICO	CONVENCIONAL
Explotaciones con rotaciones (%)	75,9	4,3
Especies cultivadas por hectárea	1,7	0,5
Especies en cada explotación	4,9	1,1
Varietades cultivadas por hectárea	2,4	0,7
Varietades en cada explotación	6,9	1,6

En la Tabla 3 se reflejan una serie de datos que permiten intuir el grado de diversificación existente en el cultivo de hortalizas ecológicas y convencionales. El primer dato que resalta es el porcentaje de explotaciones que realizan rotaciones de cultivos: cerca del 76% en el caso ecológico, frente a poco más del 4% en el convencional. También el resto indicadores presentan valores superiores en el cultivo hortícola ecológico, destacando tanto el número medio de especies como de variedades cultivadas en cada explotación.

En la Figura 3 se ilustra el porcentaje de horticultores que se dedican principalmente a la actividad agraria en el caso de los ecológicos y convencionales entrevistados, así como de los agricultores en general de la provincia de Granada que tienen explotaciones con tierras (independientemente de su orientación productiva).

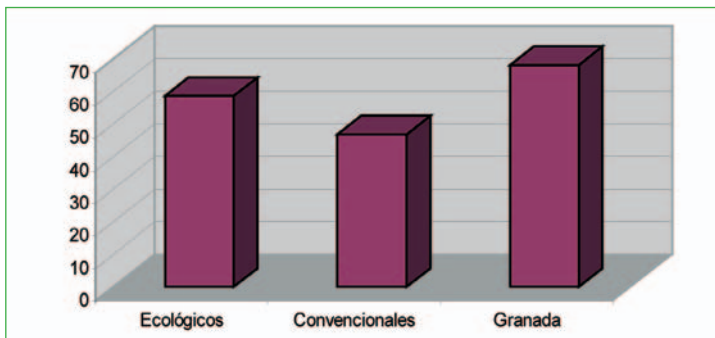


Figura 3. Dedicación principal del titular de la explotación.
Fuente: Elaboración propia; Granada a partir de INE (2003).

En ésta se puede observar que el porcentaje provincial es superior a los otros dos, lo que denota que en las explotaciones hortícolas los titulares de las mismas realizan otras actividades para complementar sus rentas. No obstante, si se comparan los datos de los ecológicos y convencionales entre sí, es notable la diferencia existente a favor de los primeros.

Ello viene a corroborar que agricultores con superficies de orientación hortícola relativamente grandes y agricultores con otros aprovechamientos agrarios complementarios, han comenzado la producción ecológica “desbancando” en cierto modo la supremacía de pequeñas fincas que caracterizaron los inicios de estas producciones hace más de diez años.

La tenencia de maquinaria para realizar las distintas labores que requieren los cultivos hortícolas difiere en las explotaciones ecológicas y convencionales, como se puede apreciar en la Figura 4. Mientras que es similar el porcentaje que recurre al alquiler de maquinaria para realizarlas, tan sólo alrededor del 10% de las explotaciones ecológicas disponen de la tecnología mecánica necesaria, teniendo que recurrir cerca del 80% de las mismas a alquilar alguna de las labores, principalmente tractores con pala y remolque (estercolador o no) para

esparcir diversas formas de materia orgánica (compost de estiércol o de restos vegetales, formulaciones sólidas comerciales...) y picadoras de restos de cosecha. La adición de materia orgánica es común en el cultivo hortícola ecológico, siendo la base de la fertilización y del mantenimiento de la capacidad productiva del suelo, dándose la circunstancia de que en algunas zonas la consecución, incluso en régimen de alquiler, de maquinaria esparcidora se hace completamente imposible al ser una práctica no realizada usualmente en la horticultura convencional y, por tanto, no existir estos remolques actualmente. Por ello, el horticultor ecológico tiene que recurrir en numerosas ocasiones a esparcir manualmente tal materia orgánica desde un remolque normal, encareciéndose sobremanera esta labor.

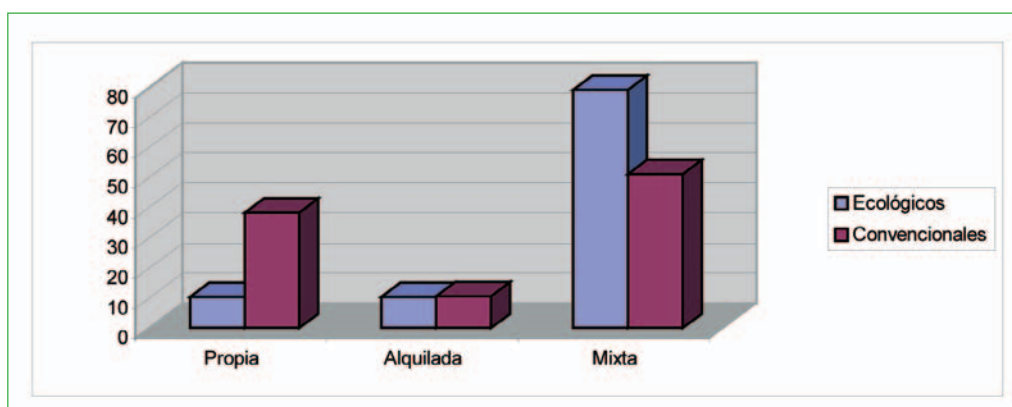


Figura 4. Uso de maquinaria según régimen de propiedad.

En el caso de las explotaciones hortícolas convencionales alrededor del 40% poseen toda la maquinaria que requieren, aunque poco más del 50% tiene que alquilar alguna labor, principalmente debido al pequeño tamaño de las mismas. Ello muestra que existe un mayor ajuste entre los cultivos que realizan y la tecnología mecánica requerida en estos horticultores, como consecuencia del mayor tiempo que llevan dedicados a determinados cultivos.

Por otro lado, en la Figura 5 se reflejan las estrategias de venta de las hortalizas ecológicas y convencionales, existiendo un alto grado de asociacionismo en el caso de los horticultores convencionales, los cuales recurren en un 96% de los casos a comercializar sus producciones a través de cooperativas, siendo el resto vendido a agroindustrias privadas. La desarticulación productiva y soledad comercial son notablemente mayores en el sector ecológico. El 41% y 28% de los horticultores ecológicos comercializan actualmente sus productos a través de cooperativas y agroindustrias privadas, respectivamente, aunque es de destacar que se trata de una circunstancia reciente, ya que hasta hace poco tiempo estas empresas no se dedicaban a comercializar productos ecológicos. Es de esperar, por tanto, que ambos porcentajes vayan aumentando en la medida que cada vez las gerencias de estas estructuras comerciales vislumbran nuevas oportunidades de mercado en la producción ecológica.

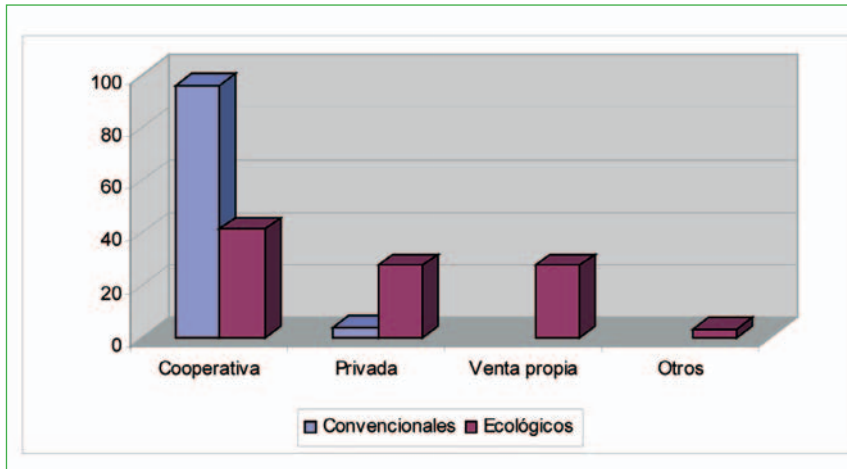


Figura 5. Estrategias de venta de las explotaciones hortícolas.

La forma tradicional de venta de productos ecológicos por parte de las explotaciones hortícolas granadinas ha sido la venta propia, es decir, el contacto directo con los consumidores, la venta a asociaciones y cooperativas de consumidores, la asistencia a ferias y otros eventos, y el abastecimiento a tiendas dietéticas y herbolarios; eventualmente, cuando se obtenían cantidades relativamente grandes de determinados productos, se procedía a vender a empresas comercializadoras de productos ecológicos de otras provincias o, incluso, la venta en fruterías como productos convencionales. Estas formas de venta propia la realizan actualmente el 28% de los horticultores ecológicos con la certificación definitiva, aunque algunos de ellos han comenzado a establecer contactos con las empresas que, como se ha comentado anteriormente, han iniciado recientemente experiencias de comercialización de productos ecológicos. En el apartado “otros” se ha reflejado el caso de una finca ecológica experimental perteneciente a un Ayuntamiento, la cual usualmente no introduce la producción obtenida en el mercado.

Por otra parte, se han recogido las opiniones de los agricultores sobre cuáles son los principales problemas productivos y económicos a los que se enfrentan. Las respuestas obtenidas según primer (N1) o segundo (N2) grado de importancia se reflejan en los siguientes Figuras.

En el primero de ellos (Figura 6) se puede apreciar que, en primer lugar, los principales problemas de la producción en los cultivos convencionales son los defectos de la misma (74%) y las plagas y enfermedades (26%). Como segunda respuesta (mucho menos numerosa con tal sólo 10 contestaciones) vuelven a manifestarse en mayor proporción los defectos (alrededor del 60%), seguidos de las plagas y enfermedades (cerca del 30%) y un problema local de la zona de La Costa (10%) como es la depreciación de determinados productos por manchado con cenizas procedentes de la quema de la caña. Si se tiene en cuenta que

tanto este último como el problema de los defectos son más bien cuestiones relativas a la comercialización, se puede concluir que los horticultores convencionales no se enfrentan, al menos conscientemente, a limitantes de producción importantes, salvo casos concretos de control de plagas y enfermedades.

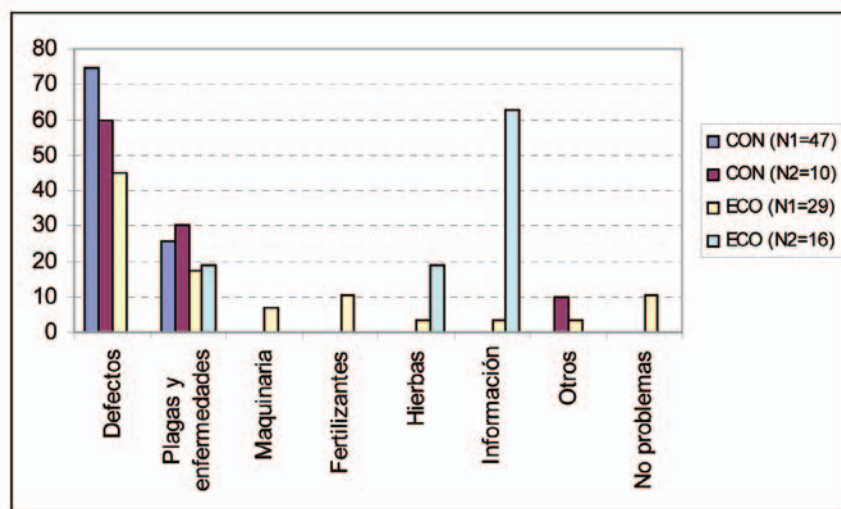


Figura 6. Principales problemas productivos expresados en primer (N1) y segundo (N2) lugar de importancia.

Las respuestas de los horticultores ecológicos son mucho más diversas. En efecto, aunque al igual que en el caso de los convencionales se destacan los defectos (45%) en primer lugar de la primera respuesta, éstos se relacionan también con problemas productivos de control de plagas y enfermedades, inexistencia de fertilizantes idóneos, maquinaria inadecuada, control de hierbas y ausencia de información, tal y como refleja el Figura.

Como problema productivo local de carácter ecológico se expresa la calidad del agua en cierta zona de Las Alpujarras, siendo curioso que este problema no se manifieste en La Vega y, en otro orden, que algunos horticultores ecológicos manifiesten que no tienen ningún problema productivo. Por lo que se refiere a la segunda respuesta, es la ausencia de información (63%) sobre el manejo ecológico lo que más preocupa a los horticultores ecológicos, seguida con un mismo nivel de importancia del control de plagas y enfermedades y de hierbas.

Los principales problemas económicos se reflejan en el Figura 7, percibiéndose como más importante por parte de los agricultores convencionales, tanto en la primera como en la segunda respuesta, el bajo precio (53% y 71%, respectivamente) obtenido por sus productos. Le siguen en importancia los costes de la mano de obra y, en general, los costes totales de producción.

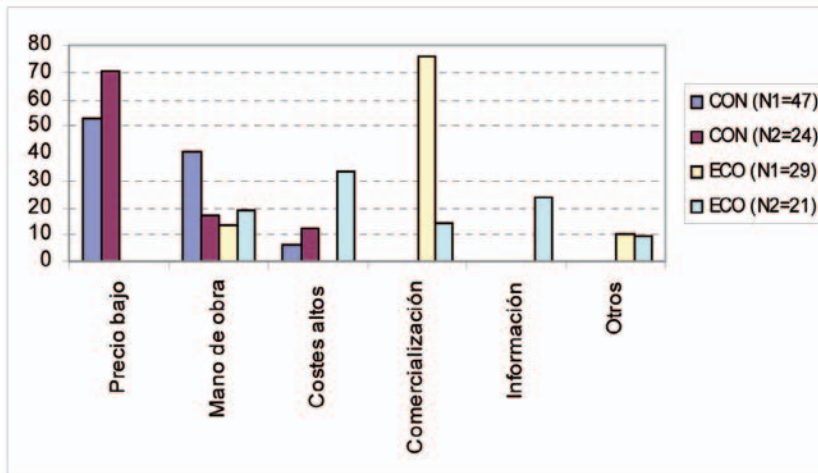


Figura 6. Principales problemas económicos expresados en primer (N1) y segundo (N2) lugar de importancia.

De nuevo las respuestas de los horticultores ecológicos son más diversas por lo que respecta a los problemas económicos, ocupando un lugar destacado en la primera respuesta la comercialización (76%). En este sentido es preciso apuntar que ya se comentó anteriormente la inexistencia, hasta fechas recientes, de estructuras comerciales en la provincia de Granada que dieran salida a las hortalizas ecológicas producidas. A este principal problema económico le siguen a gran distancia el coste de la mano de obra y los “otros” de carácter local, referidos al mal estado de los caminos que padecen algunas explotaciones de la comarca de Baza y que dificultan la comercialización de sus productos.

La segunda respuesta de los horticultores ecológicos refleja una mayor diversidad, aunque se destaca como principal problema económico los elevados costes de producción (33%), siendo éste seguido por la ausencia de información de mercados, el coste de la mano de obra, la comercialización y el apartado de “otros”, donde se incluyen de nuevo problemas de carácter local, referidos en este caso a las dificultades para transportar sus productos que expresan algunas explotaciones de Las Alpujarras.

4 ► CONCLUSIONES

El desarrollo de la horticultura ecológica en la provincia de Granada es escaso, encontrándose tan sólo en seis comarcas (de las 10 existentes), ocupando escasamente 83 hectáreas, de las que la mayoría se encuentran en la comarca de La Vega (un 57%), donde predomina el cultivo del espárrago, seguida de Baza-Hués-car, donde es prácticamente exclusiva la producción de tomate Cherry.

Tanto el tamaño medio total como la superficie media hortícola por explotación son muy variables en ambos sistemas, hallándose determinados tales parámetros por las características de las explotaciones (horticultura como orientación principal o no), de las especies cultivadas (necesidad de más o menos tierra) y del sistema productivo (bajo plástico o al aire libre).

La diversidad temporal (realización de rotaciones) y espacial (número de especies y variedades cultivadas) es superior en el cultivo hortícola ecológico.

El porcentaje de horticultores que se dedican principalmente a la actividad agraria es notablemente mayor en el caso de los ecológicos, lo que muestra el proceso de profesionalización creciente de este sector.

Con respecto a la tenencia de maquinaria, es de destacar que tan sólo alrededor del 10% de las explotaciones ecológicas disponen de la tecnología mecánica necesaria, teniendo que recurrir cerca del 80% de las mismas a alquilar alguna de las labores, principalmente la aplicación de materia orgánica y el picado de los restos de cosecha.

El grado de asociacionismo comercial está más extendido entre los horticultores convencionales, recurriendo en un 96% de los casos a la venta a través de cooperativas. Los ecológicos, ante la falta de interés histórico por parte de las cooperativas existentes de comercializar sus productos, han tenido que desarrollar mercados alternativos de venta propia, que actualmente utilizan el 28% de los mismos. Recientemente parece notarse un creciente interés por comercializar productos ecológicos en las empresas hortícolas convencionales y también se están creando nuevas, de tal manera que cada vez en mayor medida los horticultores ecológicos están vendiendo sus productos a través de estas estructuras (41% y 28% a través de cooperativas y empresas privadas, respectivamente).

Como principal problema productivo en el caso de los horticultores ecológicos se señala los defectos comerciales (45%) en primer lugar de la primera respuesta, relacionados con problemas de control de plagas y enfermedades, e inexistencia de fertilizantes idóneos. Por lo que se refiere a la segunda respuesta, es la ausencia de información (63%) sobre el manejo ecológico lo que más preocupa a los horticultores ecológicos. Ello sugiere la necesidad de poner en marcha investigaciones y acciones de formación que permitan a estos agricultores mejorar sus sistemas productivos.

Mientras que para los horticultores convencionales los principales problemas económicos son el precio de los productos y el coste de la mano de obra como primera respuesta, para los ecológicos es la comercialización (76%), seguida en segunda respuesta por los altos costes de producción y la falta de información de mercados. Estas respuestas parecen señalar una cierta inestabilidad en el sector convencional y una ausencia de estructuras comerciales en el ecológico, al que hay que añadir una necesidad creciente de transparentar los mercados de productos ecológicos existentes en la actualidad.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Algunos de los datos utilizados en el presente trabajo han sido obtenidos a partir del proyecto “Análisis de la situación actual de la horticultura ecológica en la provincia de Granada: problemática y potencialidades (Exp. 92041)”, financiado por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa a través del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA).

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **ALONSO, A. M. 2001**

“Desarrollo y situación actual de la agricultura ecológica: elementos de análisis para entender el caso español”. En Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 192, pp. 123-159.

- **ASOCIACIÓN COMITÉ ANDALUZ DE AGRICULTURA ECOLÓGICA (CAAE) 2003**

<http://www.caae.es> (consultada en mayo de 2003) y datos aportados por el departamento de Promoción y Desarrollo.

- **GARCÍA, M.; IBÁÑEZ, J. Y ALVIRA, F. (COMP.) 1992**

El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación. Alianza Editorial. Madrid.

- **GUZMÁN, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M. Y SEVILLA, E., Eds. 2000**

Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Mundi-Prensa. Madrid.

- **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA 2003**

Censo Agrario 1999. Edición en CD-Rom.

- **WILLER, H. Y YUSSEFI, M. 2004**

The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends. International Federations of Organic Agriculture Movements. Bonn.

ANEJO 1. CUESTIONARIO DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS

Explotación:

Municipio:

Fecha:

1. Superficie de la finca (ha):
2. Superficie de hortalizas (ha):
3. ¿Cuántas especies cultiva al año aproximadamente?, ¿y cuántas variedades?
Señalar media y más numerosas

4. ¿Realiza rotaciones de cultivos? Explicar brevemente

5. ¿Es agricultor a tiempo completo o realiza otras actividades económicas? En este último caso ¿se realizan en la propia finca o fuera de ella?

6. Maquinaria con la que cuenta para la realización de las labores

Maquinaria/apero	Propia	Alquilada	Anotaciones

7. Canales comerciales usados (porcentajes aproximados): Cooperativa___, I. Privada___, Venta propia___

8. ¿Cuáles son los problemas productivos más importantes en este cultivo y cómo cree que se podrían solucionar?

Limitantes	Propuestas de mejora

9. ¿Cuáles son los problemas socioeconómicos y de comercialización más importantes en este cultivo y cómo cree que se podrían solucionar?

Limitantes	Propuestas de mejora

(Footnotes)

(1) Además, se han solicitado estos datos a los otros tres organismos certificadoros que operan en territorio andaluz (Agrocolor, SohiscertyEcal), respondiendo que no tienen horticultores ecológicos certificados en la provincia de Granada.

(2) En la comarca de Las Alpujarras no se han encontrado explotaciones convencionales similares a las ecológicas.

PROYECTO PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICAS EN EL PARQUE NATURAL “SIERRA MÁGICA”

1

⁽¹⁾; **MUDARRA, INOCENCIO**⁽¹⁾; **ALONSO, ANTONIO M.**⁽²⁾ Y **GARCÍA, ROBERTO**⁽²⁾

⁽¹⁾ Licenciados en Ciencias Ambientales

⁽²⁾ Doctores Ingenieros Agrónomos

Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural
C/ Camino de El Jau, s/n. Apartado 113. 18320 Santa Fé (Granada)
Telf.: 958 513195 / Fax: 958 513196
E-mail: concifaed@hotmail.com

RESUMEN

Se ha realizado un estudio en el Parque Natural Sierra Mágina con el objetivo de diseñar un plan de actuaciones para el desarrollo de la agricultura y ganadería ecológicas. El trabajo se ha basado principalmente en un estudio social con encuestas a la población, a agricultores y ganaderos ecológicos y convencionales, así como con entrevistas a actores sociales de interés por su vinculación con instituciones o con empresas que realizan actividades relacionadas la explotación de los recursos naturales. Los principales problemas encontrados han sido la escasa cultura emprendedora y la predominancia del olivar; más concretamente, también se han detectado problemas técnicos en la producción ecológica actual y un uso excesivo de plaguicidas en la zona. Por otro lado, como positivo se ha encontrado una buena predisposición social, la presencia de experiencias exitosas en la producción y comercialización ecológica (olivar, principalmente) y buena disposición para la conversión del ganado ovino y de frutales. Las posibilidades de desarrollo de la producción ecológica vendrían dadas por una mejora en la concienciación ambiental de la población, la actuación sobre la cadena de producción y comercialización, así como la mejora de la información, la formación y la asistencia técnica a los agricultores.

PALABRAS CLAVE: PARQUE NATURAL, DESARROLLO Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

1 ► INTRODUCCIÓN

El Parque Natural “Sierra Mágina” está situado en el sur de la provincia de Jaén y al este de la capital, ocupando una superficie de 19.900 hectáreas. Hay nueve municipios con superficie dentro del Parque Natural, aunque el Plan de Desarrollo Sostenible (PDS) redactado por la Consejería de Medio Ambiente (2001), contempla siete municipios más, considerados dentro del área de influencia del Parque. La distribución de la superficie (INE, 2003) es mayoritaria en las tierras labradas (54% del total), de las cuales es absolutamente mayoritaria la superficie dedicada al cultivo del olivo (85%). La movilidad laboral, traducida en emigración desde hace decenios, ha ocasionado el envejecimiento de la población y la reducción de la cualificación profesional, dos problemas fundamentales que están limitando la capacidad de desarrollo económico local (ADR Sierra Mágina, 2002).

2 ► METODOLOGÍA

En primer lugar se procede a la realización de un diagnóstico general sobre la situación de la agricultura y ganadería ecológicas en el Parque Natural, a través de la búsqueda y análisis de información secundaria (Datos de agricultura y ganadería ecológicas de esta zona, PDS y Censo Agrario de 2003, principalmente) que permita caracterizar las zonas y población en estudio, así como establecer la estructura agraria general y ecológica básicas. A continuación se procede a la elaboración de un estudio social entre agricultores y ganaderos ecológicos ubicados en el Parque Natural, que se lleva a cabo a través del método de encuesta (García *et al.*, 1992) con cuestionario mediante el envío del mismo por correspondencia a la totalidad de la población universo. De las 75 explotaciones existentes se ha recibido respuesta de 27.

Tras esto, se realiza un diagnóstico social sobre los recursos naturales y la actividad agraria del Parque Natural, con especial referencia a la percepción sobre las potencialidades de desarrollo de la agricultura y ganadería ecológicas; se realiza a través de encuestas a la población en general (93 encuestas) y a agricultores y ganaderos (43 encuestas) de este Parque, así como mediante entrevistas abiertas semidirectivas (García *et al.*, 1992; Ortí, 1992) a personas (15 entrevistas) que por su vinculación con instituciones o con empresas que realizan actividades relacionadas la explotación de los recursos naturales se revelan como informantes clave en el transcurso del presente trabajo.

Con tal información se procede a elaborar una matriz sobre las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la agricultura y ganadería ecológicas en la zona de influencia de este Parque Natural. Finalmente, la información obtenida en las etapas previas y el análisis de la misma sirve de base para pasar a la última fase metodológica: el establecimiento de propuestas de actuación que mejoren las perspectivas socioeconómicas de las zonas con actividades respetuosas con los recursos naturales mediante su manejo ecológico.

3 ► RESULTADOS

Para tratar la información obtenida del estudio social, se ha seguido una metodología de análisis estratégico, procediendo a la elaboración de una matriz tipo DAFO (Consejería de Agricultura y Pesca, 1993). En las Figuras 1 y 2 se presentan los resultados de este análisis.

Comenzando con los aspectos desfavorables, el primer problema que se detecta para el desarrollo de la agricultura ecológica en Sierra Mágina, es la escasa conciencia comarcal, que ha sido detectada especialmente por los actores sociales entrevistados; esto afecta a la capacidad de la población para elaborar una propuesta conjunta y coordinada de desarrollo sostenible y equilibrado de la zona. A este hecho se suma la centralización de servicios que se da en los municipios de Huelma, Jódar y Mancha Real.

Existen por tanto, dificultades en el desarrollo de algunos núcleos, por su lejanía, malas comunicaciones o escasa capacidad de respuesta a las necesidades de sus habitantes, especialmente jóvenes.

Otro punto a tener en cuenta es la escasa cultura emprendedora presente, cuestión que ha sido puesta de manifiesto tanto por los actores sociales como por algunas de las publicaciones sobre el desarrollo de la comarca (Diputación Provincial de Jaén, 1992; Guzmán *et al.*, 1998). La consecuencia de esta carencia es la inercia empresarial detectada, por ejemplo, en el sector olivarero como modelo de actividad rentable pero desprovista del dinamismo necesario para apoyar el desarrollo de la población rural.

En el sector ganadero, esta mentalidad individualista se refleja en el escaso asociacionismo existente entre ganaderos y, como en el caso del olivar, en el limitado control que tienen sobre la cadena de producción y comercialización, perdiendo gran parte del valor añadido. Esta situación de carácter productivista del sector ganadero que no atiende la comercialización tiene su equivalente en el resto del sector agrario (cereza, breva).

El sector apícola se presenta como ejemplo de actividad agraria a la que se presta poca atención y que puede generar nuevos ingresos (como se extrae de las entrevistas), y que en todo caso, es un sector que aunque desestructurado puede resultar una actividad atractiva para los jóvenes, bajo una adecuada promoción y motivación administrativa. Los incentivos económicos siempre pueden condicionarse al manejo ecológico, pudiendo generar nuevos ingresos y empleos en la zona. Desde luego, el sector apícola no se consolidará hasta que no concentre recursos humanos que se preocupen de explotarlo, articularlo y desarrollarlo.

En otro ámbito, el recurso de jóvenes de la comarca se viene reduciendo de forma constante en los últimos años y la herencia del trabajo agrícola es dudosa. En consecuencia, la dificultad de continuación de las explotaciones agrícolas convencionales perjudica a las posibilidades de promoción de la agricultura ecológica. A esto hay que sumar el escaso interés que el “trabajo del campo” tiene para la población joven, ya que se plantea como actividad

esforzada y mal retribuida que sobrevive gracias a los subsidios. Las referencias a esta conciencia de la agricultura son constantes entre los actores sociales entrevistados; de igual forma, también se deduce esta concepción de la poca satisfacción económica que citaron los agricultores convencionales encuestados (sólo un 44% responde estar bastante satisfecho, el 56% responde regular o poco), a pesar de las numerosas referencias de la rentabilidad del hechas por los actores sociales.

Figura 1. Debilidades y amenazas

DEBILIDADES	AMENAZAS
Articulación social y territorial	
<p>Población envejecida. Población joven poco interesada en la agricultura. Poca unión entre ganaderos. Alta parcelación, posibles conflictos por contaminación difusa.</p>	<p>Poca conciencia comarcal. Centralización de servicios en algunos núcleos Dificultades de desarrollo en núcleos alejados o mal comunicados. Escasa cultura emprendedora. Mucha inercia empresarial y mentalidad conservadora. Dificultad de comunicación entre el Parque y la población.</p>
Factores económicos	
<p>Olivar como foco de atracción de la inversión agrícola Escaso control de la cadena de producción Desarticulación del sector apícola.</p>	<p>Escaso desarrollo del turismo (como canal de comercialización de productos locales). Oferta turística no registrada y poco coordinada. Posición oficial no definida en cuanto a tipo de turismo a desarrollar. Efecto sombra de Cazorla.</p>
Factores tecnológicos y productivos	
<p>Presencia técnica escasa, especialmente en núcleos alejados. Disminución progresiva de razas de ganado autóctonas y de variedades vegetales locales. Gran arraigo en el uso (excesivo) de plaguicidas y herbicidas. Problemas técnicos de los agricultores ecológicos. Recelo de los agricultores convencionales a la disminución del rendimiento en producción ecológica.</p>	<p>Escaso desarrollo de la Marca Parque Natural.</p>

Otro aspecto desfavorable para el desarrollo de la agricultura ecológica, radica en que la comunicación entre la población y el Parque no es todo lo fluida que cabría esperar, especialmente en referencia a la población agraria. Este hecho queda constatado por la visión del Parque que proyectan los agricultores, ya que en las encuestas el 47% de ellos identifica el Parque Natural con una fuente de limitaciones a su actividad. Este hecho queda además reforzado por la escasa influencia del Parque sobre la población que señalan los actores sociales entrevistados. De todo ello, se deduce la poca conciencia de las posibilidades que tiene la presencia del Parque para el desarrollo endógeno de la comarca. En este sentido, la existencia de la marca de calidad Parque Natural ha pasado desapercibida para la mayor parte de la población, eclipsada en parte por la fuerte presencia de la Denominación de Origen (sólo un 12% de los encuestados supo identificar los productos con Marca Parque Natural de su entorno, un 63% identificó la marca con la Denominación de origen).

El turismo se considera uno de los canales de comercialización más interesantes para la agricultura ecológica. Sin embargo, dada su escasa presencia actual, se hace difícil considerarlo como recurso real a explotar. La oferta turística de la que en estos momentos dispone Sierra Mágina peca de una falta de organización en el ámbito comarcal, que se refleja tanto en una carencia de camas como en la falta de una definición oficial de la tipología turística más conveniente a desarrollar. A este respecto y en relación con la escasa iniciativa empresarial mencionada, se puede poner de ejemplo la exigua presencia de actividades turísticas ligadas a las agrarias, como se deduce de los resultados de las encuestas a agricultores ecológicos y convencionales. Los modelos de agroturismo (FAO, 2003) pueden considerarse como una oportunidad a explotar de forma sinérgica con la agricultura ecológica, si se consigue invertir esta situación de inercia empresarial y aislamiento del sector turístico. Otra amenaza de carácter económico relacionada con el turismo, se debe en parte a la poca conciencia comarcal existente y en parte a que por su tradición turística, el Parque Natural de Cazorla, Segura y Las Villas puede estar produciendo un “efecto sombra” sobre Sierra Mágina, actuando como foco atrayente en perjuicio de la comarca de estudio.

Por otro lado, la afectación en la diversificación agraria es importante ya que se está dando una disminución de la gran riqueza genética de las especies agrícolas de la zona, unas catalogadas y otras no, por ejemplo el manzanillo enano y la higuera de Jimena. La posibilidad de utilizar variedades autóctonas en agricultura ecológica es importante, pues las variedades constituyen poblaciones con mayor estabilidad frente a perturbaciones, por ejemplo, resistencia a plagas y enfermedades, cambios ambientales, etc. (Gliessman, 1998). Bien es verdad, que el hecho de que aún existan muchas de estas variedades, las huertas y un conocimiento tradicional importante, potencia las posibilidades ecológicas y conforman un conjunto de recursos inherente a Mágina y aprovechable por la agricultura ecológica.

Evidentemente existen similitudes entre la diversidad fitogenética y la ganadera. La “ojinegra”, raza de ovino muy extendido en esta comarca, se encuentra perfectamente adaptada a la zona de grandes pendientes y pedregosidad (Montserrat, 1996) y su explotación se ha orientado tradicionalmente para la producción de carne. Esta raza comienza su declive

por el mestizaje con ovino segureño y el desplazamiento en el mercado del ganado ojinegro por el anterior. Según el autor antes mencionado, el mestizaje ha dado hembras con partos más delicados y difíciles, pero los corderos son mejor comercializados. Las potencialidades de conservar esta raza no se han visto tan claras por parte de los ganaderos de la comarca, quizá por esa desunión que los caracteriza (según se desprende de las entrevistas realizadas) y por responder inercialmente a las demandas del mercado. En cambio, la Asociación de Criadores de Oveja Ojinegra (sita en la provincia de Granada) ha establecido un convenio de colaboración con la Universidad de Córdoba para la caracterización zootécnica de esta raza y el desarrollo de programas orientados a su conservación y mejora (Fundación Grupo Eroski, 2003), iniciativa que no ha contado con la participación de los ganaderos de la zona de estudio. Por otro lado, ha sido la capacidad de adaptación al mercado (junto a las subvenciones) la que ha sostenido la pervivencia de la cabaña ganadera en la comarca.

Otro aspecto que refleja la mentalidad conservadora en el sector agrícola es el abuso en plaguicidas que se mencionan en las entrevistas. El problema de la erosión, derivado principalmente del manejo de suelo en olivar basado en la aplicación de herbicidas y laboreo constante es otro reflejo de la permanencia de ciertas prácticas establecidas que dificultan el cambio de mentalidad necesario para la conversión ecológica de la producción en la zona.

La influencia de la cadena de sucesos anteriormente establecida alcanza entonces al ámbito de la agricultura ecológica, ya que aplicar nuevas técnicas y tecnologías en el manejo de los cultivos significa perder alguna de las posiciones más cómodas del agricultor, realizar nuevos esfuerzos de aprendizaje y romper con tópicos que aún persisten, incluso entre algunos agricultores ecológicos, sobretodo las ideas que alimentan los problemas de rendimiento. Dichos problemas suelen derivarse de entender el proceso de conversión únicamente como sustitución de insumos convencionales por ecológicos, lo cual trae como consecuencia un mayor coste de producción y una posible disminución en la producción; de hecho, el 78% de los agricultores ecológicos encuestados acusaba una disminución en el rendimiento, achacándola a los abonos ecológicos y a la falta de asesoría técnica. Esta disminución en la producción no tiene por qué darse una vez salvado el periodo de conversión, tal y como señalan diversos estudios (Alonso, 2003; Offermann y Nieberg, 2000; Alonso *et al.*, 2002; Guzmán *et al.*, 2002a y 2002b). Estos problemas de tipo técnico vienen fortalecidos por la escasa presencia técnica especializada en producción ecológica o que se extienda a los núcleos más alejados. Esta cuestión ha sido también puesta de manifiesto en las encuestas (de agricultores ecológicos y convencionales), en los que el aumento de formación y asistencia técnica han sido necesidades destacadas. A esto se puede sumar una posición conservadora entre los agentes sociales públicos y privados, que recela de apostar sin rodeos por la producción ecológica por motivos que no son los de sus posibilidades técnicas o económicas, sino inherentes a la inercia de un sistema basado en la producción y que no contempla las externalidades que origina, sean de tipo social o ambiental.

El anterior problema de los agricultores ecológicos ha trascendido al ámbito de la agricultura convencional, a pesar de una buena disposición de los agricultores hacia la

conversión ecológica. Esto se ha visto reflejado en que uno de los principales limitantes que han señalado los agricultores convencionales para su conversión es la posible disminución en la producción. A todo ello, se une el agravante de la excesiva parcelación actual en relación a la tenencia actual de la tierra y la ubicación de las parcelas en pendientes, que complican la posibilidad de conversiones puntuales entre vecinos, ya que éstos dos factores favorecen la difusión de la contaminación hacia las parcelas vecinas. Efectivamente, los sistemas actuales de producción, principalmente en referencia al olivar, están generando graves problemas ambientales, destacando la contaminación por plaguicidas y herbicidas y, en algunos casos por el alpeorujo, así como la importante erosión presente en la zona, causada por las prácticas de aplicación de herbicidas y excesivo laboreo del suelo.

Figura 2. Fortalezas y oportunidades

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Articulación social y territorial	
Receptividad social local a producción y productos ecológicos. Fuerte motivación de los productores ecológicos. Articulación de ganaderos mediante ADS.	Tendencia del mercado a la mejora de la seguridad alimentaria y la producción de calidad. Interés institucional en la agricultura ecológica (planes de fomento de la agricultura ecológica en el ámbito europeo, español y andaluz). Existencia de planificación de desarrollo sostenible (PDS, Agendas 21 Locales).
Factores económicos	
Cultivo del olivar consolidado. Contribución al incremento de la renta agraria.	Posibilidad de uso de ayudas europeas (LEADER, PRODER, LIFE, agroambientales). Turismo como canal de comercialización de productos diferenciados. Potencial uso de buenas comunicaciones con Jaén, Úbeda y Baeza. Turismo rural incipiente.
Factores tecnológicos y productivos	
Pervivencia de razas autóctonas y de variedades locales bien adaptados. Existencia de ganadería extensiva. Experiencias exitosas en la producción y comercialización ecológicas. Interés de sectores agrícolas en la producción ecológica: ganadería extensiva y avícola, cereza y breva.	Existencia de la Marca Parque Natural y uso de la misma para sensibilización ambiental. Contribución a la disminución de impactos negativos sobre los recursos naturales.

En cuanto a aspectos favorables que pueden potenciar el desarrollo de la agricultura y ganadería ecológicas, es de mencionar la receptividad social que se ha encontrado a través de las encuestas. Por un lado, la población conoce en gran proporción qué son los alimentos ecológicos (63% después de verificar que realmente conoce qué son los productos ecológicos) y se muestra favorable a recibir más información sobre los mismos (el 68%, un 80% entre las mujeres); también destaca que la mayoría de la población de agricultores convencionales encuestados declaren como posibilidad su conversión a producción ecológica (54%); por último, se puede señalar la fuerte motivación ética para la producción ecológica que se desprende de las respuestas de los agricultores ecológicos. Esta buena receptividad converge con el interés institucional que en la actualidad está despertando esta actividad, como sugiere la existencia de sendos planes de fomento de la agricultura ecológica en el ámbito europeo, español y andaluz, siendo este último pionero en nuestro país. Esto responde también a la demanda de la sociedad de una mejora de la seguridad alimentaria (tras casos tan conocidos como la crisis de las vacas locas, de los pollos belgas con dioxinas, etc.), que está llevando a la Unión Europea a supeditar las subvenciones agrícolas a la realización de prácticas respetuosas con el medio ambiente. Otro punto en que apoyarse es la existencia de planes de desarrollo sostenible (por ejemplo el PDS o las Agendas 21 Locales, como la que actualmente se lleva a cabo en Torres) que entre sus medidas fomenten la producción ecológica y que cobrarían mayor sentido en cuanto contaran con una mayor coordinación entre ellos.

En el aspecto económico, ya se ha mencionado la consolidación del cultivo ecológico del olivo, que ha contribuido de forma considerable al incremento de la renta agraria de la comarca. También y en relación con la idea anterior, existe la posibilidad de usar subvenciones europeas para el desarrollo de la producción ecológica, desde medidas indirectas como LEADER y PRODER a subsidios directos como las medidas agroambientales, que subvencionan específicamente la producción ecológica. Desde otro punto de vista, los agricultores convencionales son conscientes de esta mejora económica del olivar, como señalan sus respuestas en las encuestas: el 55,6% cree que los agricultores ecológicos que conocen están satisfechos con sus resultados económicos, siendo el mejor precio la principal razón argumentada por los que ven posible la conversión hacia un manejo ecológico del olivar. También se ha mencionado la importancia del turismo como recurso para la comercialización de los productos ecológicos, con posibilidades de controlar en mayor grado la cadena de distribución y captar un mayor valor añadido; se considera que en la actualidad existe un desarrollo incipiente del turismo rural, de interés para establecer sinergias entre la agricultura ecológica y la venta de productos locales, artesanos y ecológicos. Se pueden aprovechar también en este sentido las buenas comunicaciones del oeste de la zona de estudio, mediante la autovía que conecta Jaén y Granada, para el destino final de los productos ecológicos, así como la relación con el núcleo turístico de Úbeda y Baeza. Por último, aunque de menor importancia, se cuenta con otro eje de comunicaciones, el que une Úbeda y Guadix.

El uso potencial de la Marca Parque Natural es una oportunidad a tener en cuenta, tanto para mejorar la comercialización gracias a la imagen de la marca, como por aumentar de

forma generalizada la conciencia ambiental desde el punto de vista tanto del consumidor y como del productor. Asimismo, el propio Parque Natural es consciente en cierta medida de que productos con sellos de calidad pero sin condiciones de producción respetuosas con sus recursos naturales, deslegitiman de cara al mercado la supuesta calidad diferenciadora de los mismos, dificultando así su adopción por parte de las empresas potencialmente interesadas en tal diferenciación.

La agricultura y ganadería ecológicas contribuyen a mitigar algunos de los efectos perjudiciales provocados o amplificadas por el manejo convencional de plantas y ganado. Externalidades negativas como la erosión edáfica, la contaminación de aguas subterráneas con nitratos y plaguicidas, la emisión a la atmósfera de dióxido de carbono y partículas diversas, la homogeneización genética, y la presencia indeseable de productos nocivos para la salud (plaguicidas, abonos, antibióticos...) en los alimentos, entre otros efectos, son minimizados en el manejo ecológico mediante la aplicación de tecnologías respetuosas con el medio ambiente. La adición de materia orgánica como abono y mejorante de suelos, el uso de técnicas de control biológico de plagas y enfermedades, la siembra de cultivos de cobertura, el manejo de variedades y razas adaptadas a las condiciones locales, entre otras, son algunos ejemplos de prácticas agrarias tendentes hacia la consecución de una mayor sostenibilidad ambiental (Alonso, 2003).

La ganadería ecológica se debe basar en el pastoreo como forma de aprovechamiento de los sistemas agroforestales, siendo fundamental en tres aspectos: mantener un equilibrio en la gestión de pastos (evitando deterioro de suelo y vegetación); mantener el régimen de libertad de los animales, cuidando la salud y el bienestar animal por medio de la articulación de medidas para que estén sanos y dispongan del espacio suficiente para realizar sus necesidades fisiológicas; y emplear los animales mejor adaptados al medio natural, es decir, las razas autóctonas (Soriano, 2002). Por ello, se considera en todo momento que la ganadería extensiva existente en Mágina constituye un recurso intrínseco con altas posibilidades de conversión. Más aún teniendo en cuenta que aún existen la raza ovina ojinegra y la caprina blanca andaluza, que aunque en grave riesgo en esta zona, pueden constituir otro pilar para la producción ecológica ganadera. También existen a favor las experiencias exitosas que se han llevado a cabo de producción y comercialización ecológica, especialmente destacable el caso del aceite, pero con algunas muestras de otros aprovechamientos (cerezo, ovino). Esto ha dado también lugar al interés por parte de algunos sectores, tales como el de cereza, ganaderos extensivos de la sierra y algunos criadores de pollos, hacia este método de producción.

4 ► CONCLUSIONES

A partir de la información procesada se han establecido una serie de propuestas que contribuyan al desarrollo de la agricultura y ganadería ecológicas en el Parque Natural “Sierra Mágina”.

En primer lugar se propone mejorar las relaciones entre el Parque Natural y la población. Para ello se plantea la posibilidad de aumentar la presencia del Parque en la vida pública, especialmente en actividades referidas a desarrollo sostenible; ejemplo de ello puede ser el fomento de la agricultura ecológica mediante líneas específicas de subvención a la agricultura ecológica, asistencia técnica a productores ecológicos dentro del Parque, certificación ecológica de pastos de propiedad pública o el concurso de explotaciones de olivar en Monte Público condicionando las explotaciones a manejo ecológico.

Otro aspecto sería la necesidad de impulsar la sensibilización ambiental. La Marca Parque Natural es una herramienta que puede contribuir a interiorizar buenas prácticas en el manejo de explotaciones agroindustriales. Se propone también la creación de una red de plantas de compostaje de alpeorajo que incremente la oferta de materia orgánica utilizable en agricultura ecológica, al mismo tiempo que permita la reducción de impactos negativos sobre el entorno. Además, una recuperación de la huerta tradicional de los municipios contribuiría a mejorar la identificación cultural de la población con su entorno y su pasado, así como a concienciar ambientalmente a las comunidades escolares.

La siguiente estrategia sería estimular las relaciones entre turismo y agricultura ecológica. La medida principal que acompaña esta propuesta es la creación de una plataforma común entre el Parque, la Denominación de Origen, la Asociación para el Desarrollo Rural de Sierra Mágina y los empresarios, basándose en una oferta conjunta con productos (locales, artesanales, ecológicos) de la comarca y un paquete turístico coordinado, que dé cobertura tanto al turismo en viajes organizados como al turismo libre.

Asimismo habría que plantear una actuación sobre la cadena de producción y comercialización. Ejemplo de ello podría ser la venta directa de productos ecológicos en Jaén, en puestos locales, en restaurantes y establecimientos hoteleros; esta actuación se podría coordinar con una promoción similar de productos con Marca Parque Natural; también habría que potenciar el fomento de la agroindustria local que posibilite la organización de la comercialización de productos ecológicos.

Se ha visto que algunos de los problemas encontrados eran de tipo técnico; para minimizarlos se debería mejorar la información, formación y asistencia técnica, a través de organización de jornadas y cursos de formación en agricultura ecológica, dirigidos tanto a la formación de agricultores y técnicos, como a informar a la población de los que son productos ecológicos. El establecimiento de fincas demostrativas de producción ecológica puede servir al mismo fin.

Las múltiples carencias que han ido apareciendo a lo largo de este estudio en relación con el manejo ecológico de los recursos naturales, sugieren la creación de un Área de Desarrollo Agroecológico en la zona, bien en el seno del Parque Natural o bien promoviendo la participación de otras instituciones públicas e incluso del ámbito privado. Desde ésta, a partir de las demandas existentes sobre esta forma de producción y elaboración de

productos agroalimentarios y para otros usos, se pueden establecer y llevar a cabo las medidas oportunas para cubrirlas. La conexión de este Área, por un lado, con los agentes y organizaciones de desarrollo locales (personal de la ADR, de las OCAs, de la UTEDLT...), y por el otro, con instituciones externas relacionadas directamente con este sector (IFAPA, Universidades, CSIC, Certificadoras de productos ecológicos...), facilitaría los procesos de transición hacia un manejo ecológico de los recursos naturales, contribuyendo así a reducir las externalidades negativas sobre tales recursos en el entorno de este espacio protegido.

5 ► AGRADECIMIENTOS

Este estudio está enmarcado en el Proyecto de Investigación “Evaluación del potencial de desarrollo de la Agricultura y Ganadería Ecológicas en ocho Parques Naturales de Andalucía”. Este proyecto está financiado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, y se lleva a cabo a través de un Convenio de Cooperación entre el Consorcio Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural (CIFAED) y la Asociación Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (CAAE).

6 ► BIBLIOGRAFÍA

• ALONSO, A. 2003

Análisis de la sostenibilidad agraria: el caso del olivar de la comarca de Los Pedroches (Córdoba). Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba (inérita).

• ALONSO, A.; GUZMÁN, G. Y SERRANO, C. 2002

Estudio comparativo de la producción ecológica y convencional de aceite de oliva en la comarca de Sierra Mágina (Jaén). En Actas del V Congreso de la SEAE y I Congreso Iberoamericano de Agroecología, Gijón, 16-20 de septiembre de 2002, Tomo I, pp. 599-610.

• ASOCIACIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL DE SIERRA MÁGINA 2002

Programa de Desarrollo Endógeno [en línea]. <http://www.magina.org> [consulta: Marzo 2004].

Consejería de Agricultura y Pesca, 1993. Bases para un Plan de Desarrollo Rural Andaluz. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.

• CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE 2001

Plan de Desarrollo Sostenible del Parque Natural Sierra Mágina [en línea]. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/PDS/magina/pdsmagina.pdf> [consulta: Marzo 2004].

• DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE JAÉN 1992

Estudio sobre desarrollo endógeno de la comarca Jódar-Huelva. Agencia Local de Desarrollo, Diputación Provincial de Jaén.

• DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE JAÉN 2003

Diagnóstico Técnico de Torres. Equipo Agenda 21 de la Diputación Provincial de Jaén.

FAO, 2003. The scope of organic agriculture, sustainable forest management and ecoforestry in protected

area mangement [en línea]. <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD469E/AD469E00.HTM> [consulta: Junio 2004].

• **FUNDACIÓN GRUPO EROSKI 2003**

“Expertos cordobeses elaborarán un plan de conservación y mejora de la oveja Montesina” [en línea]. <http://www.consumaseguridad.com>, noticias 17 Diciembre 2003 [consulta: Mayo 2004].

• **GARCÍA, M.; IBÁÑEZ, J. Y ALVIRA, F., COMP. 1992**

El análisis de la realidad social: Métodos y técnicas de investigación. Alianza Editorial. Madrid.

• **GLIESSMAN, S. R. 1998**

Agroecology. Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Ann Arbor Press. USA.

• **GUZMÁN, F.; SEVILLA, E. Y GUZMÁN, G. 1998**

“Métodos de desarrollo endógeno: el caso de Pegalajar”. Informe del Proyecto mixto de colaboración entre la Consejería de Agricultura y Pesca y SOC (inédito).

• **GUZMÁN, G.; SERRANO, C. Y ALONSO, A. 2002 A**

Evaluación de la productividad del olivar ecológico e integrado del municipio de Deifontes (Granada). En Actas del V Congreso de la SEAE y I Congreso Iberoamericano de Agroecología, Gijón, 16-20 de septiembre de 2002, Tomo I, pp. 599-610.

• **GUZMÁN, G.; SERRANO, C. Y ALONSO, A. 2002 B**

Productividad del olivar ecológico y convencional del municipio de Colomera (Granada). En Actas del V Congreso de la SEAE y I Congreso Iberoamericano de Agroecología, Gijón, 16-20 de septiembre de 2002, Tomo I, pp. 611-622.

• **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE) 2003**

Censo Agrario 1999. [CD-Rom].

Montserrat, I. 1996. Análisis sobre el sistema ganadero del Parque Natural de Sierra Mágina-Jaén. Trabajo profesional Fin de Carrera, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba (inédito).

• **OFFERMANN, F. Y NIEBERG, H. 2000**

Economic Performance of Organic Farming in Europe. Organic Farming in Europe. Economics and Policy, vol. 5. University of Hohenheim. Stuttgart (Germany).

• **ORTÍ, A. 1992**

“La apertura y el enfoque cualitativo o estructural: la entrevista abierta y la discusión de grupo”. En García Ferrando, M.; Ibañez, J. y Alvira, J. (Comp.). El análisis de la realidad social: métodos y técnicas de investigación. Alianza Universidad Textos. Madrid.

• **SORIANO, J. J. 2001**

“Los recursos fitogenéticos en la agricultura ecológica”. En Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (ed.), La práctica de la agricultura y ganadería ecológicas. CAAE. Sevilla, pp. 89-118.

DESCRIPCIÓN DE LAS EXPLOTACIONES DE AGRICULTURA ECOLÓGICA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

1

CALAFAT, C. Y AVELLÀ, LL.

Universidad Politécnica de Valencia. Dpto. de Economía y Ciencias Sociales

E-mail: chelo@esp.upv.es / lavella@esp.upv.es

RESUMEN

El desarrollo de las modernas agriculturas intensivas ha conducido a la generación de sistemas agrarios con un alto nivel de artificialización e implica la aparición de situaciones en las que el modelo se torna insostenible, con graves efectos para las agriculturas españolas.

Frente a ello, la opción por una agricultura ambiental, social y económicamente sostenible requiere un enfoque global, sistémico e integrado basado en el conocimiento de los ciclos naturales y procesos productivos implicados, y orientada hacia la racionalización de los mismos y del uso de los recursos naturales. Sobre esta base conceptual, según los casos, se definen dos grandes vías estratégicas de desarrollo sostenible: Estrategias de Intensificación o de Extensificación.

Con el objeto de establecer una identificación socioeconómica de las explotaciones de agricultura ecológica de la Comunidad Valenciana se han analizado los datos anonimizados del último censo agrario (1999) del Instituto Nacional de Estadística que incluye las principales características generales los distintos cultivos de las explotaciones de agricultura ecológica (número de explotaciones, superficie total, SAU, gestión de las explotaciones, contabilidad, características generales de los jefes de explotación y propietarios de las explotaciones, régimen de tenencia, UTA totales -asalariadas, familiares- y características de los cultivos) en cada provincia de la Comunidad Valenciana. En la comunicación se analizan los resultados obtenidos.

PALABRAS CLAVE: CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS Y AGRICULTURA SOSTENIBLE

1 ► INTRODUCCIÓN

Problemática específica de los sistemas agrarios intensivos

El desarrollo de las modernas agriculturas intensivas se ha basado en forzar los factores productivos al nivel máximo permitido por la tecnología disponible para obtener los mayores rendimientos y productividad posible en el momento elegido, con un nivel estándar de calidad aparental del producto.

Bajo este modelo, la producción se incrementa como resultado de la aplicación combinada de diferentes tecnologías de base física, biológica y, especialmente, química, que se proyectan sobre los factores integrantes del sistema con un grado de intensidad muy elevado. Ello conduce a la generación de sistemas agrarios con un alto nivel de artificialización, que encuentran sus límites precisamente en aquellos elementos que los sustentan como:

- ▶ Elevado consumo de recursos naturales, especialmente de aquellos con carácter limitante como tierra y agua, que no sólo se convierten en escasos sino que, sobre todo, se ven afectados en su calidad deteriorándose su potencial productivo.
- ▶ La simplificación, reiteración y alta densidad de cultivo que dan lugar a sistemas monoespecíficos y monovarietales, con efectos negativos para los rendimientos por la multiplicación y difusión de patologías.
- ▶ El uso intensivo de inputs, sobre todo de base química como fertilizantes y fitosanitarios, inducido por algunos de los efectos mencionados, con rendimientos decrecientes y efectos agronómicos y ambientales negativos.
- ▶ La complejidad y estandarización de los sistemas, con un bajo nivel de especificación tecnológica, deficientemente adaptados a medios y ciclos naturales específicos, provocan la generalización de malas prácticas que contribuyen a amplificar los problemas destacados anteriormente.
- ▶ El carácter abierto del ciclo de materiales no sólo induce balances energéticos y de materiales negativos, sino que provoca un elevado volumen de residuos y un importante nivel de contaminación difusa que afectan drásticamente al medio y a los recursos naturales.
- ▶ Estas características productivas físicas se traducen en elevados requerimientos de capital fijo (infraestructuras de cultivo, de riego, etc.) y circulante (fertilizantes, fitosanitarios, agua, etc.) que, habida cuenta del incremento del diferencial entre precios pagados y percibidos por los productores, deteriora el margen, la rentabilidad y el balance económico.

- El sistema se ve asimismo presionado por factores comerciales como la concentración de la demanda en grandes organizaciones de distribución y las nuevas tendencias del consumo con efectos sobre el producto/mercado en términos de calidad y precio que determinan la competitividad de los mismos, e institucionales como las restricciones al uso de ciertas prácticas y medios de producción especialmente por la PAC.

Esto implica la aparición de situaciones en las que el modelo se torna insostenible, con graves efectos para las agriculturas españolas.

Frente a ello, la opción por una agricultura ambiental, social y económicamente sostenible requiere un enfoque global, sistémico e integrado basado en el conocimiento preciso de la dinámica de los ciclos naturales y procesos productivos implicados y orientada hacia la racionalización de los mismos y del uso de los recursos naturales. En definitiva, en la construcción de sistemas basados en la optimización científica de los ciclos biológicos a través de métodos de producción con el máximo de especificación posible. Esto supone cumplir las condiciones siguientes:

- Incremento de la eficiencia en el uso y, correlativamente, reducción del consumo de recursos naturales: tierra, agua, etc.
- Optimización del control del ciclo biológico, orientado a un aumento de la eficiencia y mejora del balance energético y de materiales.
- Mejora de la eficiencia en la aplicación de inputs de fuera del sector como fertilizantes, fitosanitarios, etc., reduciendo, eliminando, o sustituyendo aquellos que sean posibles.
- Reutilización de subproductos en el interior del sistema cerrando el ciclo de materiales a nivel local.
- De forma inducida, la mejora del balance económico por la doble vía del incremento de la eficiencia de los medios de producción y del ahorro en gastos de fuera del sector.
- Por último, mejorar el nivel de calidad biológica, sensorial, nutritiva, funcional, etc., de los productos adaptándolos a las nuevas demandas de un consumo cada vez más segmentado y exigente.

Sobre esta base conceptual, según los casos, se definen dos grandes vías estratégicas de desarrollo sostenible:

- Estrategias de Intensificación, por medio de las cuales se pretende alcanzar un máximo de intensidad tecnológica forzando y modificando determinados factores productivos para obtener los mayores rendimientos en productos con un alto nivel de calidad durante todo o la mayor parte del año. Se basan fundamentalmente en forzar al máximo el grado de artificialización del cultivo implantando métodos de control estricto del ciclo productivo por medio de la sustitución de las tecnologías predominantes de base química por tecnologías de base biológica (material vegetal,

control de plagas) y física (control del tipo climático) así como por el incremento de las capacidades propias de las empresas.

- Estrategias de Extensificación, basadas en el control y la optimización del ciclo reproductivo biológico, minimizando el uso de medios de producción externos al sector, especialmente los de base química, y, de forma general, extensificando el modo de uso del conjunto de los factores productivos. En este caso la tecnología aplicable es de carácter predominantemente inmaterial, basada en conocimientos precisos de los ciclos biológicos proyectándose en factores como la planificación de usos de la tierra por medio de estrategias de localización de cultivos, redefinición de sistemas de cultivo (polivarietalismo, métodos de laboreo, etc.) y sistemas de rotación y alternancia determinados, acompañados por la sustitución de tecnologías químicas por biológicas (lucha integrada contra plagas, por ejemplo), cierre del ciclo de materiales por medio del reciclaje y la reutilización de subproductos y la reducción del consumo de inputs de fuera del sector con efectos en la reducción de costes de producción.

A partir de este punto, progresar en esta línea constituye un reto fundamental para las modernas agriculturas, al que sólo será posible responder por medio del desarrollo de un potencial cada vez mayor del conocimiento de los ciclos reproductivos, procesos de producción y factores implicados en una perspectiva integrada y sistémica, de forma que se pueda contribuir a resolver los problemas y a superar los peligros inherentes al actual modelo de desarrollo agrario.

El estudio de las explotaciones registradas en el marco de la Comunidad Valenciana puede acercarnos a conocer las principales características tanto de las explotaciones como de los jefes de explotación y principales cultivos que predominan en la agricultura ecológica.

2 ► METODOLOGÍA

La información utilizada para la elaboración de la caracterización de las explotaciones de agricultura ecológica de la Comunidad Valenciana son los datos anonimizados utilizados para la elaboración del último censo agrario (1999) del Instituto Nacional de Estadística.

Los informes anonimizados es un registro codificado dividido en cuatro niveles de información. Las variables elegidas son las siguientes:

- Municipio
- Comunidad Autónoma
- Comarca

- Personalidad jurídica (Persona física, Sociedad mercantil, Entidad pública, Cooperativa de producción, Sociedad agraria de transformación, Otra.)
- Gestión de la explotación (El titular, Un miembro de la familia, otra persona)
- Agricultura ecológica
- Contabilidad
- Formación agrícola del jefe de explotación (Experiencia agrícola exclusivamente práctica, Formación universitaria agrícola, Formación profesional agrícola, Otra formación agrícola.)
- Número de parcelas de la explotación.
- Superficie total
- Superficie Agrícola Utilizada
- SAU según régimen de tenencia (dividiendo en seis categorías si la superficie en propiedad es desde menor de 10% a mayor del 90%):
- Unidades de trabajo- año totales
- Unidades de trabajo-año de asalariados (
- Unidades de trabajo-año de asalariados fijos
- Unidades de trabajo-año de asalariados eventuales
- Unidades de trabajo-año de mano de obra familiar
- Unidades de trabajo-año del titular
- Unidades de trabajo-año del jefe de explotación
- Unidades de trabajo-año del cónyuge
- Unidades de trabajo año de otros miembros de familia
- Unidades ganaderas totales
- Orientación técnico-económica (Agricultura general, Horticultura, Viticultura, Frutales, Cítricos, Frutales y cítricos combinados, Olivar, Leñosos diversos, Herbívoros, Granívoros, Policultivos, Ganadería mixta, Cultivos y ganadería.).
- Margen Bruto Total (miles de Ptas.)
- Distribución de la superficie según grupos de cultivos (Herbáceos, Frutales, Olivar, Viñedo Viveros, Superficie base de invernadero; distinguiendo en cada uno de ellos en la superficie en secano y regadío).
- Superficie total regada.
- Superficie regada por gravedad.

3 ► RESULTADOS

Número de explotaciones, superficie total y superficie agrícola útil

El número total de explotaciones de la Valenciana (C.V.) es de 185.523, y solo poseen cultivos ecológicos 1.469 explotaciones (0,8%). La superficie total de esas explotaciones es de 69.083 ha. y la superficie agraria útil de 11.610 ha.

Tabla 1. Explotaciones de la Comunidad Valenciana

	EXPLOTACIONES		ST (HA.)		SAU (HA.)	
	Total	A.E	Total	A.E	Total	A.E
Castellón	46.643	320	520.807	14.146	199.999	4.565
Valencia	128.567	855	789.729	42.723	359.442	2.634
Alicante	52.292	294	378.375	12.382	49.703	4.578
TOTAL	185.523	1.469	1.688.911	69.083	609.144	11.610

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

La provincia de Castellón tiene 320 explotaciones (21,78% de las explotaciones de A.E. de la Comunidad Valenciana) con una superficie total de 14.145,99 Has. (20,47% de la superficie total de A.E. de la comunidad autónoma) y una SAU de 4564,56 Has. (39,30% de la SAU. de A.E. de la C.V.). Las comarcas que poseen mayor superficie de explotaciones ecológicas son el Alto Millares y Els Ports.

Tabla 2. Superficie Total y SAU de las explotaciones de A.E por comarcas en la provincia de Castellón

CÓDIGO	NOMBRE COMARCA	ST (AE)	SAU (AE)
1	ELS PORTS	1624,05	1164,26
2	L'ALT MAESTRAT	496,74	404,43
3	EL BAIX MAESTRAT	905,25	191,15
4	L'ALCALATÉN	1141,25	146,74
5	LA PLANA ALTA	247,19	124,1
6	LA PLANA BAIXA	605,91	204,17
7	ALTO PALANCIA	301,8	243,97
8	ALTO MILLARES	8823,8	2085,74
	TOTAL CASTELLÓN	14145,99	4564,56

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

La provincia de Valencia tiene 855 explotaciones (58,2% de las explotaciones de A.E. de la Comunidad Valenciana) con una superficie total de 42.723,11 Has. (61,59% de la

superficie total de A.E. de la comunidad autónoma) y una SAU de 2.633,97 Has. (22,69% de la SAU. de A.E. de la C.V.). Las comarcas que mayor superficie tienen de agricultura ecológica son el Valle de Ayora y los Serranos.

Tabla 3. Superficie Total y SAU de las explotaciones de A.E por comarcas en la provincia de Valencia

CÓDIGO	NOMBRE COMARCA	ST (AE)	SAU (AE)
9	RINCÓN DE ADEMUZ	619,17	2,3
10	LOS SERRANOS	12253,57	49,66
11	EL CAMP DE TÚRIA	229,9	209,56
12	EL CAMP DE MORVEDRE	21,62	16,53
13	L'HORTA NORD	42,4	40,67
14	L'HORTA OEST	148,88	145,59
15	VALENCIA	16,35	16,25
16	L'HORTA SUD	122,1	115,46
17	LA PLANA DE UTIEL-REQUENA	1003,16	400,43
18	LA HOYA DE BUÑOL	10116,7	170,41
19	EL VALLE DE AYORA	12476,16	545,61
20	LA RIBERA ALTA	206,68	189,89
21	LA RIBERA BAIXA	27,78	26,56
22	LA CANAL DE NAVARRÉS	3329,96	335,24
23	LA COSTERA	276,54	199,98
24	LA VALL D'ALBAIDA	1545,68	840,41
25	LA SAFOR	118,09	80,02
	TOTAL VALENCIA	42554,74	3384,57

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

La provincia de Alicante tiene 294 explotaciones (20% de las explotaciones de A.E. de la Comunidad Valenciana) con una superficie total de 12.381,87 Has. (17,92% de la superficie total de A.E. de la Comunidad autónoma) y una SAU de 4.578,45 Has (39,43% de la SAU. de A.E. de la C.V.). Las comarcas con mayor superficie son el Vinalopó Mitra y el Alt Vinalopó.

Tabla 4. Superficie Total y SAU de las explotaciones de A.E por comarcas en la provincia de Alicante

CÓDIGO	NOMBRE COMARCA	ST (AE)	SAU (AE)
26	EL COMTAT	574,27	400,94
27	L'ALCOIÀ	2366,71	513,37
28	ALT VINALOPÓ/ALTO VINALOPÓ	3157,92	1541,61
29	VINALOPÓ MITJÀ/VINALOPÓ MEDIO	3673,43	1269,5
30	LA MARINA ALTA	1081,74	209,78
31	LA MARINA BAIXA	1142,1	422,5
32	L'ALACANTÍ	222,58	72,46
33	BAIX VINALOPÓ	16,6	15,61
34	BAIX SEGURA/VEGA BAJA	146,52	132,68
TOTAL ALICANTE		12381,87	4578,45

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

Características generales de las explotaciones de A.E. de la Comunidad Valenciana

- Tipificación de la personalidad jurídica

Tabla 5. Condición jurídica de las explotaciones de A.E. de la Comunidad Valenciana

	CASTELLÓN		VALENCIA		ALICANTE	
	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%
Persona física	303	94,69	798	93,33	267	90,82
Sociedad mercantil	2	0,63	19	2,22	7	2,38
Entidad pública	4	1,25	8	0,94	4	1,36
Cooperativa	2	0,63	6	0,70	4	1,36
SAT	1	0,31	8	0,94	4	1,36
Otra	8	2,50	16	1,87	8	2,72
TOTAL	320	100,00	855	100,00	294	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

La condición mayoritaria de las explotaciones de la Comunidad Valenciana se manifiesta en la persona física, representando más del 90% de las explotaciones, característica que cumplen las explotaciones de agricultura ecológica.

- **Tipificación de la gestión de la explotación**

La gestión de las explotaciones de A.E. generalmente la lleva a cabo el titular de la explotación (80-90% de las explotaciones).

Tabla 6. Número de explotaciones de A.E. según la personalidad que lleva la gestión

	CASTELLÓN		VALENCIA		ALICANTE	
	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%
Pers. jurídica: Persona física						
El titular	293	91,56	734	85,85	233	79,25
Un miembro de la familia	10	3,13	59	6,90	33	11,22
otra persona	0	0,00	5	0,58	1	0,34
Pers. jurídica: otra						
	17	5,31	57	6,67	27	9,18
TOTAL	320	100,00	855	100,00	294	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

- **Tipificación de contabilidad de las explotaciones**

Tabla 7. Número de explotaciones de A.E. que llevan o no contabilidad

	CASTELLÓN		VALENCIA		ALICANTE	
	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%
Lleva la contabilidad	43	13,44	123	14,39	51	17,35
No lleva contabilidad	277	86,56	732	85,61	243	82,65
TOTAL	320	100,00	855	100,00	294	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

La contabilidad de las explotaciones de A.E. es poco frecuente, más del 80% de las explotaciones no llevan a cabo la contabilidad de la explotación.

- **Tipificación de formación del jefe de explotación**

La formación adquirida por el jefe de explotación en A.E. generalmente es práctica. La provincia con un mayor porcentaje de explotaciones con Jefe de explotación con formación universitaria es Alicante y el menor porcentaje se registra en Castellón, en cambio es esta provincia donde en más explotaciones el jefe de explotación adquiere una formación en cursos especializados.

Tabla 8. Número de explotaciones de A.E. según la formación del jefe de explotación

	CASTELLÓN		VALENCIA		ALICANTE	
	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%
Experiencia práctica	263	82,19	721	84,33	238	80,95
Universitaria agrícola	3	0,94	23	2,69	10	3,40
Profesional agrícola	9	2,81	29	3,39	10	3,40
Otra formación agrícola	45	14,06	82	9,59	36	12,24
TOTAL	320	100,00	855	100,00	294	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

- **Tipificación del régimen de tenencia**

Las explotaciones de la Comunidad Valenciana mayoritariamente están en propiedad (más del 90% en todas las provincias). Las explotaciones en régimen de arrendamiento son mayoritarias en la provincia de Valencia, alcanzando el 4,3% del total.

Tabla 9. Número de explotaciones de la C.V. según SAU en régimen de tenencia

	CASTELLÓN		VALENCIA		ALICANTE	
	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%
Propiedad	42.840	95,44	120.789	94,19	48.616	94,68
Arrendamiento	1.365	3,04	5.518	4,30	1.910	3,72
Aparecería	187	0,42	678	0,53	216	0,42
Otros	497	1,11	1.252	0,98	608	1,18
TOTAL	44.889	100,00	128.237	100,00	51.350	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

Más del 80% de las explotaciones de A.E. superan el 90% de la SAU en propiedad, siendo la provincia de Castellón la que presenta un mayor porcentaje (87,25% de las explotaciones de A.E.), y la provincia de Valencia la que presenta un menor porcentaje (82,81% de las explotaciones de A.E.)

Tabla 10. Explotaciones de A.E. según el porcentaje de superficie (SAU) en propiedad

% SUPERFICIE EN PROPIEDAD	CASTELLÓN		VALENCIA		ALICANTE	
	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%
< 10%	8	4,44	38	2,50	18	6,12
≥ 10% a < 25%	1	0,35	3	0,31	5	1,70
≥ 25% a < 50%	1	1,17	10	0,31	3	1,02
≥ 50% a < 75%	2	1,17	10	0,63	2	0,68
≥ 75% a < 90%	4	0,94	8	1,25	1	0,34
≥ 90%	265	87,25	746	82,81	253	86,05
Si no hay superficie	39	4,68	40	12,19	12	4,08
TOTAL	320	100,00	855	100,00	294	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

- Tipificación según las unidades de trabajo/año en la explotación

Tabla 11. Número de UTAs de asalariados y familiares en las explotaciones de A.E. de la C.V.

	CASTELLÓN		VALENCIA		ALICANTE	
	Nº UTAs	%	Nº UTAs	%	Nº UTAs	%
Asalariados	43,20	32,94	192,72	47,61	109,09	50,35
Familiares	87,94	67,06	212,07	52,39	107,58	49,65
TOTALES	131,14	100,00	404,79	100,00	216,68	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

El trabajo en las explotaciones de la C. Valenciana lo llevan a cabo mayoritariamente los miembros de la unidad familiar propietaria de las explotaciones (65-75% de las unidades de

trabajo-año). En la provincia de Castellón el trabajo familiar alcanza el porcentaje más elevado y en Alicante el menor. En las explotaciones de A.E de la Comunidad Valenciana el reparto del trabajo no es tan familiar como en las explotaciones con agricultura convencional. En la provincia de Alicante es alrededor de 50% de trabajo asalariado y el resto familiar. Tanto en Valencia como en Castellón en las explotaciones de A.E. el trabajo asalariado es mayor que en agricultura convencional.

Características generales del Titular de las explotaciones de A.E. de la Comunidad Valenciana

Alrededor del 70% de las explotaciones de A.E. en la C.V. el titular es un hombre, en un 20-24% es una mujer y solo de un 5-10% es una persona no física. La edad del titular es alrededor de los 50 años, similar a la del jefe de las explotaciones de A.E. Podemos decir que el titular de las explotaciones de A.E. en la C.V. es un hombre de unos 47-50 años.

Tabla 12. Sexo y edad del titular de las explotaciones de A.E en la C.V.

	SEXO			EDAD	
	Persona no física	Hombre	Mujer	Titular	Jefe explotación
Castellón	5,31	70,63	24,06	49,29	49,48
Valencia	6,67	73,92	19,42	48,64	49,70
Alicante	9,18	69,39	21,43	47,07	47,41

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

En el 42-49% de las explotaciones de A.E. de la C.V., el titular se dedica a la agricultura exclusivamente. En el 40% restante tiene otra actividad lucrativa principal, dedicándose a la agricultura como actividad secundaria.

Tabla 13. Actividad lucrativa del titular de las explotaciones de A.E. en la C.V.

	ACTIVIDAD LUCRATIVA			
	Principal	Secundaria	No otra actividad	Persona no. física
Castellón	43,26	3,63	48,59	5,31
Valencia	47,66	2,82	42,04	6,67
Alicante	41,16	3,06	46,60	9,18

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

El titular dedica menos del 25% del tiempo a la explotación (entre el 54 y 70% de las explotaciones de A.E. de la C.V.)

Tabla 14. Tiempo de dedicación del titular de las explotaciones de A.E. en la C.V.

	TIEMPO EN LA EXPLOTACIÓN					
	0%	>0 a < 25%	>25 a < 50%	>50 a < 75%	>75 a < 100%	100%
Castellón	6,56	67,02	7,60	3,75	2,92	8,13
Valencia	12,63	70,63	7,19	2,57	3,75	7,25
Alicante	14,63	54,42	13,61	4,76	4,08	8,50

Características generales de los cultivos de las explotaciones de A.E. de la Comunidad Valenciana

Los principales cultivos de la Comunidad Valenciana son los frutales de regadío con un total de 208.189 Ha., principalmente por la superficie de frutales de regadío de Valencia (116.772 Has.).

Tabla 15. Distribución la Superficie total de agricultura ecológica de la C.V. en los principales cultivos

	HERBÁCEOS		FRUTALES		OLIVAR	
	Sec.	Reg.	Sec.	Reg.	Sec.	Reg.
C.V.	1513,25	1108,7	1489,76	2289,31	1010,11	167,13
Castellón	154,03	18,38	185,11	344,62	183,31	22,53
Valencia	504,49	322,95	621,43	924,29	617,71	61,71
Alicante	854,73	767,37	683,22	1020,40	209,09	82,89
	VIÑEDO		VIVEROS		INVERNADEROS	
	Sec.	Reg.	Sec.	Reg.		
C.V.	434,09	356,74	212,79	34,03	6,53	
Castellón	2,12	0	63,22	0,03	0,38	
Valencia	256,34	89,41	127,12	25,96	3,87	
Alicante	175,63	267,33	22,45	8,04	2,28	

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

El segundo cultivo, en orden de importancia por su superficie, es el olivar en secano (89.673 Has.) y el tercero los herbáceos en secano (70.522 Has.). Los principales cultivos de A.E. de la Comunidad Valenciana son, al igual que en agricultura convencional, los frutales de regadío con un total de 2.289,31 Ha., aunque es Alicante la provincia que más frutales en regadío cultiva (1.02,4 Has.). El segundo cultivo, en orden de importancia por su superficie, son los herbáceos de secano (1.513,25 Has.) y el tercero los frutales en secano (1.489,76 Has.). La siguiente tabla indica que en las provincias de Valencia y Alicante los cítricos son la orientación técnico-económica mayoritaria (alrededor del 30% de las explotaciones de A.E.).

Tabla 16. Clasificación de las explotaciones de A.E. de la C.V. según las Orientaciones Técnico-Económicas

ORIENTACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA	CASTELLÓN		VALENCIA		ALICANTE	
	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%	Nº Explot.	%
Sin clasificar	40	12,50	40	4,68	13	4,42
Agricultura general	3	0,94	50	5,85	16	5,44
Horticultura	13	4,06	34	3,98	10	3,40
Viticultura	0	0,00	21	2,46	26	8,84
Frutales	48	15,00	58	6,78	51	17,35
Cítricos	95	29,69	289	33,80	52	17,69
Frutales y cítricos combinados	2	0,63	16	1,87	7	2,38
Olivar	27	8,44	166	19,42	41	13,95
Leñosos diversos	48	15,00	116	13,57	57	19,39
Herbívoros	19	5,94	7	0,82	4	1,36
Granívoros	5	1,56	16	1,87	2	0,68
Policultivos	10	3,13	30	3,51	10	3,40
Ganadería mixta	3	0,94	0	0,00	0	0,00
Cultivos y ganadería	7	2,19	12	1,40	5	1,70
TOTAL	320	100,00	855	100,00	294	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

El porcentaje de superficie regada por gravedad en la C.V. es menor en las explotaciones de A.E. que en agricultura convencional.

Tabla 17. Comparación de la superficie regada en agricultura convencional y ecológica

	SUP. REGADA		SUPERFICIE REGADA POR GRAVEDAD			
	Total	A.E.	Total	A.E.	Total (%)	A.E. (%)
C.V.	368.019	3955,97	222.325	1398,53	60,41	35,35
Castellón	48.449	385,56	27.568	150,17	56,90	38,95
Valencia	150.663	1424,32	101.859	684,99	67,61	48,09
Alicante	168.907	2146,09	92.898	563,37	55,00	26,25

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

La provincia de Castellón es la que mayor número de unidades ganadera presenta tanto en agricultura ecológica como en convencional de toda la Comunidad Valenciana.

Tabla 18. Comparación de las Unidades Ganaderas Totales (UGT)

	UGT	
	Total	A.E.
Castellón	238.886	2.655,81
Valencia	152.579	1.137,46
Alicante	36.572	964,48

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

El margen bruto total de las explotaciones de A.E. de la C.V. se aprecia en la siguiente tabla, siendo la provincia de Valencia la que mayor rendimiento alcanza.

Tabla 19. Margen Bruto Total (en Miles de Ptas.) de las explotaciones de A.E. de la C.V.

	MBT MILES DE Ptas.
Castellón	416.935.955
Valencia	1.237.436.827
Alicante	795.819.663

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

El tamaño medio de las explotaciones de A.E. de la C.V. es mayor en Castellón, con una media de 7,97 Has. por parcela.

Tabla 20. Tamaño medio de las parcelas (en Has.) de las explotaciones de A.E. en la C.V.

TAMAÑO MEDIO PARCELAS (ha)	
Castellón	7,97
Valencia	5,11
Alicante	5,81

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos anonimizados del censo agrario de 1999

4 ► CONCLUSIONES

El mayor número de explotaciones de A.E. de la Comunidad Valenciana (CV) están en la provincia de Valencia (58,2%), pero son explotaciones pequeñas dado que tan sólo representan el 22,7% de la SAU de AE de la CV. En cambio el número de explotaciones de Alicante representan el 20% del total de explotaciones de AE en la CV, pero un 39,4% de la SAU de AE en la CV.

En las tres provincias la mayor parte de las explotaciones de AE se localizan en comarcas de secano en las que predominan cultivos como el olivar, el almendro, el algarrobo y los cereales de grano.

Las principales características de las explotaciones de AE de la CV se pueden resumir de la forma siguiente:

- La condición jurídica mayoritaria (más del 90% de las explotaciones) es la persona física.
- La gestión de la explotación la lleva el titular de la explotación (el porcentaje más elevado de explotaciones es el Castellón -más del 91%-y el menor el Alicante -el 79%-).
- En más del 82% de las explotaciones no se lleva la contabilidad.
- La formación del jefe de la explotación es experiencia práctica en más del 81% de las explotaciones.
- El principal régimen de tenencia de las explotaciones es la propiedad (alrededor de 95% en las tres provincias).
- El trabajo de la explotación lo realiza la familia (la provincia con mayores porcentajes de trabajo familiar es Castellón, con un 67% del total de trabajo que se realiza en la explotación, y los menores porcentajes en Alicante, con un 49%).

Las principales características de los titulares de las explotaciones de AE de la CV se pueden resumir en los siguientes aspectos:

- Son varones entre el 70-74% de los titulares.
- Tiene una edad comprendida entre los 47-50 años.
- La explotación es su actividad principal en el 43-47% de los casos y, entre el 42-48,6% no tienen otra actividad lucrativa.
- Entre el 54-70% dedican menos del 25% de tiempo a la explotación.

Los principales cultivos de las explotaciones de AE de la CV son los siguientes:

- Los principales cultivos de AE en la CV son los frutales de regadío (la mayor superficie está en Alicante con 1020,4 Ha.), los cultivos herbáceos de secano (la mayor superficie está también en Alicante con 854,7 Ha.) y los frutales de secano (la mayor superficie está en Alicante con 683,22 Ha.)
- La principal orientación técnico-económica son los cítricos.
- Los porcentajes de superficie regada en AE son inferiores que en AC : en AE no llega al 50% de la superficie en regadío en ninguna de las provincia de la CV y en AC siempre supera el 55%.
- Las explotaciones ganaderas de AE se concentran en la provincia de Castellón.
- El tamaño de la parcelas de las explotaciones de AE es de unas 5-8 Ha. Siendo mayores en Castellón.
- El mayor volumen de Margen Bruto Total se concentra en la provincia de Valencia.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **CASTILLO, G. T. 1992**
"Sustainable Agriculture; In conc an in Deed". Agriculture Administration. Network paper nº 3. London.
- **COLMENARES, R.; PÉREZ, J. Y MOLINA, A., 1994**
"La agricultura ecológica". El campo nº 131. Agricultura y Medio Ambiente. BBV. Madrid.
- **GARCÍA ÁLBAREZ - COQUE, J. M. 1993**
"La situación del mercado internacional de productos mediterráneos: el caso de los productos hortofrutícolas. A.A.V.V.; Agriculturas y Políticas Agrarias en el sur de Europa". MAPA. Madrid.
- **GARRIDO, A. 1995**
"Enfoques alternativos de economía ambiental y su significado en pos de una agricultura sostenible". Cadenas, A. (ed.); Agricultura y Desarrollo Sostenible. MAPA. Madrid. INE. Censo Agrario de 1999
- **JIMÉNEZ DÍAZ, R. M. Y DE ESPINOSA, J., COORDS. 1998**
"Agricultura sostenible". Mundi-Prensa. Madrid.
- **JIMÉNEZ DÍAZ, R. M. 1998**
"Concepto de sostenibilidad en Agricultura". Jiménez Díaz y Lamo de Espinosa (coord.)

- **LAMO DE ESPINOSA, J. 1998**

“La economía de las sostenibilidad agraria”. Jiménez Díaz y Lamo de Espinosa (coords.)

- **LÓPEZ BELLIDO, L. 1998**

“Agricultura y Medio Ambiente”. Jiménez Díaz y Lamo de Espinosa (coords.).

FORMACIÓN, PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

Cinco años de experiencias en el País Vasco

1

CALVILLO, JESÚS⁽¹⁾ Y MÉNDEZ, INÉS⁽²⁾

⁽¹⁾ Mendikoi Fraisoro, S. A. Elbarrena, s/n. 20159 Zizurkil (Gipuzkoa)
E-mail: jcalvillo@mendikoi.net

⁽²⁾ Ekonekazaritza. Urteaga, 23. 20570 Bergara (Gipuzkoa)
E-mail: ekn@euskalnet.net

RESUMEN

En 2000 se llevó a cabo el primer Curso Intensivo de Agricultura Ecológica en Mendikoi Fraisoro, de la mano de Ekonekazaritza y con la ayuda económica del Fondo Social Europeo. Este curso marcó un antes y un después en las actividades desarrolladas en el País Vasco en torno al sector. En los años sucesivos y hasta el presente, han sido otros cuatro los celebrados, dando formación a 68 personas más. Este curso, emblemático, pero uno más de entre todos los organizados durante estos años, no ha sido más que el resultado del trabajo de dinamización y formación desarrollado por las asociaciones, la propia Federación y Mendikoi. Su realización ha facilitado también la difusión de la agricultura ecológica y ha supuesto el desarrollo de diversos programas de apoyo a la instalación de nuevos agricultores, no sólo ecológicos, así como la dinamización a través de otras actividades encaminadas a estabilizar y profesionalizar los ya existentes.

En este trabajo se enumeran los diversos trabajos realizados, se resumen las características de las acciones llevadas a cabo, se incluyen algunas estadísticas sobre las mismas, como indicadores de posibles resultados, y se proponen algunas ideas que han surgido después de la actividad desarrollada.

Modestamente, creemos que nuestra experiencia, sin ser más que un ejemplo válido en la coyuntura actual del País Vasco, puede servir para mostrar que el apoyo a la agricultura ecológica es fundamental para el mantenimiento y el desarrollo del sector primario y del mundo rural en general.

1 ► ANTECEDENTES

Mendikoi es una empresa pública dependiente del Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, creada con el fin de encargarse de la promoción, formación y desarrollo en los ámbitos agrario y rural. Cuenta con alrededor de 100 trabajadores, repartidos en cuatro centros de trabajo, uno en Maeztu (Álava), dedicado desde sus inicios a la promoción y desarrollo rural, y los otros tres, inicialmente escuelas de formación profesional y capacitación agraria, en Arkaute (Álava), Derio (Bizkaia) y Fraisoro (Gipuzkoa). Si hablamos de formación reglada, se realizan en ellas un gran número de acciones formativas dirigidas a los interesados en temas concernientes al mundo rural y agrario. También trabajan en la promoción y el desarrollo rural.

Ekonekazaritza es la Federación de Agricultura Ecológica de Euskadi, creada en 1996 como interlocutora válida del sector frente al Gobierno Vasco por las asociaciones de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV). En el reparto de funciones entre las Asociaciones y la Federación, esta última dedica sus esfuerzos a la dinamización del sector a través de la experimentación y la organización de eventos, entre los cuales merece resaltar las acciones de formación y promoción desarrolladas en colaboración con Mendikoi. Tanto Mendikoi como Ekonekazaritza son organizaciones que tienen como ámbito de actuación oficial la CAPV, aunque su efecto se proyecta más allá de estas fronteras. Lo que se expone a continuación es fruto de la intensa colaboración entre las dos organizaciones.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El proceso que se presenta en este trabajo tiene como base la realización de diversas acciones formativas organizadas en los últimos años por Mendikoi y Ekonekazaritza en relación a la Agricultura Ecológica (AE).

Entre Ekonekazaritza y Mendikoi ha habido siempre una relación fructífera, basada no en lazos orgánicos, sino en la relación personal y en la confianza en personas determinadas que trabajan en ambas organizaciones con el objetivo común de apoyar y favorecer el desarrollo de la AE en el País Vasco.

Mendikoi se ocupa de la mayor parte de la realización material de las acciones formativas que se exponen a continuación, y su financiación proviene casi íntegramente de las ayudas concedidas por el Fondo Social Europeo (FSE). Parte de estas actividades están dirigidas a la formación y desarrollo de la AE, siendo Mendikoi un instrumento válido para el sector.

Ekonekazaritza, por su parte, propone, dirige y dinamiza las acciones formativas relacionadas con la AE que se hacen desde Mendikoi, teniendo siempre en cuenta las necesidades que el sector pueda manifestar y las aportaciones que sus asociaciones federadas puedan realizar.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las acciones formativas organizadas desde Mendikoi comprenden, además de los cursos clásicos, otro tipo de actividades que tienen también como resultado la promoción y el desarrollo de la agricultura y el mundo rural. Se trata en concreto de actividades de apoyo a proyectos (monitorización), organización de charlas, jornadas y minicursos, implantación de AE en las escuelas agrarias, apoyo a la experimentación y formación de grupos de trabajo.

Cursos

En el año 2000, Mendikoi, en colaboración con Ekonekazaritza, organizó en la Escuela Agraria de Mendikoi Fraisoro el primer **Curso Intensivo de AE**. Desde entonces se ha realizado anualmente uno de estos cursos. Los objetivos del curso intensivo son preparar tanto a los trabajadores del campo que tengan intención de iniciarse en la AE, como a los productores ecológicos nuevos en este sistema, y facilitar la creación del proyecto profesional para iniciar la actividad en la agricultura. El curso tiene una duración de 316 horas lectivas, 15 días de prácticas y un viaje de fin de curso en el que se aprovecha para conocer la realidad del sector de la AE en otra región de España.

Este curso intensivo siguió el modelo implantado por primera vez en el Estado español por la Escuela de Pastores de Aránzazu.

AÑO	ASISTENTES					INSTALADOS	INSCRITOS
	Total	Sexo	<25 años	25-45 años	>45 años		
2000	19	H	-	8	2	12	5
		M	1	7	1		
2001	16	H	1	6	1	6	3
		M	-	6	1		
2002	11	H	3	4	1	8	3
		M	1	2	-		
2003	9	H	2	1	2	7	4
		M	2	2	-		
2004	13	H	1	6	2	3	2*
		M	-	3	1		

* Están en proceso de inscripción

El término de **curso intensivo** fue acuñado por Mendikoi para designar con carácter general los cursos de alta dedicación (más de 200 horas) dirigidos a futuros profesionales del sector. Básicamente son cursos de formación continua (no reglada) que exigen una gran dedicación por parte del alumno, ya que se busca que a su finalización éste haya realizado un proyecto de implantación y lo ponga en marcha. Además del curso intensivo de AE, Mendikoi ha realizado hasta la fecha otros cursos intensivos, como el de vacuno de leche, agroturismo, cultivos intensivos hortícolas, cultivo hidropónico.

Monitorización

Como complemento a estos cursos, Mendikoi ofrece lo que denominamos servicio de monitorización. Se trata de un acompañamiento al ex-alumno en su fase de puesta en marcha del proyecto de instalación (a veces de conversión). Se ofrece a alumnos de la formación reglada y a cualquier interesado en general, aunque en la práctica se acogen a este servicio únicamente los ex-alumnos de cursos intensivos.

En AE se ha realizado monitorización con seis alumnos, de los cuales tres están implantados (horticultura, vino y elaboración), uno fracasó (horticultura) y otros dos están en proceso de instalación (ambos horticultura). Hay en puertas otros dos (elaboración y ovino con transformación).

Charlas, jornadas y minicursos

En ocasiones, aprovechando la infraestructura creada para la realización de los cursos intensivos, se abre convocatoria al público para que pueda asistir a módulos o partes de los mismos. Comprenden generalmente temas que suscitan especial interés o atención, como ha sido el caso de las cristalizaciones sensibles o la agricultura biodinámica. Estas convocatorias se organizan en forma de charla, jornada o minicurso, y permiten que el esfuerzo y los costes que supone la organización de un módulo en cuestión del curso repercutan en número mayor de interesados. También se ha llegado a desdoblar el grupo de alumnos cuando en sí era excesivo, dando lugar a un curso paralelo (“Cristalizaciones” en 2003). Con esto se consigue que, prácticamente con el mismo esfuerzo y con los mismos costes de desplazamientos y alojamiento de profesorado, se lleven a cabo dos acciones formativas simultáneas.

AE en las escuelas agrarias

La realización del primer curso intensivo de AE en Mendikoi Fraisoro hizo que en la escuela se plantearan por primera vez en serio la realización de AE en la propia finca. Dada las características de ésta y del perfil de alumnado, inicialmente se optó por reconvertir sólo

una parte de la finca. Y en el 2004 se decidió la conversión de la totalidad de la misma. Sin embargo, el interés por esta nueva vía parece ser limitado, y además, varios factores actúan en conjunto en contra de esta iniciativa: existe un reparto de trabajo diferente entre los trabajadores de la escuela, lo que pone en evidencia que el interés personal es el principal motor de la misma; no se ha seguido el proceso de incluir la parcela en el registro de la AE; el curso intensivo de AE de 2004 se ha desplazado por primera vez a Mendikoi Derio, repercutiendo en la gestión ecológica de la finca; y por último, la horticultura parece tener los días contados en Fraisoro ya que no está reflejada en el programa de la Formación Reglada. Por todo esto, el esfuerzo material para el mantenimiento de la AE en la escuela se está volviendo excesivo.

En Mendikoi Arkaute el fenómeno, aunque no está ligado a un curso intensivo, es similar en el sentido de que ha sido el interés personal de algunos profesores lo que ha hecho que parte de la finca haya sido utilizada para producir patata y maíz ecológicos. A diferencia de Fraisoro, estas parcelas están en proceso de inscripción en el registro de la AE y próximamente se realizará un curso intensivo de extensivos en la misma, por lo que al menos las expectativas son más optimistas..

La introducción de la AE en la Formación Reglada se ha venido dando progresivamente hasta el año 2003 y también ha sido gracias a la motivación y al esfuerzo personal de algunos trabajadores. El responsable de la AE en la escuela incluye ésta entre sus asignaturas en la medida en que la flexibilidad del currículo se lo permite. Así, en Mendikoi Arkaute un trimestre del módulo de cultivos extensivos se dedica a la AE, y en Mendikoi Fraisoro se habla de métodos de control fitosanitario de la AE en el módulo correspondiente. Sin embargo, en 2003-04 se implanta por primera vez un sub-módulo denominado “producciones alternativas” en el ciclo formativo medio de ganadería de Mendikoi Fraisoro, del cual la mitad del temario trata de ganadería ecológica.

En la medida que la AE se haga más presente en la sociedad, estas iniciativas cogerán mayor envergadura; además, el alumnado demanda cada vez más explícita y abiertamente que se incluyan estos temas en los programas. Otra cosa es que cuando se convierten en tema de estudio de cara a una evaluación, el interés o el rechazo que despiertan son equivalentes a los del resto de los módulos.

Charlas para ayudas agroambientales

Las charlas obligatorias para recibir ayudas agroambientales se han impartido a los agricultores ecológicos bajo parámetros diferentes a los habituales en el sector. Se llegó a un acuerdo oficial entre Mendikoi y Ekonekazaritza para que fueran impartidos sobre temas de interés previamente solicitados por la Federación, de modo que estas charlas han servido también como un componente fuerte de formación, e incluso han podido ser punto de encuentro y escenario de debates y discusiones muy enriquecedoras para el sector ecológico.

Experimentación

La experimentación aún requiere de mayor esfuerzo e implicación en el contexto de colaboración que estamos describiendo. Se han realizado algunos ensayos en las escuelas, en terrenos cedidos por Mendikoi, y siempre dirigidos y controlados por técnicos de Ekonekazaritza. Sin embargo, no ha sido posible lograr de Mendikoi la implicación material que la experimentación requiere. Hasta la fecha la razón principal es que queda fuera del ámbito de actuación habitual de la organización.

Grupos de trabajo

Lo que sí que se ha podido canalizar a través de Mendikoi son los grupos de trabajo técnico que se han creado en diversos temas. Se plantean como si fueran acciones formativas, pues coinciden en gran medida en forma y contenido, pero van más allá: sirven de punto de encuentro a los agricultores, ganaderos y elaboradores que coinciden en torno a un tema específico de interés común, y son guiados por un técnico traído ex profeso y que actúa a veces como profesor, otras como asesor, consultor o incluso agricultor. De esta manera se han podido trabajar y desarrollar temas específicos en horticultura, viticultura, fruticultura y ganadería, y desde este año también en extensivos. Las sesiones se reparten a lo largo del año, son en realidad bastante independientes, y se realizan cada vez en una finca diferente, con lo cual las reuniones que se organizan, además de servir para el asesoramiento, permite el conocimiento mutuo de los participantes y el intercambio de experiencias y vivencias. Los grupos de trabajo, al ser planteados como acciones formativas, también pueden ser financiadas por el FSE como si se tratara de cursos normales, con la ventaja de que contienen un efecto dinamizador aún más reforzado.

Para poder desarrollar todas estas acciones formativas, hemos partido de la realización de cursos, algunos de divulgación y otros más técnicos, cuyo objetivo eran temas de la AE.

Estos cursos han configurado la base de una amplia actuación a favor de la AE que continuamente está dando sus frutos. Estas acciones han creado un escenario en el que hay esperanza para la agricultura y para el medio rural, que responde a las necesidades de las personas y que satisface a quienes trabajan con este objetivo. No se puede pedir más, o sí?

4 ► CONCLUSIONES

La colaboración durante los últimos años entre Mendikoi y Ekonekazaritza está permitiendo la creación de un medio vivo y enriquecedor en el cual la AE puede crearse, crecer y desarrollarse. Un handicap de esta actuación puede ser la dependencia casi absoluta de los intereses y motivación personal de los implicados.

AÑO	TÍTULO DEL CURSO	DURACIÓN (HORAS)	Nº DE ASISTENTES
2000	- Agricultura homeodinámica	16	20
	- Producción vegetal ecológica	20	7
	- Hortofruticultura ecológica	25	20
	- Avicultura ecológica	20	21
	- Elaboración ecológica de pan	32	17
	- Agricultura biodinámica	20	10
	- Horticultura ecológica	25	9
	- Horticultura ecológica	25	15
2001	- Producción ecológica en ovino	25	10
	- Horticultura ecológica	25	13
	- Horticultura ecológica	25	11
	- Mejora vegetal ecológica	8	38
	- Ganadería ecológica	30	16
	- Introducción a la AE	24	15
	- Apicultura: tratamientos alternativos contra la varrosis	12	
2002	- Horticultura ecológica	20	22
	- Producción agraria ecológica	28	28
	- Fruticultura ecológica	20	39
	- Viticultura ecológica	10	10
	- Mejora vegetal ecológica	8	25
	- Producción de semillas ecológicas	15	27
	- Producción ecológica porcina	16	10
	- Apicultura: tratamientos alternativos contra la varroasis	20	10
2003	- Cristalizaciones sensibles	10	14
	- Viticultura ecológica	21	19
	- Horticultura ecológica	20	27
	- Fruticultura ecológica	20	25
	- Ganadería ecológica	32	8
	- Mejora vegetal ecológica	10	
2004	- Agricultura ecológica	20	25
	- Horticultura ecológica	24	20
	- Horticultura ecológica	24	22
	- Horticultura ecológica	24	7
	- Fruticultura ecológica	20	11
	- Fruticultura ecológica	24	11
	- Ganadería ecológica	28	10
	- Producción ecológica porcina	12	22
	- Conversión a la agricultura ecológica	36	9
	- Viticultura ecológica	24	9
	- Viticultura ecológica	16	
- Horticultura ecológica	20		
- Manejo de cultivos extensivos en agricultura ecológica	24		

Sin embargo, este hecho permite que se alcancen cotas en el trabajo de gran sensibilidad y eficacia, lo cual está dando lugar a que se dote al mundo rural de una herramienta preciosa para su desarrollo tanto medioambiental como social y humano. Podría decirse sin faltar a la realidad que la mayor parte de las nuevas incorporaciones en el sector agrario se están produciendo en el ecológico. Creemos que esto debería tenerse en cuenta a la hora de diseñar, planificar y desarrollar herramientas para la vitalización y desarrollo del mundo rural y de la sociedad en general.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos expresa nuestro agradecimiento a todos aquellos que han colaborado y participado tanto directa como indirectamente en la realización de las actividades aquí descritas.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- MEMORIAS DE LAS ACTIVIDADES DE MENDIKOI 2000-2005
- MEMORIAS DE LAS ACTIVIDADES DE EKONEKAZARITZA 2000-2005

PRODUCCIÓN ECOLÓGICA EN EUROPA Y ESPAÑA

Situación actual y reto de futuro

1

COLOM GORGUES, ANTONIO

Universidad de Lleida

RESUMEN

Con la presente comunicación se pretende aportar un conjunto de comentarios introductorios sobre el origen y las consabidas ventajas de la agricultura y ganadería ecológicas, en el marco europeo y español. Se presentan los méritos y beneficios inducidos por estas prácticas, que se sugieren como las mejores, entre otros para asegurar la protección de la biodiversidad y el máximo respeto medioambiental, el bienestar animal, se generan alimentos de calidad exquisita, y se asegura maximalmente su salubridad. Asimismo se muestra un resumen de datos estadísticos sobre la producción ecológica en Europa, España y Cataluña y se comenta el plan estratégico nacional español.

En los últimos diez años, y en concreto mucho más desde 1995 hasta el año actual, en España y en Cataluña se está observando un cambio cuantitativo y cualitativo hacia tipos de agriculturas alternativas, sobre todo en lo que respecta a la Agricultura Integrada y la Agricultura Ecológica. Nuestro país claramente desea subirse al tren tecnológico, en consonancia con la tendencia de los países más avanzados en impulsar las prácticas de dichas agriculturas alternativas. Con la Agricultura y ganadería ecológicas, primordialmente se obtiene una producción de alimentos más saludables, con procesos de producción más naturales, que excluyen el uso de productos químicos sintéticos y agresivos, que aprovechan los recursos naturales locales y renovables, con prácticas que estimulan y respetan la biodiversidad y fomentan la conservación del suelo y del paisaje, etc. Como se sabe, la Producción Ecológica se propugna como un sistema productivo sostenible, sobre la base de una agricultura alternativa que sustenta un concepto global: confía en valores tales como la salud, el respeto al medio ambiente, la autenticidad y el equilibrio, el bienestar y cuidado animal, la calidad de vida de la sociedad, prácticas culturales enmarcadas en la sostenibilidad, y otros aspectos saludables. En una palabra, es el Sistema de Producción más respetuoso con el Medio Ambiente y el Medio Humano y la Sociedad, aparte de suponer un potencial de mayor desarrollo rural y promoción de empleo.

1 ► INTRODUCCIÓN. EL NACIMIENTO Y LA DINÁMICA MOTIVADORA DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA. IDENTIDAD Y BENEFICIOS DE ACTIVIDAD ALTERNATIVA

En los últimos diez años, y en concreto desde 1995 hasta el año actual, en España y en Cataluña se está observando un cambio cuantitativo y cualitativo hacia tipos de agriculturas alternativas, sobre todo en lo que respecta a la **Agricultura Integrada** y la **Agricultura Ecológica**. Nuestro país claramente desea subirse al tren tecnológico, en consonancia con la tendencia de los países más avanzados en impulsar las prácticas de dichas agriculturas alternativas. Primordialmente se obtiene una producción de alimentos más saludables, con procesos de producción más naturales, que excluyen el uso de productos químicos sintéticos y agresivos, que aprovechan los recursos naturales locales y renovables, con prácticas que estimulan y respetan la biodiversidad y fomentan la conservación del suelo y del paisaje, etc.

Como se sabe, la **Producción Ecológica** se propugna como un sistema productivo sostenible, sobre la base de una agricultura alternativa que sustenta un concepto global: confía en valores tales como la salud, el respeto al medio ambiente, la autenticidad y el equilibrio, el bienestar y cuidado animal, la calidad de vida de la sociedad, prácticas culturales enmarcadas en la sostenibilidad, y otros aspectos saludables. En una palabra, es el Sistema de Producción más respetuoso con el Medio Ambiente y el Medio Humano y la Sociedad, aparte de suponer un potencial de mayor desarrollo rural y promoción de empleo.

Como es sabido también, los orígenes de la Agricultura Ecológica se incluyen dentro de los conceptos de las agriculturas alternativas, en especial de la agricultura biodinámica. A principios del siglo XX, en Alemania, en Suiza, y en el Reino Unido, se observaron los primeros movimientos de motivación y aceptación de la práctica de dicha agricultura biodinámica, que dio lugar a la agricultura orgánica, biológica o ecológica. Más tarde se tomó la acepción de Agricultura Ecológica en algunos países europeos, entre ellos España; en otros como Francia e Italia se denominó Biológica, mientras que en los países de la órbita anglosajona se prefirió denominarla Orgánica. Tres fueron las corrientes de pensamiento que se deben mencionar aquí como origen de las agriculturas alternativas que derivaron a la actual agricultura ecológica (contienen vinculaciones entre l'agricultura, la naturaleza y los equilibrios ecológicos):

► La agricultura biodinámica

Aparecida en Alemania bajo el impulso de Rudolf Steiner;

► La agricultura orgánica (Organic farming)

Nacida en Inglaterra a partir de las tesis desarrolladas por Sir Howard en su "Testamento Agrícola" (1940)

► La agricultura biológica

Desarrollada en Suiza por Hans Peter Rusch y H. Muller.

En todos los países, tal como comentan todos los expertos, el cultivo ecológico, biológico u orgánico nació gracias a dos movimientos paralelos que comenzaron en los años sesenta:

- ▶ Una serie de productores dispuestos a reaccionar contra el desarrollo creciente y desequilibrado de la agricultura convencional, que intensificaba sus procesos productivos, aplicaba una intensa mecanización, usando todos los tipos de aportes químicos (fertilizantes químicos de síntesis muy diversos, pesticidas o productos fitosanitarios, aceleradores de crecimiento, diversas hormonas, etc.) e industrializando los procesos productivos ganaderos.
- ▶ Grupos de consumidores que reaccionaron ante la oferta de productos agrarios que contenían cada vez más y más colorantes, productos profilácticos o conservantes, pesticidas, hormonas, edulcorantes sintéticos, mejorantes de sabor, etc., todo ello con proyección negativa en relación a su calidad y salubridad.

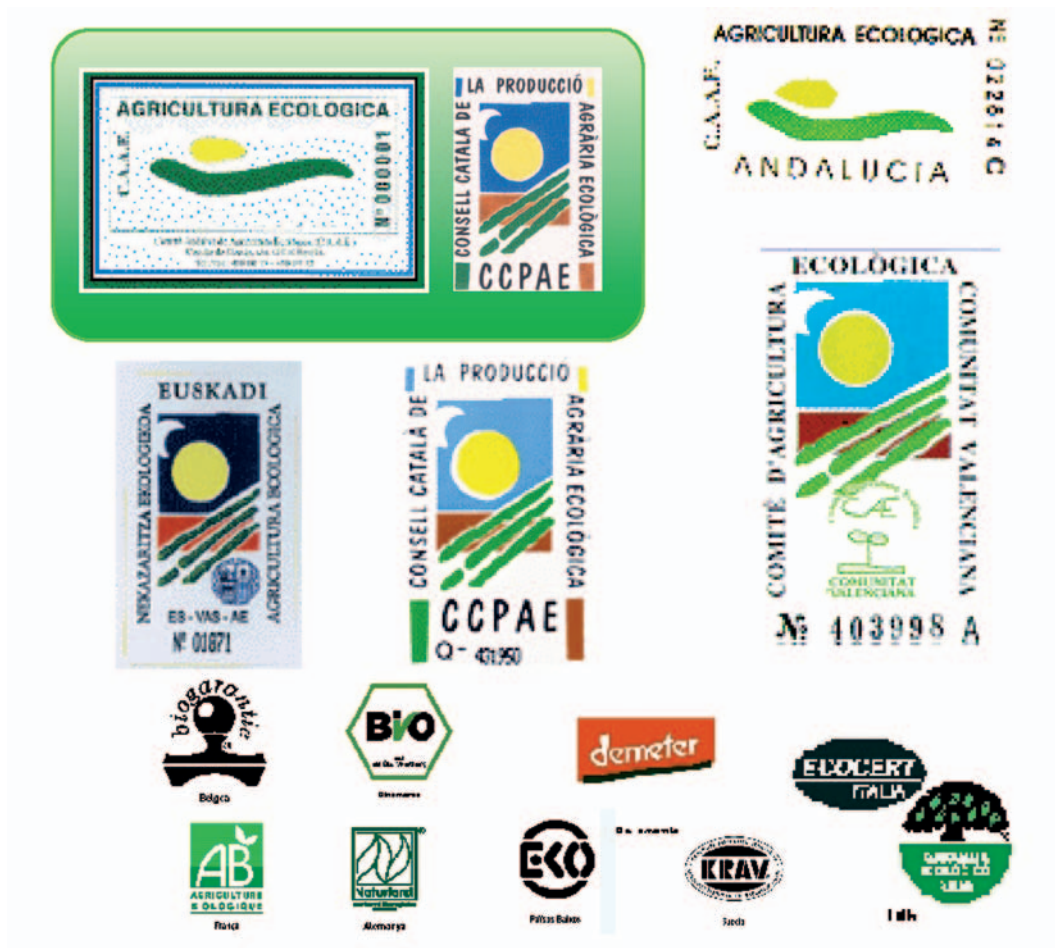
En el periodo de los años 80-90, la cadena agroalimentaria y la cadena de abastecimientos se reestructuran y concretan, mejoran las intervenciones sectoriales y las relaciones interprofesionales; asimismo mejoran los sistemas de comunicación, aparecen noticias en diversos medios, emergen foros de debate y van desarrollándose regulaciones públicas. Las especificaciones y logos privados son reemplazados por logos nacionales o regionales, oficialmente reconocidos por el Ministerio de Agricultura de cada uno de los países y por la regulación Europea. En España son las CC.AA. las que tomarán las riendas de la responsabilidad de la gestión.

Estudiando y analizando la situación en base a un cuerpo creciente de evidencia científica, se sugiere que los métodos orgánicos o ecológicos de producción tienen otros muchos méritos, como son:

- Se mejora la calidad de los alimentos en la manera o sentido de ser más salubres o saludables, y más seguros.
- Se promueve e incentiva una diversidad creciente biológica.
- Se mejora la estructura del suelo y el balance de microorganismos y componentes bióticos.
- Se reduce la pérdida y/o bloqueo de minerales del suelo, y se mejora su equilibrio y conservación.
- Se hace más uso de los recursos naturales, locales y renovables, y se promueve un desarrollo sostenible.
- Se mejora el paisaje y el medio ambiente, y se reduce el deterioro del clima.

Como ya se sabe, la mayor parte de la ayuda procede de la partida presupuestaria de la Unión Europea destinada a las medidas agroambientales en favor de los agricultores, cuya

actividad atenúa el impacto en el medio ambiente, y se plantea como mejores prácticas agrícolas y ganaderas, ya que llevan a unos sistemas productivos más respetuosos con el medio ambiente, se conserva y protege la biodiversidad, se mejoran las características del suelo, se suscribe y materializa el bienestar animal, los métodos productivos no son agresivos, se aprovechan mejor los recursos locales, se obtienen productos de gran calidad y se asegura la salubridad de los mismos. Los fondos destinados a los agricultores ecológicos representan el 8 % de todo el presupuesto agroambiental y se conceden ayudas de hasta 900 euros por hectárea para compensar las pérdidas económicas a corto plazo por el cambio a la agricultura o ganadería ecológica.



Logos identificadores de los productos ecológicos. Logo del CRAE, y de algunas Comunidades Autónomas españolas. Logos de empresas certificadoras de distintos países europeos.

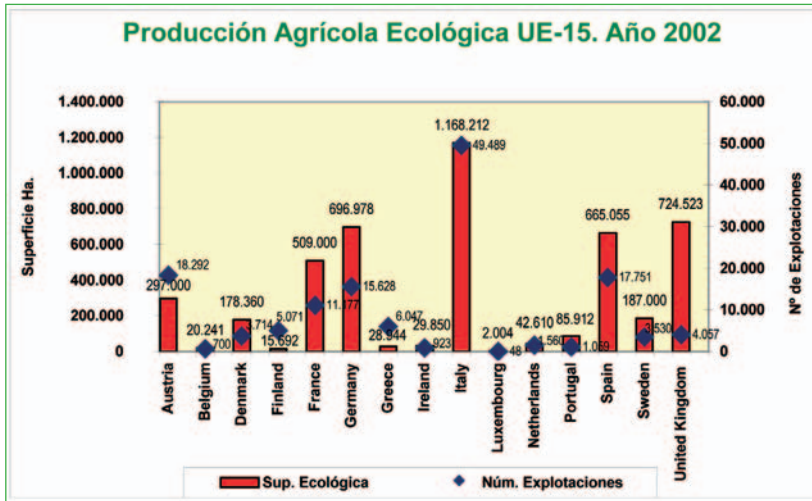
2 ► RESUMEN DE CIFRAS DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA EN EUROPA Y EN ESPAÑA

Transcribimos a continuación una serie de datos sobre la superficie ecológica de cultivo y el número de explotaciones ecológicas en el Mundo, Europa y España. Después se presentarán una serie de gráficos y tablas con datos para observar la evolución de la producción ecológica tanto en los países europeos como en España. En todo el Mundo, en el año 2001 había un total de 22,811 millones de ha de superficie de cultivo ecológico y un total de 398.804 explotaciones; en el año 2003 eran 24,1 millones de ha.

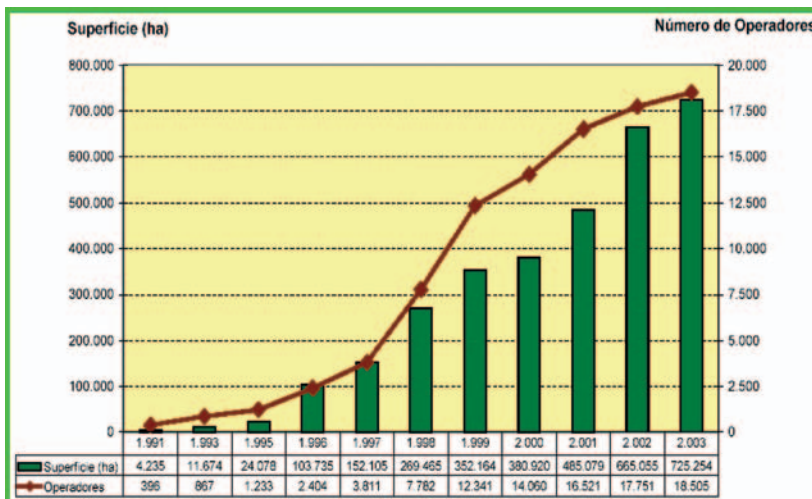
En Europa (Año 2001), la superficie ecológica fue de 4.442.875 ha y existían un total de 142.348 explotaciones; en el año 2003 existían en Europa 5,6 millones de ha. En España (Año 2001), las cifras eran de 485.079 ha de cultivo ecológico y un total de 15.607 explotaciones ecológicas. En el año 2002, en España la superficie total de cultivo ecológico fue de 665.055 ha, con un total de 16.521 productores ecológicos y 1.204 elaboradores o transformadores.

PAIS UE-15	FECHA DATOS	Ha SUPERF. ECOLÓGICA	% S./TOTAL*	NÚM. EXPL. ECOLÓGICAS	% S./TOTAL*
Austria	31.12.2002	297.000	11,60	18.292	9,20
Belgium	31.12.2002	20.241	1,45	700	1,23
Denmark	31.12.2002	178.360	6,65	3.714	5,88
Finland	31.12.2002	15.692	7,00	5.071	6,80
France	31.12.2002	509.000	1,70	11.177	1,55
Germany	31.12.2002	696.978	4,10	15.628	4,00
Greece	31.12.2002	28.944	0,86	6.047	0,69
Ireland	31.12.2002	29.850	0,70	923	0,70
Italy	31.12.2002	1.168.212	8,00	49.489	2,14
Luxembourg	31.12.2002	2.004	2,00	48	2,00
Netherlands	31.12.2002	42.610	2,19	1.560	1,70
Portugal	31.12.2002	85.912	2,20	1.059	0,25
Spain	31.12.2002	665.055	2,28	17.751	1,47
Sweden	31.12.2002	187.000	6,09	3.530	3,94
United Kingdom	31.12.2002	724.523	4,22	4.057	1,74
TOTAL UE-15	31.12.2002	4.651.381	3,51	139.046	1,99

Fuente: Organic Centre Wales, UK, 2003 ; * % sobre el total del país



La estimación del valor económico de la producción comercializada en el año 2002 es de 172,9 millones de Euros. En el 2003, España llegó a las 725.254 ha de superficie ecológica y 18.505 operadores ecológicos (de los cuales, 17.028 eran productores y 1.439 elaboradores), con un valor económico de producción comercializada de 235,65 millones de Euros.



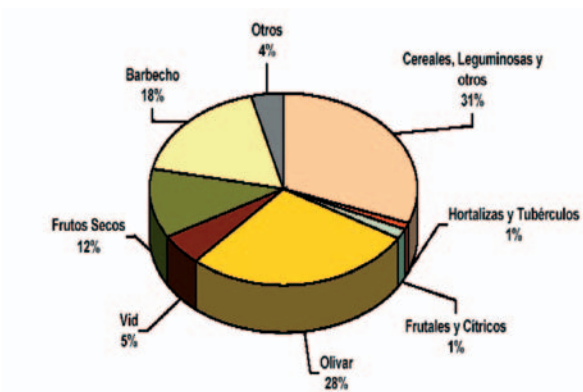
Evolución de la Producción Ecológica en España. Fuente: MAPA, 2004.

Con datos de finales del año 2002 y a nivel de la Unión Europea de los 15, España ocupa la cuarta plaza según superficie agraria dedicada a la producción ecológica. El 1^{er} lugar lo

ocupa Italia con 1.168.212 ha., en 2º lugar el Reino Unido con 724.523 ha., en 3º lugar Alemania con 696.978 ha., y en 4º lugar se encuentra posicionado España con 665.055 ha., en 5º lugar relativamente cercano a España se encuentra Francia con 509.000 ha.

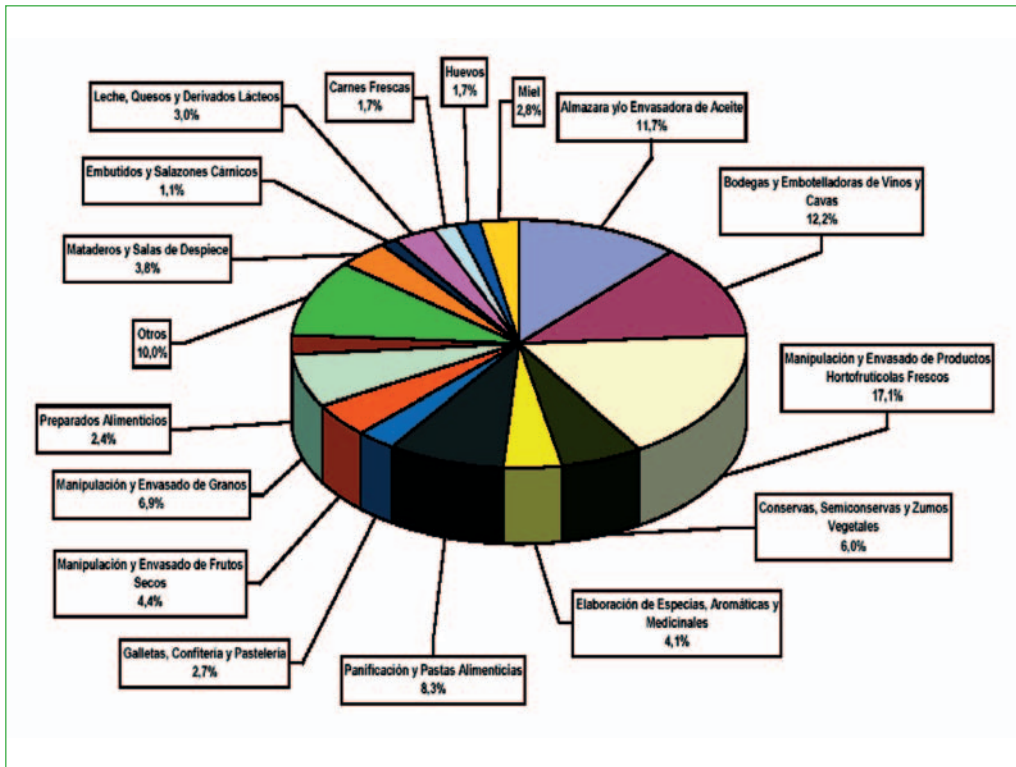
Comunidad Autónoma	Superficie Calificada en Agricultura Ecológica (a)	Superficie Calificada en Conversión (b)	Superficie Calificada en Primer Año de Prácticas (c)	SUPERFICIE TOTAL INSCRITA EN AGRICULTURA ECOLÓGICA (a+b+c)
ANDALUCÍA	79.906,07	145.991,99	57.322,03	283.219,79
ARAGÓN	42.507,39	19.653,19	12.003,22	74.163,80
ASTURIAS	2.071,26	93,90	-	2.165,16
BALEARES	6.069,75	1.143,35	4.097,43	12.109,53
CANARIAS	5.451,46	199,13	87,94	5.738,53
CANTABRIA	4.371,60	-	-	4.371,60
CASTILLA-LA MANCHA	14.769,40	22.650,29	10.279,31	47.699,00
CASTILLA Y LEÓN	9.703,89	669,18	3.391,93	13.764,00
CATALUÑA	21.924,00	12.267,00	22.609,93	56.800,93
EXTREMADURA	120.610,00	6.847,22	4.214,49	131.671,71
GALICIA	2.664,58	1.009,96	2.219,74	5.894,28
MADRID	4.105,02	483,56	423,83	5.012,41
MURCIA	13.017,33	4.607,88	907,23	18.532,44
NAVARRA	26.767,95	2.477,77	16,73	29.262,45
LA RIOJA	725,11	3.319,38	2.981,59	6.026,08
PAÍS VASCO	519,04	94,50	49,98	663,52
COMUNIDAD VALENCIANA	18.297,00	4.373,00	1.981,00	24.651,00
TOTAL NACIONAL	374.001,15	227.863,86	123.389,42	725.254,43

Superficies de Agricultura Ecológica por C.C.A.A. Año 2003. Fuente: MAPA, 2004.



SUPERFICIE TOTAL: 725.254,43 ha
 (*) El gráfico no incluye PASTOS ni BOSQUES: 398.884,52 ha

Distribución de Superficies de Agricultura Ecológica por productos. Año 2003. Explotaciones de Ganadería Ecológica. Año 2003. Distribución por tipo de ganado. Fuente: MAPA, 2004



Producción Industrial Ecológica en España. Año 2003. Fuente: MAPA, 2004

3 ▶ ESTADÍSTICAS EN CATALUÑA

Número de operadores y superficie inscrita (ha) en agricultura ecológica.

Fuente: CCPAE, Fecha actualización: 31/12/2003

CATALUÑA	PRODUCTORES	ELABORADORES	IMPORTADORES	COMERCIALIZADORES	TOTAL OPERADORES	SUPERFICIE INSCRITA, ha
Barcelona	121	134	14	24	233	5.204
Girona	59	36	2	2	72	3.337
Lleida	317	43	0	9	345	41.302
Tarragona	123	64	2	6	155	6.368
TOTAL	620	277	18	41	805	56.212

Superficie inscrita (ha) en agricultura ecológica, por calificaciones.**Fuente:** CCPAE, Fecha actualización: 31/12/2003

CATALUNYA	SUPERFICIE AE, HA	SUPERFICIE REC HA	SUPERFICIE AÑO 0 HA	SUPERFICIE TOTAL HA
Barcelona	2.867	803	1.534	5.204
Girona	2.053	576	708	3.337
Lleida	11.148	10.654	19.501	41.302
Tarragona	5.286	219	863	6.368
TOTAL	21.353	12.252	22.606	56.212

Superficie inscrita (ha) en agricultura ecológica, por cultivos.**Fuente:** CCPAE, Fecha actualización: 31/12/2003

ORIENTACIÓN	BARCELONA	GIRONA	LLEIDA	TARRAGONA	CATALUNYA
Hortalizas	58	24	110	73	265
Raíces y Tuber. consumo humano	2	11	3	0,00	16
Semillas y viveros	0,00	0,02	3	0,11	3
Plantas aromát., medic. y cosmética	2	2	16	2	22
Frutales	12	17	50	31	110
Cultivos industriales	8	27	9	2	46
Frutos Secos	18	9	578	265	870
Cítricos	0,23	0,00	0,00	8	9
Olivos	6	15	1.896	385	2.301
Viña	618	17	60	220	915
Cereales y leguminosas grano	664	186	1.255	195	2.299
Pastos, prados y forrajes	1.335	1.156	33.454	3.752	39.697
Barbecho, abono sideral y yermo	342	104	1.003	233	1.682
Matorral, bosque y recol. silvestre	2.138	1.769	2.866	1.203	7.976
Flores y plantas ornamentales	0,00	0,00	0,00	0,97	0,97
Otras producciones vegetales	1	0,00	0,18	0,17	1
TOTAL	5.204	3.337	41.302	6.369	56.212

Actividades industriales efectuadas por operadores inscritos. Fuente: CCPAE, Fecha actualización: 31/12/2003

ACTIVIDAD	BARCELONA	GIRONA	LLEIDA	TARRAGONA	CATALUÑA
Fabricación y envasado de aceites y grasas	2	1	8	12	23
Elaboración y envasado de esp. y condimentos	2	0	0	0	2
Elab. y/o embot. de vinos, cavas y espumosos	19	1	2	5	27
Elaboración de sidras y otras beb. alcohólicas	0	0	1	0	1
Manipulación y/o envasado de la producción hortofrutícola	17	14	13	22	66
Transformación de producción hortofrutícola	2	1	2	4	9
Panificación y repostería	13	0	2	2	17
Fabricación de pastas alimentarias y productos similares	4	1	0	0	5
Manipulación, elabor., envasado frutos secos	1	3	4	13	21
Manipulación, envasado y transformación granos	9	5	6	6	26
Elaboración preparados homogenizados y diete.	3	0	0	0	3
Elaboración de preparados alimentarios	6	0	1	2	9
Mataderos, salas despique y elaboración de productos cárnicos	7	1	5	1	14
Elaboración de productos cárnicos	2	1	0	0	3
Elaboración leche, queso y derivados lácteos	2	2	0	1	5
Manipulación, elaboración y envasado de productos avícolas	2	1	0	0	3
Manipulación, elaboración y envasado de productos apícolas	1	2	0	1	4
Otros productos animales	0	0	0	0	0
Industria azucarera	4	0	0	0	4
Industria del cacao, chocolate y confitería	4	2	0	0	6
Elaboración y envasado de te y café	5	1	2	0	8
Producción y comercialización de semillas y plantas de vivero	0	0	1	1	2
Elaboración y envasado de plantas aromáticas y medicinales	5	0	1	0	6
Comercialización y/o distribución	22	2	1	0	25
Almacenamientos	7	0	2	2	11
Envasado y etiquetado de productos alimentarios	2	0	0	0	2
Fabricación de producto para la alimentación animal (piensos y otros)	6	0	2	0	8

Número de explotaciones ganaderas.**Fuente:** CCPAE, Fecha actualización: 31/12/2003

TIPO DE GANADO	BARCELONA	GIRONA	LLEIDA	TARRAGONA	CATALUÑA
Avicultura carne	6	2	3	1	12
Avicultura huevos	3	2	0	0	5
Vacuno de carne	18	5	141	2	166
Vacuno de leche	0	2	0	2	4
Ovino de carne	6	7	31	0	44
Ovino de leche	1	1	0	0	2
Caprino de carne	1	1	25	0	27
Caprino de leche	1	0	3	0	4
Porcino	2	0	0	0	2
Cunicultura	0	0	0	0	0
Equino	2	1	56	0	59
Apicultura	1	2	0	0	3

4 ▶ PLAN ESTRATÉGICO DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA EN ESPAÑA

A mediados del año 2003 se presentó por parte del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación el denominado Plan Estratégico de la Agricultura Ecológica en España. En resumen se trata de una serie de medidas objetivo, focalizadas hacia varios aspectos como el fomento y desarrollo de la producción ecológica agrícola y ganadera, de la transformación y elaboración de productos derivados de la agricultura y ganadería ecológica; mejora de las condiciones de comercialización y venta, y de la motivación, interés y confianza de los consumidores; incremento del nivel de formación para los actores y profesionales del sector; armonización y potenciación de los mecanismos de seguimiento y control de la producción ecológica; impulso para la vertebración y dinamización del sector ecológico; y el fomento de líneas de investigación y desarrollo en materia de agricultura y ganadería ecológica.

Se trata de un plan estratégico a largo plazo para tratar de incentivar y poner en actividad acciones de fomento, desarrollo y mejora productiva en el sector. Así mismo no se deja de mano los aspectos más problemáticos actualmente como son la falta de conocimiento, concienciación y motivación del consumidor, y la desestructuración comercial

del sector. El conjunto de objetivos previstos y el total de medidas consideradas van a cubrir el global de necesidades establecidas por el análisis y diagnóstico efectuados sobre este sector de la producción ecológica. Cabe destacar la gran importancia de los objetivos 3 y 4 (objetivos clave), relativos a la mejora de la estructuración comercial y las condiciones de comercialización y ventas (objetivo 3), y a la mejora de la motivación, concienciación y nivel de confianza de los consumidores (objetivo 4). No cabe duda alguna que las acciones que se emprendan en estos dos sentidos supondrán el cubrir unas necesidades imperiosas en relación al sector y tratar de aprobar dichas asignaturas pendientes.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALBARDÍAZ SEGADOR, M. A.; ÁLVAREZ BRIZ, J. Y MUÑOZ, N. 1998**
 “Análisis del consumo de alimentos ecológicos”. En Actas del II Congreso de la sociedad Española de Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural. Pamplona-Iruña, 25-28 de septiembre de 1996. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Barcelona.
- **ALONSO MIELGO, A. M. 1994**
 “La agricultura Ecológica: análisis de la situación actual en andalucía”. En Jornadas sobre economía, a historia e os recursos naturais, días 1, 2 y 3 de marzo de 1994. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Santiago de Compostela.
- **ALONSO MIELGO, A. M. Y SEVILLA GUZMÁN, E. 1995**
 “El discurso ecotecnocrático de la sostenibilidad”. En Cadenas Marín, A. (ed.). Agricultura y Desarrollo Sostenible. Ministerios de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- **ALONSO MIELGO, A. M.; CENIT MOLINA, M.; GUZMÁN CASADO, G. I. Y SORIANO NIEBLA, J. J. 1996**
 “Estudio del potencial de oferta de cereales y proteaginosas en las comarcas de Antequera y Estepa para su producción y procesado ecológicos”. Proyecto Mixto de Colaboración entre la Consejería de Agricultura y Pesca y SOC. DG1A. No publicado.
- **ALTIERI, M. Y LETOURNEAU, D. 1982**
 “Vegetation Management an Biological Control in Agroecosystem”. En Crop Protection. n° 1. pp. 405-430
- **ALTIERI, M. Y ANDERSON, M. 1986**
 “An ecological Basis for the Development of Alternative Agricultural Systems for Small-farms in the Thrid World”. En American Journal of Alternative Agriculture. n° 1 pp. 30-38
- **ALTIERI, M. A. 1985^a**
 “Agroecología. Bases Científicas de la Agricultura Alternativa”. CETAL. Valparaíso.
- **AUBERT, C. 1970**
 “L’agriculture biologique”. Ed. Courrier du Livre. Paris.
- **AUBERT, C. 1987**
 “El huerto biológico”. Integral. Barcelona.
- **AUBERT, C. 1989**
 “La estructura de la agricultura biológica en Francia y unos ejemplos de fincas biológicas”. En Agricultura y sociedad., n° 26. pp. 145-158. MAPA. Madrid.
- **AVILA CANO, J. C. 1991**

“El desarrollo de la agricultura ecológica: situación en Andalucía”. En Informe anual del sector agrario en Andalucía. (1990), pp. 473-498. Unicaja. Málaga.

• **BANCO DE CRÉDITO AGRÍCOLA (BCA) 1991**

“Sobre la relación calidad-precio de los productos ecológicos”. En Cuadernos del Banco de Crédito Agrícola, nº 3, pp. 37-59. Subdirección de Estudios. Madrid.

• **BAYLISS - SMITH, T. 1982**

“The ecology of Agricultural systems”. Cambridge University. Press. London.

• **CADENAS MARÍN, A. 1995**

“Agricultura y Desarrollo Sostenible”. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid

• **CARROL, R. C.; VANCERMEER, J. H. Y ROSSET, P., Eds. 1990**

“Agroecology”. MacGraw-Hill. New York.

• **CENIT, M.; ALONSO, A. Y GUZMÁN, F. 1998**

“Estudio de mercado para productos ecológicos: estudio del segmento de demanda de los centros permanentes de consumo en la provincia de Málaga”. En Actas del II Congreso de la sociedad Española de Agricultura Ecológica. Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural. Pamplona-Iruña. 25-28 de septiembre de 1996. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Barcelona.

• **CENTRO AGRO - PROGRAMAS, ED. 1989**

“Indagine sul Consumo Biologico”. En Demetra nº 14.

• **COLOM GORGUES, A.; SAÉZ OLIVITO, E.; BERGA MONGE, A. Y MARTÍNEZ BADÍA, I., ET AL. 2000**

“Study on the Quality of Agricultural Products and the Protection of the Environment: Production, Training, Knowledge Dissemination, and Certification for Organic Farmers and Products, in Spain”. Research Project of CEDEFOP, European Community, year 2000. Final Report, 162 pág.

• **COMITÉ ANDALUZ DE AGRICULTURA ECOLÓGICA (CAAE) 1998**

“Reglamentación vigente en Agricultura Ecológica”. Sevilla.

• **CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRANEO (CIHEAM) 1997**

“Evaluación del Potencial de mercado de las frutas y verduras ecológicas desde la perspectiva de la distribución”. En Curso Superior de comercialización de Productos Agrarios y Alimentarios. Zaragoza, 29 septiembre de 1997- 12 junio de 1998. Zaragoza.

• **COMMISSION DES COMMUNITÉS EUROPÉENNES (CEE) 1989**

“Bilan des connaissances et des applications de l’agriculture biologique et intérêt pour l’agriculture communautaire. Situation des pays de la CEE” En Raport EUR 12346 FR/1 y 2. Bruselas.

• **CONFEDERACIÓN ECOLOGISTA PACIFISTA ANDALUZA (CEPA) 1993**

“Investigación en Agricultura Ecológica”. Sevilla (no publicado).

• **CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA 1994**

“Caracterización de la Agricultura Ecológica en Andalucía”. dirección General de Investigación Agraria. Red Andaluza de Experimentación Agraria. Sevilla.

• **CONSEJO REGULADOR DE AGRICULTURA ECOLÓGICA (CRAE) 1990**

“Reglamento y Normas Técnicas”. Madrid.

• **COX, G. W. Y ATKINS, M. D. 1979**

“Agricultural Ecology”. W.H. Freeman. San Francisco.

• **DABBERT, S. 1994**

“Economics of conversion to Organic Farming: Cross-sectional Analysis of Survey Data in Germany”. En The Economic Organic Farming. An International Perspective. Cab International. Wallingford. (UK). pp.

285-293

- **DEL FABRO, A. 1990**

“Realità e prospettive del mercato dei prodotti biologici”. En Demetra, n° 23

- **DOXA, S. A. 1991**

“Estudio sobre el mercado de la agricultura ecológica”. Realizado para el Instituto Nacional de Denominaciones de Origen (INDO). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

- **EL PAÍS/AGUILAR 1992**

“Pequeña enciclopedia de la horticultura biológica”. El País/ Aguilar. Madrid.

- **GARCÍA DORY, M. A. 1989**

“Agricultura Ecológica: Conceptos, valores y situación actual en España”. En Seminario de Formación de Asesores en Agricultura Ecológica., Sevilla, 20-24 de febrero, pp. 50-74. DG1EA, Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Sevilla.

- **GIOS, G. Y BOATTO, V. 1990**

“Prospettive di mercato dei prodotti dell’agricoltura biologica”. En Revista di Economia Agraria n° 45

- **GIPS, T, 1986**

“What is sustainable agriculture”. En P.Allen and D. Va Susen (eds.). Global perspectives on agroecology and sustainable systems. vol. I. University of California. Santa Cruz.

Gliessman, S.R. “Agroecology. Ecological Processes in Sustainable Agriculture”. Ann Arbor Press. Chelsea.

- **GONZÁLEZ DE MOLINA, M. Y POULIQUEN, Y. 1996**

“De la agricultura orgánica tradicional a la agricultura industrial: ¿Una necesidad ecológica? Santa Fe, 1750-1904”. En R.Garrabou y J.M. Naredo (eds.), La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica. Argentaria/Visor. Madrid. pp. 127-169

- **GRACIA ROYO, A.; GIL ROIG, J. M. Y SÁNCHEZ GARCÍA, M. 1998**

“Potencial de mercado de los productos ecológicos en Aragón”. Diputación General de Aragón. Zaragoza.

- **GUIBERTEAU, A. Y J. LABRADOR. 1992**

“Técnicas de cultivo en agricultura ecológica”. Hojas divulgadoras, n° 8-91 HD. MAPA. Madrid.

- **ISART, J. Y LLERENA, J. J., Eds. 1995**

“Biodiversity and Land Use: The role of Organic Farming. The European Network for Scientific Research Coordination in Organic Farming”. Proceedings of the First ENOF Workshop. Bonn, 8-9 december 1995. CSIC.Barcelona.

- **ISART, J. Y LLERENA, J. J., Eds. 1996**

“Steps in the Conversion and Development of Organic Farms. The European Network for Scientific Research Coordination in Organic Farming”. Proceedings of the Second ENOF Workshop. Barcelona, 3-4 october 1996. CSIC.Barcelona.

- **ISART, J. Y LLERENA, J. J., Eds. 1997**

“Resource Use in Organic Farming. The European Network for scientific research coordination in organic farming”. Proceedings of the Thrid ENOF Workshop. Ancona, 5-6 june 1997. CSIC.Barcelona.

- **ISART, J. Y LLERENA, J. J., Eds. 1998**

“The Future of Organic Farming Systems. The European Network for Scientific Research Coordination in Organic Farming”. Proceedings of the Fourth ENOF Workshop. Edinburg, 25-26 june 1998. CSIC.Barcelona.

- **ISART, J. Y LLERENA, J. J., Eds. 1999**

“Organic Farming Research in the EU, Towards 21st Century”. ENOF White Book. CSIC. Barcelona.

- **KABISCH, H. 1978**

“La guía práctica del Método Bio-Dinámico en Agricultura”. En Técnicas de Agricultura Natural. Instituto Naturista Bellsolá. Barcelona.

• **KLONSKY, K. Y TOURTE, L. 1994**

“State Registration and Organic Certification: A Guide for California Growers”. University of California-Cooperative Extension. Department of Agricultural Economics. University of California. Davis.

• **KLONSKY, K. Y TOURTE, L. 1995**

“Statistical Review of California’s Organic Agriculture 1992-1993”. Report prepared for California Department of Food And Agriculture Organic Program. Cooperative Extension. Department of Agricultural Economics. University of California. Davis.

• **LAMPKIN, N. 1990**

“Organic farming and Agriculturak Policy in Europe”, paper presented to the Quebec Ministry of Agriculture, fisheries and food conference on Sustainable Agriculture and Agricultural Policy, Quebec City, 8 de noviembre, 13 pp.

• **LAMPKIN, N. Y MEASURES, M., Eds. 1995**

1995/6 Organic Farm Management Handbook. University of Wales and Elm Farm Research Centre. United Kingdom.

• **LAMPKIN, N. Y PADEL, S., Eds. 1994**

“The Economics of Organic Farming. An International Perspective”. CAB International Wallingford. United Kindom.

• **LAMPKIN, N. 1992**

“Organic farming”. Farming Press Books. Ipswich. United Kingdom.

• **LAMPKIN, N. 1994**

“Organic Farming: sustainable Agriculture in Practice”. En The Economics of Organic Farming. An International Perspective. Wallingford. CAB International.

• **LEHMBECKER, G. 1988**

“Informe sobre la agricultura ecológica española”. Integral (ed. restringida). Barcelona.

• **NAREDO, J. M. 1991**

“La agricultura ecológica en perspectiva”. En Cuadernos del Banco de Crédito Agrícola, nº 3, pp. 7-20. Madrid.

• **OELHAF, R. C. 1978**

“Organic Agriculture. Economic and ecological comparison with conventional methods”. Allanheld, Osmun and Co. Publishers, INC. Montclair.

• **PETIT, B.; HATRIVAL, B. Y LACABERATS, R. 1991**

“Situation et perspectives des filières de l’agriculture biologique dans la CEE”. AND. París.

• **PFEIFFER, E. 1948**

“The Bio-Dinamic metohd: What it is and it is not”. En Bio-Dynamics: Three Introductory articles. Bio-Dinamic Farming Gardening Association. Stroudsberg. Pennsylvania. pp. 11-26

• **REMMERS, G. G. A. 1993**

“Agricultura tradicional y agricultura ecológica: vecinos distantes”. En Agricultura y Sociedad. nº 66, pp. 201-220.

• **SÁNCHEZ, M. Y ETXANIZ, M. 1998**

“Estudio de las preferencias en el consumo de productos de agricultura ecológica”. En Actas del II congreso de la sociedad Española de Agricultura Ecológica. Agricultura Ecológica y desarrollo rural. Pamplona-Iruña, 25-28 de septiembre de 1996. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Barcelona.

- **SANZ PECH, M. 1993**

“Comercialización de productos ecológicos”. En I jornadas sobre Agricultura Ecológica: Olivar y Dehesa. Córdoba, 15-16 de abril, pp. 63-65. Excm. Diputación Provincial de Córdoba. Córdoba.

- **SEAE 1996**

“Agricultura ecológica. Salud para la Naturaleza. Salud para la Vida”. Cuaderno elaborado para el II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. 25-28 de septiembre de 1996. Pamplona.

- **SERNA, J. 1991**

“Situación actual de la agricultura ecológica en España”. En Cuadernos del Banco de Crédito Agrícola. nº 3. pp. 21-36 Madrid.

GESTIÓN INTEGRAL E INTEGRADA DEL ACUÍFERO MANCHA ORIENTAL

1

FABEIRO, C.; DOMÍNGUEZ, A.; ORTEGA, J. F. Y ARTIGAO, A.

Centro Regional de Estudios del Agua (CREA). Universidad de Castilla-La Mancha
Carretera de Las Peñas, km 3,2. 02071 Albacete
Telf. y Fax: 967 599 290

Email: concepcion.fabeiro@uclm.es / alfonso.dominguez@uclm.es

RESUMEN

El Acuífero Mancha Oriental es la principal fuente de agua para el abastecimiento urbano, industrial y agrícola de la zona. La puesta en regadío durante los últimos veinticinco años de grandes extensiones de cultivos de secano de la Unidad, mediante la captación de aguas subterráneas, ha provocado el descenso de los niveles piezométricos del Acuífero debido a un volumen de extracciones superior a la recarga.

Con el fin de alcanzar los objetivos recogidos en la Directiva Marco para políticas del agua (CE 60/2000), referentes a lograr la gestión sostenible de los recursos hídricos y a asegurar la participación de los usuarios y expertos en los procesos de decisión, la Universidad de Castilla - La Mancha, a través del Proyecto MERIT (EVK1-CT-2000-00085), ha construido una red bayesiana aplicada a la gestión de los recursos hídricos de la Unidad Hidrogeológica Mancha Oriental.

Este trabajo muestra los resultados que ofrece el modelo para lograr la sostenibilidad de la Unidad Hidrogeológica Mancha Oriental y en especial de su Acuífero. En general, la sustitución de bombeos por aguas superficiales, una política de precios que favorezca esta medida, la mejora de la eficiencia de riego y el adecuado control en el uso del recurso y son las claves para conseguir este objetivo.

PALABRAS CLAVE: ACUÍFERO, REGADÍOS, REDES BAYESIANAS Y GESTIÓN PARTICIPATIVA

1 ► INTRODUCCIÓN

La demanda de agua dulce es creciente en todo el planeta, mientras que existe un deterioro general de su calidad. Frente a esta situación la Unión Europea considera de forma prioritaria que se debe aumentar la eficiencia en la gestión y uso de los recursos hídricos.

Este objetivo se incluye en la actual Directiva Marco para políticas de agua CE/60/2000.

El uso de aguas subterráneas debe ser sostenible, equilibrando las extracciones con la recarga. La sobreexplotación de los sistemas ha sido una práctica habitual en el pasado, llevando a un serio perjuicio ambiental y contribuyendo al proceso de desertificación. Por otra parte, la explotación de estas tierras puede convertirse eventualmente en antieconómico en el futuro (Martín de Santa Olalla y de Juan, 2001).

Es por tanto imperativo que se adopten estrategias que regulen el actual volumen de extracciones con el objeto de mantener adecuadamente el nivel freático. Al menos dos condiciones son necesarias para este propósito:

- La participación de los agentes sociales en el proceso. Deben aceptar que el agua es un recurso limitado. Es necesario un esfuerzo permanente para fomentar la solidaridad y cooperación entre los usuarios presentes y futuros.
- La utilización de herramientas adecuadas que posibiliten que la toma de decisiones sobre el uso de los recursos sea la más adecuada en cada momento. Para la realización de estas tareas la utilización de nuevas tecnologías, especialmente aquellas basadas en modelos que representen las relaciones existentes entre las diferentes variables que actúan sobre el Sistema, puede ser de gran ayuda.

Este trabajo es parte de un Proyecto de Investigación llamado “Management of the Environment and Resources using Integrated Techniques”, Ref. EVK1-CT-2000-00085 (MERIT), financiado por la Unión Europea desde junio 2001 a junio 2004.

Dentro del Proyecto MERIT, la Universidad de Castilla-La Mancha ha construido una red bayesiana aplicada a la gestión de los recursos hídricos de la Unidad Hidrogeológica Mancha Oriental (UHMO), que incluye dentro de sus límites el acuífero conocido como “Mancha Oriental”. Los procesos que se siguieron para la construcción de la red bayesiana han sido objeto de otra publicación (Martín de Santa Olalla *et al.*, 2004a).

Esta comunicación pretende poner de manifiesto, a través de los resultados ofrecidos, que las redes bayesianas son una herramienta válida para ayudar en la toma de decisiones de la gestión de los recursos hídricos, así como que la participación de los stakeholders en la construcción y validación de la misma, es fundamental para su futura aplicación.

2 ► OBJETIVO

El objetivo del Proyecto MERIT es construir cuatro redes bayesianas para cuatro cuencas europeas que presentan problemas diferentes en el uso del agua. Estas redes, independientemente de la utilización que puedan tener en la gestión de cada Cuenca Hidrográfica, pretenden servir de experiencia piloto para la construcción de cualquier red bayesiana dirigida a la gestión de recursos hídricos en el marco de la Unión Europea, e incluso de cualquier otra parte del mundo. En nuestro caso, el objetivo científico es construir la red bayesiana correspondiente a la UHMO. El principal problema al que se enfrenta la Unidad es la sobreexplotación del acuífero. Para alcanzar este objetivo es necesaria la participación de usuarios y expertos que ayuden al equipo investigador a diseñar la red, establecer la relación entre sus variables y definir los estados de éstas, así como a validar los resultados que genere el modelo.

3 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de la UHMO y de su entorno geopolítico

La Unidad Hidrogeológica Mancha Oriental (UHMO) se encuentra en el sudeste de la península Ibérica, en la parte este de la llanura manchega, con una superficie total de 8.500 km² (IGME, 1980), como se muestra en la Figura 1. Esta unidad pertenece al Sistema Júcar y comprende la Cuenca del Júcar y sus afluentes. El curso principal es el río Cabriel, que desemboca directamente en el Júcar. Existe también un cierto número de pequeños ríos que se infiltran en el acuífero Mancha Oriental y por tanto descargan en el Júcar.



Figura 1. Localización de la Unidad Hidrogeológica Mancha Oriental.

La Unidad suministra agua para el riego de casi 105.000 ha provistas de modernos sistemas de riego y para el consumo urbano, que incluye la demanda industrial, para una población de más de 275.000 personas. La demanda anual de agua es de 450 hm³, 425 hm³ para riego y 25 hm³ para suministro urbano. Únicamente 60 hm³ son aguas superficiales, el resto es extraído del Acuífero (Martín de Santa Olalla *et al.*, 1999a y 2003).

El desarrollo considerable de los sistemas de riego durante el periodo 1975-2000 ha causado un descenso significativo de los niveles piezométricos de este Acuífero, los cuales han ido descendiendo desde 1975 de forma continuada (IGME, 1980; ITAP, 2001). Como resultado el Acuífero está cerca de la sobreexplotación (Calera *et al.*, 1999; Martín de Santa Olalla *et al.*, 1999a y 1999b). Por otro lado, se está detectando la pérdida de calidad de las aguas subterráneas especialmente por el aumento de la concentración de nitratos procedentes de la agricultura (ITAP, 2001).

La Junta Central de Regantes Mancha Oriental (JCRMO) se creó en 1994 por los usuarios del acuífero. Este organismo incluye agricultores y otros usuarios de agua de la Unidad con el objetivo principal de alcanzar la sostenibilidad del nivel de uso del agua. Para alcanzar este objetivo, se han desarrollado varios Proyectos I+D desde 1995 con la participación de equipos universitarios, especialmente de la UCLM e instituciones de transferencia de tecnología, como el ITAP. La participación de la JCRMO ha sido clave en la actualización tecnológica, llevando a solucionar múltiples problemas prácticos.

En nuestro caso el principal uso es el agrario, que representa cerca del 90% del agua total consumida. Los regantes son por tanto el primer elemento a tener en cuenta en la gestión de los recursos. La representación se lleva a cabo a través de la JCRMO. El uso urbano e industrial supone únicamente el 10% de los recursos totales. Se gestionan conjuntamente ya que las industrias se encuentran conectadas a la red urbana. Los representantes son los ayuntamientos y por delegación de éstos las empresas encargadas del suministro de agua potable a los municipios. Un tercer uso a considerar, aunque no tiene carácter consuntivo, es el medio ambiental, tanto cuando éste tiene una orientación meramente de protección ecológica del Sistema, como cuando se orienta además a una actividad lúdica o deportiva. Aquí son todos los ciudadanos quienes tienen el derecho y el deber de opinar. En la práctica existe una representación oficial, por ejemplo el Ministerio de Medio Ambiente, y diferentes organizaciones privadas que pueden adoptar el carácter de ONGs.

Junto con los usuarios, los expertos en la naturaleza y gestión de los recursos de la Unidad deben ser incluidos en el proceso de desarrollo de la red.

Técnicas para involucrar a usuarios y expertos

Establecer una gestión integrada significa tener en cuenta las opiniones de todas aquellas personas interesadas, bien por motivos económicos, políticos, sociales, culturales,

etc, en las decisiones que puedan adoptarse (Department of the Environment, 1994; Pretty, 1994; Petts, 1997; Environment Agency, 1998).

En el Proyecto MERIT se ha cuidado especialmente que durante las fases de diseño, desarrollo y validación de las redes bayesianas participen de forma activa grupos representativos de cada uno de los sectores de la sociedad implicados en el uso del recurso, así como expertos conocedores del tema.

Estas personas realizan un papel fundamental dentro del diseño de la red ya que aportan información propia y local que difícilmente se pueden conocer por otro procedimiento. Además, tienen la oportunidad de realizar comentarios y sugerencias a lo largo de todo el desarrollo del Proyecto en las reuniones y grupos de trabajo que periódicamente se han llevado a cabo. Los representantes de los grupos involucrados fueron invitados a asistir a reuniones conjuntas, para identificar los problemas, sus causas y encontrar las soluciones potenciales. Esta información llevó a generar un buen número de variables de la red bayesiana. Si no se cubre esta etapa, el éxito de conseguir implantar el modelo de gestión deseado se reduce, ya que estas personas se consideran alejadas de los canales de decisión y podrían no sentirse involucradas en la implantación de las decisiones adoptadas.

Construcción de la red bayesiana

Una red bayesiana consiste en una serie de nudos, que representan variables aleatorias, los cuales interaccionan unos con otros. Estas interacciones son expresadas como conexiones entre variables, debiendo resultar estructuras acíclicas (Cain, 2001).

Un nudo que represente a una variable B estará conectado a un número de nudos “padre” A_1, A_2, \dots, A_n de los cuales depende. En este caso la variable B será una variable “hijo”. Estas conexiones están expresadas como dependencias probabilísticas, las cuales son cuantificadas mediante un conjunto de tablas de probabilidad condicional (Jensen, 2001). Para cada variable, la tabla indica la probabilidad de que una variable se encuentre en un estado particular, conocidos los estados de sus padres. Cuanta más información esté incluida en estas tablas menor será el grado de incertidumbre para la probabilidad de que una variable se encuentre en un estado particular. Para variables sin padres, es decir, variables independientes, se define una distribución incondicional (Jensen, 2001). El programa informático se encarga de operar con toda esa información y ofrecer unos resultados. A continuación se recogen las fases que es necesario completar y una descripción del trabajo realizado.

Descripción de las variables

La red correspondiente a la UHMO está formada por un total de 56 variables agrupadas en 5 grandes grupos. A su vez, el consumo agrícola está formado por cinco subgrupos. Esta

configuración se debe a que el principal consumidor es la agricultura, por lo que es necesario estudiar con más detalle cada uno de los factores que pueden influir en el consumo final de agua para riego.

Enumerar y explicar cada una de las variables sería demasiado extenso por lo que se ha optado por comentar brevemente el significado de cada uno de los grupos. Sin perjuicio de esta simplificación, el Cuadro 1 muestra el significado de las variables incluidas en cada grupo y la Figura 2 la red con todas las variables y sus nombres.

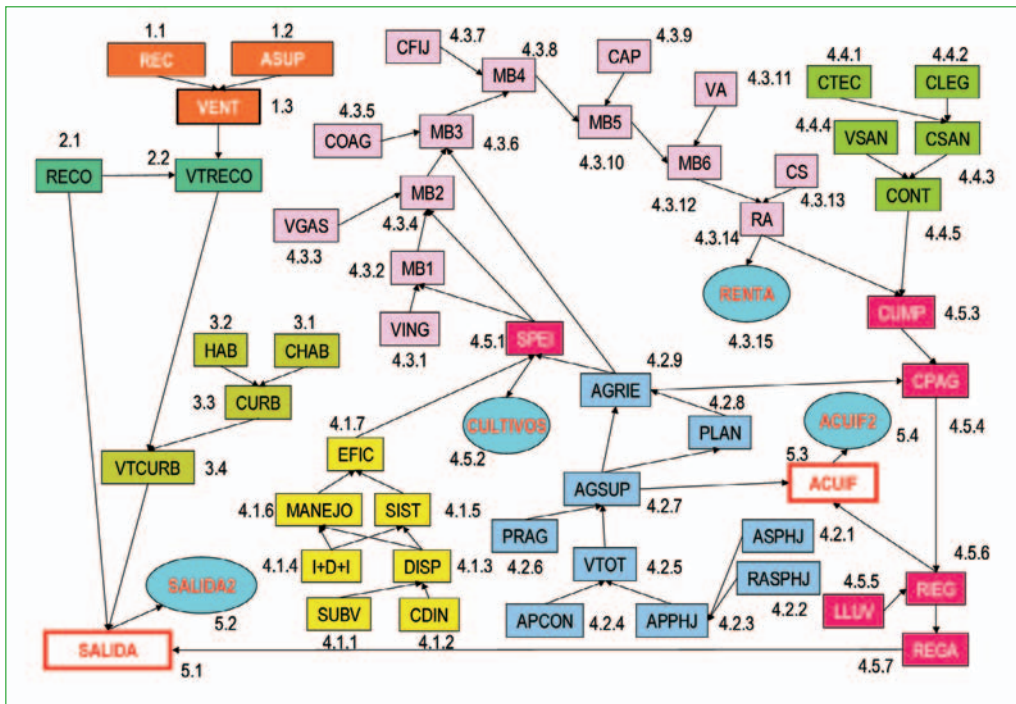


Figura 2. Red bayesiana aplicada a la UHMO.

- ▶ **Grupo 1 “Volumen de entradas”:** Indica el volumen de agua que se ha almacenado en el Sistema del año previo al de simulación.
- ▶ **Grupo 2 “Volumen disponible tras restricciones ecológicas”:** Es la cantidad de agua disponible tras restarle a las entradas del Sistema, el volumen que anualmente debe destinarse para que en los ríos siempre exista un caudal ecológico.
- ▶ **Grupo 3 “Volumen disponible tras consumo urbano”:** Cantidad de agua disponible una vez descontado el volumen necesario para cubrir el consumo urbano.

Cuadro 1. Acrónimos de las variables de la red aplicada al UHMO

1. ENTRADAS		2. VOLUMEN DISPONIBLE TRAS RESTRICCIONES ECOLÓGICAS	
1.1 REC	Recarga	2.1 RECO	Restricciones por flujo ecológico
1.2 ASUP	Entrada anual de agua superficial	2.2 VTRCO	Volumen disponible después de RECO
1.3 VENT	Entrada		
3. VOLUMEN DISPONIBLE TRAS CONSUMO URBANO		4.1 LIMITACIONES TÉCNICAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO	
3.1 CHAB	Consumo per capita	4.1.1 SUBV	Subvenciones
3.2 HAB	Población	4.1.2 CDIN	Coste del capital
3.3 CURB	Consumo urbano neto	4.1.3 DISP	Capital disponible
3.4 VTCURB	Volumen después de CURB	4.1.4 I+D+i	Mejora en I + D
		4.1.5 SIST	Nivel actual de los sistemas de riego
		4.1.6 MANEJO	Uso de sistemas de riego
		4.1.7 EFIC	Eficiencia de riego
4.2 DISPONIBILIDAD MÁXIMA PARA RIEGO		4.3 RENTA AGRARIA	
4.2.1 ASPHJ	Asignaciones del PHJ	4.3.1 VING	Variación de ingresos brutos
4.2.2 RASPHJ	Disponibilidad técnica de agua	4.3.2 MB1	Margen bruto 1
4.2.3 APPHJ	Aportaciones del PHJ	4.3.3 VGAS	Variación de los costes brutos
4.2.4 APCON	Aportaciones por concesión	4.3.4 MB2	Margen bruto 2
4.2.5 VTOT	Volumen sin precio del agua	4.3.5 COAG	Coste del agua
4.2.6 PRAG	Precio del agua superficial	4.3.6 MB3	Margen bruto 3
4.2.7 AGSUP	Agua superficial disponible	4.3.7 CFIJ	Costes fijos
4.2.8 PLAN	Plan anual de extracciones	4.3.8 MB4	Gross Margin 4
4.2.9 AGRIE	Volumen máximo para riego	4.3.9 CAP	Subvenciones PAC
		4.3.10 MB5	Margen bruto 5
		4.3.11 VA	Venta de agua
		4.3.12 MB6	Margen bruto 6
		4.3.13 CS	Condicionantes sociales
		4.3.14 RA	Renta agraria
		4.3.15 RENTA	Renta agraria
4.4 CONTROL DE LOS PLANES DE EXPLOTACIÓN		4.5 CONSUMO PARA REGADÍO	
4.4.1 CTEC	Herramientas técnicas	4.5.1 SPEI	Planes individuales de explotación
4.4.2 CLEG	Herramientas legales	4.5.2 CULTIVOS	Distribución de cultivos
4.4.3 CSAN	Posibilidad sancionadora	4.5.3 CUMP	Nivel de cumplimiento
4.4.4 VSAN	Oportunidad sancionadora	4.5.4 CPAG	Consumo potencial estimado
4.4.5 CONT	Control del plan de explotación	4.5.5 LLUV	Precipitación del año en curso
		4.5.6 RIEG	Volumen de agua para riego
		4.5.7 REGA	Consumo para riego
5. VOLUMEN A LA SALIDA DEL SISTEMA			
5.1 SALIDA	Salidas de agua del Sistema		
5.2 SALIDA2	Salidas de agua del sistema		
5.3 ACUIF	Agua extraída del acuífero		
5.4 ACUIF2	Agua extraída del acuífero		

► **Grupo 4 “Consumo agrícola”:** Este grupo está formado por cinco subgrupos que se analizan a continuación. La combinación de todos estos subgrupos intenta estimar el volumen de agua extraído del Sistema para ser consumido por los regadíos.

► **Grupo 4.1 “Limitaciones técnicas de los sistemas de riego”:** La finalidad de este conjunto de variables es la de estimar la eficiencia que tienen los sistemas de riego instalados y los condicionantes derivados de los mismos.

► **Grupo 4.2 “Disponibilidad máxima de agua de riego”:** Este grupo de variables representa el volumen de agua que anualmente se pone a disposición de los regantes en función de las decisiones políticas adoptadas. Estas decisiones se basan tanto en aspectos físicos, principalmente la cantidad de agua disponible para ese año, como en aspectos legales, que son los derechos en materia de agua para riego correspondientes a la zona.

► **Grupo 4.3 “Renta agraria”:** En el caso que nos ocupa, la renta agraria está claramente relacionada con la cantidad de agua utilizada para riego. Puede afirmarse que, en general, aunque no es así para todos los cultivos, cuanto mayores son las exigencias hídricas de un cultivo mayor es su margen bruto. Si los agricultores no alcanzan un nivel de renta suficiente optarán por cultivos más consumidores de agua, lo que supondría aumentar las extracciones para el conjunto del Sistema y alejarse de la sostenibilidad.

► **Grupo 4.4 “Capacidad de control de los Planes de Explotación”:** Anualmente a cada agricultor se le asigna un volumen de agua para riego, el cual viene determinado por los derechos que corresponden a ese agricultor y por la disponibilidad de agua para ese año. Con ese volumen cada agricultor debe elaborar su Plan de Explotación y presentarlo ante la JCRMO para que sea aprobado. Un Plan de Explotación es un documento en el que vienen recogidos todos los cultivos, así como las superficies dedicadas a cada uno de ellos, que un agricultor va a cultivar durante ese año en su explotación. Para que el Plan de Explotación sea aprobado éste no puede superar el volumen de agua previamente asignado. Para evitar que un agricultor incumpla su Plan de Explotación, es decir, que en la práctica no coincidan las superficies o los cultivos con lo recogido en el Plan, la JCRMO dispone de una serie de herramientas técnicas y legales para controlar su cumplimiento así como para detectar y castigar a los infractores. Este conjunto de variables pretende estimar el grado de control que realmente se tiene sobre los Planes de Explotación. Cuanto menor sea este control mayor será el número de infractores potenciales y en consecuencia mayores los volúmenes de agua extraídos del Sistema de forma ilícita.

► **Grupo 4.5 “Consumo para regadíos”:** Los cuatro conjuntos de variables anteriores influyen sobre éste determinando la cantidad real de agua que se prevé sea extraída del Sistema para ser consumida por los cultivos.

► **Grupo 5 “Volumen a la salida del Sistema”:** La suma de los consumos urbanos y agrícolas debe ser inferior al volumen de entradas para que el volumen a la salida del Sistema sea positivo. De esta manera se garantiza su sostenibilidad. El consumo ecológico en realidad no influye en el balance, ya que el agua que durante el trayecto se infiltra está recargando el Sistema, y la que llega hasta el final está disponible para ser utilizada por los gestores del siguiente sistema hidrológico. Hay que recordar que las aguas superficiales de este sistema no desembocan en el mar, sino que llegan al embalse de El Molinar, antes de entrar en Valencia.

La red bayesiana y las herramientas informáticas

La forma tradicional de representar la incertidumbre es a través de la probabilidad. Las redes bayesianas se desarrollaron en los años 80 como modelos probabilísticos para gestionar la incertidumbre en Inteligencia Artificial (Díez, 2003). Una red bayesiana (Bn) es un gráfico acíclico compuesto de nudos que representan variables discretas y las flechas que representan las correlaciones entre variables. Cada nudo tiene una tabla de probabilidad condicional asociada (cpt) (Cain, 2001; Jensen, 2001; Díez, 2003).

Los avances ocurridos en el mundo de la informática durante los últimos años, especialmente en el aumento de la velocidad de procesado de datos así como la reducción de los precios de los componentes informáticos, han permitido el desarrollo de programas informáticos específicos necesarios para la construcción y manejo de redes bayesianas complejas. Actualmente en el mercado existen varios programas de este tipo siendo uno de ellos el denominado “Hugin Researcher” (Hugin Researcher A/S, 2003). Los autores de este programa han formado parte del equipo investigador del Proyecto MERIT.

Validación del modelo

Para validar los resultados ofrecidos por el modelo es necesario un proceso de evaluación. Junto con un resultado final que parezca lógico o coincida con una situación conocida, es necesario también analizar, una por una, las variaciones experimentadas por cada variable y los resultados producidos por un grupo dado de variables intermedias, en diferentes condiciones. El proceso completo fue llevado no solo por los equipos de investigación, sino por todo el grupo de stakeholders. Ellos son quienes deben decir si los resultados ofrecidos por el modelo, tanto parcial como globalmente, son aceptables o, por el contrario, las relaciones entre variables, sus estados o sus probabilidades deben cambiarse para hacerlas aceptables.

Para conseguir este objetivo, el equipo de investigación organizó una serie de reuniones con los stakeholders, donde se mostraron los resultados ofrecidos por el modelo para su discusión y posible validación.

Una vez que el modelo ha sido evaluado, se tiene la certeza de que al menos todos aquellos que están de alguna manera involucrados en el uso y gestión del recurso hídrico pueden aceptar la herramienta, como útil en el proceso de toma de decisiones. Esto es de capital importancia por que aumenta la confianza de los usuarios en sus gestores y por tanto en sus decisiones.

4 RESULTADOS

Fijando las variables en los estados que se corresponden con la situación actual, el modelo muestra como la situación es totalmente insostenible para el caso del Acuífero (ACUIF), mientras que no ocurre lo mismo con el volumen disponible a la salida de la UHMO (SALIDA) (Figura 3). Esto es debido a que el volumen extra necesario para el mantenimiento de los regadíos procede de las reservas del Acuífero, salvaguardando de este modo los volúmenes mínimos necesarios para las siguientes unidades hidrogeológicas, que son de origen superficial. Los resultados ofrecidos por el modelo se pueden interpretar como que, en el caso del Acuífero, a lo largo de 10 años durante todos ellos se extraerá un volumen superior a la recarga del mismo.

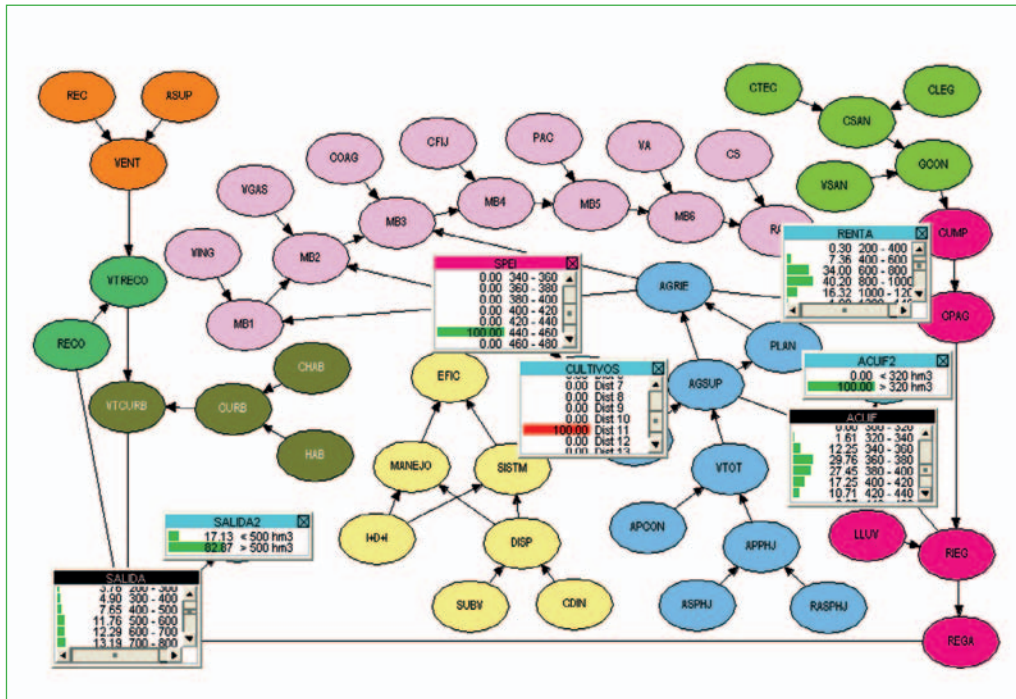


Figura 3. Situación actual.

En el caso del volumen disponible a la salida, sólo en 1,7 años los volúmenes disponibles para las siguientes unidades hidrogeológicas serán inferiores a los 500 hm³. Sin embargo, dado que durante 8,3 años el volumen disponible será superior a esa cantidad, puede asegurarse que el volumen almacenado será más que suficiente para suplir las carencias de ese periodo.

Para lograr alcanzar la sostenibilidad cuantitativa del Acuífero es necesario reducir el volumen de las extracciones. El cuadro 2 muestra los diferentes valores ofrecidos por el modelo para las principales variables del mismo, al ir restringiendo el volumen de agua para riego hasta alcanzar la sostenibilidad del Acuífero.

Cuadro 2. Sostenibilidad del Acuífero 08.29 al reducir el volumen para riego

DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS	VOLUMEN RIEGO HM ³ AÑO ⁻¹	RENTA € HA ⁻¹	EXTRACCIONES ACUÍFERO HM ³ AÑO ⁻¹	SOSTENIBILIDAD ACUÍFERO %	SOSTENIBILIDAD UHMO %
Referencia (11)	440 – 460	840	387	0	82,87
10	420 – 440	791	366	1,63	84,51
9	400 – 420	768	342	13,40	85,95
8	380 – 400	757	326	43,54	87,33
7	360 – 380	697	308	72,85	88,54

Como puede observarse, hasta que no se reduce el volumen de agua para riego en 80 hm³, no es posible alcanzar la sostenibilidad. La principal consecuencia de esta actuación es la pérdida de renta agraria, que para el conjunto de la UHMO supone alrededor de 15 millones de €. En consecuencia es necesario emprender otra serie de actuaciones para lograr el objetivo buscado sin dañar la economía de la zona.

Según Martín de Santa Olalla *et al.* (2004b), la situación más satisfactoria para alcanzar la sostenibilidad conjunta de la UHMO y del Acuífero se alcanzaría con la siguiente combinación de variables:

- ▶ **Grupo 4.1 “Eficiencia global de riego”.** Las subvenciones, el coste del dinero y la inversión en I+D, deben permitir mejorar la eficiencia global de riego en un 5%.
- ▶ **Grupo 4.2 “Disponibilidad máxima de agua de riego”.** La sustitución de bombeos debe alcanzar los 80 hm³ previstos por el PHJ, y el precio del agua superficial debe ser inferior al coste de los bombeos.

► **Grupo 4.4 “Capacidad de control de los Planes de explotación”.** Las variables “padre” pertenecientes a este grupo deben permanecer en la situación más favorable, tal y como ocurre en la actualidad. De esta manera se controla eficientemente que los agricultores cumplen con sus Planes de explotación individuales, evitando de este modo la extracción ilegal de recursos. El resto de variables se encuentran en el estado que corresponde a la situación actual. La Figura 4 muestra los resultados ofrecidos por el modelo en este caso hipotético.

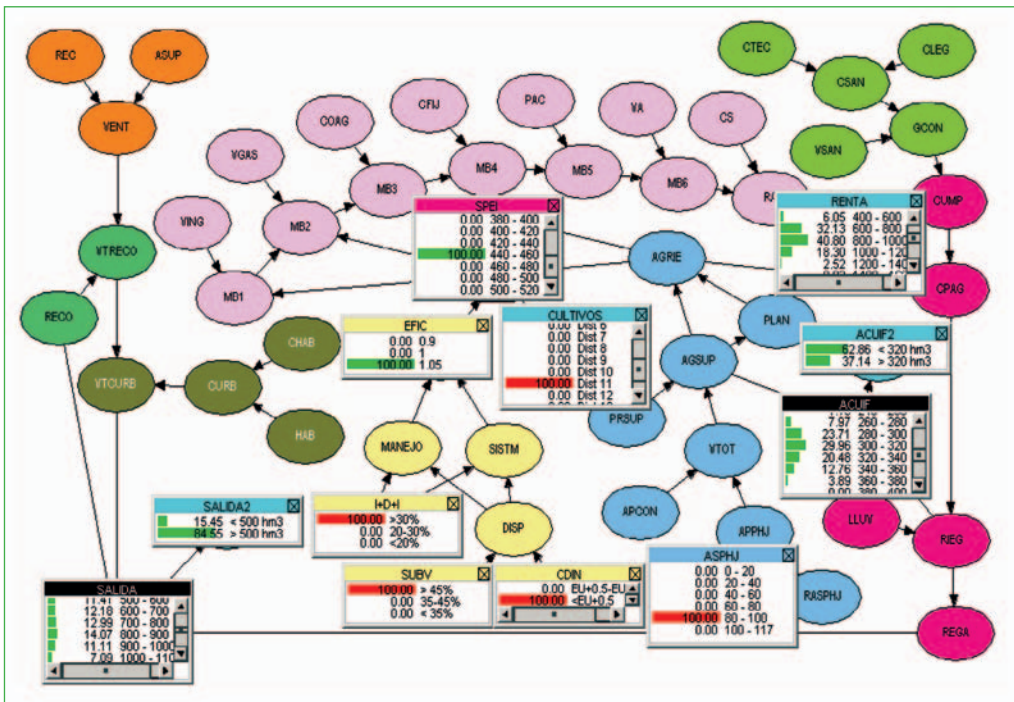


Figura 4. Combinación de variables para lograr la sostenibilidad conjunta de la UHMO y del Acuífero.

Los resultados muestran como el volumen a la salida de la UHMO (SALIDA2) mejora ligeramente frente a la situación de referencia, mientras que el Acuífero (ACUIF2) logra un nivel de sostenibilidad aceptable (62,86%). Además, gracias a la mejora de la eficiencia global de riego, los costes en agua (COAG) se reducen, ya que es posible utilizar menos agua para los mismos cultivos. Este hecho se ve reflejado positivamente en la renta agraria, pasando a ser de 857 € ha⁻¹ (17 € ha⁻¹ por encima de la situación de referencia). Bajo estas condiciones, todavía quedaría margen dado que no se han alcanzado los 117 hm³ previstos por el PHJ para sustitución de aguas subterráneas en la UHMO (CHJ, 1998). Cuando se alcance esta situación, manteniendo el resto de variables igual que durante, la sostenibilidad sería del 79,23%, siendo las extracciones promedio del Acuífero de 299 hm³ año⁻¹.

Así se permitiría que durante algún tiempo este volumen pudiera ser empleado para recuperar las reservas del Acuífero hasta un cierto nivel, lo que supondría una mejora medioambiental de la UHMO.

Partiendo de la situación de sostenibilidad se ha supuesto, basándose en la tendencia que se observa actualmente, una situación en la que disminuya la renta agraria. Este hecho podría justificarse por un aumento del coste del agua de riego, debido a un incremento del precio de la energía eléctrica, y por una reducción de las ayudas comunitarias. Bajo estas condiciones la renta agraria se reduciría hasta los 735 € ha⁻¹, es decir, una disminución porcentual del 14%. Sin embargo, gracias al elevado nivel de control de los planes de explotación, la sostenibilidad de la UHMO (SALIDA2) y del Acuífero (ACUIF2) no se ven afectadas.

En esta situación, y con el fin de mejorar su renta, sería probable que algunos agricultores optasen por vender sus derechos de agua a otras explotaciones de la UHMO (Figura 5). El modelo muestra como la renta agraria se recupera ligeramente, alcanzando los 758 € ha⁻¹, pero no alcanza a la situación de referencia (840 € ha⁻¹). En cuanto a la sostenibilidad de la UHMO y del Acuífero en ambos casos se mantiene constante, al igual que sucedía en la situación anterior.

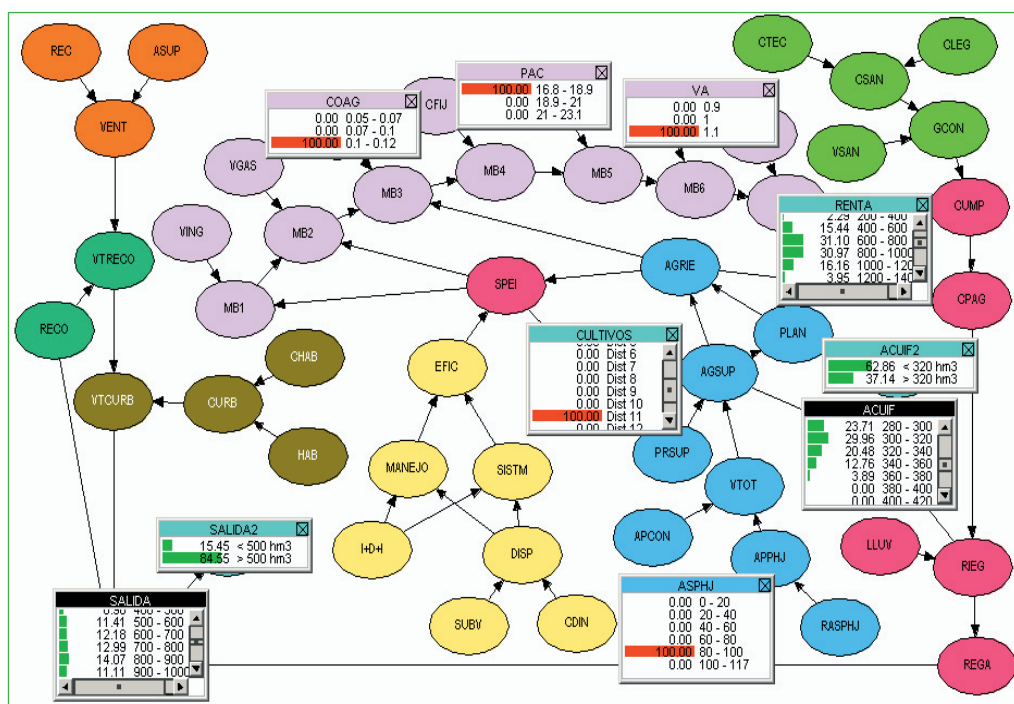


Figura 5. Compensación de renta agraria mediante la venta de derechos de agua de riego entre explotaciones de la UHMO.

5 ► CONCLUSIONES

La red bayesiana elaborada para la UHMO constituye una herramienta de apoyo para los responsables de la gestión de los recursos hídricos de esta Unidad durante la toma de decisiones, tratándose de una metodología que se muestra adecuada para el tratamiento de la incertidumbre. La estructura y los resultados ofrecidos por la herramienta son aceptados por los expertos y usuarios, así como por los responsables implicados en la gestión y utilización de estos recursos. En consecuencia, es posible afirmar que el modelo representa adecuadamente las condiciones en las que se encuentra actualmente la UHMO y que las predicciones ofrecidas son adecuadas.

Los resultados ofrecidos por el modelo en el apartado de validación de la herramienta, ponen de manifiesto que bajo las condiciones actuales la sostenibilidad de la UHMO no es posible, estando condicionada por unas extracciones del Acuífero superiores a la recarga. La reducción del volumen de agua para riego hasta alcanzar la sostenibilidad provocaría un clima de tensión con los agricultores, debido a una considerable disminución de la renta agraria. En estas condiciones, la sustitución de bombeos se perfila como la principal actuación que puede lograr equilibrar las extracciones del Acuífero con la recarga. El precio del agua superficial destinado a la sustitución de bombeos debe mantenerse por debajo de los costes de bombeo. De esta manera, se asegura que los regantes que disponen de aguas superficiales no las abandonarán a cambio de bombear agua del Acuífero como consecuencia de un coste inferior. Por lo tanto, deben establecerse las medidas políticas, físicas y legales que aseguren que aquellos regantes acogidos a la sustitución de bombeos no puedan retomar las extracciones.

El volumen mínimo establecido para las unidades hidrogeológicas situadas aguas abajo de la UHMO queda garantizado con una probabilidad elevada, de tal forma que los excedentes generados durante los años más lluviosos deben cubrir ampliamente la carencia producida durante los años de sequía.

Una reducción de las subvenciones comunitarias puede provocar un aumento en el número de incumplidores, debido a un descenso acusado de la renta, dificultando la sostenibilidad del Acuífero. En este sentido, siempre que la capacidad de control de los Planes de explotación se mantenga en un nivel elevado puede lograr contrarrestar esta tendencia. Sin embargo, una disminución de su capacidad de control afectaría gravemente a la sostenibilidad del Acuífero.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **CAIN, J. D. 2001**

Planning improvements in natural resources management. Guidelines for using bayesian networks to support

the planning and management of development programmes in the water sector and beyond. Centre for Ecology and Hydrology. Wallingford, U.K.

• **CALERA, A., MEDRANO, J.; VELA, A. Y CASTAÑO, S. 1999**

GIS tools applied to the sustainable management of water resources. Application to the aquifer system 08-29. *Agric. Wat. Manag.* 40; 207-220

• **CHJ (CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR) 1998**

Plan Hidrológico del Júcar. Valencia.

• **DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT 1994**

Community Involvement in Planning and Development Processes. HMSO. U.K.

• **DÍEZ, F. J. 2003**

Introducción al Razonamiento Aproximado. Departamento de Inteligencia Artificial. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid.

• **ENVIRONMENT AGENCY 1998**

Consensus building for sustainable development. Rep. SD12. U.K.

• **HUGIN RESEARCHER A/S 2003**

Hugin Researcher, version 6.1. User's Guide, Aalborg, Denmark.

• **IGME (INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA) 1980**

El sistema hidrogeológico de Albacete (Mancha Oriental). Madrid.

• **ITAP (INSTITUTO TÉCNICO AGRONÓMICO PROVINCIAL) 2001**

Actas del Symposium "Las Nuevas Tecnologías hacia la agricultura sostenible". Albacete.

• **JENSEN, F. V. 2001**

Bayesian network and decision graphs. Department of computer science. Aalborg University. Aalborg, Denmark.

• **MARTÍN DE SANTA OLALLA, F.; BRASA, A.; FABEIRO, C.; FERNÁNDEZ, D. Y LÓPEZ, H. 1999 A**

Improvement of irrigation management towards the sustainable use of groundwater in Castilla-La Mancha. *Agric. Wat. Manag.* 40 (2-3) 195-205.

• **MARTÍN DE SANTA OLALLA, F.; CALERA, A.; FABEIRO, C. Y RUIZ, J. R. 1999 B**

Monitoring groundwater abstraction using remote sensing techniques. In: Proceedings of 17th Congress International Commission of Irrigation and Drainage (ICID). Q.48.R 302, 21-33. Granada.

• **MARTÍN DE SANTA OLALLA, F. Y DE JUAN VALERO, A. 2001**

El uso del agua en una agricultura sostenible. En: Martín de Santa Olalla, F. (coord.), Agricultura y Desertificación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 273-303.

• **MARTÍN DE SANTA OLALLA, F.; CALERA, A. Y DOMÍNGUEZ, A. 2003**

Monitoring irrigation water use by combining Irrigation Advisory Service, and Remotely Sensed data with a Geographic Information System. *Agric. Wat. Manag.* 6, 111-124.

• **MARTÍN DE SANTA OLALLA F. J.; DOMÍNGUEZ, A.; ARTIGAO, A.; FABEIRO, C. Y ORTEGA, J. F. 2004 A**

Integrated hydric resource management of the Hydrogeological Unit "Eastern Mancha" using Bayesian Belief Networks. *Agric. Wat. Manag. Special Issue* (En prensa).

• **MARTÍN DE SANTA OLALLA F. J.; DOMÍNGUEZ, A.; ARTIGAO, A.; FABEIRO, C. Y ORTEGA, J. F. 2004 B**

Planning a large aquifer. The case study of the Eastern Mancha Aquifer. Especial issue. *Journal of Environmental Modelling and Software* (En prensa).

• **PETTS, J. 1997**

The public-expert interface in local waste management decisions: expertise, credibility and process. *Public Understanding of Science*, 6: 359-381.

• **PRETTY, J. N. 1994**

Alternative systems of enquiry for sustainable agriculture. IDS Bulletin, 25, 37-48, IDS, University of Sussex, U.K.

1

PROYECTO PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICAS EN EL PARQUE NATURAL “SIERRAS SUBBÉTICAS”

GALLAR, DAVID⁽¹⁾ Y ALONSO, ANTONIO M.⁽²⁾

⁽¹⁾ Licenciado en Antropología Social y Cultural

⁽²⁾ Doctor Ingeniero Agrónomo

Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural
C/ Camino de El Jau, s/n. Apartado 113. 18320 Santa Fé (Granada)
Telf.: 958 513195 / Fax: 958 513196
E-mail: gloranto@fiscali.es

RESUMEN

Debido a la protección ambiental derivada de la legislación sobre espacios naturales protegidos y a las políticas de desarrollo rural sostenible, los Parques Naturales presentan condiciones favorables para el desarrollo de la Agricultura Ecológica, las cuales pretenden determinarse en el de las Sierras Subbéticas (Córdoba).

Para ello, se ha partido del análisis de fuentes secundarias (PORN, PRUG, PDS, Censo Agrario, CAAE), llevando a cabo posteriormente el trabajo de campo consistente en la realización de encuestas a la población general, a los productores agrícolas y a los productores ecológicos, además de entrevistas a los agentes sociales relevantes (Ayuntamientos, Oficinas Comarcales Agrarias, Oficina del Parque...), interrogándoles sobre su percepción del Parque Natural y de la Agricultura Ecológica.

Entre los resultados obtenidos en esta zona, de cuasi monocultivo olivarero, se encuentran la aparición de un cambio cualitativo importante como es la extensión del no laboreo y la importancia concedida al cuidado del suelo, además de otro paso importante en el objetivo productivo, la búsqueda de la calidad asociada a las Denominaciones de Origen. Estos síntomas pueden ser encauzados hacia la extensión de criterios ecológicos en la producción agrícola y ganadera del área de influencia socioeconómica del Parque Natural de las Sierras Subbéticas.

PALABRAS CLAVE: DESARROLLO RURAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

1 ► INTRODUCCIÓN

El Parque Natural de las Sierras Subbéticas, declarado espacio protegido por su gran valor paisajístico, medioambiental y cultural por la Junta de Andalucía en mayo de 1988, se sitúa al sureste de la provincia de Córdoba y tiene una superficie de 32.160 hectáreas distribuidas entre los municipios de Cabra, Carcabuey, Doña Mencía, Iznájar, Luque, Priego de Córdoba, Rute y Zuheros; municipios -población y territorio- que quedan incluidos en el estudio de la zona por medio del concepto de “área de influencia socioeconómica”, resultando un área con una población total de 70.067 habitantes y 106.352 hectáreas, encuadrados en el centro geográfico de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

El sector primario ocupa al 44,4% de los ocupados de la zona, y es el sector principal en Cabra, Carcabuey, Doña Mencía, Iznájar, Luque y Rute; mientras que el resto de los sectores económicos presentan una importancia secundaria (servicios 33%, industria 14,5% y construcción 8,2%).

En cuanto a la distribución de los usos del suelo, el predominio de las tierras labradas es absoluto, y dentro de éstas, la primacía es de las tierras destinadas a usos agrícolas frente a las no agrícolas. Correspondiendo este predominio de las tierras agrícolas a un monocultivo *de facto* del olivar, ocupando este cultivo el 96% de las tierras labradas -el 74% de la superficie total y el 83,5% de la Superficie Agrícola Utilizada (INE, 2003)-, y ocupando la práctica totalidad del 25% de superficie agrícola que está dentro de los límites del PN.

2 ► METODOLOGÍA

En primer lugar se procede a la realización de un diagnóstico general sobre la situación de la agricultura y ganadería ecológicas en el Parque Natural, a través de la búsqueda y análisis de información secundaria (con especial énfasis en el PDS) que permita caracterizar las zonas y población en estudio, así como establecer la estructura agraria general y ecológica básicas. A continuación se procede a la elaboración de un estudio social entre agricultores y ganaderos ecológicos ubicados en el Parque Natural, que se lleva a cabo a través del método de encuesta (García *et al.*, 1992) con cuestionario mediante el envío del mismo por correspondencia a la totalidad de la población universo. Tras esto, se realiza un diagnóstico social sobre la actividad agraria del Parque Natural, con especial referencia a la percepción sobre las potencialidades de desarrollo de la agricultura y ganadería ecológicas; se realiza a través de encuestas a la población en general y a agricultores y ganaderos de este Parque, así como mediante entrevistas abiertas semidirectivas (García *et al.*, 1992; Ortí, 1992) a personas que por su vinculación con instituciones o con empresas que realizan actividades relacionadas con la explotación de los recursos naturales se revelan como informantes clave en el transcurso del presente trabajo.

La población muestral en el caso de los productores ecológicos es de 23 casos, mientras que para los agricultores convencionales, la muestra es de 42 casos; para la población general se realizaron 101 encuestas. Además, se entrevistó a representantes de todos los ayuntamientos (excepto en Zuheros), a un representante de la OCA de Lucena y otro de la de Baena, a un miembro del Grupo de Desarrollo Rural de la Subbética Cordobesa y a otro de la Mancomunidad de la Subbética; como miembros de los productores de la zona se entrevistó a dos miembros de la Cooperativa Virgen del Castillo de Carcabuey y a un ganadero; y como representantes del Parque Natural se entrevistó a un guarda forestal y al Director conservador en funciones del Parque.

Con tal información se procede a elaborar una matriz sobre las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la agricultura y ganadería ecológicas en la zona de influencia de este Parque Natural. Finalmente, la información obtenida en las etapas previas y el análisis de la misma sirve de base para pasar a la última fase metodológica: el establecimiento de propuestas de actuación que mejoren las perspectivas socioeconómicas de las zonas con actividades respetuosas con los recursos naturales mediante su manejo ecológico.

3 ► RESULTADOS

En primer lugar hay que reseñar como cuestión fundamental los cambios que están ocurriendo en la concepción de los agricultores sobre el manejo del olivar y la orientación productiva.

Tal y como hemos señalado en la “Introducción”, la importancia del olivar es mayúscula, dentro de un sector agrícola predominante entre los sectores económicos de la zona. Entre sus características principales se encuentran las altas pendientes en las que se cultiva. Sobre este particular, comprobamos cómo una de las características en principio negativas puede resultar a *posteriori* un elemento de dinamización, de cambio, en el manejo del cultivo y capaz de replantear la estrategia productiva.

De hecho, debido a los problemas de erosión que presentan esos cultivos se ha empezado a practicar el no laboreo, como dice el gerente de la OCA de Baena *“la agricultura está cambiando: el no laboreo es una cosa que se va extendiendo cada vez más, y es que la gente ve que es beneficioso para su explotación; no es tanto por acogerse a las ayudas agroambientales (que algo habrá influido, claro), sino porque los beneficios para la explotación se ven a los dos años (sobre todo para la recolección, porque como aquí se coge del suelo, si lo has labrado el suelo está blando y es más difícil para cogerlas que si el suelo está durito, sin haberlo removido)”*, opinión que repite en los mismos términos el técnico de la OCA de Lucena: *“hay gente que entra a la cubierta vegetal sólo por las subvenciones, pero como la finca mejora notoriamente se convencen rápidamente (...) En los cursos se va viendo la preocupación de los agricultores por el suelo”*; y también un guarda forestal de

la zona: *“antes era muy intensiva, con mucho laboreo, pero ahora ya no tanto, la cosa está cambiando, el uso del suelo está cambiando, cada año se ve más hierba entre las calles”*. Opiniones de actores que poseen una visión algo más global sobre los procesos a nivel comarcal, pero que se matizan al comprobar el estado de la cuestión en cada municipio particular. Si bien es cierto que la sensación global al recorrer el Parque Natural es de una menor aridez al pasar por los olivares, viendo entre las calles de los olivares que crecen distintas hierbas (frente a los suelos “limpios” de otras zonas).

Por otras razones, el técnico de agricultura del ayuntamiento de Priego, también cuenta cómo está cambiando la agricultura: *“desde hace 6 años se ha cambiando la estrategia, orientándose más hacia la calidad que hacia la producción; se percibió que por las condiciones topográficas (pendiente, sierra...) de la zona, competir en producción con otras zonas era imposible, y sin embargo, por razones edafológicas y por variedades cultivadas sí tenían un aceite con una calidad extraordinaria, con unos rendimientos excelentes y un sabor... Por eso se volcaron en la Denominación de Origen Priego de Córdoba; porque antes se vendía todo a granel, pero ahora se envasa, se sacan marcas con mucha elaboración, con mucho cuidado, tratando de obtener el máximo valor añadido con la Denominación de Origen, el envase, la marca; en fin que ha habido una concienciación por parte de los agricultores y de las almazaras”*. Este agente ofrece una cita en la que se condensa la filosofía seguida desde la mayoría de los ayuntamientos y desde parte del sector olivarero. Y es que esta cuestión de la Denominación de Origen reúne a casi todo el sector, aunque sea en distintas Denominaciones (la de Baena, de Priego de Córdoba y la de Aceites del Sur de Córdoba). Así, los ayuntamientos parece que dieron un paso adelante en favor de este cambio de estrategia usándolas como herramientas de desarrollo, a la par que algunas cooperativas lideraban el proceso (en algún caso junto al Grupo de Desarrollo Rural de la Subbética Cordobesa); por ejemplo, el caso paradigmático y citado por casi todos, del presidente de la Cooperativa Virgen del Castillo.

Aunque no todo avanza al mismo ritmo, y por ejemplo en Rute e Iznájar los ADL señalan la falta de cambio o la elección de otras estrategias. En Iznájar, nos cuenta el ADL, *“la cooperativa es pro-producción; con calidad pero sin comercializarla ni ponerle marca ni nada; lo que se busca es que la aceituna no se quede parada en la cooperativa antes de prensarla para que no coja acidez; allí la gente lleva la aceituna y ya está, lo que quiere es que se la paguen bien (para eso comparan después con otra cooperativa y si les ha ido bien tan contentos), pero no tienen un sentimiento de propiedad de la Cooperativa, no ven que eso sea una cosa suya que sirve para que saquen más dinero; ellos venden a granel y ya está, el dinero y fuera”*. Mientras que en Rute lo que vemos en un esbozo de cambio y una reacción por parte del ayuntamiento, ya que empieza ahora a prepararse la Denominación de Origen Aceites del Sur de Córdoba, aunque *“es algo que sobre todo está gestionando la Diputación; aquí no ha pasado como en Carcabuey, donde han cuidado mucho la imagen y han buscado cosas nuevas y han apostado por la calidad (además, que el presidente de la Cooperativa de Carcabuey es un líder que ha aglutinado todo lo que estaba más o menos manifiesto)”*.

Y en estas discrepancias de estrategias, o simplemente en el proceso de transición (e incluso de cierta oposición al modelo de cambio), se están produciendo procesos de erosión muy fuertes y la aplicación de productos químicos que están perjudicando gravemente al medio ambiente; a veces como consecuencia de la propia técnica del no laboreo

A propósito del cambio de mentalidad sobre el valor del suelo y la necesidad de practicar el no laboreo, habría que empezar a mostrar los perjuicios directos para la finca en la aplicación de herbicidas, para que ocurra lo mismo que con la relación directa percibida por los agricultores entre la disminución de la erosión y el no laboreo. A lo que habría que añadir un aumento de la conciencia ambiental y la creación de una sensibilidad ambiental global para con su salud, sus vecinos, y de respeto global por el medioambiente. Respecto a estas cuestiones medioambientales, se encuentran opiniones relacionadas con el Parque Natural y la Agricultura Ecológica.

En primer lugar, al hablar de la situación del Parque se presenta un panorama general en el que la población general y los agricultores saben (93% y 86%, respectivamente) que su municipio es parte de un parque Natural pero poco más, puesto que no se reconocen sus actividades (sí citan alguna actividad el 30% y el 24%, respectivamente) ni se conocen cuáles son los efectos beneficiosos del Parque, y sin embargo se achaca a la figura del Parque la aplicación de normativas más estrictas o la intromisión y perjuicios por “los papeleos y permisos que hay que pedir desde que llegó el Parque”. A lo que se une un conflicto entre propietarios privados (el 95% del territorio del Parque Natural está en manos privadas) y el Parque sobre las supuestas limitaciones que se imponen, pero en el que hay un problema de fondo sobre el desarrollo urbanístico en el que hay un conflicto político de más calado, más que por las limitaciones a la actividad agrícola.

A esta situación respecto al Parque Natural, se añade la falta de un Director-conservador, lo que ahonda en la sensación de indiferencia que sienten los habitantes de la zona (aunque con matices positivos en la población general -77 respuestas positivas frente a 45 respuestas que critican las limitaciones agrícolas y urbanísticas- y negativos en la población agrícola -2 respuestas señalan que el Parque es bueno porque protege la naturaleza, frente a 40 que se quejaban por las limitaciones agrícolas, los permisos y las limitaciones para construir caminos o nuevas construcciones-).

Sin embargo, la gente parece que se va acostumbrando a la presencia del Parque Natural y a sus normas. Además de existir un reconocimiento generalizado sobre lo beneficioso que “podría” ser el Parque para la zona si se acabase con los malos entendidos y la mala gestión. De ahí que otra propuesta sea el mejorar el flujo de información entre el Parque y la población para acabar con esa percepción negativa y para tratar de hacer sentir al Parque Natural como un valor real, beneficioso, y no sólo posible.

A propósito de la Agricultura Ecológica el contraste de opiniones sobre AE de los agricultores ecológicos con las de los “convencionales” muestra que, frente a la percepción

de los ecológicos de que sus colegas no se pasan a ecológico porque no tienen interés (el 34,4% lo señaló como primera razón, repartiéndose por igual entre “venden su producción en la zona y no quieren complicarse la vida”, y “no hay gente joven apenas que quiera producir cosas nuevas”) o porque creen que bajará su producción (otro 31% se refirió a esto como primera razón: un 20,7% señaló que “temen que sin productos químicos los cultivos o ganado no produzcan tanto” y un 10,3% “creen que sin productos químicos ya no se puede cultivar o criar ganado”), los convencionales lo que piden unánimemente para su paso a AE, más allá de cualquier otra consideración sobre la bajada de producción o el exceso de trabajo, es una mayor rentabilidad (mayor de lo que creen que sacan aquellos que están en AE y mayor también de lo que sacan como convencionales -ya que el 57% está bastante satisfecho con sus resultados económicos, y un 29% está satisfecho sólo regular, aunque sus respuestas demuestran en la mayoría de los casos una actitud quejosa e inconformista más que una insatisfacción económica-). Así pues, la respuesta es clara y contundente: la conversión responde mayoritariamente a una cuestión de dinero, de rentabilidad económica.

Sin embargo, los “ecológicos” daban como motivos principales para su conversión la “conciencia ecológica” (acaparando el 26,1% de las respuestas dadas como motivación principal, y el 30% y el 27,8% como segunda y tercera razón, respectivamente) y el “ofrecer a la sociedad alimentos de mejor calidad” (como motivación principal lo señaló el 30,4% de los encuestados, y como segunda y tercera motivación se añade otro 15% y 27,8%, respectivamente), aunque también se tenía en cuenta la falta de rentabilidad de la producción convencional (mencionada como segunda razón por el 30% de las respuestas, y señalada por el 8,7% como primera motivación, además de un 11,1% que lo señala como tercera razón) y la posibilidad de mejorar los ingresos por las subvenciones (22,2% de las respuestas como tercera razón). Unas respuestas que se veían refrendadas al enfrentar la satisfacción personal con la satisfacción económica: sí están satisfechos personalmente (el 82% están “satisfechos” o “muy satisfechos”, esto es, el 47% y 35%, respectivamente) pero no tanto de la rentabilidad (el 63% están “poco” o “nada” satisfechos, dividido entre el 42% y 21%, respectivamente). Es decir, la AE es, en este caso, una cuestión de conciencia o de ideología más que una alternativa exclusivamente productiva.

En cuanto a los problemas que encuentran los ecológicos en su trabajo diario se señaló que el principal era que “las plantas no responden bien con los abonos ecológicos” (el 41% de las respuestas como principal problema corresponden a esta opción, el 26,3% de las respuestas dadas como segundo problema y el 5,5% de las de tercer problema) y que “los productos son poco eficaces” (18,2%, 36,9% y 5,5% de las respuestas señalaron este problema como principal, segundo y tercero en importancia, respectivamente), además de la falta de asesoramiento (el 38,8% de las respuestas de la tercera opción señalaron este problema, además de un 9,1% y un 15,8% de las respuestas como primera y segunda opción, respectivamente). También se quejaban de la dificultad de conseguir compradores y los altos costes de producción (13,6% y 11,1%, cada una). Con lo cual, desde los propios productores ecológicos se alimenta la idea de la inferioridad de la AE en producción y las

dificultades aparejadas a su manejo. Algo que comparten los convencionales al asumir la bajada de producción y pedir mejores precios o más subvenciones para compensar esa bajada de producción y el exceso de trabajo, a lo que añadían la carencia de un herbicida ecológico como dificultad para su conversión.

Todo lo cual está denotando un esquema de trabajo en el que se ha seguido la táctica de una mera sustitución de insumos en vez de lograr una transformación de su finca y su manejo de acuerdo a la aplicación de las funciones ecológicas que, mediante una lógica más global, son las que hacen superior a la AE. Es decir, cuando se pide un herbicida ecológico se está demostrando que lo que quieren es dejar la cubierta vegetal para evitar la erosión, pero que no se entiende la lógica profunda y más amplia de lo que significa en el proceso global del agroecosistema.

Algo que también se comprueba directamente al analizar las respuestas de los convencionales sobre qué es la AE: se sabe que no hay que echar productos químicos como condición mínima (93%), pero no se llega a profundizar en la lógica del manejo ecológico.

En cuanto a las fuentes de información sobre la AE se comprueba que hay un alto porcentaje (33,3%) de agricultores que han hecho cursos o han asistido a charlas sobre AE, pero sin que eso repercuta esencialmente en su forma de responder a qué es la AE o su percepción sobre ella. Además, otro factor que juega en contra de la AE es la legitimidad que encuentran los agricultores cuando creen saber qué es AE por medio de un conocimiento difuso basado en lo que se oye o lo que se ha visto toda la vida (38,8%), cuando en realidad, la idea que se desprende de este conocimiento difuso es la idea mínima de “no echar químicos y sí estiércol”. Es decir, eliminando los tratamientos químicos pero sin ofrecer una explicación global de causalidades y razones profundas.

De lo que se desprende la necesidad de una campaña de información sobre la AE y también un aumento en la investigación para la resolución de problemas o carencias en el esquema de producción ecológico y poder ofrecer estudios serios y resultados sobre las bondades de la AE y los perjuicios medioambientales, sanitarios y económicos a largo plazo de la agricultura industrial. Es decir, se trata de profundizar en la demostración de la mayor sostenibilidad de la AE entendida desde un punto de vista amplio y no desde la simple sustitución de insumos (que es otro de los peligros a los que se enfrenta la AE, una vez superada la fase de conciencia ecológica y se solventen las dudas sobre la rentabilidad de la certificación en AE). Algo a lo que deben ayudar los propios agricultores ecológicos, pero dotando a esos agricultores de un arsenal de razones y, especialmente, de resultados, para aumentar su grado de legitimidad, frente a actitudes contrarias a la AE.

Otra cuestión a tratar es la dificultad de encontrar mercado para los productos ecológicos, señalada tanto por productores ecológicos como convencionales y por los agentes entrevistados. Lo que añade un plus de dificultad o de molestia para el productor al tener que trabajar más para encontrar este mercado (y de hecho lo encuentran, como se

comprobó en los resultados de los ecológicos: 5 venden toda su producción como ecológico, 2 venden más del 90% y 1 logra vender entre el 75 y el 90%, frente a 4 que no llegan a colocar como ecológico el 50% de su producción).

Otro tema a considerar es la contaminación: la contaminación ambiental que sufren los agricultores ecológicos por parte de las prácticas de los convencionales (tema especialmente peligroso en este ámbito de las Subbéticas debido al minifundismo generalizado de la zona añadido a un alto grado de parcelación), y la ausencia de contaminación generada por los ecológicos. Y el caso más evidente es el señalado por uno de los miembros de la Cooperativa Virgen del Castillo sobre los residuos de endosulfán en el aceite, lo que provoca la inhabilitación de dicho producto para ser vendido como producto ecológico. Y por el otro lado, señalar los beneficios medioambientales de la AE como consecuencia de la limitación o erradicación de los tratamientos químicos (algo fundamental en un ambiente protegido como el que estamos tratando en esta investigación).

Y por último, señalar la ausencia de AE en Doña Mencía y en Iznájar. En Doña Mencía habría que investigar más a fondo las causas, ya que sin embargo, los agricultores de Doña Mencía están más dispuestos que la media de la zona a pasarse a ecológico (60% lo ven “probable” en Doña Mencía frente al 46% y 17% que lo ven difícil o imposible en el conjunto de la muestra). Mientras que en Iznájar comprobamos la explicación del Agente de Desarrollo sobre la orientación productivista de los agricultores; pero tampoco en nuestra muestra encontramos una predisposición contra la AE: creen que hay que echar cuentas, y también dependían de la opinión de sus sucesores en la finca (ya que en este caso la continuidad estaba asegurada).

Por otra parte, a nivel municipal, vemos que respecto a la AE, encontramos fundamentalmente la organización de cursos o charlas para informar sobre este tipo de manejo y también para difundir las ayudas y subvenciones que van en esa línea de producción. Estos cursos o charlas se realizan desde los ayuntamientos junto al CIFA (ahora IFAPA) correspondiente (Cabra, Córdoba...) o junto a la OCA, o con alguna organización agraria o con las cooperativas de la zona. Todo ello dependiendo del grado de contacto que tengan entre sí los ayuntamientos con estas instituciones, que varía desde una comunicación y una actividad conjunta muy fluida (como ocurre en el caso de Carcabuey) hasta aquellos en que la agricultura es considerada un sector maduro e independiente que no requiere la participación activa de los ayuntamientos (como en Iznájar o Luque), y aquellos que acompañan a las cooperativas locales pero sin protagonismo propio (como en Rute)

Así, encontramos ayuntamientos muy activos respecto a la agricultura (especialmente Carcabuey o Priego) que tratan de colaborar en el desarrollo de la zona a través de una agricultura con productos de calidad y elaborados en la propia zona tratando de obtener el máximo valor añadido en los procesos de transformación que se logre retener en la zona. En esa línea, la máxima aspiración y mayor apuesta es hacia la integración (o creación) en una Denominación de Origen para sus aceites. Algo que puede conducir hacia la AE y

hacia la marca de calidad del PN, pero que presenta distintos problemas, como se analiza más adelante.

En esa misma dirección parece trabajar ya el Grupo de Desarrollo Rural de la Subbética Cordobesa, orientándose hacia el desarrollo agrícola y ganadero en un sentido de mayor calidad y aprovechamiento de la figura del PN. También las OCAs tratan de aportar su apoyo a los cambios en el manejo, que puede conducir a la AE.

En esos casos, habrá que ver la capacidad de respuesta y de dinamización que puedan asumir los CIFAs de Cabra y de Córdoba, e incluso la propia Universidad de Córdoba, a través de cursos e investigaciones que fomenten y difundan la AE, así como ofreciendo apoyo técnico y aclarando los problemas que surgen en la AE o demostrando las ventajas de este tipo de manejo.

Sin embargo, los municipios deberían contagiarse o acogerse a esta línea de acción, pero por el momento no parece que haya un excesivo compromiso con la idea, ni tampoco una presión por parte de los agricultores o ganaderos, más allá de la búsqueda de calidad que hasta ahora se hace por medio de la DO, y no tanto por una marca de calidad del PN que está aún poco desarrollada o por la AE.

A nivel institucional se observa que los ayuntamientos en algunos casos son agentes muy activos respecto a la agricultura, y que las OCAs también ayudan, además de las posibilidades que ofrece el Grupo de Desarrollo Rural y la Cooperativa Virgen del Castillo, pero sin embargo, falta una apuesta decidida por las posibilidades de la AE, similar a la que se ha realizado por las Denominaciones de Origen. Algo que podría ser subsanado a partir de la puesta en práctica de las líneas de acción contempladas en el PDS por parte del Instituto de Fomento de Andalucía -pero que en principio parece más decidido a apoyar la Agricultura Integrada que la AE- y la intervención de la nueva Dirección general de Agricultura Ecológica.

Como ampliación de estos últimos comentarios se vislumbra la cuestión de la marca de calidad PN. Una marca que abre un gran horizonte de posibilidades para los productos de la zona y que va de la mano con la AE. Una marca aún poco conocida y poco utilizada pero que puede ser un acicate para el desarrollo de la agricultura, de la AE y de la zona en general. La marca PN abarca productos naturales, productos artesanos y productos turísticos, pero siempre con el compromiso de la calidad, el cuidado medioambiental, el carácter local (la materia prima del producto se ha de producir al menos en un 75% en el ámbito del PN y su AIS) y su carácter artesanal. Y como elemento fundamental para la AE, se contempla que *“la materia prima ha de proceder de explotaciones donde el sistema de producción esté acreditado como producción integrada o ecológica”* (Consejería de MA, 2004).

Con lo cual, recapitulando lo dicho sobre la situación del olivo y los cambios que se están produciendo en su manejo, la marca PN puede ser el punto en que confluyan las dos

corrientes de cambio que hay ahora mismo: por un lado, los cambios en el manejo del suelo, que tratando de evitar la erosión se ha generalizado el no laboreo (aunque con aplicación masiva de herbicidas, al menos, antes de la recolección), y por otro lado, el cambio en la orientación productiva, tendente, por medio de las Denominaciones de Origen, hacia una mayor calidad y un mayor grado de transformación en la zona para retener el máximo de valor en la zona. Es decir, profundizando en estas dos líneas de cambio, se llegaría a la puesta en valor de la producción de la zona -y de la zona misma- a través de la figura del PN y el distintivo de calidad que ofrece, y que incorpora a la AE como requisito y valor añadido.

Aparte del olivar, hay otras orientaciones productivas con potencialidad de cambio hacia un manejo ecológico. El membrillo es una de ellas; es un cultivo importante en Carcabuey y en Priego, tanto que en el ayuntamiento de este municipio, junto a la Diputación, se planteó un proyecto de diversificación de cultivos en la zona hacia el membrillo y sus múltiples posibilidades (*“la semilla de ambientador, para farmacias, la pulpa para los potitos, la carne, el fruto natural e incluso zumo”*), lo que asumió la cooperativa Virgen del Castillo clasificando, transformando y poniendo marca propia a los productos, aunque con unos resultados bastante peores de lo esperado (especialmente en la parte de producción ecológica). Por su parte en Priego hay una fábrica que hace carne de membrillo (con azúcar morena de caña) y también clasifica los frutos, con una parte en ecológico. De nuevo con este cultivo encontramos el mismo planteamiento que con el olivo: puesto que no se puede competir en producción con otras zonas mejores, se compite en calidad y en transformación; antes se vendía la producción a granel a Puente Genil, donde estaba la industria, en la zona de mayor producción de membrillo, pero ahora se trata de retener ese valor en el pueblo.

Sin embargo, este cultivo es secundario, y en la producción ecológica va de la mano siempre con olivar en ecológico; algo que como hemos adelantado como hipótesis, podría ser beneficioso para su conversión a AE.

Asociado al cultivo del membrillo, hemos comprobado que en la zona de Priego y Carcabuey hay interés por la recuperación productiva de una variedad local como el camueso: un híbrido de manzana y pera muy valorado localmente que sin embargo no se explota e incluso está a punto de perderse. De ahí que desde el ayuntamiento de Priego se estén planteando crear un vivero para poner a disposición de algún emprendedor los plantones y fomentar su producción.

También desde el ayuntamiento de Carcabuey, a partir del membrillo, se trata de potenciar el cultivo del camueso. Con lo que estamos en la misma situación que con el membrillo, pero de una forma más profunda: un cultivo no ya secundario sino minoritario y con una orientación de apuesta por la diversificación y la diferenciación.

Comentarios que podríamos ampliar al resto de frutales (almendros, manzanos y cerezos) que se cultivan en la zona y que son igualmente minoritarios en la zona y, exceptuando a los

manzanos, también minoritarios en consumo pero muy valiosos en el mercado. Otro campo de acción sería el de los productos hortícolas, con Cabra, Priego y Rute como lugares donde más se valora a las huertas como recurso de la zona. La relativamente poca superficie de estas huertas hace que su conversión pueda ser más fácil, además de que las hortalizas ecológicas sí están logrando una salida más fácil en el mercado (aunque sobre todo exportándose).

Respecto a esta cuestión de la salida al mercado, encontramos en la zona un conocimiento muy dividido en cuanto a los que no saben nada de los productos ecológicos y los que sí saben, y que ciertamente reconocen correctamente qué es un producto ecológico. Otra cuestión sobre este consumo ecológico es que en muchos casos se confunde lo ecológico con lo local y lo tradicional.

Pero volviendo a la producción, como zona objetivo, sería Cabra el municipio más interesante debido a su alta producción y superficie destinada a huertas. Y respecto a la AE, podría haber una vía de acceso en la intención del ayuntamiento de Priego de recuperar las huertas, aunque la primera opción es recuperarlas en forma de invernaderos competitivos. Sin embargo, por su orientación hacia la calidad y la diferencia, podría proponerse como alternativa. También cabría como opción contar con la Red de Semillas, que tiene en Priego a un campesino que está protegiendo y recuperando germoplasma de variedades locales, y que podrían pasar a ser una alternativa de producción y consumo, junto al grupo de SlowFood en Córdoba asociado al Grupo de Desarrollo Rural de Baena, promoviendo su consumo, y en general un consumo responsable.

El viñedo, con una superficie de 971 hectáreas (929 de ellas en Cabra), podría ser una opción viable para la AE, ya que es un sector en el que se ha logrado un mercado bastante razonable, incluso en España, de vinos que provienen de zonas poco emblemáticas en el tema (al igual que en nuestro caso) como las Alpujarras, Castilla-La Mancha y Murcia

También se cita la alternativa de las plantas silvestres para fines medicinales, como condimentos culinarios y para elaborar bebidas alcohólicas, esencias, etc. En la zona hay numerosas plantas silvestres de gran valor que podrían ser aprovechadas ecológicamente. Así ya hay un proyecto circulando por los ayuntamientos proponiendo la creación de una huerta con invernadero para producir dichas plantas y luego transformarlas, en una segunda fase, en régimen de AE.

Sobre las potencialidades de la ganadería ecológica se ha señalado que la ganadería extensiva en las zonas de la sierra no tendrían excesivos problemas en pasarse a ecológico, pero nos encontramos con los problemas de las dificultades para encontrar piensos y la falta de pastores.

Sin embargo, también cabe plantear la posibilidad de integración en las zonas de olivar entre agricultura y ganadería, ofreciendo un arreglo mutuamente beneficioso, y capaz de reducir costes de producción y externalidades negativas sobre el entorno.

4 ▶ CONCLUSIONES

La información analizada en el apartado anterior se esquematiza en una matriz tipo DAFO (ver Cuadro 1), a partir de la cual se establecen las conclusiones, en forma de propuestas y estrategias.

Cuadro 1. Matriz DAFO

DEBILIDADES

- Monocultivo de facto del olivo
- Los agricultores convencionales están medianamente satisfechos
- Falta de información y comunicación del PN
- Se asocia al PN con limitaciones y papeleos
- Falta de Director -Conservador
- Desconocimiento sobre las actividades del PN
- Poco interés por la AE en los ayuntamientos
- Los agricultores ven difícil o imposible su paso a AE
- Falta de formación técnica en AE
- Falta investigación e información sobre AE
- Dificultades para encontrar compradores
- No hay AE en Doña Mencía ni en Iznájar
- Carencia de alimentos ecológicos y pastores para el ganado
- El PN no está a favor de permitir la proliferación de la ganadería en la sierra
- Desconocimiento de la marca de calidad PN

AMENAZAS

- Agricultores ecológicos poco informados y medianamente satisfechos económicamente
- Los conocimientos sobre AE que tienen los convencionales son muy bajos, y con ideas negativas preconcebidas sobre este manejo
- Modelo de AE basado en la sustitución de insumos
- Incredulidad sobre la ganadería ecológica
- La parcelación propicia la contaminación de las fincas que están en AE
- Propuesta de recuperación de huertas bajo un manejo intensivo
- La gestión del IFA parece tender más hacia la Agricultura integrada que hacia la AE

FORTALEZAS

- La población general y agrícola sabe que su municipio pertenece a un PN
- Cambios en el manejo agrícola: nueva concepción sobre el cuidado del suelo y difusión del no laboreo
- Apuesta por la calidad y la transformación in situ para captar mayor valor añadido: la importancia de las Denominaciones de Origen de Aceite
- Ejemplos exitosos de agricultura y ganadería ecológicas
- Existencia de pastos en ecológico
- Ayuntamientos y GDR (en Cabra) activos de cara al desarrollo de la agricultura
- Cooperativa Virgen del Castillo de Carcabuey como elemento dinamizador e innovador (favorable a la AE)

OPORTUNIDADES

- Se piensa que el PN “podría” ser algo beneficioso
- Existencia de ganadería en extensivo
- Ejemplos de integración de la ganadería y el olivar
- Disponibilidad de pastos en la sierra que podrían certificarse como ecológicos
- Posibilidades para producir en ecológico el membrillo, el camueso, viñedos, plantas silvestres
- La recuperación de las huertas podría hacerse desde la AE
- Interés por la AE desde las OCAs
- Algunas directrices del PDS apuntan hacia la AE
- Puesta en práctica de ese PDS por parte del IFA
- Existencia de planes de fomento de la AE a nivel europeo, estatal y andaluz
- La creación de una nueva Dirección General de AE
- La marca de calidad PN incorpora la AE como uno de los requisitos posibles

En primer lugar, de un modo más genérico y enfocado especialmente hacia la figura del Parque Natural, podrían plantearse dos propuestas principales: mejorar el flujo de información entre el PN y la población (agrícola o no), para acabar con la percepción negativa sobre el PN, acusado de crear agravios comparativos o imponer nuevas trabas a la agricultura y el desarrollo de la zona; y también para tratar de hacer sentir al PN como un valor real y no sólo posible. La otra propuesta sería que desde el Parque se hiciesen campañas y actividades para fomentar la sensibilización ambiental y las prácticas favorables al cuidado del MA y así promover una conciencia ambiental entre la población general y los agricultores -lo que ayudaría mucho a la extensión de la agricultura ecológica-.

En cuanto a las medidas específicas para la Agricultura y Ganadería Ecológicas, habría que fomentar el interés y la implicación de los ayuntamientos en la apuesta por la AE para lograr que éstos, como agentes endógenos y activos, promuevan la producción ecológica, como producción de calidad. Además, sería muy necesario realizar una campaña de información masiva sobre AE para agricultores, puesto que como ya hemos visto hay un alto desconocimiento, o más bien una cierta desinformación, sobre el proceso global que implica el manejo ecológico, lo que conduce a algunos a desdeñar la AE de acuerdo a los conocimientos insuficientes que poseen. Al mismo tiempo, habría que aumentar la producción y difusión de investigaciones que resuelvan los problemas o carencias achacados a la AE y que profundicen en la demostración de la mayor sostenibilidad de la AE entendida desde un punto de vista amplio y no desde la simple sustitución de insumos (que es otro de los grandes peligros de a los que se enfrenta la AE, una vez superada la fase de conciencia ecológica de los agricultores ecológicos y se solventen las dudas sobre la rentabilidad de la certificación en AE). Algo a lo que deben ayudar los propios agricultores ecológicos, pero dotándoles de un arsenal de razones y, especialmente, de resultados para aumentar su autoestima y para dar una visión más cercana y a la vez informada sobre la AE a sus colegas convencionales (además de servirles a ellos para mejorar su trabajo diario). Otra estrategia fundamental, aprovechando los cambios ya comentados para tender hacia la agricultura ecológica, sería potenciar los cambios que están conduciendo hacia la calidad y el cuidado del suelo en la agricultura.

Y por último, sería muy importante implicar a las instituciones en el desarrollo de la AE y de la marca de calidad PN, lo que permitiría lograr que se llevaran a cabo las líneas de acción sobre AE (algunas ya propuestas en el PDS) y mejorar la percepción del PN como valor al usar la marca de calidad PN que incorpora la AE como requisito.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Este estudio está enmarcado en el Proyecto de Investigación “Evaluación del potencial de desarrollo de la Agricultura y Ganadería Ecológicas en ocho Parques Naturales de Andalucía”. Este proyecto está financiado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, y se lleva a cabo a través de un Convenio de Cooperación entre el Consorcio Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural (CIFAED) y la Asociación Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (CAAE).

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

• CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE 2004

Información sobre la Marca Parque Natural de Andalucía, condiciones de adhesión [en línea]. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/adapt/informacion/adhesion.html> [consulta: junio 2004].

- **CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE 2001**

Plan de Desarrollo Sostenible del Parque Natural Sierras Subbéticas [en línea]. http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/PDS/subbetica/doc_pdsbetica.html [consulta: Marzo 2004].

- **GARCÍA, M.; IBÁÑEZ, J. Y ALVIRA, F., COMP. 1992**

El análisis de la realidad social: Métodos y técnicas de investigación. Alianza Editorial. Madrid.

- **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE) 2003**

Censo Agrario 1999. [CD-Rom].

- **ORTÍ, A. 1992**

“La apertura y el enfoque cualitativo o estructural: la entrevista abierta y la discusión de grupo”. En García Ferrando, M.; Ibañez, J. y Alvira, J. (Comp.). El análisis de la realidad social: métodos y técnicas de investigación. Alianza Universidad Textos. Madrid.

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL Y TECNOLÓGICA DE LA OLIVICULTURA ECOLÓGICA EN LA PROVINCIA DE GRANADA

1

GUZMÁN, GLORIA I.⁽¹⁾ Y ALONSO, ANTONIO M.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Doctores Ingenieros Agrónomos

Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural
C/Camino de El Jau, s/n. Apartado 113. 18320 Santa Fé (Granada)
Telf.: 958 513195 / Fax: 958 513196 / E-mail: gercifaed@hotmail.com

RESUMEN

El principal objetivo recogido en este artículo es caracterizar la estructura productiva y tecnológica de la olivicultura ecológica en la provincia de Granada, mostrando las diferencias reales que presenta con respecto a la olivicultura convencional.

Para ello se realizaron entrevistas a todos los olivareros ecológicos de la provincia que habían superado el periodo de reconversión a inicios de 2003 y a olivareros convencionales de las mismas comarcas y características. En total se hicieron 100 entrevistas.

El resultado muestra, entre otros aspectos relevantes, la menor edad media de los agricultores y de las plantaciones dedicadas a producción ecológica; una distribución geográfica diferenciada; y la disminución del laboreo y la adopción generalizada del manejo de cubiertas vegetales entre los productores ecológicos.

PALABRAS CLAVE: OLIVAR ECOLÓGICO, CAMBIO TECNOLÓGICO

1 ► INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la olivicultura ecológica en Andalucía y España en los últimos años puede contribuir a mejoras medioambientales y sociales en el medio rural, dada la vinculación de este cultivo a importantes problemas medioambientales como la contaminación de las aguas por nitratos y herbicidas, ó la erosión hídrica cuando se maneja de forma química; pero también a aspectos positivos como el mantenimiento de avifauna, generación de riqueza y empleo en los pueblos... La conversión del olivar convencional en ecológico podrá potenciar los aspectos positivos, y minimizar los negativos, si es capaz de ir más allá de la mera sustitución de insumos y profundizar en el cambio de estrategia en el manejo. En este sentido, el presente artículo tiene como objetivo caracterizar la estructura productiva y tecnológica de la olivicultura ecológica en la provincia de Granada, mostrando las diferencias reales que presenta con respecto a la olivicultura convencional.

2 ► METODOLOGÍA

La generación de información primaria se ha llevado a cabo en base a entrevistas realizadas a olivaderos convencionales y ecológicos. La selección de los olivaderos ecológicos fue previa, dado que en función de su distribución geográfica y sus características había que realizar la selección de los agricultores convencionales, con el fin de establecer posteriormente diferencias y similitudes entre ellos que respondieran a su opción productiva y no a otro tipo de variables. El listado de olivicultores ecológicos fue solicitado a las certificadoras que operan en Andalucía en el primer trimestre de 2003, y constaba de 233 productores en la provincia de Granada, de los cuales sólo 54 tenían concedida la calificación definitiva de “ecológico”, esto es, aquellos que llevan al menos tres años realizando prácticas ecológicas de manejo. Dado que para efectuar comparaciones entre el manejo convencional y ecológico, era imprescindible que éstos últimos tuvieran ya las prácticas de manejo y las producciones relativamente asentadas, se eligieron como integrantes de la muestra a entrevistar a los productores con certificación definitiva de “producción ecológica”. De estos 54, se descartaron 9 por pertenecer a la comarca de Iznalloz, cuyo estudio ya habíamos realizado en el marco de otro proyecto (Guzmán Casado *et al.*, 2002a y 2002b). Así, finalmente el número de entrevistados ecológicos fue de 45, y en los resultados incluidos en este artículo hay que considerar que queda excluida la comarca de Iznalloz.

Por su parte, los olivicultores convencionales fueron seleccionados en función de la distribución por comarcas agrarias y características de los ecológicos ya que se trata de establecer comparaciones entre situaciones similares. Los nombres y números de teléfono de olivicultores convencionales nos fueron facilitados por olivaderos ecológicos, por la OCA de Guadix para esta comarca, y por el gerente de la almazara Vallés Operé S.L., en el caso de la comarca de Baza. El número de entrevistas realizadas a productores convencionales ha sido de 55.

La información obtenida a partir de las entrevistas ha permitido caracterizar la estructura productiva y la distribución geográfica del olivar ecológico granadino, estableciendo algunas particularidades que lo diferencian de la estructura media de las explotaciones granadinas y andaluzas según el INE (2003) y la CAP (2003). Se incluyeron las siguientes variables: tamaño de la explotación, pendiente, grado de parcelación, variedades, régimen de cultivo (secano/regadío), número de árboles por hectárea, edad de la plantación, dedicación a la actividad agraria y edad del titular de la explotación. Posteriormente, en el segundo apartado se establecen las diferencias de manejo entre los agricultores ecológicos y convencionales entrevistados.

3 ► RESULTADOS

Distribución geográfica y estructura productiva de la olivicultura ecológica y convencional en Granada

En el primer trimestre de 2003, la provincia de Granada contaba con 233 olivareros inscritos en certificadoras de agricultura ecológica en la provincia de Granada, de los cuales sólo 54 tenían concedida la calificación definitiva de “ecológico”, En esta fecha, las comarcas agrarias de Huéscar y Baza, es decir el altiplano granadino, concentraban el 52% de los olivareros con certificación de olivar ecológico de la provincia, siendo creciente su importancia en los últimos años, ya que en el año 2000 solo suponían el 34%. Por su parte, Guadix, Iznalloz y Las Alpujarras han descendido en términos relativos pasando de suponer el 44% entre las tres, al 27%.

Las comarcas de Montefrío e Iznalloz son las de mayor tradición olivarera de la provincia y es significativa la escasa presencia de la producción ecológica en ellas, disminuyendo además su representación relativa en estos últimos años. En el caso de Iznalloz esta caída porcentual ha significado el paso del 16 al 10% de los olivareros ecológicos de la provincia. En Guzmán, Serrano y Alonso (2002a y b) ya poníamos de manifiesto los problemas de sustentabilidad de la producción ecológica en esta comarca, sobre todo en el municipio de Deifontes. Una parte importante de los problemas de manejo mencionados en estos artículos se ha solucionado; no obstante, quedan por resolver problemas de tipo social y de percepción de la producción ecológica por la población de esta comarca.

La edad media de los titulares de la explotación ecológica es relativamente baja, de hecho una cuarta parte de ellos tienen menos de 35 años, y el 63% menos de 45. Estas cifras se alejan bastante de la estructura de edad de las explotaciones con tierra de la provincia de Granada, ya que según el Censo Agrario de 1999 (INE, 2003) los titulares menores de 45 años son sólo el 30% del total. Aparece como dato preocupante el hecho de que el 27% de los agricultores granadinos supere los 65 años (Fig. 1).

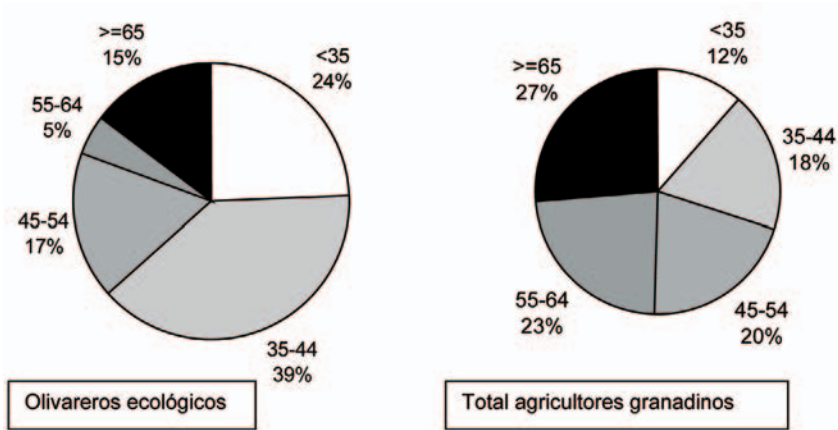


Figura 1. Edad de los titulares de las explotaciones ecológicas y del total de los agricultores granadinos.

Fuente: entrevistas a ecológicos e INE (2003)

En la dedicación del titular de la explotación a la agricultura aparece una diferencia notable entre los ecológicos y convencionales entrevistados. El 68,5% de los titulares de las explotaciones convencionales entrevistados se dedica a la agricultura a tiempo completo, frente al 50% que lo hace en ecológico. El INE (2003) muestra que para las explotaciones con tierra de Granada, el 68,2% de los titulares se dedica a la agricultura a título principal, coincidiendo con el caso de los convencionales entrevistados. La diferencia con los ecológicos creemos que está relacionada con la edad de los titulares, porque actualmente la mayoría de los jóvenes dedica su tiempo a otra actividad económica principal. La distribución de las explotaciones ecológicas en función de su superficie nos muestra que se trata, en general, de explotaciones pequeñas y medianas las que están dedicándose a la producción ecológica; aportando la mayor parte de la superficie las comprendidas entre 5 y 20 has (véase Fig. 2).

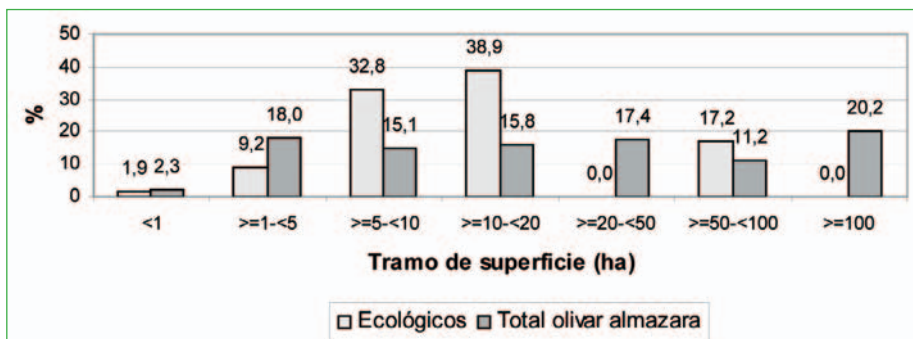


Figura 2. Porcentaje de superficie que aportan las explotaciones de olivar ecológico y el total de explotaciones de olivar de almazara granadino, en función de su tamaño.

Fuente: entrevistas para ecológicos e INE (2003) para el total del olivar de almazara de Granada.

En cuanto a las características de las explotaciones, observamos en la Figura 3 que sólo el 25% de los olivos ecológicos está en plena producción (>10 años), mientras que el resto corresponde a plantaciones nuevas que están pasando su periodo de conversión en fase improductiva; estrategia esta que es de interés para los agricultores, pues desde el inicio pueden acceder al precio-premio del aceite ecológico. No obstante, obliga también a considerar que una parte importante del aceite con certificación ecológica no ha salido aún al mercado. En esta situación incide también el alto porcentaje del olivar que está en reconversión con respecto al ecológico. Este porcentaje de olivos de nueva plantación es muy superior a la media andaluza, donde la superficie de olivar en total o parcial renovación alcanza sólo el 31,86% (CAP, 2003). Por comarca analizada, Baza, Guadix y Huéscar, concentran estas nuevas plantaciones ecológicas.

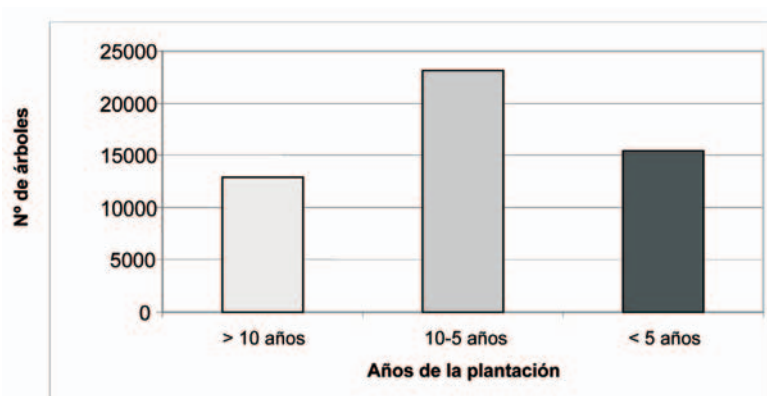


Figura 3. Número de olivos ecológicos de la provincia de Granada en función de la edad de plantación en el año 2003

El grado de parcelación (número de parcelas por explotación) es bajo, el 60% consta de una sola parcela, y sólo el 16% consta de más de dos parcelas. A nivel de todo el olivar andaluz es mucho mayor el grado de parcelación, así sólo el 38,4% de las explotaciones están constituidas por una sola parcela, y el 39,6% por más de dos (CAP, 2003). Un bajo grado de parcelación es considerado como positivo porque permite optimizar el manejo, y reducir costes. Por comarcas, Montefrío presenta la mayor parcelación, seguida de La Vega; mientras que en Alhama, La Costa, Guadix y Huéscar predominan las explotaciones uniparceladas.

La pendiente de las parcelas fue dividida en tres tramos Baja (<10%), Media (10-30%) y Alta (>30%). Del total de parcelas de olivar ecológico, 22 parcelas tienen pendientes inferiores al 10%, 18 están comprendidas entre el 10-30% y sólo 8 parcelas fueron definidas como de alta pendiente. Estas últimas se hallan distribuidas entre seis comarcas, sin caracterizar a ninguna de ellas. En Montefrío, La Vega y Las Alpujarras predominan las pendientes medias, mientras que en La Costa, Huéscar, Guadix y Baza lo hacen las de baja pendiente.

No obstante, el olivar de la provincia de Granada responde a un patrón más acusado de pendientes (CAP, 2003). La relativa concentración del olivar ecológico en las comarcas del altiplano granadino tiene que ver con esta situación.

La densidad de plantación más frecuente es la que mantiene entre 70-90 árboles por hectárea, seguida de cerca por aquella de entre 130-150 árboles/ha. En términos generales se puede decir que las densidades más frecuentes se encuentran entre 70-170 árboles/ha, lo que corresponde a marcos de plantación entre 12*12 y 8*8. La densidad más frecuente en Andalucía es algo inferior, y se sitúa entre 70-120 olivos/ha (CAP, 2003). Esta situación está relacionada, de nuevo, con la elevada presencia de olivares ecológicos de nueva plantación en la provincia de Granada.

Aproximadamente un tercio de las explotaciones ecológicas posee riego, mientras que el 65% es de secano, y un 2% combina ambas circunstancias en función de la parcela (Fig. 4). Comparativamente es ligeramente mayor el porcentaje de explotaciones con riego en ecológico con respecto al olivar de almazara total de la provincia (INE, 2003). Por comarcas, las explotaciones ecológicas de Alhama y Montefrío son de secano, que también predominan en Baza y Guadix. En el otro extremo, la explotación de La Costa es de riego, y predominan en Huéscar y Las Alpujarras.

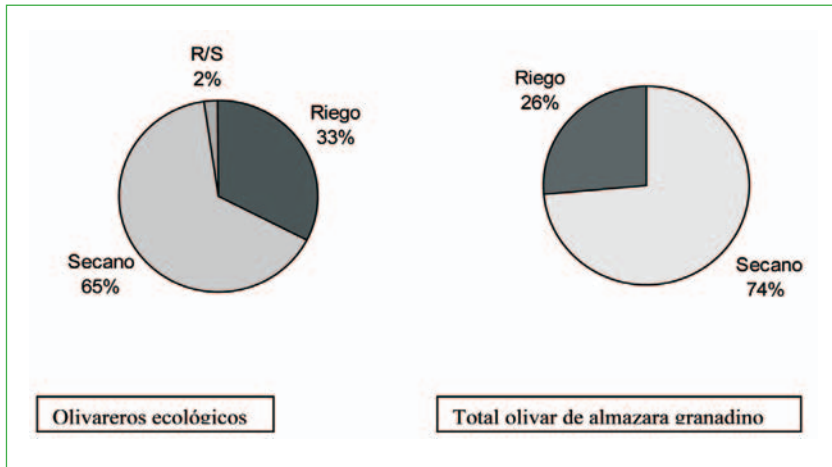


Figura 4. Distribución de las explotaciones ecológicas y del total de olivar de almazara de Granada en función del régimen de cultivo. Fuente: entrevistas para ecológicos e INE (2003) para el total provincial.

Las variedades presentes en las fincas de producción ecológica son Picual, Hojiblanca, Gordal, Lechín, Manzanilla, Picudo y Verdial. La más frecuente es Picual que se encuentra en 41 explotaciones, le sigue de lejos Hojiblanca presente en 9 de ellas, Gordal en 7, Manzanilla en 5, y Lechín en 4. Por último, Picudo y Verdial sólo se encuentran cada una en

una explotación. Las Alpujarras acumulan la mayor diversidad, mientras que Baza, Guadix y, en menor proporción, Huéscar, concentran la mayor parte de las fincas monovarietales; que son principalmente de picual. Esta distribución es similar a la de las fincas convencionales entrevistadas, ya que está relacionada con las comarcas y con la tradición olivarera en ellas, y no con la variable convencional/ecológico.

Caracterización de las técnicas de manejo del olivar ecológico y convencional en la provincia de Granada

- **Manejo del suelo y fertilización**

Los olivares ecológicos pueden diferenciarse en tres grupos en función del manejo del suelo que realizan y son los siguientes:

- ▶ **Con cubierta vegetal sembrada entre calles y control mecánico o a diente**

Este grupo está compuesto por 12 productores, que siembran la cubierta con las primeras lluvias del otoño, realizando la incorporación o siega mecánica o a diente entre finales de marzo y de mayo. Las Alpujarras concentran seis productores de este grupo; Guadix, dos; La Vega, dos; y Huéscar y Montefrío uno cada uno. En siete de las explotaciones está presente la veza (*Vicia sativa*); en tres la moruna (*Vicia articulata*), las habas (*Vicia faba*) y la avena (*Avena sativa*); en dos la alfalfa (*Medicago sativa*) y los yeros (*Vicia ervilia*), y en una las lentejas (*Lens culinaris*). La siega a diente mediante ganado (ovino y equino) tiene lugar en tres explotaciones, en otra se siega mecánicamente en junio el forraje y se retira para alimentación de ganado caprino, el resto de los olivares lo incorporan al suelo en abril-mayo con cultivador preferentemente.

Es de destacar, el uso de dos especies muy presentes en la agricultura tradicional de Granada, que habían quedado relegadas al olvido en las últimas décadas: la moruna y el yero. Ambas pueden tener un papel relevante en el cultivo ecológico de frutales de secano y cereales en el sureste peninsular.

- ▶ **Con cubierta vegetal adventicia entre calles y control mecánico o a diente**

Este grupo, compuesto por 29 productores ecológicos, deja crecer una cubierta vegetal adventicia durante el otoño y el invierno, siendo incorporada mecánicamente o segada a diente en primavera (marzo a mayo). Este grupo se puede dividir, a su vez, en cuatro subgrupos. El primero, formado por 16 productores, realiza incorporación mecánica de la flora adventicia y da tres pases al año. Estos olivares suelen labrar en agosto y/o septiembre pasando una rastra o cultivador, luego en marzo o abril, de nuevo con los mismos aperos y, finalmente, vuelven a gradear en junio, preferentemente con cultivador o grada. El segundo subgrupo, formado por seis productores, realiza también control mecánico de

la cubierta pero sólo da dos pases al año, desapareciendo en unas ocasiones el de verano y en otras el de otoño. El tercer subgrupo, con tres integrantes, siega la cubierta mediante la introducción de ganado (ovino y aviar, preferentemente), y no realizan labranza o lo hacen sólo a final de primavera o principios de verano. El cuarto subgrupo, no labra nunca y siega la cubierta con desbrozadora. Está compuesto por cuatro agricultores.

► Sin cubierta vegetal

Este grupo está integrado por 4 productores ecológicos que no permiten el crecimiento de cubierta vegetal entre calle para lo que realizan cuatro o cinco pases de labranza al año. Este manejo del suelo es complementado por 6 productores con una cava de pies. Esta cava se hace bajo la copa del olivo, puesto que el cultivador no alcanza esa zona, y consiste en levantar con una rastrilla o un azadón las hierbas que crecen en torno al pie del olivo, moviendo la tierra superficial. La preparación de los ruedos con rulo solo es realizada por dos olivareros.

En general, la fertilización en Agricultura Ecológica se basa en el reciclaje de nutrientes, la siembra de leguminosas como abono verde y la incorporación de enmiendas orgánicas y minerales. Ello puede complementarse con la aplicación de abonos líquidos de origen orgánico aplicados vía foliar o a través del sistema de riego.

En concreto, el reciclaje de nutrientes en el olivar se lleva a cabo a través del compostaje de los residuos de la almazara y su reutilización como fertilizante orgánico; el picado de los restos de desvareto y poda y esparcido de los mismos en el campo o su reciclaje a través del ganado; y, por último, la presencia de una cubierta vegetal espontánea o sembrada y su incorporación directa al suelo o mediada por el ganado.

En el olivar ecológico estudiado el compostaje del alperujo no se realiza en ningún caso, lo que diferencia claramente a la comarca de Iznalloz donde esta técnica se emplea de forma mayoritaria, principalmente en el municipio de Deifontes (Guzmán Casado *et al.*, 2002a). En cuanto al picado y esparcido de los residuos de desvareto sólo es realizado por tres olivareros; y normalmente, los restos de poda son sacados de las fincas y empleados como leña.

Por su parte, el reciclaje a través de la presencia de una cubierta vegetal incorporada directamente al suelo o a través del ganado ocurre en 41 de las 45 explotaciones entrevistadas, como hemos expuesto con anterioridad. El empleo de enmiendas orgánicas puede subdividirse en dos apartados: el uso de estiércol de ganado de la zona o la compra en el mercado de compost registrado por casas comerciales. En el primer caso, el precio de adquisición es menor, y a menudo es resultado de un intercambio local por trabajo y/o comida para el ganado.

En el segundo caso, el precio es alto aunque su aplicación suele conllevar menos trabajo. Del total de entrevistas de olivareros ecológicos entrevistados, veintisiete basan su fertilización

en el estiércol, compostándolo en un proceso controlado cuatro de ellos (a través de volteos y riegos en tres de los casos, y a través del manejo de lombrices en uno). La frecuencia de aplicación suele ser anual o bienal. El estiércol más empleado es el de ovino, que es usado en 16 de las explotaciones. El de cabra es empleado en una finca. En otras 6 se utiliza una mezcla de estiércol de distintas especies animales (caballo, cabra, vacuno, ovino, conejo y/o gallina). Por último, cuatro emplean gallinaza y/o purín de cerdo como fertilizantes orgánicos más importantes.

Las enmiendas orgánicas comerciales son empleadas por 16 olivaderos. La frecuencia de aplicación es similar a la de los estiércoles. Por último, el fertilizante líquido foliar es empleado por 20 olivaderos como apoyo a la fertilización de suelo. No emplean fertirrigación ya que muchos de ellos riegan a pie mediante acequias.

Además de estos fertilizantes, se está empleando con cierta relevancia el llamado patentkali, mineral mezcla de sulfato de potasio con sulfato de magnesio, que contiene un 28% de K_2O , un 8% de magnesio y un 18% de azufre. Lo emplean nueve olivaderos. El cloruro de potasio es usado por dos productores.

Por último, dos de ellos están inyectando al suelo *Azotobacter*, bacteria de vida libre responsable de fijación de N_2 atmosférico en el suelo. La eficiencia real de esta técnica está poco estudiada y demandaría mediciones en campo en estas condiciones.

Por su parte, el manejo del suelo de los convencionales es muy similar entre olivaderos y está basado en el laboreo mecánico y el uso de herbicidas. La importancia relativa de los tratamientos y los pases de labor es lo que diferencia a unos de otros.

Excepcionalmente, uno de los entrevistados sembraba cubierta vegetal de alfalfa, veza-avena, maíz o pasto de Sudán; segándola con pastoreo animal. Este olivadero fertiliza orgánicamente, no hace tratamientos químicos y pone botellas tipo OLIFE para el control de la mosca. A pesar de ello, no está dado de alta como ecológico, por la ausencia de almazaras con línea ecológica en su zona. Sin embargo, a efectos de realizar los cálculos comparativos entre producción ecológica y convencional no se ha considerado en ninguno de los grupos, dado que aunque su manejo es ecológico, oficialmente no está certificado.

De los productores convencionales entrevistados el 73,3% emplea herbicidas para el control de la hierba. De ellos, el 87,9 % compagina el uso de herbicidas con el laboreo, y sólo 4 utilizan estos productos sin laborear. Los productos empleados habitualmente son: glifosato, simacina, diurón y MCPA. Se realizan una o dos aplicaciones: en primavera y otoño, aplicándolo bien con una mochila, bien con las cubas y el tractor.

Del 26,7% que no usa herbicida, todos menos uno realizan laboreo. Solamente, un agricultor convencional emplea el desbroce con maquinaria para el manejo de la flora adventicia, efectuando dos intervenciones al año.

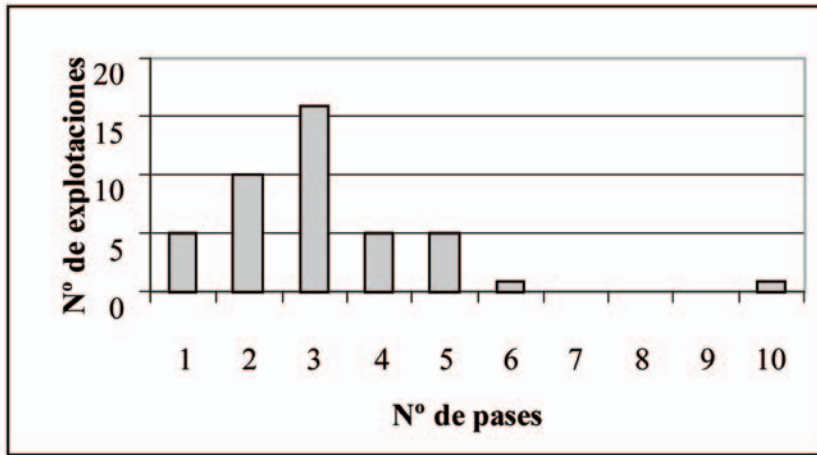


Figura 5. Número de pases de labor realizados por los agricultores convencionales entrevistados en sus explotaciones

El número de pases realizados anualmente es muy variable (véase Fig. 5) y se suelen emplear como aperos el cultivador, la rastra, la grada y el rulo, aunque también otros de fabricación casera como la viga, la rastra de ruedas... Estos aperos van acoplados al tractor, salvo en el caso de dos agricultores que emplean ganado de labor (mulos) en todas o en parte de las intervenciones. Puede observarse que la mayoría realizan tres laboreos al año, aunque algún agricultor llega hasta los diez pases anuales. En general, hay una fuerte tendencia a dejar el suelo desnudo como combinación de ambas técnicas: laboreo y uso de herbicidas, con las repercusiones nefastas que tiene sobre la erosión hídrica. Además de estas labores, seis de ellos preparan los ruedos a máquina con motocultor o tractor y rodillo, y otros nueve a mano.

Todos los convencionales entrevistados, salvo dos, realizan abonado al suelo. La gama de productos empleados es muy variable aunque predomina el triple 15, el nitrato amónico, la urea, y distintas combinaciones de nitrógeno, fósforo y potasio. Seis de ellos añaden estiércol de forma complementaria a la fertilización química. Realizan los aportes a mano o con abonadora, en función del tamaño de la finca y de la posibilidad de entrar con el tractor en ciertas áreas por la pendiente. No obstante, la mecanización de esta tarea es baja: el 77% realiza aportaciones a mano, la abonadora es empleada por el 17% de los agricultores, el 2% realiza aplicaciones de purín de cerdo con tractor y cuba, y el 4% aplica el fertilizante al suelo con fertirrigación.

- **Tratamientos de plagas y enfermedades**

El 42% de los olivareros ecológicos entrevistados no realiza ningún tipo de tratamiento

porque no tiene problemas de plaga o enfermedad. El resto realiza tratamientos de prevención para repilo, o trata ocasionalmente cuando aparece alguna población de artrópodos que perciba como plaga. A continuación, se exponen los tratamientos que realizan, incluyendo la materia activa utilizada y época de aplicación.

- ▶ Polilla del olivo (*Prays oleae*): Se aplica *Bacillus thuringiensis*. Este tratamiento lo realizan siete agricultores en una sola aplicación primaveral.
- ▶ Cochinilla de la tizne (*Saissetia oleae*): El tratamiento va encaminado tanto a la cochinilla como a la negrilla, aplicando después de la poda a la leña y en los meses de verano (julio-agosto) aceite blanco de verano y azufre con la cuba pulverizadora. Hacen este tratamiento dos agricultores, pero uno sólo en manchas localizadas de la parcela. La cochinilla suele ser lo que más frecuentemente aparece en estos olivares, junto con el Prays.
- ▶ La mosca del olivo (*Bactrocera oleae*) es mencionada como problema secundario. Sólo es tratada por cuatro productores con rotenona, de ellos tres realizan aplicación en primavera y uno en otoño. Estos tratamientos son en dos de los casos preventivos y están contraindicados en producción ecológica. En los otros dos se aplican a manchas o sólo si se observa cierta presencia de este insecto. Sólo uno emplea la trampa OLIFE para su captura.
- ▶ Repilo (*Spilocaea oleagina*). Es el problema fitopatológico más importante en el olivar ecológico por su difícil control cuando se dan las condiciones que lo promueven. Por otro lado, el cobre es el único producto con el que cuenta el olivicultor, y está prevista su prohibición en la legislación de AE de la Unión Europea. Por ello, es urgente la investigación en este campo para mejorar el manejo y contar con productos alternativos. El tratamiento que realizan los agricultores es preventivo, y supone una o dos aplicaciones en campo con la cuba pulverizadora. El 58% de los ecológicos trata el repilo, de ellos 8 lo hacen en otoño y primavera, 10 sólo en primavera y 6 sólo en otoño. El resto realiza más de dos aplicaciones anuales. Los tratamientos de cobre suelen ir acompañados con fertilizantes orgánicos foliares.

Por su parte, los olivareros convencionales suelen combinar la fertilización foliar con los tratamientos plaguicidas (insecticidas y funguicidas), añadiendo en la cuba los productos correspondientes a cada tarea y aplicándolos foliarmente. El 93,75% de los productores convencionales realiza algún tratamiento foliar, el resto (6,25%) no realiza ni abonado foliar, ni aplicaciones de plaguicidas.

De aquellos que realizan alguna aplicación foliar, el 82,2% aporta algún fertilizante, el 84,4% emplea algún producto insecticida y el 88,9 % utiliza funguicida contra repilo. La frecuencia de tratamientos se encuentra entre 1 y 4 al año.

Así, el 33,3% trata en tres ocasiones, el 43,8% en dos, el 14,6% en una, y el 2% en cuatro momentos. En primavera suelen pasar dos veces, a inicios y a finales, con la cuba pulverizadora, fertilizando y tratando a la vez. Otra aplicación acostumbra a ser a principios de otoño.

- **Poda y desvareto. Riego**

No existen diferencias entre estilos productivos.

- **Recolección**

La estrategia de recolección entre ambos grupos es ligeramente diferente, tendiendo a la búsqueda de una mayor calidad en la recogida por parte de los ecológicos. Estos suelen adelantar la fecha de recolección, llegando a iniciarla en la segunda quincena de noviembre, frente a los convencionales que empiezan un poco después, en diciembre. Además, el 50% de los olivereros ecológicos separa el suelo del vuelo, o simplemente no recoge el suelo (38%). Esto es así por tres razones: la primera es que sólo se moltura como ecológica la aceituna recogida del árbol, por lo que el suelo es separado y molturado como convencional; la segunda razón es que la almazara, aunque no tenga línea ecológica, suele ofrecer diferente precio por una aceituna u otra; y el tercer motivo es el alto coste que conlleva la recolección del suelo. En el caso de los convencionales, el 51,1% separa el suelo del vuelo, o simplemente no recoge el suelo (21,2%).

En cualquier caso, la alta adopción de esta práctica en ambos casos, muestra una elevada concienciación respecto a las repercusiones del manejo durante la recogida con respecto a la calidad del aceite.

4 ► CONCLUSIONES

El olivar ecológico granadino presenta diferencias estructurales y productivas con respecto al convencional de la provincia. Es destacable la menor edad de los titulares ecológicos, y su menor dedicación a la agricultura a título principal. Sus explotaciones suelen ser pequeñas y medianas, preferentemente situadas en comarcas de menor tradición olivarera, donde predominan las nuevas plantaciones. Estas últimas circunstancias influyen en otras características como el menor grado de parcelación y pendiente, o la mayor presencia de riego. La diversidad varietal no varía.

En cuanto a las diferencias de manejo, es de resaltar la extensión en el uso de cubiertas vegetales sembradas o no en el manejo ecológico, y la marcada disminución del laboreo del suelo con respecto a los convencionales. La introducción de biodiversidad que significan las cubiertas, y la recuperación de especies leguminosas tradicionales son también destacables.

El uso de recursos locales (estiércol) para la fertilización aparece también como un elemento positivo; así, como la bajísima intensidad de tratamientos con plaguicidas y, obviamente, su menor toxicidad. Sin embargo, el compostaje de los residuos de las almazaras y el reciclaje de los restos de desvareto y poda están aún poco extendidos en ambos estilos productivos, desaprovechándose por ello, estos recursos.

Por último, la separación de la aceituna del vuelo y el suelo está bastante extendida en ambos casos, aunque se sitúa por encima en el manejo ecológico.

5 ► AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto de I+D “Análisis de la sustentabilidad del olivar ecológico en la provincia de Granada” (Exp. 92041), ha sido financiado por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa a través del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA).

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA 2003**

El olivar andaluz. Junta de Andalucía. Sevilla.

- **GUZMÁN CASADO, G. I.; SERRANO AMADOR, C. , ALONSO MIELGO, A. M. 2002 A**

Evaluación de la productividad del olivar ecológico e integrado del municipio de Deifontes (Granada). En: Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Gijón. Tomo I, pp: 611-621.

- **GUZMÁN CASADO, G. I.; SERRANO AMADOR, C. , ALONSO MIELGO, A. M. 2002 B**

Productividad del olivar ecológico y convencional del municipio de Colomera (Granada). En: Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Gijón. Tomo I, pp: 623-632.

- **INE 2003**

Censo Agrario 1999. Edición en CD-ROM.

NUEVAS HERRAMIENTAS DE PLANIFICACION TERRITORIAL EN LA COMUNIDAD DE MADRID

1

**HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, V.; WINDER, N.⁽¹⁾; MARTÍNEZ ALONSO, L.; ENCINAS ESCRIBANO, A.;
HERNÁNDEZ MEDINA, C. Y GARRIDO VALERO, M.⁽²⁾**

⁽¹⁾ Department of Historical Studies. University of Newcastle. Newcastle upon Tyne, UK
E-mail: veronica.hernandez-jimenez@ncl.ac.uk

⁽²⁾ Dpto. de Medio Ambiente. Universidad Europea de Madrid
E-mail: marisol.garrido@amb.cie.uem.es

RESUMEN

El proyecto TiGrESS (Time-Geographical approaches to Emergence and Sustainable Societies) está enmarcado en el V Programa Marco de la Unión Europea (2003/2006). El trabajo del equipo de investigación UNCL-UEM está enfocado en la búsqueda de herramientas para la mejora de la planificación territorial en el caso particular de la Comunidad de Madrid.

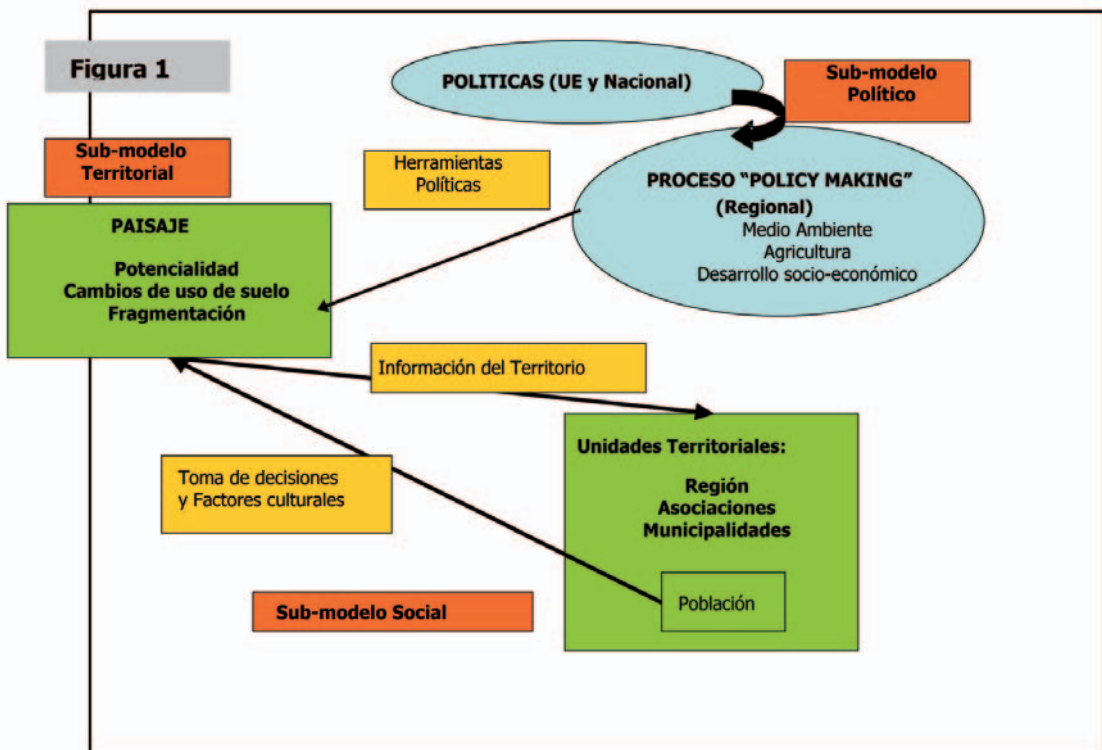
PALABRAS CLAVE: POLICY-MAKING, PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, AGRICULTURA Y ESPACIOS PROTEGIDOS

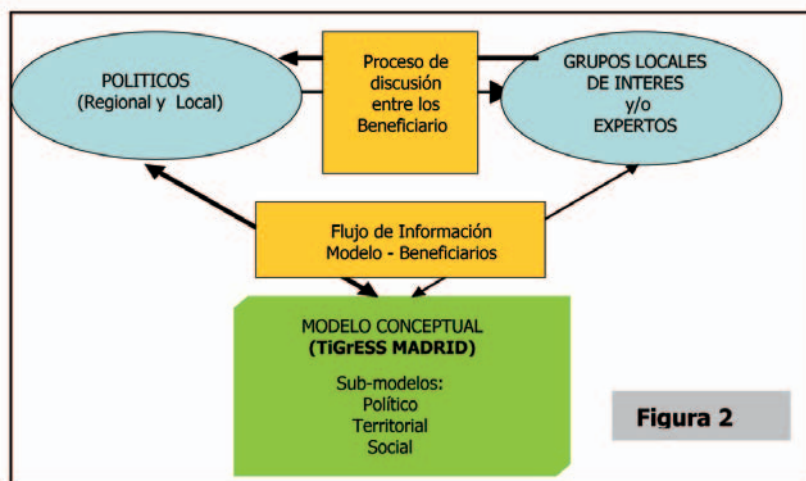
1 ► OBJETIVOS DEL MODELO TiGRESS MADRID

TigrESS MADRID es una herramienta para la elaboración de políticas “policy making” en la planificación territorial de la región de Madrid. Los beneficiarios del modelo son los grupos de interés de la región (políticos y técnicos en instituciones regionales y locales, agentes de desarrollo, expertos...)

TigrESS MADRID debe facilitar a éstos beneficiarios, el desarrollo y la gestión de la región, en escenarios clave como gestión de espacios naturales, agricultura sostenible, turismo... Del mismo modo, el proceso “policy making” debe ser más transparente, participativo, intersectorial y fundamentado en las normativas europeas y nacionales. El modelo permitirá simular diferentes escenarios de futuro, conociéndose el impacto de las posibles acciones y finalmente se tomarán decisiones sobre nuevas acciones a llevar a cabo.

La Figura 1 representa la influencia de las decisiones de la población y las herramientas políticas en el territorio. El flujo de información supuesto, desde del modelo y entre los diferentes grupos de beneficiarios se representa en la Figura 2.





2 ▶ DISEÑO DEL SUB-MODELO TERRITORIAL

El Sub-modelo Territorial es la base del TigrESS MAD y está basado en un modelo de cambio uso del suelo temporal. Para ésto hemos construido una serie de datos temporal (1982 y 1998), definiéndose

- **Categorías de uso de suelo**

Urbano, monte, agua, matorral, pastos, tierras en abandono, cultivos de secano, mosaicos de viñedos y olivares, y cultivos en regadío;

- **Agroecosistemas potenciales**

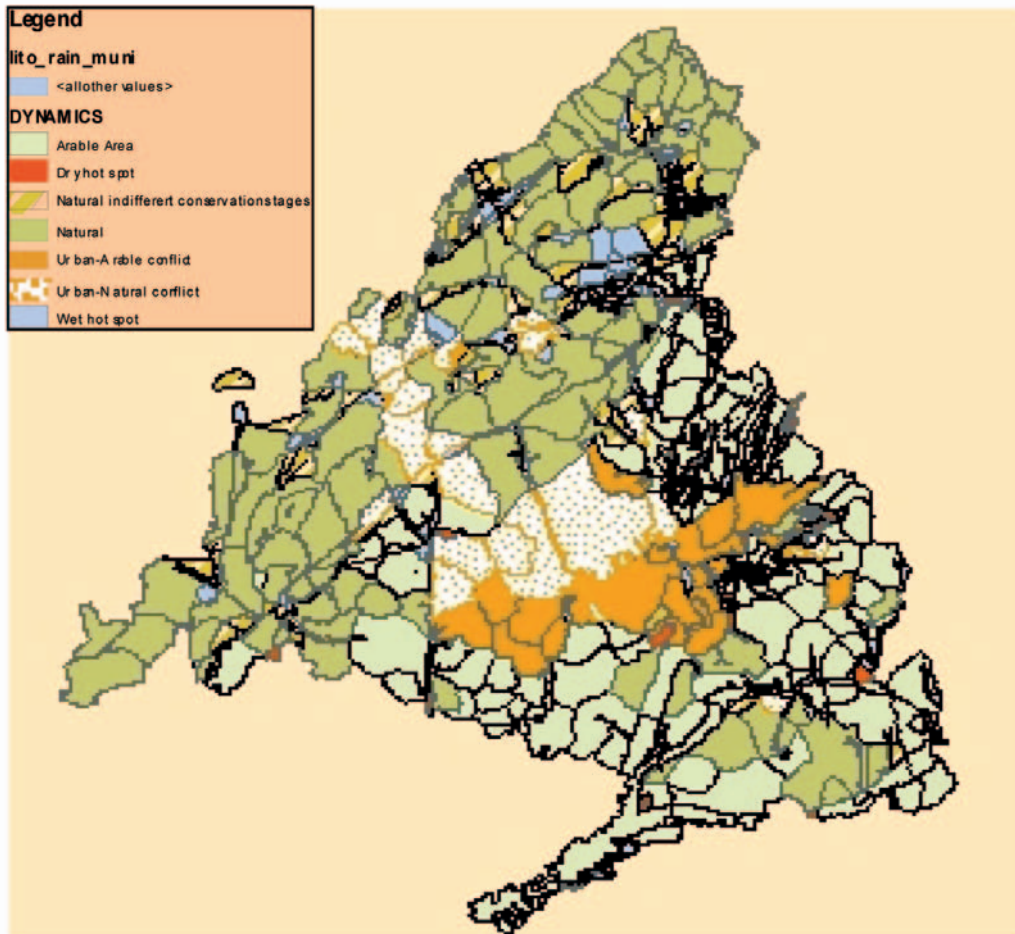
Riberas, fresnedales, mosaico de cultivos con encinares, dehesas con cultivos secano, dehesas con pastos, encinares y pinares, encinares y matorrales, robledales y pinares, robledales y pastos montaña;

- **Fragmentación del territorio en función de la densidad de corredores**

- **Sistemas de asociacionismo en los municipios de la región**

Obteniendo una cobertura de polígonos caracterizados temporal y espacialmente.

Utilizando el análisis de componentes principales (ACP) para las nueve categorías de uso del suelo se obtuvieron cuatro componentes para toda la serie de polígonos. La combinación de dichas componentes se representó geográficamente identificándose diferentes dinámicas como se observa en el Mapa 1:



ZONA AGRÍCOLA, ZONA SECANO ESPECIAL, ÁREAS NATURALES EN DIFERENTES ESTADOS DE CONSERVACIÓN, CONFLICTO URBANO-AGRÍCOLA Y URBANO-NATURAL (CON DIFERENTES GRADOS DE PRESIÓN URBANÍSTICA), ZONA HÚMEDAS ESPECIAL.

A partir de estas dinámicas, hemos podido reconocer tres modelos de comportamiento geográficamente diferenciados en la región de Madrid:

NOROESTE Y NORTE; CENTRO Y PERIFERIA; Y SUR.

Estas tendencias nos aportan las claves para conocer las reglas de cambios espontáneos y construir las futuras reglas en la elaboración de políticas.

3 ▶ PRÓXIMOS PASOS EN EL DISEÑO DEL MODELO

- Validación del sub-modelo territorial (serie de datos 1982-1998)
- Chequeo del modelo en polígonos representativos.
- Diseño del modelo social que aportará las limitaciones reales (análisis coste-beneficio del cambio de uso de suelo e influencia de políticas)

4 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **AYUNTAMIENTO DE BELMONTE DEL TAJO, 2003.**

Normas Subsidiarias y Catastro de rustica.

- **AYUNTAMIENTO DE CERCEDILLA, 2003.**

Plan General de Uso del Suelo.

- **AYUNTAMIENTO DE SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES, 2003.**

Consulta en web 2004: <http://www.sansebastian.org>

- **COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID. (1989/1992/2001).**

Sub-dirección de Estadísticas Agrarias. "Uso de las tierras de cultivo". Madrid.

- **COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID (1999).**

"Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Regional "Cuenca Alta del Manzanares" Madrid. Dirección General de Medioambiente.

- **GARRIDO, M., A. ENCINAS, C. HERNANDEZ, V. HERNANDEZ AND L. MARTINEZ (2004)**

"Report TiGrESS project: Land Planning and pathways to Sustainable Agriculture in Madrid". Madrid. Documento no publicado. TiGrESS project [EVG3-2001-00024]

- **HAGERSTRAND T. (1995)**

"A look at the Political Geography of Environmental Management". Landscape and Life. University College Dublin.

- **INRA (1992)**

"Farm and Rural Management. New context, new constraints, new opportunities" Etudes et Recherches sur les Systemes Agraires et le Developpement. Paris.

- **SCHMITZ, M.F., I. DE ARANZABAL, P. AGUILERA, A. RESCIA AND F.D. PINEDA. 2003.**

Relationship between landscape typology and socioeconomic structure Scenarios of change in Spanish cultural landscapes. Ecological Modelling, 168: 343-356.

- **WINDER, N. (2004)**

"Cultural Ecodynamics and Landscape Processes" Human Ecology Review (in press)

- **VICKERS, G. SIR (1970)**

"Value Systems and Social Process" Tavistock Publications. London.

CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES ECOLÓGICAS EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA

1

LÓPEZ TOLEDANO, M. T.; GONZÁLEZ ARENAS, J. Y MÉNDEZ RODRÍGUEZ, M. A.⁽¹⁾

Dpto. de Economía y Sociología Agrarias. CIFA Alameda del Obispo. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía. Avda. Menéndez Pidal, s/n. 14004 Córdoba
E-mail: myt_lt@terra.es / jose.gonzalez.arenas@juntadeandalucia.es

⁽¹⁾ Empresa Pública Desarrollo Agrario y Pesquero
Avda. Menéndez Pidal, s/n. 14004 Córdoba
E-mail: mmendez@dap.es

RESUMEN

El crecimiento de la Agricultura Ecológica en Andalucía ha sido vertiginoso en la última década y Córdoba es la principal provincia andaluza tanto en extensión como en producción de alimentos ecológicos, por lo que resulta de gran interés realizar una caracterización de los productores ecológicos cordobeses, estableciendo una metodología de trabajo que pueda aplicarse posteriormente al resto de Andalucía.

Para ello se ha diseñado una encuesta que permite definir el perfil de las explotaciones agrarias y de los productores ecológicos en la provincia mediante dos grupos de preguntas: un primer grupo que caracteriza la explotación (municipio, actividad desarrollada, destino de la producción, etc.); y un segundo grupo que caracteriza a los productores ecológicos (edad, sexo, nivel de estudios, años en producción ecológica, etc.).

El análisis de los resultados obtenidos nos permite evaluar variables sociológicas, territoriales y microeconómicas con gran precisión, dada la elevada tasa de respuesta obtenida a pesar de ser una encuesta con carácter voluntario (34,7% del censo).

Se ha podido realizar así una descripción de las principales características de los productores, que se completa con el perfil tipo de las explotaciones ecológicas cordobesas.

1 ► INTRODUCCIÓN

El vertiginoso crecimiento de la Agricultura Ecológica en Andalucía ha tenido en la provincia de Córdoba uno de sus mayores baluartes, tanto por el número de hectáreas que dedica a la producción ecológica (51.120 hectáreas, el 22,66% de la superficie ecológica andaluza), como en el número de productores (1.151) y elaboradores (54) -que representan respectivamente el 28,6% y 24,88% respecto del total andaluz (CAAE, 2003). El carácter de los productores ecológicos cordobeses adquiere un carácter significativo en el conjunto andaluz, por lo que se aborda desde la doble perspectiva de definir el perfil de las explotaciones agrarias y de los propios operadores. Y todo ello se realiza sin perder de vista el objetivo de establecer una metodología de trabajo que pueda aplicarse posteriormente al resto de Andalucía.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron, de los operadores andaluces (productores y elaboradores) ecológicos inscritos y en activo en agosto de 2000, aquellos productores cuya explotación se encontrase sita en la provincia de Córdoba (893), para ser receptores de una encuesta organizada en dos grupos de preguntas: un primer grupo que caracteriza la explotación (municipio, actividad desarrollada, destino de la producción, etc.); y un segundo grupo que caracteriza a los productores ecológicos (edad, sexo, nivel de estudios, años en producción ecológica, etc.). El cuestionario se diseñó cuidadosamente (número de páginas, orden de las preguntas, redacción de las mismas) para facilitar su contestación y evitar elevadas tasas de abstención, remitiéndose un sobre ya franqueado y a una carta de presentación en la que se explicaba al productor el motivo de la encuesta y se solicitaba su colaboración. El envío de una carta de recordatorio semanas más tarde, permitió conseguir una elevada tasa de participación, considerando el carácter voluntario de la encuesta, cercana al 34,70% del censo, superior a los obtenidos en trabajos similares -cuestionarios anónimos enviados por correo y sin incentivos económicos- (23% en Brugarolas Mollá-Bauza, 1998; 13,5% en Vargas y Román, 1996 y el 20,91% en Leiva et al, 1996) y equiparable al obtenido por González-Arenas, 2000.

3 ► RESULTADOS

Caracterización de los productores ecológicos

- **Sexo y edad (Fig. 1 y 2)**

Las respuestas obtenidas tienen una proporción hombre-mujer similar a la censal, con una participación significativa de la mujer (30,97%). Las observaciones incluidas por los

propios productores indican, sin embargo, el papel testimonial de la mujer en ciertos casos, ya que figuran como titulares de las explotaciones y receptoras de las ayudas, pero quienes realmente las gestionan son otras personas de su núcleo familiar.

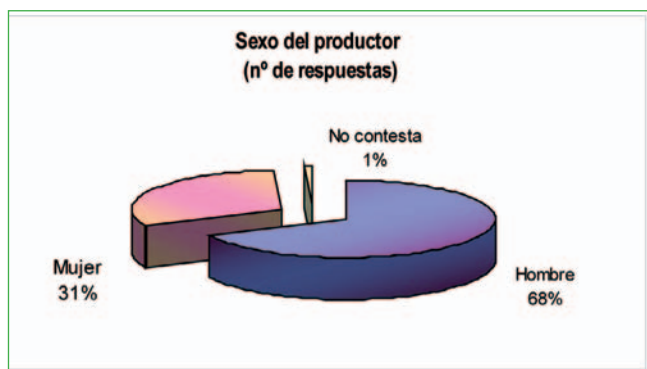


Figura 1. Sexo de los productores ecológicos.

En lo que respecta a la edad de los productores ecológicos encuestados hay una clara mayoría de productores comprendidos entre los 45 y 60 años, y los comprendidos entre 35 y 45 años, siguiendo una distribución similar en hombres y mujeres.

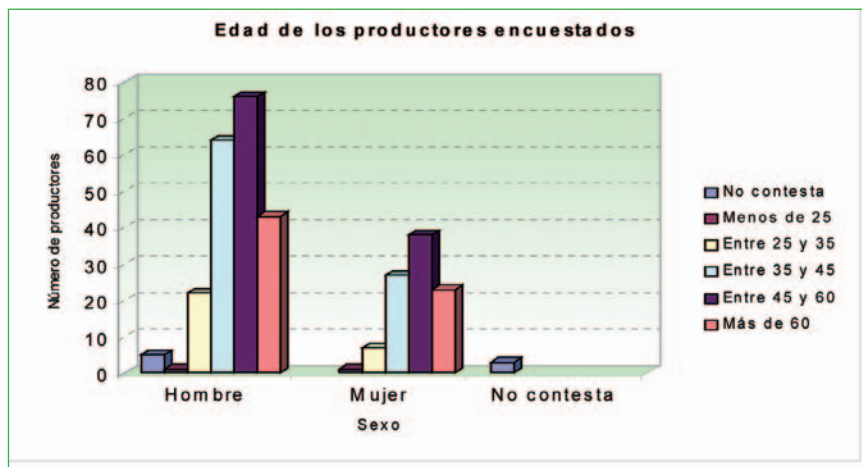


Figura 2. Distribución por edad y sexo de los productores ecológicos.

- Nivel de Estudios (Fig. 3) (Cuadro 1)

En general el nivel de formación no es muy elevado, acercándose al 50% el porcentaje

de productores sin estudios o solamente con estudios primarios. No obstante, cabe destacar que existe una fracción bastante notable de productores con estudios universitarios, que contabilizan el 22,9% del total.

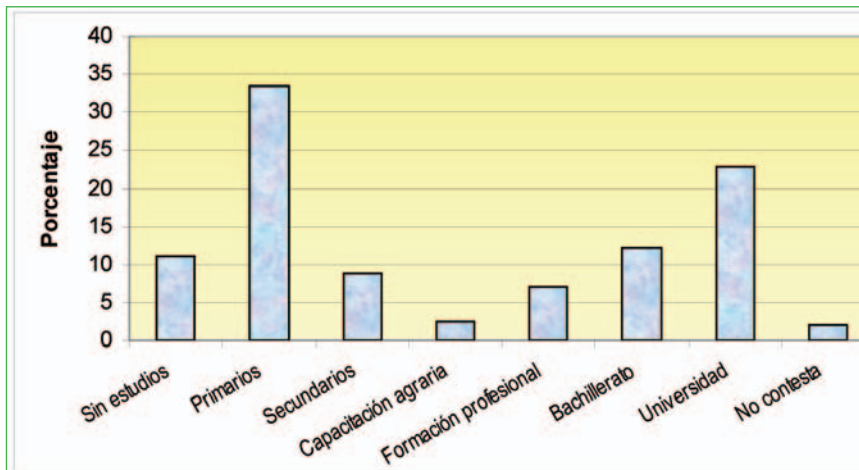


Figura 3. Nivel de estudios de los productores ecológicos encuestados.

El nivel de formación guarda una estrecha relación con la edad y el sexo del productor. Así, conforme aumenta la edad del productor tiende a disminuir su formación, reduciéndose el porcentaje de productores con estudios universitarios y aumentando el de productores sin estudios o simplemente con estudios primarios, con una proporción doble en las mujeres respecto a los hombres. Todos los menores de 35 años, tanto hombres como mujeres, poseen estudios, con un mayor porcentaje de universitarias. Sólo alrededor del 3% de entre 35 y 45 años (casi sin distinción de sexo) no poseen estudios.

En la formación profesional y la capacitación agraria se puede apreciar que las diferencias entre hombres y mujeres son muy evidentes en casi todos los estratos, aunque con una incidencia relativamente menor respecto al total. Estos datos se ajustan a las políticas de educación que se han venido desarrollando.

• Formación en Agricultura Ecológica (Fig. 4)

Una mayoría de los productores se han preocupado en recibir formación adicional en Agricultura Ecológica cuando se han incorporado a este tipo de producción. En la valoración que se realiza a la formación recibida en estos cursos, la mayor parte de los productores (68,52%) la considera adecuada, aunque es una crítica casi unánime (30,86%) el contenido excesivamente teórico de los cursos, reclamando soluciones más prácticas a sus dudas y problemas como parte esencial de los mismos.

Cuadro 1. Nivel de estudios en función de su edad y sexo

SEXO	EDAD	NIVEL DE ESTUDIOS DEL PRODUCTOR							No contesta	Total estudios	
		Sin estudios	Primarios	Secundarios	Capacitación agraria	Formación profesional	Bachillerato	Universidad			
No contesta	No contesta (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
	Total (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
	No contesta (%)	0	20,0	0	0	60,0	0	20,0	0	100	100
	Menos de 25 (%)	0	0	0	0	0	100	0	0	100	100
	Entre 25 y 35 (%)	0	31,8	9,1	4,5	13,6	13,6	27,3	0	100	100
	Entre 35 y 45 (%)	3,1	26,6	7,8	4,7	15,6	17,2	23,4	1,6	100	100
Hombre	Entre 45 y 60 (%)	7,9	43,4	5,3	1,3	2,6	13,2	25,0	1,3	100	100
	Más de 60 (%)	23,3	44,2	2,3	2,3	2,3	9,3	14,0	2,3	100	100
	Total (%)	8,5	36,5	5,7	2,8	9,0	13,7	22,3	1,4	100	100
	Menos de 25 (%)	0	0	0	0	0	100	0	0	100	100
	Entre 25 y 35 (%)	0	42,9	14,3	0	0	0	42,9	0	100	100
	Entre 35 y 45 (%)	3,7	7,4	11,1	0	7,4	18,5	51,9	0	100	100
Mujer	Entre 45 y 60 (%)	18,4	34,2	23,7	2,6	2,6	5,3	13,2	0	100	100
	Más de 60 (%)	34,8	39,1	8,7	4,3	0	4,3	8,7	0	100	100
	Total (%)	16,7	28,1	15,6	2,1	3,1	9,4	25,0	0	100	100

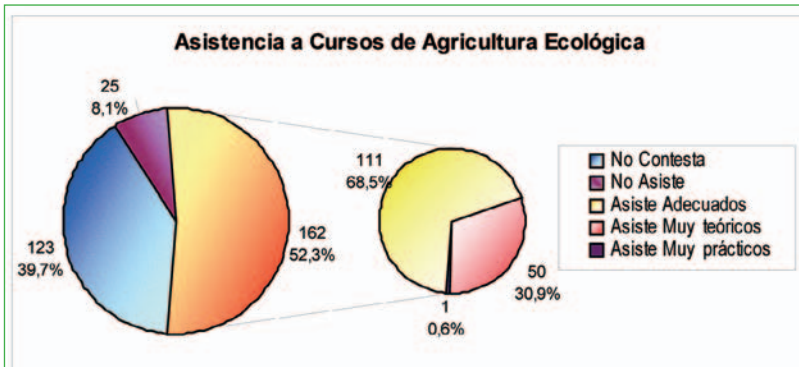


Figura 4. Asistencia a cursos de formación en producción ecológica entre los productores ecológicos.

- **Antigüedad (Fig. 5)**

Se estudió el tiempo que llevan los productores tanto en la explotación como desarrollando la producción ecológica. Se observa que aunque el 94% de los productores encuestados lleva menos de 5 años en Agricultura Ecológica, tan sólo el 24,10% de ellos lleva menos de 5 años al frente de la explotación, correspondiendo a productores que prácticamente desde el comienzo de su actividad como empresarios agrícolas se han decantado hacia la producción ecológica.

Por consiguiente, la mayoría de productores ecológicos encuestados (77'1%) son productores convencionales que en los últimos años han optado por orientar su explotación hacia la producción ecológica.

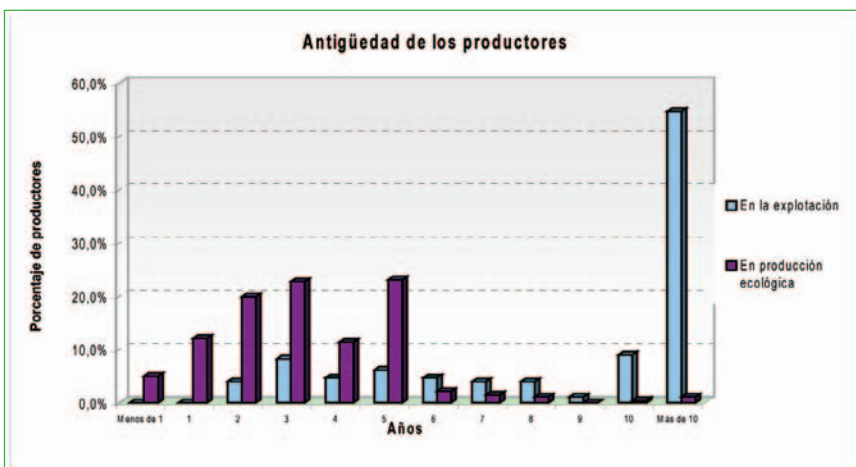


Figura 5. Distribución de los productores ecológicos en función del tiempo que llevan en la producción ecológica y al frente de la explotación.

- **Motivación (Cuadro 2)**

Resulta decisivo conocer las razones que han llevado a los productores encuestados a decantarse por la producción ecológica, máxime cuando el 93% de los productores con más de 10 años de antigüedad al frente de su explotación lleva menos de 5 años en producción ecológica. La valoración de los motivos se muestra en una escala de 1 a 10, en la que 10 se corresponde a la máxima valoración y 1 a la mínima. Se indica además el porcentaje de respaldo a cada una. Las motivaciones más valoradas (más de 8 puntos) -la producción de alimentos no contaminados, la protección del medio ambiente y la obtención de mejores precios- son las más respaldadas (por más del 80% de los productores), teniendo tan sólo la tercera un carácter crematístico.

Cuadro 2. Motivos que llevaron a los productores encuestados a producir de forma ecológica.

MOTIVOS POR LOS QUE ADOPTÓ LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA	VALORACIÓN MEDIA (SOBRE 10)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	PRODUCTORES	
			NÚMERO	% TOTAL ENCUESTADOS
Producir alimentos no contaminados	8,8	1,92	259	83,5
Proteger el medio ambiente	8,5	1,84	265	85,5
Obtener mejores precios	8,0	2,27	246	79,4
Proteger su salud y la de su familia	7,5	2,49	181	58,4
Obtener mayor beneficio	7,1	2,88	204	65,8
Obtener subvenciones	7,1	2,49	227	73,2
Recuperar el equilibrio de la explotación	6,9	2,45	182	58,7
Mejorar la salud y bienestar del ganado	6,8	2,88	120	38,7
Resultados observados en fincas próximas	5,3	3,01	112	36,1
Reducir gastos	5,3	2,71	128	41,3
Posibilidad de exportar	5,1	3,08	123	39,7
Lograr mayor independencia	4,2	3,07	78	25,2
Autosuficiencia alimentaria	4,1	3,35	70	22,6
Otros	8,9	2,38	14	4,5

- **Grado de asociación (Cuadro 3 y 4)**

El grado de asociación a organizaciones de productores es bastante elevado (65,2%),

destacando sobre el resto de organizaciones las cooperativas de productores, que agrupan al 70,8% de los asociados a organizaciones de productores. No ocurre igual con la vinculación a organizaciones ambientales, ya que sólo están afiliados el 6,8% de los productores. Esto revela que la concienciación medioambiental existente entre los productores (según se refleja en las motivaciones), no se traduce en una implicación o participación activa en organizaciones de tipo ambiental o de protección de la naturaleza, desmintiendo ciertos prejuicios existentes.

Cuadro 3. Pertenencia a asociaciones de productores

VINCULACIÓN A ORGANIZACIÓN DE PRODUCTORES	PRODUCTORES ENCUESTADOS	
	Número	Porcentaje
Pertenece	202	65,2
- Cooperativa de productores	143	46,1
- No específica	25	8,1
- Otras organizaciones	34	11,0
No pertenece	86	27,7
No contesta	22	7,1
TOTAL	310	100

Cuadro 4. Pertenencia de los productores ecológicos encuestados a organizaciones ambientales

ORGANIZACIÓN AMBIENTAL	PRODUCTORES ENCUESTADOS	
	Número	Porcentaje
Pertenece	21	6,8
- No específica organización	15	4,8
- Organización Ecologista Local	3	1,0
- Ecologistas en Acción	2	0,6
- Greenpeace	1	0,3
No pertenece	227	73,2
No contesta	62	20,0
TOTAL	310	100

Perfil de las explotaciones ecológicas

• Localización (Cuadro 5)

Se consulta el municipio en el que se localiza la mayor parte de la explotación para establecer dónde se sitúan las explotaciones ecológicas de la provincia de Córdoba, concentrándose el 91,6% en las comarcas del norte de la provincia. De hecho, el 43,9% de las explotaciones se encuentran en Pozoblanco. Le siguen en importancia, Villanueva de Córdoba, Hinojosa del Duque y Alcaracejos, con el 10,6%, 7,7% y 6,5%, respectivamente de las explotaciones totales.

Cuadro 5. Distribución comarcal de las explotaciones de los productores

COMARCA	EXPLORACIONES ENCUESTADAS		
	Número	% Total	% Acumulado
Pedroches	254	81,9	81,9
La Sierra	30	9,7	91,6
Campaña Baja	11	3,5	95,2
Campaña Alta	9	2,9	98,1
Penibética	6	1,9	100
TOTAL	310	100	

• Forma de tenencia

Los productores encuestados han sido consultados acerca del número de hectáreas cultivadas de su explotación en función del régimen de tenencia de la misma. La superficie total se reparte entre propiedad (78,7%) y arrendamiento (20,9%). En comparación con los datos obtenidos en el último Censo Agrario de 1999 (INE, 2003), los productores ecológicos cordobeses tienen un mayor porcentaje en régimen de propiedad que la media agraria cordobesa (73, 5%) y andaluza (75,4%). Lo que significa que una gran mayoría de los productores se decantan hacia la producción ecológica en el terreno de su propiedad.

• Actividades en la explotación (Fig. 6) (Cuadro 6 y 7)

El número medio de actividades por explotación es: 1,69. La distribución del número de explotaciones en función de la cantidad de actividades que desarrollan refleja que casi el 63% de las explotaciones son monocultivos, y el 92,3% desarrollan menos de tres actividades por explotación.

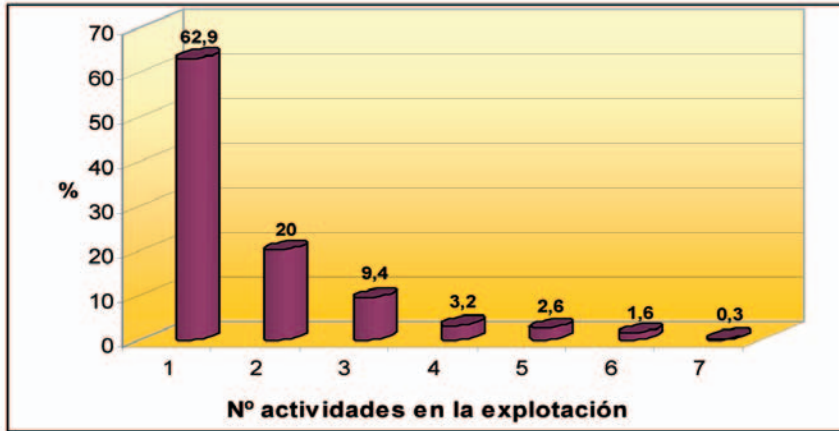


Fig 6. Distribución de las explotaciones ecológicas encuestadas en función del número de actividades agrícolas o ganaderas desempeñadas en la explotación.

Cuadro 6. Distribución de las explotaciones ecológicas cuya principal actividad es el olivar

NÚMERO ACTIVIDADES EXPLOTACIÓN	EXPLOTACIONES ENCUESTADAS	EXPLOTACIONES CON ACTIVIDAD PRINCIPAL OLIVAR	
		Número	Porcentaje
1	156	180	92,3
2	62	50	80,6
3	29	15	51,7
4	10	7	70,0
5	8	4	50,0
6	5	1	20,0
7	1	1	100,0
TOTAL	310	258	83,2

Adicionalmente se puede constatar que las explotaciones con una única actividad son casi en su totalidad (92,30%) explotaciones olivareras. La importancia de cada actividad en función del número de explotaciones que la desarrollan pone de manifiesto que el olivar copa el 51,8% del total de actividades (porcentaje que se eleva al 55,1% si se incluye el olivar de regadío), además de tener una gran distribución geográfica, estando presente en todos los municipios cordobeses con producción ecológica. Le siguen en importancia la ganadería

extensiva (21%), y con mucha menor importancia el resto de actividades agropecuarias con una distribución en el territorio mucho más restringida.

Cuadro 7. Distribución de las actividades desarrolladas en las explotaciones encuestadas

ACTIVIDAD	NÚMERO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Olivar	271	51,8	51,8
Ganadería Extensiva	110	21,0	72,8
Dehesa	39	7,5	80,3
Herbáceos seco	30	5,7	86,0
Bosque, Monte,...	21	4,0	90,1
OLivar regadío	17	3,3	93,3
Ganadería Intensiva	6	1,1	94,5
Viñedo	5	1,0	95,4
Frutal seco	5	1,0	96,4
Frutal regadío	4	0,8	97,1
Hortícolas	4	0,8	97,9
Apicultura	3	0,6	98,5
Otros	3	0,6	99,0
Herbáceos regadío	2	0,4	99,4
Pratenses	2	0,4	99,8
Cítricos	1	0,2	100,0
TOTAL	523	100	

4 ► CONCLUSIONES

Los productores ecológicos cordobeses se caracterizan:

- 2/3 de los productores son hombres.
- Más del 50% de los productores tiene más de 45 años, con una distribución por edades muy similar en ambos sexos.

Las diferencias detectadas en la formación entre hombre y mujeres según las edades, se corresponden con las políticas educativas que se han venido desarrollando.

- Un 44% de los productores tienen como mucho estudios primarios (especialmente significativo entre los productores mayores de 45 años), sin embargo destaca el elevado porcentaje de formación universitaria, un 23% del total, principalmente en los productores comprendidos entre 25 y 45 años.

Hoy día se estudia la inclusión de la formación en agricultura ecológica como un requisito para obtener la certificación como productor ecológico, para profesionalizar así el sector.

- Una mayoría de los productores se han preocupado en recibir formación adicional en Agricultura Ecológica cuando se han incorporado a este tipo de producción.
- El 68,5% de los productores que asisten a cursos se encuentran satisfechos con los conocimientos adquiridos, siendo la principal objeción su carácter excesivamente teórico.
- Se reclaman cursos más adaptados a las necesidades intrínsecas a la producción con una adecuación de horarios y fechas según las características de la explotación.

En la incorporación a la producción ecológica inciden diversos factores como por ejemplo el éxito de la aplicación de ayudas a las nuevas incorporaciones y las motivaciones medioambientales

- El 94% de los productores llevan menos de 5 años en agricultura ecológica.
- Sólo un 23% llevan menos de 5 años al frente de la explotación, por consiguiente, la mayoría (77%) son productores convencionales que han optado por orientar su explotación hacia la producción ecológica.
- Destacan como principales motivaciones (por su valoración y respaldo): producir alimentos no contaminados, proteger el medio ambiente y obtener mejores precios.

El asociacionismo de los productores viene determinado en mayor medida por intereses productivos (cooperativas) que por intereses ambientales, principalmente en el desarrollo de la producción ecológica en un sector tan significativo para la provincia de Córdoba como es el olivar.

- Las cooperativas de productores agrupan al 70,8% de los asociados a organizaciones de productores.
- De hecho, una sola cooperativa (OLIPE) tiene afiliados al 47,5% de los olivereros ecológicos cordobeses.
- Sólo el 6,8% de los productores están afiliados a organizaciones ambientales.

Las explotaciones ecológicas cordobesas se caracterizan por el significativo papel del olivar ecológico determinado no sólo por su ubicación, sino por el apoyo de determinadas cooperativas agrarias al desarrollo de la producción del olivar ecológico, complementado en muchos casos por actividades ganaderas.

- El 78,7% de la superficie en producción ecológica se desarrolla en predios con un régimen de tenencia en propiedad.
- El 82% de las explotaciones se localizan en la comarca de Los Pedroches, estando localizado el 44% del total en el municipio de Pozoblanco.
- El 63% de las explotaciones desarrollan 1 sola actividad (monocultivo) de las cuales el 92,30% son explotaciones olivareras.
- El 21% de las explotaciones incluyen entre sus actividades la ganadería extensiva, siendo las más representativas el ovino (39%), vacuno (20%) y porcino (18%).
- Se llegan a desarrollar más de 15 actividades secundarias distintas que sin embargo no llegan en conjunto al 23% de las actividades desarrolladas en los predios cordobeses.

5 ► AGRADECIMIENTOS

Gracias a todos los que han colaborado en la realización de este trabajo especialmente a los productores que amablemente contestaron la encuesta y a todos los compañeros.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

• BRUGAROLAS MOLLÁ - BAUZA, M. 1998

Actitudes de los consumidores valencianos hacia los productos ecológicos. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

• CAAE (COMITÉ ANDALUZ DE AGRICULTURA ECOLÓGICA) 2003

Balance del Comité Andaluz de Agricultura Ecológica en diciembre de 2002. Informe en pdf. http://www.caae.es/DVfiles/descargas/balance_2002.pdf

• GONZÁLEZ - ARENAS, J. 2000

La caza en Córdoba. Caracterización ambiental, económica y social de su gestión y desarrollo. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

• INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA) 2003

Censo Agrario de 1999. Disponible en INEBASE, <http://www.ine.es/inebase/index.html>

• LEIVA, A.; PAREJA, G.; PULIDO, R. Y GONZÁLEZ - ARENAS, J. 1996

Análisis socioeconómico y ambiental de la caza menor en la zona norte de la provincia de Córdoba y su contribución al desarrollo rural. Informe final del Proyecto. Programa de Concertación Agraria I+D. Córdoba, 215 pp. (Documento inédito)

• **VARGAS, J. M. Y ROMÁN, A. 1996**

Panorámica de la caza menor en Andalucía. En: La caza en Andalucía y su problemática. II Congreso de la Caza en Andalucía. Federación Andaluza de Caza. Archidona (Málaga), p 3-19.

DISEÑO DE ESTRATEGIAS Y ACCIONES PARA EL DESARROLLO Y CONSOLIDACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

1

LÓPEZ TOLEDANO, M. T.; GONZÁLEZ ARENAS, J. Y MÉNDEZ RODRÍGUEZ, M. A.⁽¹⁾

Dpto. de Economía y Sociología Agrarias. CIFA Alameda del Obispo. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía. Avda. Menéndez Pidal, s/n. 14004 Córdoba
E-mail: myt_lt@terra.es / jose.gonzalez.arenas@juntadeandalucia.es

⁽¹⁾ Empresa Pública Desarrollo Agrario y Pesquero
Avda. Menéndez Pidal, s/n. 14004 Córdoba
E-mail: mmendez@dap.es

RESUMEN

El crecimiento de la Agricultura Ecológica en Andalucía en la última década ha sido vertiginoso, con una clara vocación exportadora motivada por la diferente evolución de la oferta y el consumo interno.

El propio sector demanda un análisis riguroso de su situación actual y de sus perspectivas de futuro, desde la producción hasta la comercialización, en la que se cuente con la visión de los distintos agentes del sector (expertos, técnicos, productores y empresarios).

La aplicación, en todo el territorio andaluz, de una metodología participativa e integradora se ha iniciado en la provincia de Córdoba (primera provincia andaluza tanto en extensión como en producción de alimentos ecológicos), mediante la realización de una encuesta a los productores y empresarios que les permite realizar un diagnóstico del sector al evaluar los resultados de un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) realizado por un panel interdisciplinar de expertos y técnicos.

Con la información generada por el análisis de las más de 300 encuestas (34,7% del censo de productores y empresarios) se ha diseñado una serie de estrategias y líneas de actuación que se proponen como aportación para potenciar el desarrollo de la Agricultura Ecológica desde la producción hasta el consumo.

1 ► INTRODUCCIÓN

Las estrategias de desarrollo, con sus líneas de actuación, de la agricultura ecológica en la provincia de Córdoba han sido elaboradas teniendo en cuenta tanto el análisis DAFO y las estrategias de desarrollo realizados por el panel de expertos, y valorados posteriormente por los propios productores.

No obstante, y por su propio carácter, las líneas de actuación propuestas no se deben circunscribir estrictamente al territorio provincial, ya que es necesaria la integración e interrelación de las actuaciones de una forma sectorial más que territorial, de la misma forma que hay que considerar la actuación e implicación de todos los actores vinculados con el sector tal y como recomiendan, entre otros, la Comisión Mundial del Medio Ambiente y la propia Comisión Europea (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988; Comisión Europea, 2002). Así, muchas de estas medidas requieren del concurso de la administración autónoma andaluza, y/o de organismos superiores, lo que denota la necesidad de establecer planes de actuación a un nivel, como mínimo, de Comunidad Autónoma, para que las medidas que en ellos se planteen puedan ser llevadas cabo con éxito.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

La base del diseño de las líneas de actuación y estrategias se encuentra en el trabajo preliminar:

- Recopilar la información existente sobre el sector de la producción ecológica así como del consumo y de la demanda de productos ecológicos, realizando un análisis inicial de los mismos.
- Recopilar y analizar trabajos similares de diagnóstico del sector de la agricultura ecológica y diseño de estrategias para su desarrollo (SEAE, 2001, Consejería de Agricultura y Pesca, 2002; Comisión Europea, 2002, MAPA, 2003)
- Estudiar las limitaciones, potencialidades y oportunidades que tiene el sector para su expansión y desarrollo.
- Analizar las características de la producción y la comercialización desde la perspectiva de técnicos y expertos en agricultura, ganadería y comercio, realizando un diagnóstico del sector.
- Analizar la perspectiva y actitudes que tienen los productores-elaboradores de la situación del sector de la producción ecológica, sus ventajas, la problemática actual y futura, así como las diversas formas de potenciar el desarrollo del mismo.

- Elaborar una matriz DAFO como diagnóstico del sector, incluyendo aspectos de producción, de reglamentación y de comercialización.

Sobre la base de los resultados obtenidos, junto a toda la información recopilada anteriormente, como otros trabajos similares de diagnóstico del sector de la agricultura ecológica y diseño de estrategias para su desarrollo, se proponen diferentes actuaciones, agrupadas en estrategias, que permitirían un mayor y mejor desarrollo de la Agricultura Ecológica desde la producción hasta el consumo.

3 ► RESULTADOS

Estrategias de desarrollo de la agricultura ecológica

Se han elaborado un total de seis estrategias para el desarrollo de la producción ecológica, que se enumeran y describen en el cuadro 1:

Las estrategias E.1 a E.4 integran, cada una de ellas, a una o varias de las estrategias planteadas en el panel de expertos y refrendadas posteriormente por los propios productores ecológicos. Así, la estrategia E.1 integra a las estrategias del panel de expertos número 1 a 4 y 6 a 8, coincidiendo además con el objetivo específico nº 8 del Plan Andaluz de Agricultura Ecológica.

Por otra parte, cada una de las estrategias E.2, E.3 y E.4 encierra una única estrategia del panel de expertos, concretamente, la E.2 incluye con estrategia nº 5 del panel (“poder obtener mayores subvenciones”), la E.3 incluye la nº 9 (“tener más asesoramiento técnico”) y la E.4 incluye la nº 10 (“hacer más flexible la norma”). Adicionalmente hay que indicar que las estrategias 2 a 4 han sido formuladas de una forma más amplia que la inicialmente planteada por el panel de expertos, para dar cabida a una gama más amplia de actuaciones.

La estrategia E.2 coincide con el objetivo específico nº 1 del Plan Andaluz de Agricultura Ecológica, la estrategia E.3 se identifica con los objetivos nº 3, 7 y 9, y la estrategia E.4 con el objetivo específico nº 6 del Plan Andaluz.

Las estrategias E.5 y E.6, pese a que no aparecen entre las seleccionadas inicialmente por el panel de expertos, han sido incorporadas ya que se consideran necesarias para el correcto desarrollo del sector. La estrategia E.5, investigación y desarrollo aparece como uno de los objetivos claves tanto en el Plan Andaluz de la Agricultura Ecológica, objetivo específico número 10, como en el borrador de Plan Estratégico de la Agricultura Ecológica presentado por el MAPA, concretamente en su objetivo número 8 (Consejería de Agricultura y Pesca, 2002; MAPA, 2003).

El 63,2% de los productores han valorado, con una puntuación media de 8,0 a “facilitar la investigación y el traspaso de tecnología desde las instituciones públicas y privadas hasta los productores” como la 4ª oportunidad más importante para fortalecer la producción ecológica, estando muy relacionada con la 3ª oportunidad de fortalecimiento: “recuperación de conocimientos tradicionales y variedades locales para su aplicación en producción ecológica”. Así mismo, la estrategia E.6 se ha incorporado siguiendo las indicaciones expuestas por la SEAE (SEAE, 1998), en el sentido de una mayor integración y compatibilización de la agricultura con el medio ambiente, aspecto que se considera importante para un desarrollo armónico del sector, y que en otros planes estratégicos ha sido integrado de forma aislada dentro de diferentes epígrafes.

Cuadro 1. Estrategias para el desarrollo de la producción ecológica

	ESTRATEGIAS	DESCRIPCIÓN
E1	Incrementar el consumo y mejorar la comercialización	El incremento de la producción ecológica requiere un incremento paralelo del consumo, para lo cual resulta también necesario mejorar la comercialización de estos productos.
E2	Aumentar el apoyo a la producción ecológica	La fase de desarrollo en que se encuentra la producción ecológica hace necesario un apoyo institucional, tanto con ayudas y subvenciones, como un apoyo técnico.
E3	Formación e información	Hay que cubrir las carencias en la formación de técnicos y profesionales, e informar adecuadamente a la sociedad sobre las características de este tipo de productos para evitar la confusión y favorecer el desarrollo de este mercado.
E4	Adecuación de la normativa	Necesidad de adaptar la normativa a la características del sector, de forma clara y rigurosa y que ofrezca todas las garantías al consumidor.
E5	Investigación y Desarrollo	La agricultura ecológica posee necesidades específicas en materia de I+D, que en muchos casos no están siendo satisfechos actualmente, por lo que se requiere desarrollar mecanismos específicos adecuados a las demandas del sector.
E6	Medio Ambiente	La agricultura ecológica es una poderosa herramienta para realizar una agricultura sostenible, mantener la biodiversidad y realizar educación ambiental.

Líneas de actuación

- **Incrementar el consumo y mejorar la comercialización**

Uno de los principales motores del desarrollo de la producción ecológica ha sido, además de las ayudas europeas hacia producciones respetuosas con el medio ambiente, la demanda de productos ecológicos desde países centroeuropeos más sensibilizados y

concienciados con el consumo de productos con una calidad certificada, respetuosos con el medio ambiente y con el bienestar animal.

Pero la incorporación de los diez nuevos socios comunitarios en 2004 y la competencia de los países del sur del mediterráneo, puede poner en peligro la posición de los productos andaluces en el mercado exterior. Por ello, se hace necesario y casi indispensable el desarrollo de un mercado de consumo local y nacional con el que se pueda equilibrar el sector de comercialización y con ello evitar la dependencia de los productores y elaboradores en los mercados externos, para garantizar la rentabilidad de sus explotaciones.

Para ello se proponen las siguientes líneas de actuación:

- ▶ Fomentar la creación y desarrollo de negocios de alimentos ecológicos (pequeña y mediana empresa), mediante programas de desarrollo de dirección, conocimiento de procesos administrativos básicos en las empresas, conocimientos de mercados nacionales e internacionales y formación específica en producción ecológica.
- ▶ Fomentar la conversión a producción ecológica para aumentar la disponibilidad de productos en el mercado.
- ▶ Fomentar y favorecer la transformación de los productos agrarios dentro de la misma zona o comarca de producción.
- ▶ Incentivar la creación de mataderos y cebaderos ecológicos vinculados a los productores de su comarca.
- ▶ Estimular el desarrollo de nuevos productos y desarrollar la calidad de éstos en todos los sentidos.

- **Aumentar el consumo doméstico potenciando la comercialización y venta al menor**

Promoción genérica de productos ecológicos andaluces en mercados nacionales e internacionales (ferias, muestras, exhibiciones) completada con campañas en prensa, radio, televisión e internet. Potenciar la información a los consumidores, minoristas, mayoristas, importadores y exportadores.

Promocionar sólo productos para los que existe una oferta regular de suministros para evitar crear expectativas vanas que pueden perjudicar el mercado y la credibilidad en un futuro. Apoyo institucional al consumo ecológico fomentando la producción, la comercialización y el consumo, con una nueva política de compras por parte de instituciones autonómicas y locales. Se promovería el uso de alimentos ecológicos en cocinas y comedores de instituciones públicas (de carácter nacional, regional o municipal) y privadas: hospitales, prisiones, residencias de ancianos, colegios, universidades, albergues, hoteles, restaurantes, etc., con subvenciones al

consumo de estos productos y a la formación del personal de cocina. Se primará el consumo de alimentos producidos, elaborados y comercializados en la zona o comarca.

Promover el uso de alimentos producidos local y regionalmente (para reducir costes de transporte, distribución y empaquetado), satisfaciendo las demandas de producto fresco.

Potenciar la creación de centros de distribución de carácter local/regional de índole pública y/o privada.

Fomento de la relación directa productor-consumidor mediante contratos sociales, cooperativas conjuntas, recuperación del espacio periurbano para huertos ecológicos, mejorar las condiciones de venta directa de producto y otras medidas que fomenten el consumo de productos locales.

- **Aumentar el apoyo a la producción ecológica**

Los actores del sector no sólo necesitan ayudas económicas, es necesario, por ejemplo, un apoyo técnico en finca porque los productores no posean formación especializada y necesitan profesionales para solucionar sus problemas. De igual manera, para los empresarios y comercializadores es necesario el apoyo institucional al sector para la ejecución de nuevos proyectos y la difusión y promoción en nuevos mercados.

Pero lo realmente importante es evitar políticas agrarias que desalienten la adopción de sistemas y prácticas ecológicas al penalizar económicamente a aquellos que adoptan rotaciones, conservan el suelo o reducen la aplicación de plaguicidas, con costos adicionales para el control y la certificación.

La agricultura convencional está hipersubvencionada de forma directa e indirecta. Es por ello evidente que, para que la Agricultura Ecológica tenga opciones de competir en un mercado copado en este momento por los productos convencionales, es necesario dotarla de condiciones equiparables. Las líneas de actuación que se plantean son:

Facilitar la financiación para la contratación de un técnico acompañante durante los años de reconversión que tenga labores de formación y asesoramiento. El técnico deberá estar contratado por organizaciones de productores o de empresarios de una zona, pero sin estar limitado a un solo cultivo. Los técnicos han de ser imparciales, sin vinculaciones comerciales y próximos. Lo ideal sería conseguir asesoría y consultoría gratuita, con apoyo institucional, para los productores, elaboradores y asociaciones de productores y consumidores.

Rediseñar las ayudas y las condiciones de obtención de las mismas, modulándolas según las actividades que se realicen y la zona donde se desarrollan la producción. La duración de las ayudas (permanentes o temporales) dependerá de las repercusiones de dichas actividades

en la renta del productor y/o en el beneficio de la comunidad. Hay que contemplar en las ayudas las dificultades intrínsecas de producción según las características del territorio y de la producción. Podrían convivir así, por ejemplo, ayudas a:

- Superficie.
- Localización geográfica (Parques Naturales, serranías, vega, campiña, comarca de alto interés, etc.).

Prácticas ecológicas empleadas:

- Uso de cubiertas vegetales.
- Rotaciones.
- Asociación de cultivos.
- Uso de setos.
- No empleo de agroquímicos.
- Realizar prácticas que eviten la erosión.
- Asociacionismo.
- Coordinación de la producción agroganadera de la comarca.
- Producción y recuperación de semillas de variedades locales.
- Ayudas y subvenciones a las empresas para cubrir, al menos en parte, las inversiones en maquinaria y formación de personal necesarios para la apertura de líneas ecológicas de producción.
- Reorientación de fondos europeos hacia programas de desarrollo rural integral, potenciando la producción ecológica dentro de los programas LIFE y la reducción radical de las ayudas a la agricultura intensiva y convencional.
- Fomentar la producción de semilla ecológica. Con el fin de evitar que cuando acabe la moratoria que permite usar semilla no ecológica, la no existencia de una red de producción de semilla, hará necesario su importación de otros países, con el perjuicio de las variedades locales y tradicionales.
- Otros elementos de ayuda activa al productor podrían ser: mejoras fiscales, ayudas a la conversión, subsidios de mantenimiento, formación de cooperativas y asociaciones de productores, facilitar la comercialización, etc.

Formación e información

Es patente que la base para el desarrollo de cualquier sector es la formación de cada uno de los actores que intervienen en su cadena. Pero hay que diseñar los cursos y campañas diferenciando las necesidades formativas de cada uno de ellos. La información que demandan y deben conocer los consumidores y los medios de comunicación es completamente distinta de la que demandan los productores o los empresarios o de la formación práctica de los transportistas y manipuladores, sin olvidarnos de los comercializadores y distribuidores o los técnicos y profesionales de la gestión.

Consecuentemente, las líneas que se desarrollan en los siguientes apartados están diseñadas con este fin. Informar y formar al consumidor y a los profesionales agroalimentarios de las peculiaridades que diferencian la producción ecológica de la convencional y de las características de los productos ecológicos (sin aditivos, conservantes ni sustancias que modifiquen las características organolépticas, sin residuos de pesticidas, hormonas ni medicamentos, sin transgénicos, etc.), las ventajas para la salud y el medio ambiente, la diversidad de productos existentes, las características organolépticas y de conservación, trazabilidad y calidad, organismos de certificación, incidencia sobre el medio rural, localización y venta de productos en las cercanías, la razón de un diferencial de precios, etc.

Formar a la población en el uso y consumo responsable de los recursos naturales. La introducción del sistema de producción agroecológico en los textos escolares y materiales curriculares formativos de primaria y secundaria sería un buen sistema para formar a la población desde una edad más temprana, incidiendo en los beneficios que tiene para la salud y el medio ambiente. Desarrollo de un sistema educativo estructurado y especializado que permita la profesionalización del sector; cursos de formación profesional especializada (producción, transformación, conservación y transporte, etc.) e inclusión consistente del sector (con todos sus aspectos) en los planes de estudios medios y superiores (veterinaria, ingeniería agronómica, marketing y empresariales, etc.).

Potenciar las actividades de huertos escolares, granjas escuela y talleres ocupacionales como útil instrumento de formación de niños, educadores, familias y colectivos.

Debería contemplarse la obligación de realizar un curso de formación especializada en técnicas y manejo ecológico (actualización y reciclaje) para todos los que quieran producir o elaborar productos ecológicos, como paso previo a la inscripción definitiva. Estos cursos no deben ser sólo teóricos, sino que deben de incidir en la resolución de casos prácticos. Para ello deben de diseñarse atendiendo a las características edafoclimáticas y a las peculiaridades de los diferentes cultivos de la zona, de forma que se puedan solucionar la mayor parte de las dudas y problemas que surgen durante el periodo de reconversión y los primeros años de producción. De igual manera, los cursos deben adaptarse a la disponibilidad de tiempo de los productores; módulos de corta duración, variados y acumulables pueden resultar una buena opción.

Creación de focos y fondos permanentes de información y formación a nivel local. Para ello se puede contar con los Agentes de Desarrollo Local, las Oficinas Comarcales Agrarias y/o los Grupos de Desarrollo Locales. Son grupos de la zona, con capacidad para llegar al productor y sensibilizar a consumidores y mercado, que pueden, incluso, concertar planes de actuación coordinada en todo el territorio andaluz.

Actualización permanente de la información generada (investigación, nuevas normas, ayudas, etc.) tanto en formato digital (página web) como en boletines periódicos, para que esté a disposición de los productores, asesores, estudiantes, investigadores y legisladores.

Apertura de una línea editorial con carácter institucional (Consejería, Diputación, Universidad, Fundaciones privadas, etc.) para facilitar la divulgación de la información generada, que permita la publicación de estudios, temas de formación, etc., en un lenguaje claro y ameno, pero a la vez riguroso, de forma que sea accesible al público en general y a la vez útil a los investigadores. Realización de un plan de formación de los consumidores respecto a seguridad, trazabilidad e información alimentaria, contemplando la vigilancia de la cadena de alimentación desde la producción hasta el consumo humano, haciendo especial hincapié en la cadena de producción ecológica, sus características y ventajas.

Adecuación de la normativa

La base para el funcionamiento de un sector que avala desde su origen la realización de una serie de prácticas es una reglamentación clara y estricta, conocida por todos los implicados, que articule los mecanismos de control y certificación para que el consumidor pueda disponer de todas las garantías. Pero a la vez tienen que articularse los mecanismos normativos que recojan las peculiaridades del sistema de producción. A continuación se enumeran las líneas planteadas para la adecuación de la normativa al sistema de producción:

Resolución de problemas de carácter jurídico-administrativo:

- ▶ Ley que ampare un procedimiento sancionador exclusivo para Agricultura Ecológica con el fin de evitar acciones fraudulentas y que permita a los productores ecológicos defenderse de ciertas prácticas de sus vecinos, sancionando, por ejemplo, la eliminación de setos y lindes, o los tratamientos que contaminan las fincas cercanas.
- ▶ Normativa adaptada a la producción ecológica en los Parques Naturales. Más del 20% del territorio andaluz corresponde a terreno protegido, en el que el desarrollo de una producción agroganadera de carácter ecológico puede ser la clave para el desarrollo rural de esas zonas.
- ▶ Normativa de envasado de productos ecológicos, o bien, un capítulo segregado de la normativa de envasado convencional. Con ello se puede, por ejemplo, proteger al consumidor ecológico de la ingerencia de términos que pueden llevar a confusión (“natural”, “sin residuos”, etc.).
- ▶ Supervisión continua de las normas en función de los resultados de estudios e investigaciones, regulación internacional y desarrollos tecnológicos.
- ▶ Actualización de las normativas según las peculiaridades de cada sector de producción. Publicación de excepciones e interpretaciones para que sean rápidamente accesibles a la consulta de productores y consumidores.

- ▶ Creación de registros de fertilizantes, fitosanitarios y acondicionadores de suelo permitidos en producción ecológica, que eliminen la inseguridad de los productores a la hora de su aplicación, permanentemente actualizados y de fácil consulta.
- ▶ Adaptación de la normativa para fomentar el uso de variedades locales y tradicionales en Agricultura Ecológica, incluyendo también el fomento de semilleros ecológicos.
- ▶ Normativas claras y conocidas por los consumidores y que cumplan las expectativas de éstos (respeto al medio ambiente, calidad, salud, bienestar del ganado, etc.). Por ejemplo, el desarrollo de la normativa de calidad del alimento ecológico considerando la demanda del consumidor: apariencia, consistencia, sabor, calidad nutritiva, compatible con el medio ambiente, valoración de salud, calidades éticas, etc.
- ▶ Aprobación de un decreto de fomento de la Agricultura Ecológica que mejore, amplíe y simplifique las ayudas al sector en producción, transformación, inspección, investigación, comercialización y promoción. Los subsidios a las explotaciones ecológicas deberían incrementarse hasta los niveles máximos permitidos por la UE.
- ▶ Apoyar las medidas para incrementar la credibilidad de las marcas de control. Buscar el reconocimiento y la confianza del consumidor en la presencia de la marca, potenciando la confianza en la marca distintiva de producto ecológico como producto de calidad.
- ▶ A la hora del control, es necesario diseñar auditorías medioambientales con indicadores de equilibrio de la naturaleza diseñados específicamente para producción ecológica, pero compatible con las de producción convencional.
- ▶ Prohibición total de uso de los productos genéticamente modificados en la agricultura convencional próxima a productores de AE, para evitar posibles complicaciones de deriva genética y contaminaciones con los fitosanitarios empleados.
- ▶ En Agricultura Ecológica los productores deben diversificar su renta con multiplicidad de actividades (huerto, ganado, producción de quesos, compostaje, turismo rural, granjas escuelas, etc.), lo cual, aunque valorado para el desarrollo rural, no se traduce en facilidades administrativas para ser llevadas a cabo, muy al contrario, las múltiples dificultades hacen que no se desarrollen muchos de los proyectos multidisciplinarios. Es por lo tanto necesario buscar un sistema administrativo más simplificado.
- ▶ Facilitar la inscripción de los productores y elaboradores en varios epígrafes.
- ▶ Coordinar la acción de los distintos organismos implicados (Consejería de Agricultura y Pesca, Medio Ambiente e Industria, CAAE, etc.) para facilitar los trámites, los pagos de ayudas, la asesoría y control, la comercialización, etc.

Investigación y desarrollo

En la agricultura ecológica se pone de manifiesto de una forma mucho más patente el carácter holístico de la producción agraria. Por lo tanto es necesario modificar el enfoque tradicional de los recursos dedicados a la investigación y desarrollar conjuntamente aspectos de producción (suelo, cubiertas vegetales, agua y sistemas de riego, semillas y variedades, manejo ganadero, patología vegetal y animal, interacción entre cultivos, fitoterapia, mecanización, etc.), aspectos económicos (potencialidad del mercado, trazabilidad, calidad, hábitos de consumo, etc.), y aspectos socioculturales (recuperación de patrimonio y técnicas tradicionales, desarrollo rural, beneficios medioambientales, etc.).

A continuación se indican de forma pormenorizada las líneas de actuación que se proponen

- ▶ Estudiar la potencialidad de la producción ecológica en las diversas áreas y comarcas atendiendo a las características edafoclimáticas y socioculturales, así como a la diversidad y características de las explotaciones y seleccionar áreas con alto interés (económico, social y medioambiental) en la potenciación de la producción ecológica para favorecer la implantación de la producción ecológica en esas zonas e intentar minimizar así la problemática del “efecto isla” de unos pocos productores ecológicos inmersos en tratamientos convencionales. Se crearía así un Mapa de Zonas Favorables para la Producción Ecológica a modo de un sistema territorial similar al de una Denominación de Origen o un Parque Natural, en el cual se favoreciese la producción ecológica y su control.
- ▶ Estudiar y desarrollar la integración de la agricultura y la ganadería en el ámbito comarcal y/o regional, para coordinar las producciones y potenciar así el reciclado de nutrientes, la producción de forraje y grano, el compostaje, etc., de forma que se puedan cerrar los ciclos con el menor aporte de inputs externos.
- ▶ Detectar las necesidades de investigación y formación específica para fomentar la reconversión hacia la producción ecológica. El desarrollo de programas de investigación participativa permitiría que los propios productores contribuyan en el diseño de las líneas de investigación atendiendo directamente a sus necesidades. El fomento de la figura del agricultor colaborador permite la investigación y experimentación en el lugar donde surge la necesidad, con la ventaja de la transmisión de resultados directamente aplicables.
- ▶ Desarrollo de nuevas técnicas de cultivo junto al rescate y aplicación de técnicas y manejos tradicionales compatibles con la producción ecológica que prevengan los problemas de malezas, plagas y enfermedades, conserven la biodiversidad, permitan la integración agroganadera y mantengan la fertilidad del suelo, según las peculiaridades de los distintos sistemas de producción.

- ▶ Desarrollar los sistemas de producción animal de forma que se preste atención a la cría, alimentación, alojamiento, necesidades de espacio, etc., de forma que se procure el bienestar animal y se prevengan las enfermedades.
- ▶ Investigación de tratamientos alternativos a las enfermedades, evitando los inconvenientes de los tratamientos convencionales. Potenciar el desarrollo de fitoterapias, homeopatía y metodología preventiva facilitando las investigaciones y su aplicación “in situ”. Hay que fomentar la aplicación de estas técnicas desde la formación de técnicos y veterinarios.
- ▶ Investigación y aplicación de sistemas de mantenimiento y potenciación de la fertilidad del suelo, así como la biodiversidad de flora y fauna beneficiosas, fomentando la rotación ecológica de cosechas, la cobertura vegetal de los frutales y las medidas de control de la erosión
- ▶ Selección de variedades adaptadas a la producción ecológica y al medio en que se desarrollan, evitando métodos de mejora con técnicas de modificación genética (hay que recordar que los transgénicos están expresamente prohibidos en producción ecológica). Asimismo, se debe potenciar la producción de semilla ecológica tanto para alimentación humana como del ganado.
- ▶ En el aspecto comercial, hay que estudiar la relación entre el sistema de producción y la calidad del producto. Es necesaria la aplicación de normas de calidad adaptadas a las características de la producción ecológica, valorando las características organolépticas y el sistema de producción empleado .
- ▶ Realización de un diagnóstico de la situación actual de los mercados y la demanda de productos ecológicos, cuantificando y caracterizándolos.
- ▶ Análisis de los hábitos de los consumidores para detectar la problemática y las preferencias de consumo: lugar de compra (supermercados, menudeo, venta directa, cooperativas de consumidores, tiendas especializadas, herboristerías, etc.), presentación del producto (etiquetado, origen, productor etc.), reconocimiento de etiquetas, trazabilidad y calidad, etc. El estudio de la respuesta del mercado a los productos ecológicos introducidos permitirá el análisis de los factores de éxito/fracaso para aplicarlos a nuevos productos.
- ▶ Investigación en innovación tecnológica en la elaboración y transformación de productos ecológicos, así como el estudio de nuevas presentaciones de producto (empaquetado, elaborado, precocinado, etc.). Para ello es deseable la implicación de los empresarios mediante convenios de colaboración en I+D de forma que aumente la competitividad y calidad de los procesos de elaboración y de la gestión empresarial ante los nuevos retos del mercado.

► Establecimiento de un Instituto de Agricultura Ecológica con medios personales, técnicos y financieros para trabajos de extensión agraria, formación profesional e investigación agroalimentaria, de forma coordinada con las instituciones y organismos relacionados directamente con el sector (universidad, diputación, municipio, grupos de acción local, organizaciones de productores, cooperativas y asociaciones de consumidores, asociaciones de empresarios, etc.). Hay que establecer los cauces para que la coordinación sea efectiva, apoyando la acción de los organismos en actividades locales de una forma generalizada.

Todas estas líneas investigación para el desarrollo de la agricultura ecológica, salvo las 5.3 y 5.8 han sido puestas de manifiesto como grandes líneas de investigación en el Seminario Permanente de Investigación de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE).

Es manifiesto que para cubrir todas estas líneas de investigación es necesaria la dotación de medios materiales y humanos así como el reciclado de técnicos e investigadores en todos los organismos públicos y privados, pero este esfuerzo puede compensarse gracias al dinamismo y proyección de futuro de este sector.

Medio ambiente

El objetivo fundamental es cambiar la mentalidad.

La Agricultura Ecológica no puede considerarse útil sólo en zonas marginales, de igual modo que no se puede considerar exclusivamente su rentabilidad desde el punto de vista económico, también hay que evaluar y considerar las repercusiones en el Medio ambiente y en la sociedad. Hay que poner en valor las externalidades positivas que la agricultura ecológica produce, al igual que hay que denunciar aquellas externalidades negativas que la agricultura convencional produzca.

De igual forma hay que concienciar a las distintos organismos y administraciones autonómicas y locales de que la Agricultura Ecológica es un instrumento eficaz para solucionar los problemas que el abuso de la agricultura convencional ha propiciado (contaminación de acuíferos, erosión del suelo, erosión genética, etc.). El fomento de la Agricultura Ecológica puede ser una solución global, económicamente más rentable que muchas otras soluciones parciales a los problemas caudados por la agricultura convencional. Las líneas de actuación que se plantean en los siguientes apartados siguen esta filosofía.

Aprovechar las políticas medioambientales para potenciar desde las instituciones la producción ecológica promoviendo el cultivo ecológico como un instrumento y una herramienta de política medioambiental:

- Instrumento de menor consumo energético; permite el ahorro de hasta un 40% de energía fósil.
- Óptima utilización de los recursos (reciclaje, compost, etc.)
- Depuración y regeneración de aguas grises.
- Fijación de CO₂ atmosférico con el uso de cubiertas vegetales.
- Instrumento para reducir y evitar la erosión por el uso de cubiertas vegetales, rotaciones de cultivo, laboreo según curvas de nivel, etc.
- Mantiene el paisaje y la biodiversidad de flora y fauna.
- Al igual que existe una normativa que legisla la Agricultura Ecológica, habría también que realizar una normativa para la agricultura convencional, en el sentido de “buenas prácticas agrícolas”, de forma que:
 - Se reduzcan sus niveles de intensidad
 - Se controlen los niveles de contaminación que produce en suelo y acuíferos (agua usada más tarde para el riego y el consumo de la población).
 - Se controle el uso de pesticidas de lenta degradación.
 - Sancionar el uso de productos no autorizados en Agricultura Ecológica en vías pecuarias y terreno público de uso comunitario (pastos para ganadería ecológica).

Para realizar un política de restauración de la biodiversidad, se pueden cobrar unos cánones a los responsables de la erosión genética al igual que se hace por el consumo de agua. Esto mismo se puede realizar con los fabricantes de pesticidas por las externalidades generadas por sus productos (contaminación, sanidad animal y humana, etc.), de forma que todo el mundo no tenga que pagar lo que es responsabilidad de unos pocos.

4 ▶ AGRADECIMIENTOS

Gracias a todos los que han colaborado en la realización de este trabajo, nuestros compañeros y especialmente a los productores que amablemente contestaron la encuesta.

5 ▶ BIBLIOGRAFÍA

COMISIÓN EUROPEA 2002

Analysis of the possibility of a European Action Plan for organic food and farming. SEC (2002) 1368. Disponible en: [HYPERLINK “http://www.europa.eu.int/comm/agriculture/qual/organic/plan/consult_en.pdf”](http://www.europa.eu.int/comm/agriculture/qual/organic/plan/consult_en.pdf) http://www.europa.eu.int/comm/agriculture/qual/organic/plan/consult_en.pdf

COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO 1988

“Nuestro Futuro Común”. Alianza Editorial, Madrid.

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA 2002

Plan Andaluz de la Agricultura Ecológica. Junta de Andalucía. Sevilla.

MAPA (MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN) 2003

Bases para el Plan Estratégico de Agricultura Ecológica, 20 mayo 2003. Disponible en:

"http://www.mapya.es/alimentacion/pags/encuesta/plan_estragico.pdf"

http://www.mapya.es/alimentacion/pags/encuesta/plan_estragico.pdf

SEAE (SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA) 1998

Agricultura Ecológica: una alternativa para el medio rural del tercer milenio. III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Valencia, 21-26 de octubre de 1998.

SEAE (SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA) 2001

Memoria Resumen - Encuentro de trabajo - Desarrollo y Fortalecimiento del sector de la agricultura ecológica en el Estado Español. Benifaió, 23 -25 de febrero de 2001.

Como los propios productores han puesto de manifiesto en la valoración de las estrategias de desarrollo formuladas por el panel de expertos "poder obtener mayores subvenciones" no aparece como la más votada, sino en el 5º puesto.

Una de las bazas de la Agricultura Ecológica es fomentar la biodiversidad, no sólo en la flora y fauna, sino también en la producción.

Las normas de calidad convencionales no son necesariamente las más apropiadas para los productos ecológicos: por ejemplo, la uniformidad en tamaño y forma.

EL PAPEL DE LA AGROECOLOGÍA EN LOS PROCESOS DE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE. ESTUDIO DE CASO

El riego tradicional del municipio castril, provincia de Granada

RIVERO, J.⁽¹⁾ Y **GARCÍA TRUJILLO, ROBERTO**⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, UCO
E-mail: jrivero40@hotmail.com

⁽²⁾ Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural de Granada (CIFAED)
E-mail: ragarcia@yahoo.es

RESUMEN

El objetivo de la comunicación es mostrar los aportes conceptuales y metodológicos de la agroecología para el estudio y la promoción de los procesos de cambio en las áreas rurales, donde los aspectos económicos, sociales y ambientales se conjugan para promover el desarrollo rural sustentable.

En este caso se expone los primeros resultados de un trabajo de investigación iniciado desde el ISEC y CIFAED, en el Municipio Castril de la Provincia de Granada, donde el proceso de abandono de la agricultura tradicional de montaña en las últimas décadas, como resultado de la quiebra de estos modos de vida, ante el empuje de la economía de mercado y los patrones de vida urbanos, hace que la dinámica de la tierra escape al control de los campesinos, incrementando los procesos migratorios, aumentando la fragilidad del ambiente, donde la erosión y el deterioro de los recursos naturales, se van a expresar como desertificación ambiental acompañada del deterioro del patrimonio cultural y la imposición de la “nueva cultura” urbana.

Revertir estas tendencias, a través de promocionar los esquemas convencionales de la modernización agrícola, profundizaría esta problemática y es desde allí, que nos proponemos por medio de la agroecológica y su visión pluri-epistemológica, instrumentar un proceso de investigación-acción-participación, para cambiar estas tendencias, a través de un esfuerzo en diferentes dimensiones que permita promover un esquema de desarrollo distinto, apoyados en la promoción de la agricultura ecológica, en los recursos locales y en la identidad histórica cultural existente.

De esta manera, la comunicación contiene en su primera parte una descripción resumida de la problemática social, ambiental y territorial, seguidamente de la metodología que se ha iniciado en el proceso de investigación-acción propuesto y finalmente algunos resultados obtenidos.

1 ► INTRODUCCIÓN

Motivado por la necesidad de participar en el VI Congreso SEAE Almería 2004, se presenta la siguiente comunicación, que es parte de los primeros resultados de un proceso de investigación iniciado desde el Instituto de Sociología y Estudios Campesinos de la UCO, y el Centro de Investigación y Formación de Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural de Granada (CIFAER) en el Municipio de Castril, Provincia de Granada, resultado de la labor de la formación doctoral de uno de los autores.

Esta investigación busca entender los procesos económicos, sociales, ecológicos y culturales en torno al riego tradicional, dentro de la visión pruriepistemológica que adopta la Agroecología, con el objetivo de definir estrategias múltiples de desarrollo endógeno, orientadas a poner en valor, dentro de una concepción multidimensional, el riego tradicional y la organización social que se ha entretelado con este, a través de cientos de años y que ha demostrado un manejo armónico con el ambiente natural de su entorno.

De lo que se trata en esta investigación, es de lograr una base de conocimiento que sirva para elaborar una propuesta de desarrollo rural sustentable, capaz de promover un tipo de producción agrícola, que satisfaga las necesidades sociales de las familias involucradas, respetando sus valores culturales, su conocimiento tradicional y saberes prácticos, apoyados en el potencial productivo de sus ecosistemas, para que en conjunto se promueva un proceso de cambio social en un marco de sustentabilidad.

2 ► PROBLEMÁTICA SOCIAL, AMBIENTAL Y TERRITORIAL

El Municipio Castril, se encuentra adscrito administrativamente a la Provincia de Granada, y se ubica a su extremo en la parte más noroccidental, teniendo entre otros límites por el Este con Huescar, por el Sur con los límites de Cortes de Baza y al Norte con Albacete y Murcia (Alfaro, C., 1998).

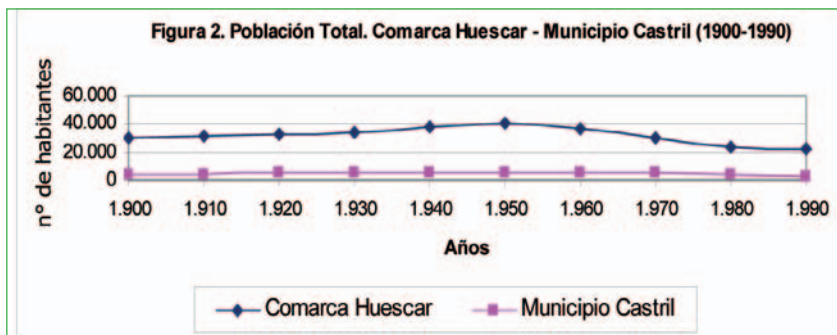
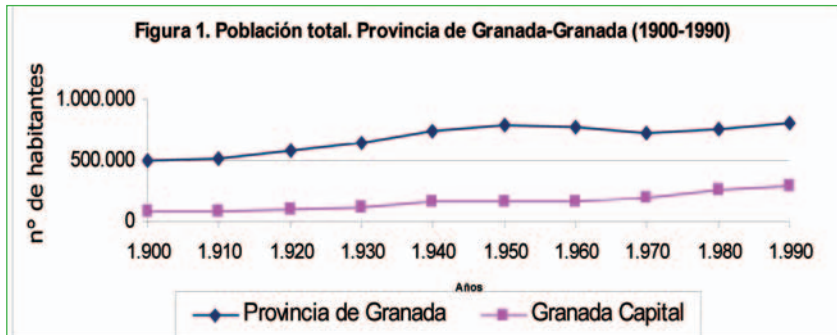
Esta región es atravesada por un curso de agua permanente que es el Río Castril, que recorre todo el Municipio en dirección N-S, el cual es aprovechado a través de una compleja red de acequias, molinos y albercas, que ha permitido regar desde los tiempos de dominio musulmán, extensas áreas dedicadas a los cultivos agrícolas, siendo el factor clave para el desarrollo de una agricultura de regadío y de huerta (Rivero, J., 2004).

Las fuentes de abastecimiento del sistema de riego es gracias a una serie de afloramientos de agua que son resultado de la dinámica hidrológica de las cuencas tanto superficial como subterránea, debido a la morfología carstica que posee, lo cual facilita la infiltración estimada en unos 25 h m³/año, cuyas surgencias garantizan la permanencia de los caudales superficiales (Rivero, J., 2004).

La alta calidad y la fuerza de los caudales que lleva el Castril en su cauce, hace que en diversas oportunidades, desde el siglo XVI, se hallan elaborado proyectos para llevarse esta agua por cauces no naturales a otras zonas de Andalucía. Tal y como es señalado en los trabajos “Historia de los Regadíos en España (Al-Mudayna, 1991) y en el “Estudio de las condiciones actuales y de posibles efectos en el Río Castril del Trasvase al Embalse de San Clemente”, elaborado por el Instituto de Agua de la Universidad de Granada.

En el interior de su término Municipal, está ubicado el Parque Natural de la Sierra de Castril, que se encuentra entre dos grandes alineaciones montañosas que discurren en forma paralela en dirección SO-NE separadas por el Valle del Río del mismo nombre, todo lo cual conforma su pequeña cuenca hidrográfica. En cuanto a sus características sociodemográficas se puede resumir que Castril y el resto de los Municipios de la Comarca de Huescar, presentan semejanzas en la situación sociodemográfica, que pudieran estar asociadas a su ubicación como áreas periféricas de la Provincia de Granada.

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadísticas, reflejado en las Figuras 1 y 2, se puede decir que durante las primeras cuatro décadas del siglo pasado, en los diferentes ámbitos geográficos analizados, se muestra un crecimiento positivo de sus habitantes, iniciándose un proceso de descenso en la Comarca de Huescar y en Castril a partir de 1950.



Fuente: Cálculos propios. Datos tomados del Instituto Nacional de Estadísticas

Estos datos reflejan claramente, como el descenso de población en el Municipio, hace que el número de habitantes para 1990 se ubique por debajo al nivel registrado para 1900. El comportamiento de estos datos pudieran ser explicados por el deterioro de la agricultura como principal actividad de soporte de la población, y que para el caso de España se encuentra muy bien documentado en los trabajos del Dr. José Manuel Naredo sobre la Evolución de la Agricultura Española. (Naredo, J. M., 1996)

Mientras que la agricultura tradicional, para los primeros años del siglo pasado, hasta después de la guerra civil, era el sostén principal para una alta cantidad de población, la dinámica que se desarrollo en las últimas décadas, ligado a las transformaciones derivadas de la urbanización y la modernización de la economía española, generó procesos de abandono de la actividad agrícola, dando inicio a la quiebra de estos modos de vida cuyo equilibrio se rompió ante el empuje de la economía de mercado. Los patrones de vida urbanos, se impusieron, junto a la promoción de una agricultura industrializada que expulsó mano de obra e hizo depender el proceso agrícola de insumos manufacturados, totalmente integrada a las esferas del capital (Cano, G. y Jorda, R., 1990).

Sin embargo a pesar de estas tendencias generales en la dinámica rural, con manifestaciones parecidas en las montañas andaluzas, gracias a una larga tradición histórica y en condiciones ecológicas particulares, se conformaron organizaciones complejas de pequeños agricultores, que lograron asociar los policultivos de regadío, con una ganadería y una explotación del monte, a través del aprovechamiento al máximo de los recursos naturales y agrarios por medio de pequeños predios, que permitieron a las pequeñas comunidades rurales con un enorme esfuerzo humano, aprovechar exhaustivamente las posibilidades de las laderas y los valles intramontanos y convertirse hasta el presente en polos de sostén poblacional para la población que no migro o regreso de las ciudades, desarrollando estrategias agrícolas y de vida que le han permitido su existencia.

Como en la mayoría de los sistemas de riego de origen musulmán, éste se conforma por la presencia de terrazas de pequeña o mediana extensión, donde en los sitios que presentan pendientes menos pronunciadas, las terrazas son más amplias, separadas por pequeños muros. El agua se desplaza a través de un complejo sistema de acequias. Cada parcela esta separada de las siguientes por grandes muros o caballones que retienen el agua hasta que la parcela esta suficientemente regada, momento en que el agua sobrante pasa a la parcela inmediatamente inferior. En la zona inmediata de la fuente, encontramos sistemas agrícolas caracterizados por pequeñas parcelas cuyos fines principales son para el autoconsumo. Producción agrícola vegetal y animal, con cultivos como maíz, cebada, hortalizas, y cría de ovejas para leche y para carne. Adicionalmente encontramos siembras de olivares, cuyo destino principal es la cooperativa que funciona en Castril, que agrupa a una gran cantidad de productores de este Cultivo. El tamaño de las terrazas es variable, la mayoría tiene en los bordes de los pequeños taludes, muros de piedra y adicionalmente encontramos en muchos sitios, la siembra de olivares y almendros como especies que sirven de barreras vivas para la contención de la erosión del suelo. Sin embargo y de manera gradual, año tras año, se

quedan sin sembrar áreas agrícolas dentro de los bancales resultado de que la gente ha dejado de hacer labores agrícolas, bien porque los propietarios ya no se encuentran en posibilidades de seguir haciendo estas labores y no existe generación de relevo, y que es la conclusión de un proceso mas global de deterioro de la agricultura de la zona y del proceso de social y económico descrito anteriormente, lo que trae consigo el deterioro de las infraestructuras de riego y un debilitamiento de la organización de regantes, por los acusados problemas de insolvencia.

Como conclusión de esta parte, se puede decir que los procesos descritos, fundamentalmente los de naturaleza económica, expresada en el debilitamiento del ingreso proveniente de la agricultura tradicional y de una mayor dependencia del exterior, no sólo se van a manifestar con este comportamiento de indicadores demográficos y sociológicos, sino que comienzan a revelarse en un paisaje agrario con una abstenia generalizada hacia esta actividad.

Cuando la dinámica de la tierra escapa al control de los campesinos, y los campos son abandonados, se incrementan los procesos migratorios, se borran los límites parcelarios y aumenta la fragilidad del ambiente. La erosión y el deterioro de los recursos naturales, se van a expresar como desertificación ambiental del territorio, lo que se acompaña del deterioro del patrimonio cultural y la imposición de la nueva “cultura” urbana que se impone a través de múltiples mecanismos abiertos y sutiles. Pensar en revertir estas tendencias a través de promocionar los esquemas convencionales de la agricultura moderna, contribuiría con el proceso de degradación ambiental y social descrito, debido a que los rasgos característicos de la estructura agraria, no permiten su adecuación a la producción en escala, por la actual dimensión superficial económica y social que predomina.

Cambiar estas tendencias supone un esfuerzo en diferentes dimensiones conceptuales y espaciales, pero el éxito de tal empresa pasa por intentar un esquema de desarrollo distinto, anclados en los recursos locales y en la identidad histórica cultural existente, y pensamos que la agroecología, brinda el instrumental teórico y práctico para iniciar un proceso como el propuesto. Una vez incorporada esta breve descripción de la situación y de la problemática de la zona, se presentan a continuación los objetivos que guiaran el desarrollo de la comunicación.

3 ► OBJETIVOS

Generales

Lograr una base de conocimiento acerca de los Procesos agrarios del Riego Tradicional, que sirva de soporte para que a través de un proceso de Investigación-Acción Participación, se pueda definir una estrategia de Desarrollo Rural Sostenible para la Comunidad de Regantes del Municipio Castril.

Específicos

- ▶ Lograr identificar un enfoque teórico-metodológico que permita estudiar los procesos agrícolas en la zona con predominio de agricultura campesina.
- ▶ Evaluar las implicaciones sociales, económicas, culturales y ecológicas del Sistema de Riego, con el proceso de desarrollo rural sustentable del Municipio El Castril.
- ▶ Caracterizar y analizar los Sistemas de Producción Agrícolas articulados al Sistema de Riego Tradicional.

4 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Planteamiento general acerca del método

Esta investigación que bien podría definirse de carácter histórico-social, parte de la agroecología y su visión pluriepistemológica, y adopta una posición, de pleno compromiso con los sujetos de la investigación, como sujetos históricos, interviniendo en la dinámica social no sólo para obtener información más fidedigna y acercarnos a la realidad, sino para contribuir al logro de los objetivos de cambio y de transformación social, reconociendo el papel protagónico de los pobladores rurales y adoptando en consecuencia, procedimientos y técnicas, que constituyen una experiencia de participación y de consenso, ajustando de esa forma las herramientas analíticas, a las necesidades reales de los pobladores rurales, cumpliendo con la rigurosidad que demanda un nuevo conocimiento dentro del marco de la Agroecología y el saber científico.

Tomamos los postulados de la agroecología, en el sentido de lograr una adecuada sinergia entre las ciencias naturales y sociales, que nos permitan entender el nivel de desarrollo e integración que alcanzan los procesos agronómicos, sociales, económicos, ecológicos y culturales que se ven expresados en esa realidad concreta que estudiamos, reivindicando lo señalado por los mismos autores (Guzmán et al, 2002) en el sentido del papel que adquieren los aspectos sociales y su interacción con factores institucionales, debido al peso que ocupan en la agricultura como actividad económica, que se desarrolla en el medio natural y lo modifica.

Así mismo, se asume la enorme contribución de conocimiento que aportan en la investigación, los agricultores, aquí definidos en un sentido amplio como núcleo familiar, debido a que gracias a su conocimiento de la realidad local y a su experiencia acumulada a lo largo de su vida, permiten acercarnos a los procesos que estructuran la actividad económica, social y ambiental, conocimiento que sirve de soporte para la definición de las diferentes

estrategias de acción que se emprenderán antes, durante y posterior a la culminación de la presente investigación.

Estos postulados presuponen el compromiso y la participación del investigador-investigado en los planes de la gente, a través de una relación simétrica, donde ambos, aportan saberes y conocimientos que cada uno posee y se concretan en la acción y en la praxis.

Breve marco de referencia sobre los estilos de hacer agricultura

Para estudiar las diferentes estrategias que los agricultores adoptan en función de lograr su reproducción social, se ha realizado la exploración de algunos enfoques teóricos para el análisis de la agricultura, con el objetivo de identificar un enfoque teórico metodológico, que facilite el estudio de la complejidad rural, y de los diferentes componentes que interactúan en el proceso agrícola

Por esa razón, hemos tomado la explicación que nos aporta Jan Doeve van der Ploeg (van der Ploeg, 1993) en diversos trabajos acerca del proceso del trabajo agrícola y de cómo pudiéramos estudiar estos asuntos para situaciones específicas.

Van der Ploeg nos sugiere, clasificar la heterogeneidad en áreas rurales basado en un análisis cuidadoso de los patrones subyacentes de la agricultura como un flujo organizado de actividades a través del tiempo que permita identificar el significado teórico de las tendencias hacia el desarrollo endógeno o hacia el desarrollo exógeno.

De esta forma, propone identificar la presencia de cultivos múltiples y las combinaciones específicas de ellos, el proceso de especialización, los cambios de ciertos cultivos por otros, la adopción de arreglos específicos en el manejo de la tecnología y el nivel de vinculación o no con los mercados y una multiplicidad de expresiones funcionales concretas que se dan en la realidad rural, como operaciones significativas dentro de los patrones seguido por los agricultores, todo lo cual debe configurar rasgos estructurales donde la presencia, persistencia y/o desaparición de estos elementos, será resultado de la conducta estratégica de los productores rurales entendidos como proyectos construidos socialmente (van der Ploeg, 1991).

Consecuentemente, los diferentes estilos para hacer agricultura, son el resultado de una organización particular que adquiere el proceso de producción, a través de un amplio rango de interrelaciones técnicas, económicas y sociales con una estructuración específica del trabajo. En este sentido representan las conexiones particulares entre las dimensiones económicas, sociales, ecológicas y tecnológicas en el marco de la coordinación de la producción y reproducción y las esferas económicas e institucionales por medio de relaciones sociales, como esferas, donde lo económico determina en cierto grado lo ecológico y viceversa, así con cada uno de los planos de relaciones que participan en el estilo particular del cual se trate.

Las tendencias de desarrollo endógeno, deben ser identificadas como un fenómeno empírico a través de un cuidadoso análisis de la heterogeneidad, entendida no como un caos desestructurado, sino como acciones estratégicas de los actores involucrados a través de acciones socialmente mediadas.

Los agricultores, no son receptores pasivos de las tecnologías que le propone el sistema institucional, sino que al contrario desarrollan muchas respuestas nuevas y adaptadas a su realidad concreta y a los recursos con que cuentan, asumiendo esquemas organizativos innovadores con relaciones sociales no mercantilizadas, logrando la aplicación de modelos organizativos que les garantiza una producción y reproducción autónoma, aplicando alternativas a los esquemas tecnológicos caracterizados por el predominio de elementos externos a las fincas, a través de revitalizar el papel de la fuerza de trabajo, combinando acertadamente las actividades extragrícolas como parte de la estrategia adoptada.

5 ► RESULTADOS

Debido a la necesidad de simplificar los resultados del trabajo, se presentaran en esta parte, el resumen del análisis de solo dos aspectos relacionados con los objetivos. Los aspectos agrarios vinculados al tamaño de las explotaciones y el resumen del uso actual de la tierra, forman parte del conjunto de elementos que deberán seguir actualizándose en la medida que avance el proceso investigativo

La cuestión agraria y el riego tradicional

La distribución-concentración de la tierra, ha sido uno de los temas debatidos por la historia y los historiadores, poniéndose de manifiesto como un debate abierto sometido a discusiones y revisiones permanentes.

Desde la agroecología, este debate se ha iniciado, en un momento en que existen diferentes grados de solución de los problemas institucionales de carácter estructural relacionados con el tema de la tierra, y si bien, es necesario incorporar nuevas visiones para analizar un tema tan complejo, no menos cierto es, que muchos de los conceptos usados por las teorías agrarias clásicas, siguen teniendo vigencia, sobre todo para analizar contextos locales dentro de ámbitos geográficos mas amplios que le sirven de condicionantes, debido a que siguen influyendo, en las posibilidades de bienestar de la población rural.

Como se deja claro en diversos trabajos de investigación, en la evolución del regadío en Andalucía Oriental, las estructuras agrarias, se caracterizan por la presencia del minifundio, ya no solo porque predominan en muchos espacios agrarios, la pequeña propiedad, como sinónimo de pequeñas dimensiones físicas, sino porque además se heredo del pasado, un

conjunto de relaciones sociales y políticas, que fueron cambiando y evolucionando por caminos propios, respondiendo de manera particular a los embates e influencias del entorno, lo cual configura la situación agraria del presente.

Este es el caso de Castril; como hemos visto, al desarrollo de una agricultura con importante influencia musulmana, con características particulares en cuanto a la organización social y relaciones sociales, con una específica vinculación con los recursos naturales de su entorno, se le impuso luego de la reconquista castellana de esos territorios, un nuevo orden social, con nuevas reglas de juego, con relaciones de producción distintas a las precedentes, con una estructura diferente de propiedad de la tierra, que incidieron en la evolución, y que a pesar de la fuerza del tiempo, no lograron modificar del todo a la sociedad anterior, cambiando su rumbo y configurando una nueva sociedad con elementos del viejo sistema.

Para traer al presente, las características de los elementos de la evolución social agraria, se elaboró la estructura de las explotaciones agrícolas de acuerdo al tamaño de los predios de la Comunidad de Regantes de Castril, realizado a partir del procesamiento de la información aportada por el catastro de Rústica del Municipio Castril, para el año 2000, elaborada por Apertagro s.l. para el Ministerio de Hacienda y que se encuentra en los archivos del ayuntamiento.

De acuerdo al análisis de los resultados, existe en el área de la Comunidad de Regantes, un alto número de parcelas, con tamaños que no superan los 100 metros cuadrados y un porcentaje parecido (56.14%), que no superan los 500 metros cuadrados.

Esta situación de extrema división de las parcelas y fincas integradas por predios pequeños, en distintos lugares del Termino Municipal, podría explicarse por los antecedentes históricos mencionados.

Cuadro 1. Estructura agraria de acuerdo al tamaño de las parcelas

INTERVALO DE EXPLOTACIONES (Ha)	Nº PARCELAS	% Nº DE PARCELAS	SUPERFICIE (Ha)	% SUPERFICIE
De 0,01 a 0,09	229	26,78	13,83	3,86
De 0,1 a 0,5	480	56,14	113,48	31,69
De 0,5 a 1	87	10,17	61,19	17,09
De 1 a 7	50	5,84	97,08	27,12
Mayores de 7	7	0,8	64,74	18,08
TOTAL	843	100	357,89	100

Fuente: Cálculos propios. Catastro de Rustica Termino Municipal de Castril. 2000

Dichas condiciones, pone en evidencia que la posibilidad de obtener ingresos para lograr adecuados niveles de vida, esta muy unido al tamaño de las parcelas, a la posibilidad de lograr una actividad que genere una rentabilidad suficiente o a recibir ingresos a través de otras fuentes. En la actualidad, con el nivel y las características del consumo de la mayoría de los pobladores, donde muchos de los productos de consumo diario, son de origen externo y solo una parte es auto producida en las fincas, no queda duda que estos pequeños espacios son insuficientes para garantizar niveles de ingresos apropiados, lo que hace suponer que los agricultores y pobladores desarrollen una estrategia de vida con diversidad de rentas, que le permiten sortear con éxito esta situación de orden estructural.

Lo que si parece estar claro, es que en la zona, es difícil hablar de concentración de la tierra, debido a que las parcelas que llegan a tener dimensiones superiores a 7 hectáreas, son apenas un 0.8% del total y controlan apenas el 18,08% de la superficie, muchas de las cuales pudieran estar ubicadas en condiciones no adecuadas para la producción agrícola, lo que hace deducir que el proceso de atomización de la tierra y el dominio de muy pequeñas propiedades, sea el factor predominante, a pesar de que se hace necesario estudiar las características de la estructura agraria del conjunto de las explotaciones del Municipio, para evaluar si existe un comportamiento distinto al señalado, y si coexiste algún grado de relación e incidencia en esta situación dentro de las áreas de la Comunidad de Regantes de Castril.

Uso de la tierra

De acuerdo con el procesamiento de estos datos, no hay duda que la producción de olivares, tanto de riego como de secano, es la actividad agrícola que más tierra ocupa (128,0594 ha) y ese hecho se ve respaldado por la presencia de dos importantes empresas agroindustriales productoras de aceite de oliva, la Cooperativa Virgen del Rosario y la Empresa Agrocastril, cuya influencia es determinante en la realización final de la producción de aceituna, convirtiéndose en una palanca para el desarrollo de estos cultivos en la zona. Este hecho, sumado al importante apoyo oficial que reciben los productores de olivos, son factores que pudieran explicar este comportamiento.

La tierra dedicada a labor de regadío, que al parecer sirve de asiento a la producción de diversos cultivos de ciclo corto, con una marcada estacionalidad climática, como hortalizas, patata y otros cultivos y que se destinan básicamente para el autoconsumo de los hogares, ocupan un 28% del total de la tierra agrícola de la zona, lo que le confiere una importancia singular por el papel que cumple en la atención de la producción de diversos rubros que son soporte básico de la dieta de los agricultores y sus familias, pero además porque podría servir de fuente adicional de ingresos de lograr venderse la producción excedente de estos rubros.

La agricultura que se viene ejecutando por años en este municipio, esta muy cerca de ser una agricultura ecológica, cuyos productos son de mayor calidad, para beneficio, en

primer lugar de sus habitantes, pero también para mejorar los actuales niveles de ingreso de las familias y lograr que la zona se convierta en un polo de atracción poblacional, en un marco de sostenibilidad ambiental.

Como conclusión de esta parte del trabajo podemos deducir, que las razones que han llevado históricamente, a que los agricultores hayan establecido esta diversificación de cultivos, corresponde con una estrategia de vida, que ha garantizado para diversas generaciones, su reproducción social. Los cultivos se han desplegado, atendiendo a los recursos disponibles, no solo de suelo, sino de mano de obra y de riego.

La dinámica socioeconómica ha tenido como pilar fundamental el sistema de riego, lo que ha permitido la permanencia de especies naturales dentro de los matorrales, y el manejo diversificado de una serie de cultivos que hacen de la zona un espacio ideal para lograr un desarrollo rural sustentable, tomando en cuenta los recursos y posibilidades que las familias poseen, lo cual crea la oportunidad de mejorar el nivel de vida de las familias, sobre todo en momentos donde diversas instancias oficiales, vienen promoviendo la agricultura ecológica.

6 ► CONCLUSIONES

El conjunto de elementos que se han incluido en este trabajo, constituye, una primera visión de la situación del Riego Tradicional en el Municipio Castril de la Provincia de Granada, a través del estudio de sus variables social agrarias, que no dejan dudas de su impacto e implicaciones económicas, sociales, ambientales y culturales.

En los últimos 50 años, la agricultura tradicional que sirvió como actividad para su población, hasta después de la guerra civil, comienza a transformarse, como resultado del proceso de modernización de la economía española, dejando de ser la actividad tradicional de otros tiempos, que mantuvo una cultura propia, para iniciar el tránsito hacia una actividad industrializada, que expulsa mano de obra, se integra a los procesos relacionados con las esferas del capital, produciendo la quiebra de estos modos de vida, cuyo equilibrio se rompió ante el empuje de la nueva economía de mercado y los patrones de vida urbanos.

Adaptados a las condiciones del ambiente, a partir de una larga tradición histórica, se conformó una organización compleja de pequeños predios, que lograron asociar los policultivos de regadío, con una ganadería y una actividad del monte, que a través de los pequeños predios, les permitieron, gracias a su enorme esfuerzo humano, aprovechar las posibilidades de las laderas y los valles intramontanos, creando una situación de prosperidad.

Otro asunto de gran importancia, lo constituye el agua, una de las mayores potencialidades de Castril, aunque desde luego, la complejidad del problema del agua, presiona en cierto sentido la agricultura tradicional de Castril, sin embargo debemos decir que el esquema

de manejo de este asunto, no puede hacerse en función de las campiñas o los litorales, en desmedro de una cultura de riego de montaña, que ha demostrado en el transcurso de los años, una lógica favorable al ambiente y a la disminución del riesgo.

La nueva mirada a este problema, pasa por entender con una visión realmente prospectiva, como la de quienes desarrollaron estos pequeños y “grandes” sistemas de riego, que el equilibrio ecológico de la montaña, es la única seguridad de pervivencia de estas fuentes, lo cual obliga a mantener un importante grado de humedad en ellas, para garantizar la continuidad de la fuente y con el agua, los cultivos diversos, la vegetación y la fauna que el riego tradicional ha sabido mantener, como los alimentos que ha producido, evitando el desecamiento de los cauces y las praderas y los árboles autóctonos y cultivados. Es decir pasa por mantener y conservar, en el sentido que lo ha hecho históricamente el riego tradicional, sus cultivos, sus culturas y en definitiva sus hombres.

Pensar en revertir estas tendencias a través de promocionar esquemas convencionales por medio de la agricultura moderna, sería como un caballo de Troya. Contribuiría a acelerar el proceso de degradación ambiental, estimulando la diferenciación social, pero además por los rasgos de la actual estructura agraria, no se facilitaría la producción en escala, salvo que sean otros agentes sociales, con otra lógica productiva, los que acometan esta empresa, a costa de la liquidación del ambiente y de la cultura local.

Cambiar estas tendencias, supone un esfuerzo en diferentes dimensiones espaciales y temporales, pero el éxito de tal misión, pasa por intentar un esquema de desarrollo distinto, a través de la promoción de la agricultura ecológica, apoyados en los recursos locales y en la identidad histórica cultural, aun existente, lo cual se intentará identificar y definir desde la agroecología, en la continuidad de esta investigación.

7 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALFARO B., CONCEPCIÓN 1998**

El Repartimiento de Castril. Formación de un Señorío en el Reino de Granada. Asukaria Mediterranea, S.L. Granada, España.

- **AL - MUDAYNA (ASOCIACIÓN CULTURAL) 1991**

Historia de los Regadíos en España (...AC-1931). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.

- **APERTAGRO, S.L. 2000**

Catastro de Rústica. Termino Municipal de Castril de la Peña. Ministerio de Hacienda, Secretaría de Estado de Hacienda, Dirección General de Catastro.

- **BOSQUE M., JOAQUIN Y FERRER R., AMPARO 1999**

Granada, La Tierra y sus Hombres. Universidad de Córdoba, España.

- **CANO G., GABRIEL Y JORDA ROSA**

Los Regadíos Andaluces. En: Geografía de Andalucía VI. pp. 185-286.

• **CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN DE AGRICULTURA ECOLÓGICA Y DESARROLLO RURAL DE GRANADA 2003**
Anteproyecto para el Desarrollo Sustentable del Municipio Castril. Documento preliminar. Mimeografiado.

• **GONZÁLEZ ARCAS, ARTURO**

La Propiedad de la Tierra en Andalucía. En: Geografía de Andalucía VI. pp. 13-81.

• **GONZÁLEZ DE MOLINA, M. Y SEVILLA, E. 1993**

Ecología, Campesinado e Historia. Ediciones La Piqueta. Madrid, España.

• **GOZAR, V. Y MARÍA, E.**

La Población Andaluza. Movimiento Natural y Migraciones. En: Geografía de Andalucía III. pp. 15-72.

• **GUZMÁN G., GLORIA Y OTROS 2000**

Introducción a la Agroecología como Desarrollo Rural Sostenible. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

• **GUZMÁN G., GLORIA Y OTROS 1998**

Las Metodologías Participativas de Investigación: Un aporte al desarrollo local endógeno. En: Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. pp. 301-316. España.

• **INSTITUTO DE DESARROLLO LOCAL Y ESTUDIOS SOCIALES 2003**

Plan de Desarrollo del Municipio Castril. Diputación de Granada. España.

• **INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE ANDALUCÍA (SIMA)**

Información Sociocultural Castril, Provincia de Granada. Consejería de Economía y Hacienda, Junta de Andalucía. Enero de 2003. <http://www.juntadeandalucia.es>

• **INSTITUTO DEL AGUA 1992**

Estudio de las Condiciones Actuales y de los Posibles Efectos en el Río Castril del Trasvase al Embalse de San Clemente. Universidad de Granada, Documento mimeografiado. Granada.

• **LÓPEZ O., ANTONIO 2002**

Los Grandes Temas del Sistema Físico — Ambiental de Andalucía y sus Implicaciones Humanas. En: Revista de Estudios Regionales N° 63. pp. 17-63. Universidad de Córdoba, España.

• **NAREDO, J. A. 1996**

La Evolución de la agricultura española (1940-1990). Biblioteca de Bolsillo, Universidad de Granada.

• **RIVERO, J. C. 2004**

Estudio de la Evolución Social Agraria del Riego Tradicional. Municipio Castril, Granada. Informe de Investigación, Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, Universidad de Córdoba.

• **RUIZ OLABUENAGA, J. E. 1996**

Metodología de la Investigación Cualitativa. Bilbao, Universidad de Deusto.

• **SANTOS, JOSE M. 1984**

Servicio de Riego Comunidad de Castril. (Borrador). Mimeografiado.

• **TABERNER, J. 2002**

Sociología y Educación. Madrid, Tecnos II Edición.

• **VAN DER PLOEG, JAN DOUWE 1991**

Endogenous Regional Development in Europe Theory, Method and Practice. European Commission DG VI. Brussels.

• **VAN DER PLOEG, JAN DOUWE 1991**

Styles of Farming: An Introductory Note on Concepts and Methodology. En: Endogenous Regional Development in Europe Theory, Method and Practice. European Commission DG VI. Brussels.

• **VAN DER PLOEG, JAN DOUWE 1993**

El Proceso de Trabajo Agrícola y la Mercantilización. En: Ecología, Campesinado e Historia. Ediciones La Piqueta. Madrid, España. pp. 152-195.

• **VAN DER PLOEG, JAN DOUWE 1998**

Campesinos y Poder. En: Buscando la equidad. Concepciones sobre justicia y equidad en el riego campesino. Van Gorcum. pp. 41-41.

LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN EL MARCO DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Propuesta de actuación en la comarca de la Alpujarra Almeriense y Alto Andarax

SUÁREZ CARRILLO, E.

Biólogo. Profesor de Secundaria. Especialista universitario en Educación Ambiental
IES Al-Ándalus. Paseo de la Caridad, s/n. Finca Sta. Isabel. 04008 Almería
Telf.: 950 273144
E-mail: al-andalus@cajamar.es

RESUMEN

Continuando el trabajo que planteamos ya en las “VII Jornadas Técnicas de la SEAE: Áreas protegidas y Agricultura Ecológica”, sobre la necesidad de ordenar el territorio como punto de partida del camino hacia la sostenibilidad, iniciamos nuestra propuesta con la comarca de La Alpujarra Almeriense y el Alto Andarax, siguiendo el esquema que propusimos sobre las bases y consideraciones que deben tenerse en cuenta para ordenar el territorio. Con este trabajo iniciamos, por tanto, nuestra idea de contribuir con todos los sectores implicados sobre cómo ordenar el territorio para la explotación sostenible de los recursos que equilibre el desarrollo económico, social y ambiental, permitiendo una vida digna y solidaria para nuestras generaciones, las de nuestros hijos, y las futuras. En este camino, la agricultura ecológica tiene mucho que ofrecer.

1 ► INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Como indicábamos en dichas jornadas, (1) se pretende, desde la urgencia que requiere, aportar ideas, propuestas y alternativas para la ordenación del territorio almeriense partiendo de la organización de este en comarcas o regiones naturales y siguiendo las directrices marcadas por la Comunidad Autónoma Andaluza, según la Ley de Ordenación del Territorio, que busca la “conformación de un territorio cohesionado que proteja y permita un desarrollo territorial equilibrado, solidario y sostenible”. En la Síntesis del documento Bases y Estrategias para la Ordenación del Territorio de Andalucía se invita al debate para “enriquecer el proceso de elaboración del Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía.”

Buscamos soluciones desde “una perspectiva sostenible, que permita el desarrollo de los sectores productivos idóneos en cada caso, respetando el medio ambiente y las características sociales, su historia y sus recursos y considerando los riesgos y la asimilación de los impactos”. Sin olvidar que cuando hablemos de beneficios “tenemos que considerarlos ya como beneficios sociales, ambientales y económicos. En este camino, sin duda, estamos todas aquellas personas que defendemos la realidad de los modelos sostenibles.

“Definidos los sectores productivos que podrá sostener el territorio, la asimilación de impactos posibles derivados de la explotación de los recursos, las intervenciones necesarias para minimizar dichos impactos, así como la vulnerabilidad del territorio ante los riesgos naturales, la explotación de los recursos sobre el esquema de los modelos sostenibles puede llegar a ser una realidad. Con todo ello estaremos definiendo la gestión de dicho territorio. Será un camino hecho para el desarrollo de un territorio con las bases consensuadas. Se evitará la especulación y la lucha de intereses, se minimizan los estudios de impacto ambiental y por tanto se agiliza la puesta en marcha de las actividades.”

Como señalábamos entonces, las propuestas “que se elaboran” parten de la definición y reconocimiento “de las potencialidades de cada comarca, tanto económicas como sociales y ambientales,” en este caso, referidas a la comarca de la Alta Alpujarra y Alto Andarax. También tenemos en cuenta la relación y conexión de la comarca con el resto, tanto en el ámbito provincial como de la comunidad y nacional según la LOTA (2) de 1994,

Por otro lado, tampoco se ha olvidado el grado de orden o desorden del Territorio (Gómez Orea-2003), que en esta comarca poco desarrollada es mínimo pero que puede surgir con el desarrollo actual y la mejora de las comunicaciones. Urge, por ello, el planteamiento de propuestas en este sentido, puesto que el desarrollo rural en esta zona ya está en marcha y deben establecerse ya las directrices que definan el camino hacia la sostenibilidad. (3)

La comarca queda definida, según la síntesis de las Bases y Estrategias del Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía “dentro de la clasificación de asentamientos rurales en el Modelo Territorial, como “asentamientos rurales vinculados a los territorios organizados por los Centros Regionales y a las Redes de Ciudades Medias.” Y la definimos

según los objetivos y criterios que planteamos en las VII Jornadas de AE. “El estudio de estos aspectos nos permitir elaborar propuestas sobre los modelos de desarrollo sostenible a aplicar en cada comarca, además de poder verificar si los modelos que se llevan a cabo en la actualidad, en los programas de desarrollo rural dentro de los proyectos Leader y Proder, por ejemplo, son idóneos y cumplen la filosofía del modelo sostenible”.

Con la propuesta que presentamos de la primera comarca, comenzamos el conjunto de propuestas planteadas para que los modelos de desarrollo sostenible sean pronto una realidad en la provincia de Almería.

Las Comarcas propuestas objeto del estudio son:

- La Alta Alpujarra almeriense y el Alto Andarax
- Medio Andarax y Bajo Nacimiento
- Alto y Medio Nacimiento
- Bajo Andarax
- El Poniente
- Campos de Nijar y Cabo de Gata
- Los Vélez
- Campo de Tabernas y Este de Filabres
- Alto y Medio Almanzora
- Bajo Almanzora y Levante

Creemos necesario insistir en la definición de lo que pensamos debe entenderse por **DESARROLLO SOSTENIBLE**: Desarrollo equilibrado y solidario que tiene en cuenta a las generaciones presentes y futuras. Equilibrado en cuanto tiene en cuenta los recursos naturales, los impactos y los riesgos, el medio ambiente y los ecosistemas y solidario porque considera el desarrollo económico compartido y con ello el desarrollo social y la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras. No hipoteca el desarrollo de unos sectores por otros en la actualidad y no hipoteca el desarrollo futuro al permitir la renovación de los recursos, asimilar los impactos derivados de su explotación y evitar los riesgos inducidos.

2 ► **LA ALTA ALPUJARRA ALMERIENSE Y EL ALTO ANDARAX**

Localización y descripción de la comarca

Se encuentra situada al oeste y centro de la provincia, incluyendo en casi toda su extensión la parte de Sierra Nevada correspondiente a la Provincia de Almería que comprende parte del Parque Nacional de esta en las cotas superiores a 2000 metros y parte del Parque Natural por debajo de esta.

Su límite lo podemos considerar por el oeste con la provincia de Granada, por el norte con la divisoria de aguas de la Sierra y comienzo del Desierto de Tabernas. Por el sur, con la divisoria de aguas de Sierra de Gádor y la salida al mar entre Gádor y Contraviesa. Por el este situamos el límite en el encajamiento del río Andarax entre Fondón y Canjayar. Con estos límites queda definida una zona muy homogénea, tanto por su litología, clima, características ambientales y pasado histórico agrícola y minero.

La delimitación de la comarca tratamos de definirla siguiendo el modelo propuesto en el Plan de Ordenación del Territorio con la Diferenciación de Unidades Territoriales consideradas como “áreas continuas, que han sido definidas por su homogeneidad física y por presentar problemas y oportunidades comunes en relación con el uso económico del territorio y la gestión de los recursos naturales”.

- **Características físicas, biológicas, ecológicas, ambientales y geológicas**

En su conjunto esta comarca, que comprende las zonas altas de la Alpujarra almeriense y el curso Alto del Andarax, viene a quedar definida como una unidad geográfica y ambiental, bien delimitada entre la depresión que parte desde la Ragua al oeste y el encaje del curso Alto del río Andarax al este. Los pueblos situados en la cara sur de Sierra Nevada conservan aún algunas características de la tipología de las Alpujarras que hay que potenciar y defender, como características propias de las mismas. El resto de los pueblos se encuentra también bien conservado recuperando actualmente algunas características del ambiente rural; lavaderos, fuentes, calles, etc. El Parque Nacional y el Parque Natural de Sierra Nevada marcan un antes y un después en la conservación de las características ecológicas y ambientales de la zona.

Las características biológicas y ecológicas, aparte de los endemismos de Sierra Nevada que no comentamos aquí, merece la pena citar el encinar de Bayarcal como ejemplo de bosque mediterráneo bien conservado y el Castañar de Paterna del Río como ejemplo de bosque caducifolio, este muy deteriorado que necesita una atención preferente. La conservación del pinar y los tratamientos silvícolas parecen correctos actualmente, aunque la “procesionaria” continúa haciendo estragos.

Geológicamente la comarca forma parte de las unidades tectónicas Nevado-Filabride y Alpujárride de las zonas internas de la Cordillera Bética.

- **Agricultura tradicional y formas de vida**

El cultivo del castaño, el manzano, la viña, el olivo, el almendro y la huerta

- ▶ **Situación actual:**

Hay muchos terrenos de cultivo abandonados, por ejemplo los cultivos de manzano y de cereales, que, además de incidir en la pérdida de suelo y erosión, hacen que los

caminos y senderos sean intransitables con gran riesgo de incendios.

► **Propuesta de actuación: Acciones preferentes:**

- Reconstrucción y limpieza de caminos, balates y acequias.
- Los castaños, en zonas como Paterna del Río, necesitan tratamientos, injertos, podas y limpiezas urgentes.
- El mantenimiento de cursos ecológicos de agua por las acequias se hace indispensable.
- La recuperación de cultivos idóneos, nuevos y tradicionales como manzanos, nogales, castaños, cerezos etc., sin duda, permitiría la recuperación del campo, de su economía y sus ecosistemas humanizados y del paisaje.

Los cultivos de olivos y viñas están en franca recuperación, incluso actualmente se están desarrollando cultivos de viñas de forma ecológica con gran éxito (Cortijo del Cura, Laujar). Actualmente se ha conseguido la denominación de origen de vinos de la tierra “Ribera del Andarax”. Como “Valle del Andarax”, nombre tradicional de la zona, debería comprender todos los vinos de la comarca entre el alto y medio Andarax.

La comercialización del aceite y el vino actualmente están en una etapa de expansión. En este sentido hay ya que prever la limitación del crecimiento de estos sectores que mejoren la calidad y no la cantidad y garanticen su comercialización. Es el momento de estudiar la viabilidad de la expansión de los cultivos ecológicos.

Tenemos que considerar que ambos sectores están en pleno crecimiento, no solo en la comarca sino en la provincia, en Andalucía y España y en el ámbito europeo y la competencia va a ser fuerte. Por ello proponemos estudios por parte de la administración para determinar hasta donde deben seguir creciendo ambos sectores con garantías sostenibles.

El cultivo del almendro se mantiene en unos niveles mínimos. Este cultivo de forma ecológica podría recuperar zonas abandonadas que, además de lograr su mantenimiento, permitiría la recuperación del paisaje y participar en la lucha contra la desertificación

• **Otras formas de vida: ganadería, industria alimentaria, turismo rural y construcción**

Las políticas de desarrollo rural en el ámbito europeo y de la comunidad andaluza están teniendo éxito en cuanto al desarrollo del turismo rural con gran oferta de plazas hoteleras. Es ahora cuando hay que cuidar la aplicación de normas y su cumplimiento para establecer las bases y las infraestructuras necesarias para promover modelos de desarrollo sostenible.

Con la mejora de las comunicaciones, el turismo de fin de semana es cada vez más importante. Esto está permitiendo el desarrollo, no solo del turismo rural, sino también el

de la industria alimentaria como pastelería, industrias cárnicas y restauración. Los sectores productivos idóneos se diversifican y complementan, siendo una garantía para alcanzar las metas propuestas. La Ganadería extensiva de ovino y caprino podría ser utilizada de forma sostenible en las praderas y laderas de la cuenca.

- **Patrimonio rural etnológico e industrial y su recuperación**

El pasado minero, la utilización del agua: los molinos harineros, las almazaras, el vino, caminos y calzadas reales.

- ▶ **Situación actual:** Se está actuando en la recuperación de senderos
- ▶ **Propuesta de actuación:** Recuperación del patrimonio rural y explotación turística.
 - ▶ Continuar con la recuperación de senderos que recuperan parte de la historia y el legado árabe y minero. Como el caso del trayecto PR-A123 que recupera la senda de Las Minas de Caparidad, en la Sierra de Gádor (4). Otros senderos que atraviesan la comarca son, los de gran recorrido (GR) GR-140, GR-7, GR-142 y de pequeño recorrido (PR,S) la red de Laujar de Andarax: PR-A35, Monterrey; PR-A36, Hidroeléctrica; PR-A7, senda del aguadero y el PR-A123 ya citado.
 - ▶ La recuperación de molinos harineros y almazara, “fábricas de luz” y cortijos con posibilidades didáctica, etnológicas y comerciales debe ser interesante, además para recuperación de cursos de agua, caminos, balates, veredas y zonas recreativas.

- **Recursos: explotación sostenible y organización de los sectores productivos**

- ▶ **Situación actual:** Expansión del sector secundario y terciario como industrias alimenticias, turismo y construcción..
- ▶ **Propuesta de actuación:** Urgen directrices
 - Urgencia de normativas y directrices que regulen y controlen el desarrollo en el ámbito comarcal.
 - Sector primario: agricultura tradicional y nuevo cultivos. El desarrollo de la agricultura ecológica parece interesante en la recuperación de cultivos tradicionales. La importancia de la recuperación de cultivos tradicionales de forma ecológica radica en que son cultivos dominados con mano de obra especializada y además son cultivos adaptados a las condiciones edáficas y climáticas (5) (E.Suárez-1992). En resumen podemos decir que la comarca tiene unas características ambientales que la hacen idónea para la explotación ecológica agrícola.

Las Bases y Estrategias, en relación con la gestión de los recursos naturales y el paisaje, afortunadamente marcan con claridad el camino a seguir, partiendo del uso racional de los recursos como base de la ordenación del territorio:

- Compatibilizar los desarrollos urbanos y económicos con un uso racional de los recursos y la conservación de ecosistemas y paisajes.
 - Uso diversificado del suelo y de los aprovechamientos productivos, adecuando los usos del suelo a su capacidad productiva y ecológica.
 - Gestión del agua racionalizando su consumo y compatibilizando los usos primarios con los desarrollos urbanos así como diversificando los sectores productivos. En este aspecto insistir en que unos sectores productivos no deben hipotecar al resto de todos los que puedan desarrollarse en esa zona con garantías sostenibles.
- **Impactos ambientales e intervenciones: evaluación de los impactos**
 - ▶ Situación actual: Expansión urbana, cambio de uso del suelo, deforestación, desarrollo industrial.
 - ▶ Propuesta de actuación:
 - Polígonos industriales segregados y enmascarados o bien, si no hay necesidad de polígonos, almacenes con sistemas de evacuación de emisarios acordes con la actividad, y con recuperación de fachadas tradicionales que permitan su localización cercana a la trama urbana y eviten los almacenes de serie situados en medio de las vegas rompiendo el paisaje.
 - La trama urbana debe respetar las zonas históricas y prever las zonas de expansión, respetando las vegas y zonas de cultivo y diseñando espacios arbolados para aparcamientos que eviten el paso de vehículos por las zonas históricas.

De todas las actividades actuales, tal vez sea la construcción la que más presión esta creando sobre el medio ambiente con impactos paisajísticos, contaminación de aguas (pinturas y disolventes), vertederos de escombros incontrolados, impactos urbanos etc.

El desarrollo de las industrias diversas debe cuidar y cumplir las normas de evacuación de residuos y por ello deben estar en los lugares idóneos o polígonos industriales. Estos, entre poblaciones cercanas, podrían compartirse.

- La vigilancia y actuaciones en la prevención contra incendios deben ser máximas en esta zona, los caminos están intransitables, su limpieza es importante, no solo

para estas actuaciones, sino también para su uso como senderos y turismo rural.

- Un tipo de impactos que se están produciendo son impactos sobre el paisaje rural, urbano y natural, debidos a las instalaciones de las antenas de telefonía móvil. Los ayuntamientos, a través de la Diputación, deben redactar normativas y ordenanzas que regulen dichas instalaciones en el ámbito comarcal.
- Los invernaderos en esta zona deben ser prohibidos y las vegas respetadas por la expansión urbana y con cultivos idóneos.

Como intervenciones, intensificar las actuaciones en la lucha contra la erosión, con reforestaciones, restauración de hábitat, recuperación de especies autóctonas y, por otro lado, cuidar la recuperación del aspecto rural de los pueblos. etc.

- Biodiversidad, geodiversidad y paisaje

► Situación actual: Es precisamente Sierra Nevada una de las zonas de flora endémica más importantes, no solo de Andalucía sino de España y Europa, considerada como zona refugio de la flora europea que ha quedado como reliquia de la última glaciación (endemismo reliéctico glacial).

El paisaje de esta comarca es uno de los mejores conservados, en la zona de la Alpujarra Alta con el bosque mediterráneo de encinar y el bosque caducifolio de castaños, aunque este último necesita, como hemos indicado, una actuación urgente que detenga su degradación.

► Propuesta de actuación:

- Máxima protección del paisaje, consideramos que es la mejor forma de proteger la biodiversidad y la geodiversidad, y permite el camino hacia la sostenibilidad. En las zonas catalogadas pensamos que debe ser suficiente para su protección las medidas que se consideren en los modelos de uso y gestión. En las zonas de cultivo, la protección del paisaje debe ir encaminada a la recuperación de estos y a evitar la construcciones y proliferación de almacenes, casetas, corrales y viviendas. Las intervenciones en este sentido deben tender a enmascarar las actuaciones permitidas.
- Sí que parece interesante la recuperación de antiguos edificios, como cortijos, molinos o edificios mineros.
- Es necesario mantener curso ecológicos de agua en las antiguas acequias.

- **Lucha contra la desertización**

► **Situación actual:** Toda la provincia de Almería, junto con Murcia y Valencia, es la zona con más riesgo de desertización de Europa con problemas de erosión graves, con pérdidas de suelo que pueden superar las 100t/ha/año, constituyendo para España el primer problema medio ambiental, por lo que se han venido desarrollando dos proyectos como el LUCDEME (lucha contra la desertización en el Mediterráneo) y el Proyecto EUROSEN (modelo europeo de erosión del suelo. USLE). Esta comarca es una de las zonas que necesita especial protección al comprender la cabecera del río Andarax sometida a un fuerte proceso de erosión.

► **Propuesta de actuación:**

- Continuar con las políticas de protección en la cabecera de la cuenca, con reforestación, construcción de presas, reparación de balates y bancales, recuperación de hábitat, replantación de especies autóctonas y desarrollo de cultivos. En este sentido deben ser las diferentes administraciones las que faciliten las actuaciones entre ellas para que no se produzcan contradicciones. (6)
- Las administraciones deben ampliar las políticas de desarrollo rural facilitando actuaciones encaminadas a recuperación de cultivos tradicionales y explotaciones ecológicas.

- **Riesgos naturales e inducidos**

► **Situación actual:** Riesgos de seísmos. La comarca se encuentra dentro de la zona del mapa de riesgos sísmicos con más probabilidades de sufrir terremotos. Las actividades humanas deben considerar este riesgo para evitar riesgos inducidos.

Riesgos de erosión y desertización, deslizamientos de laderas, lluvias torrenciales y riesgo de incendio. etc. La reforestación de laderas se realizan dentro de los planes de lucha contra la desertización.

► **Propuesta de actuación:**

- Vigilancia en las construcciones e infraestructuras que cumplan las normas sismorresistentes, continuar con la reforestación y estabilización de laderas, limpieza de barrancos y redes de drenaje.
- Con respecto al riesgo de incendios, ya sean naturales como inducidos por las actividades humanas, los CEDEFOS (7) realizan la vigilancia y lucha contra incendios. En Alhama, se encuentra uno de los dos que hay en la provincia de Almería.

3 ▶ OTRAS CONSIDERACIONES

1

Los pueblos: la recuperación del carácter rural

▶ Situación actual:

• Bayarcal

El exceso de construcciones en la trama urbana histórica está colapsando el pueblo. Igualmente no cuidan el tratamiento de las fachadas. Se debe buscar una ronda que evite el pueblo hacia la Ragua.

• Paterna del Río

Muy pocas construcciones tratan de mantener las características tipológicas de la zona. Algunas son verdaderos palacetes de “nuevos ricos” que nada tiene que ver con la tipología del pueblo.

El Ayuntamiento está canalizando y entubando los barrancos que atraviesan el pueblo, transformándolos en calles y produciendo un daño irreparable, tanto en el paisaje urbano como sobre la flora y fauna asociadas, al secar el bosque de ribera. Además no sabemos las consecuencias con respecto a problemas de erosión al quedar los terrenos desprotegidos y ser barrancos muy profundos con fuertes desniveles. (8)

Las fuentes naturales, que aún se mantienen, deben embellecerse, así como los antiguos lavadero, que también se conservan. Los tejados deben ser cuidados y homogéneos que mejoren las vistas panorámicas con el mismo material de construcción y, si es posible, el más típico y de la zona como teja y lejas de pizarra y launa. Estas características valen también para Bayarcal.

• Laujar de Andarax

Quizás sea de los pueblos de la comarca más concienciados en cuidar su aspecto; el cuidado de fachadas y la conservación de las fuentes y algunas calles merecen un reconocimiento.

Hay que diseñar zonas nuevas de aparcamientos. Los lugares deben buscarse cercanos a la nueva carretera de ronda o variante recién inaugurada., con aparcamientos arbolados, miradores y conexiones peatonales. Cuidado de los tejados. En general todos los pueblos deben cuidar la estética de los tejados típicos que repercute en las vistas panorámicas.

• Fondón y Benecid

En general, en Fondón, la trama urbana principal se encuentra muy bien conservada. Es importante continuar en el esfuerzo del cuidado de fachadas y delimitar bien la zona de crecimiento. El camino de ronda que transcurre por la parte baja del pueblo puede ser una

solución para evitar el paso de vehículos por la trama histórica y para el establecimiento de zonas de aparcamiento cercanas a la trama urbana. La situación es ideal y no se debe perder la oportunidad. También pueden buscarse zonas cercanas a la nueva carretera de ronda. Una antigua almazara puede rescatarse como museo del aceite. La restauración de la fuente debe ser cuidada.

- **Fuente Victoria**

Existe una antigua bodega, muy bien conservada, en el edificio histórico, anejo a la iglesia, que merece ser rescatada como museo del vino. El paseo a la salida camino de Laujar, con Plátanos de sombra de la época de Primo de Rivera, merece la pena ser conservado. En algunos pueblos han instalado paseos de ribera en estas zonas, al desviar la carretera.

- **Alcolea**

A la salida de la nueva carretera de ronda o variante, debe buscarse zonas de aparcamiento arbolado. Se debe continuar el esfuerzo de recuperación del aspecto rural. La nueva carretera permite la construcción de miradores con vistas panorámicas hacia el pueblo y Sierra Nevada.

- ▶ **Propuesta de actuación:**

- Para todos ellos es importante seguir la línea de recuperación del carácter rural, insistiendo en la recuperación de espacios como plazas, fuentes, edificios singulares, lavaderos, calles y fachadas.
- También es importante adecuar espacios públicos para aparcamientos arbolados para evitar el coche en las zonas históricas; recuperar antiguos caminos o calzadas reales como senderos; recuperar antiguos nombres populares de las calles con placas artísticas que pueden instalarse cerca o al lado de las placas actuales. Sustitución de farolas, empedrado de calles y/o imitación de adoquinado.
- El espacio industrial debe quedar segregado y bien delimitado mediante polígonos industriales que deben situarse cuidando las vistas panorámicas y rodeándolos de cinturones verdes y arbolado de sombra. Las Plazas deben quedar solo para uso de la ciudadanía y peatón, permitiendo solo el paso de vehículos de carga y descarga a horas determinadas.
- Las fachadas en los centros históricos deben someterse a normas más estrictas, que garanticen la conservación de dichos centros con respecto a materiales y diseños. De la misma forma, los Ayuntamientos deben insistir en la conservación de sus calles y mantenimiento rural.

En la mayoría de los pueblos ya se están haciendo actuaciones de este tipo, excepto en dos cuestiones que son fundamentales para la recuperación de los pueblos: los polígonos

industriales y los aparcamientos. Actualmente en la mayoría de los pueblos sería fácil adecuar espacios cercanos al centro para aparcamientos que eviten el colapso urbano y rompan el paisaje urbano rural. Con respecto a los polígonos industriales debe cuidarse su situación y enmascaramiento.

La recuperación de caminos viejos para senderos y zonas verdes va a permitir, además de su utilización como paseos, la recuperación de zonas abandonadas que en ocasiones son utilizadas como vertederos por su fácil acceso.

Los ayuntamientos deben esforzarse en la recuperación del patrimonio etnológico y edificios singulares: molinos harineros, almazaras, edificios mineros así como herramientas y utensilios, recuperando la historia de los pueblos que, además, puede ser utilizada como recurso para el desarrollo del turismo rural.

En el caso de construcción de carreteras de ronda que eviten el pueblo deben plantearse utilizando caminos forestales y enlazándolos con los aparcamientos a la entrada de los pueblos.

Las carreteras que queden liberadas por la construcción de la nueva carretera que evita el paso por estos pueblos debe diseñarse como paseos arbolados, pensando en primer lugar en el peatón y evitando ser ocupadas por aparcamientos que colapsen los centros históricos.

Determinación de impactos e intervenciones para eliminarlos o enmascararlos.

4 ▶ OTROS ASPECTOS GENERALES FUNDAMENTALES EN LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE APLICACIÓN EN ESTA COMARCA

La gestión de los residuos

Se están aplicando la normativa europea y el Plan de Medio Ambiente en Andalucía.

Las Plantas de Compostaje en el ámbito comarcal pueden ser interesantes con la utilización de restos vegetales, estiércol y purines.

Tratamiento y gestión de las aguas residuales

Entra dentro de uno de los objetivos del PDIA (9) de la Junta de resolver las deficiencias en saneamiento y depuración y el cumplimiento de la directiva 91/271 de la UE.

El uso del agua

Como uso sostenible la Junta de Andalucía, aparte de su utilización en la agricultura sostenible y un consumo doméstico responsable, propone en el PDIA (1997-2007) diversas actuaciones que garanticen el abastecimiento a las poblaciones y actividades productivas, como la mejora de infraestructuras, recogida de aguas pluviales, doble sistema de abastecimiento, industrias con sistemas de depuración y recirculación de aguas. La administración no debe descuidar su política en estas zonas de montaña por la crisis de los sistemas agrarios tradicionales y aplicar, también aquí, el Acuerdo Andaluz por el agua.

Un estudio reciente promovido por la Diputación de Almería y Cajamar, informa sobre la situación de los acuíferos en la provincia de Almería. En el informe sitúan las reservas estáticas en la cuenca del Andarax y Almería en 405Hm, de las que se consumen 43, estimando los recursos naturales en 8,7 Hm/año de los que el 77% se recogen del río. Al día se extraen 14.060 m en lugar de los 11.300 que se declaran. Recomiendan vigilancia y protección.

Las fuentes energéticas: su sostenibilidad y alternativas

En el Plan Energético de Andalucía se pretende incrementar los aprovechamientos hidroeléctricos con pequeñas centrales térmicas. Esta comarca donde antiguamente había centrales eléctricas tiene grandes posibilidades para estos fines. También se considera el aprovechamiento energético de la biomasa y la energía solar y eólica, pero esta última depende de las redes de evacuación.

El Plan Energético andaluz prevé para el año 2006 que el 28% de las energías renovables sean de origen eólico y para el 2010 llegue al 30%. Ya se han presentado 78 proyectos de parques eólicos para instalar más de 600 aerogeneradores en 14 municipios de la provincia de Almería (IDEAL 1 de Mayo de 2003) y al parecer todavía no hay una regulación concreta sobre la instalación de estos parques. A pesar de la importancia de este tipo de energías renovables, es indispensable estudiar la adecuación de su localización y uso. Nosotros nos adherimos a la petición del Grupo de Izquierda Unida de la Diputación Provincial que solicita una normativa que regule la instalación y uso de estos parques eólicos.

De los catorce municipios, por ahora, no se encuentra ninguno de esta comarca, pero es importante que esta normativa sea aprobada ya que la instalación de parques eólicos puede generar importantes impactos sobre el paisaje tanto urbano como rural y natural. De esta forma, los Ayuntamientos, con una normativa municipal específica a través de una ordenanza, podrían regular las condiciones de su instalación y uso.

La Consejería de Medio Ambiente ya ha realizado un mapa “de sensibilidad ambiental”, donde establece las zonas de la provincia que deben quedar libres de estas instalaciones y cuales son los espacios más apropiados para su instalación. Nos felicitamos por ello.

Las comunicaciones

En los últimos años las actuaciones de la Junta de Andalucía, dentro de los Ejes de carácter Rural y del PDIA y de la Diputación Provincial, están consiguiendo una red viaria provincial en esta zona digna de reconocimiento enlazando esta comarca tanto por el interior siguiendo el valle, como por la costa hacia Berja y Dalías y hacia la provincia de Granada. Comunicaciones que sin duda van a facilitar su desarrollo, pero que por esto se debe vigilar el cumplimiento de las propuestas en el camino hacia la sostenibilidad.

La lucha contra el cambio climático

En Sierra Nevada se están llevando a cabo estudios de investigación sobre la influencia del Cambio Climático en determinadas especies vegetales como consecuencia del aumento de las temperaturas y disminución de la humedad que determinan que el clima está induciendo a desplazamientos de vegetación en España. (10) El estudio de los cambios climáticos regionales se realiza obteniendo información del hielo fósil acumulado en el Corral del Veleta.

Como en el ámbito general, esta lucha debe ir dirigida a evitar la intensificación del Efecto Invernadero, Lluvia ácida, Disminución de la Capa de Ozono, Pérdida de Biodiversidad y Geodiversidad y Lucha contra la desertificación.

5 ▶ CONCLUSIONES

- La Ordenación del Territorio, dado el ritmo de desarrollo económico, no admite espera en esta comarca.
- La Ordenación del Territorio debe ser el camino hacia la implantación de los modelos sostenibles.
- La agroecología es un modelo sostenible imprescindible para el desarrollo rural.
- La comarca estudiada, por sus características ambientales y de conservación, es idónea para la implantación de cultivos ecológicos.
- La recuperación de la agricultura tradicional puede llevarse a cabo sin traumas, mediante técnicas de agroecología.
- El paisaje es el elemento básico para el desarrollo de esta comarca. Para la conservación de este, la agricultura ecológica tiene un papel primordial. Del mismo modo que en la lucha contra el riesgo de erosión y desertificación
- La agroecología interviene en la conservación de la biodiversidad, geodiversidad y patrimonio natural
- La explotación del bosque mediterráneo requiere intervenciones sostenibles.
- Los pueblos de la comarca deben de esforzarse por mantener y recuperar el patrimonio rural.

6 ▶ AGRADECIMIENTOS

Jesús Quereda

7 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **GÓMEZ OREA, ET AL. 2002**

Territorio, paisaje e invernaderos. I Congreso Internacional sobre Horticultura Mediterránea. Almería.

- **HERNÁNDEZ, J. 2003**

Plan Provincial de Senderismo. Diputación de Almería.

- **PLAN DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE ANDALUCÍA. BASES Y ESTRATEGIAS 1999**

- **PLAN DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE LA COMARCA DEL PONIENTE ALMERIENSE 2000**

- **SUÁREZ, E. 2000**

Consideraciones para una propuesta de desarrollo sostenible en la Cuenca del Andarax. Revista cultural "Eco de Alhama, nº 9. Alhama. Almería.

- **SUÁREZ, E. 2001**

Las Propuestas Globales: El desarrollo sostenible. Unidad Didáctica 2º de Bachillerato. Centro de Profesorado de Almería. Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía.

- **SUÁREZ, E. Y VALLESPI, T. 2003**

La Ordenación del Territorio en la provincia de Almería: Punto de partida para un Desarrollo Sostenible. VII Jornadas Técnicas de la Sociedad Española de AE.

(Footnotes)

(1) "La ordenación del territorio en la provincia de Almería: punto de partida para un desarrollo sostenible: crítica y alternativa".

(2) Ley de Ordenación del Territorio de Andalucía.

(3) La provincia de Almería ha recibido 373.000 euros para el desarrollo rural en los cinco últimos años. Casi la décima parte de las subvenciones otorgadas en el territorio andaluz.. (Diario LA VOZ DE ALMERIA. Lunes 12 de Julio de 2004) Periodo de 1999 y 2003. "La comarca más beneficiada ha sido la Alpujarra, en cuyas ayudas se han encuadrado 63 municipios, que abarcan una población estimada de 77.655 personas."

(4) Diario IDEAL 1 de Abril de 2002.

(5) E. Suárez. 1992. "La alternativa biológica al cultivo del parral. Revista Poniente nº 292 pag. 24-27.

(6) Con las ayudas europea agricultura subvencionó el corte del parral sin considerar que los cultivos quedarían abandonados. Por las mismas época se aplicaba políticas contra la desertización.

(8) En este pueblo, hace diez años, cuando comenzaba la expansión urbanística, propusimos y entregamos en su día un proyecto, de forma totalmente altruista, para conservar el barranco principal que cruzaba el pueblo como parque municipal con distintos niveles, saltos de agua, y sendero empedrado. El proyecto debe estar en cualquier cajón del ayuntamiento y en la explanada mayor del barranco se han construido viviendas y al parecer van a continuar construyendo. En esta época también propusimos a su alcalde y al entonces delegado de la Agencia de Medio Ambiente el establecimiento de normas subsidiarias a tener en cuenta en la construcción

de las fachadas, ni lo uno ni lo otro lo consideraron oportuno. Ambas actuaciones hubiesen sido actuaciones encaminadas a facilitar el establecimiento de modelos sostenibles aplicadas hace ya diez años.

(9) Plan Director de Infraestructuras de Andalucía

(10) (País 14 de Abril de 2003).

PROTECCIÓN DE PLANTAS

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

INFLUENCIA DE LA BIOFUMIGACIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD Y PRECOCIDAD DEL CULTIVO ECOLÓGICO DE FRESÓN

AGUIRRE, I.; CARMONA, I.; LÓPEZ - MARTÍNEZ, N.; CUARESMA, I.; GONZÁLEZ - ZAMORA, J. E.; AVILLA, C. Y LÓPEZ - MEDINA, J.⁽¹⁾

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de Sevilla
Crtra. Utrera, km.1. 41013 Sevilla
E-mail: itziar@us.es

⁽¹⁾ Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de Huelva

RESUMEN

La biofumigación de suelos agrícolas para control de plagas, enfermedades y malas hierbas en cultivos hortícolas es una práctica que está adquiriendo interés en los últimos años. Para estudiar su efecto sobre la productividad y precocidad de un cultivo ecológico comercial de fresa, se diseñó un experimento en bloques al azar con tres repeticiones en el que se dispusieron tres tratamientos: control (C), biofumigación (BF) y biofumigación+solarización (S). Los resultados mostraron diferencias significativas en la productividad de fresa de primera categoría (486.3 g/planta del control, frente a 623.5 g/planta de la biofumigación y 612.3 g/planta de la solarización). Considerando como producción precoz aquella que se recoge antes del 15 de marzo, se concluye que los efectos de los tratamientos estudiados sobre la precocidad de la cosecha necesitan ser evaluados en años posteriores. Los resultados del primer año muestran diferencias significativas entre los tratamientos, aunque éstas no aparecen en las comparaciones de medias por pares concretos en la producción recogida a partir del 16 de marzo. Estos datos deben considerarse como preliminares al ser los resultados del primer año de trabajo exclusivamente.

PALABRAS CLAVE: FRAGARIA X ANANASSA DUCH, CAMAROSA, SOLARIZACIÓN Y RENDIMIENTO

1 ► INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen en España 9775 hectáreas de fresón, de las que 7500 se localizan en la provincia de Huelva. De éstas últimas, aproximadamente 400 has se cultivan bajo los principios del método ecológico de producción. Tanto en el sistema ecológico de producción como en las prácticas convencionales, el monocultivo continuado es práctica habitual, con las consecuencias negativas de una mayor proliferación de plagas, malezas y, especialmente, enfermedades de suelo.

El bromuro de metilo es un pesticida relativamente eficaz en la desinfección de suelos y por ello es ampliamente utilizado en las parcelas dedicadas al cultivo de fresón con el objetivo de paliar los efectos negativos del monocultivo. El uso de este pesticida no está autorizado en el Reglamento CEE 2092/91, por lo que no puede ser empleado en las parcelas de agricultura ecológica. La prohibición del uso de bromuro de metilo (salvo los casos críticos) a partir del año 2005, ha obligado a trabajar en métodos alternativos. Entre las alternativas no químicas figuran la biofumigación y la solarización.

La biofumigación es un proceso de desinfección de suelos en el que se aprovecha la acción biocida de los gases de fermentación de la materia orgánica y la actividad biológica de algunos microorganismos sobre los patógenos de los cultivos (Montserrat, 2003). Para mejorar sus efectos, se emplea frecuentemente materia orgánica no compostada. Se puede emplear residuos animales frescos exclusivamente, aunque en la mayoría de los casos se complementan estos aportes con abonos verdes de especies pertenecientes a la familia *Brassicaceae*. El potencial biofumigante de un material orgánico reside en su contenido en glucosinolatos y en la evolución de los isotiocianatos procedentes de su hidrólisis (Warton et al., 2001). La familia *Brassicaceae* incluye algunas especies con altos contenidos en glucosinolatos. La amplia variedad de distribución de esta molécula en los tejidos vegetales y la toxicidad diferencial de los isotiocianatos con las enfermedades vegetales, son dos herramientas útiles para seleccionar y/o mejorar *Brassicaceae* con un mayor poder biofumigante e, incluso, orientado específicamente hacia algún patógeno (Kirkegaard, 1998). La eficacia de los abonos verdes con inclusión de *Brassicaceae* ha sido estudiada en trabajos previos. Lazzeri et al. (2003) demuestran una mayor eficacia biofumigante en el entierre de restos de cosecha de *Brassica juncea* L. y *Eruca sativa* Mill. que en el entierre de cebada.

La biofumigación se ha mostrado eficaz en el control de *Phytophthora* en pepino (Schoenmaker y Ghini, 2001), amplio espectro de patógenos en cultivos de lechuga (Villeneuve y Lepaumier, 2000) y varias especies de nemátodos sobre diferentes cultivos (Bello et al., 2003). Sus efectos, en general, se ven mejorados cuando se combina con la solarización.

La solarización consiste en disponer una cubierta plástica transparente sobre el suelo. Su colocación ocurre en los meses más calurosos del año, buscando con ello un calentamiento de la capa superficial del terreno que provoca la muerte de organismos patógenos. Su efecto es poco patente cuando se trata de controlar organismos móviles como los nemátodos, pero

ha mostrado efectos positivos en el control de *Phytophthora*, *Phytium* y *Rhizoctonia* en fresón (Pinkerton *et al.*, 2002), *Fusarium oxysporum* en melón (Forleo, 2002), *Verticillium dahliae* (Pullman *et al.*, 1981) y algunas malezas como *Cynodon dactylon* (Forleo, 2002; Montserrat, 2003) y *Cyperus rotundus* (Martínez *et al.*, 2002).

El efecto de la biofumigación y la solarización sobre la productividad del fresón ha sido descrito en España en los trabajos que investigan las alternativas al bromuro de metilo. López-Aranda *et al.* (2002) concluyen que la productividad de las parcelas biofumigadas y/o solarizadas fue menor que el testigo bromurado. No se conocen trabajos sobre productividad de fresón bajo los principios de la agricultura ecológica.

En el cultivo de fresón, la precocidad de la cosecha es uno de los parámetros más interesantes de analizar debido a las variaciones que sufre el precio del producto a lo largo de la temporada. Durante la campaña 2003-04, los precios del fresón convencional para exportación fueron de más de 1 euro/kg (máximo de 1.5 euros/kg) hasta mitad de marzo aproximadamente. A partir de esa fecha, el precio bajó hasta 0.7 euros/kg, con algunas fluctuaciones generalmente a la baja (mínimo de 0.55 euros/kg en el mes de abril). El mercado ecológico siguió la misma tendencia, aunque con precios diferentes.

La precocidad de la cosecha de fresón es una característica varietal que puede estar condicionada por el tipo de plantón empleado en el transplante, la aplicación de productos favorecedores del enraizamiento y la aplicación de desinfectantes al suelo (Kokalis-Burelle, 2003).

Este trabajo se plantea como objetivo estudiar el efecto de la biofumigación y solarización sobre la productividad y precocidad de la cosecha de fresón bajo técnicas de la agricultura ecológica. Se pretende con ello evaluar la influencia de estas prácticas en características englobadas bajo el concepto de “calidad agronómica” del cultivo.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se dispuso en una explotación comercial ecológica certificada situada en la localidad de Almonte (Huelva). La finca tiene 8 has de las que 6 se dedican a la producción de fresón ecológico y el resto a otras producciones (mora, calabacín y melón). La rotación que se sigue es a 4 años: tres cultivos continuados de fresón y el cuarto año se rota con otras hortalizas y/o frutas. La finca entró en cultivo hace 4 años. Su antecedente cultural es de pinar.

Se diseñó un experimento en bloques al azar con tres repeticiones en el que se distribuyeron tres tratamientos: biofumigación (BF), biofumigación+solarización (S) y un tratamiento control (C). Cada repetición se realizó en un macrotúnel de 55x6.6 m.

La biofumigación consistió en el entierro de gallinaza fresca a razón de 3 kg/m². El tratamiento solarizado llevó la misma aplicación de gallinaza más la colocación de plástico transparente de 200 galgas sobre el suelo biofumigado durante 50 días, desde el 10 de julio al 30 de agosto. En toda la superficie del ensayo (990 m² aproximadamente) se habían enterrado de forma previa los restos de cultivo del fresón del año anterior.

La recolección de la fruta se hizo siguiendo el ritmo habitual de trabajo en la finca, intentando con ello simular condiciones reales de cultivo comercial.

Se realizaron 29 recolecciones a lo largo de la campaña, con cadencias variables que dependían de las condiciones agroambientales y de las exigencias del mercado ecológico de exportación. Las fresas recolectadas se clasificaban en tres categorías: primera, segunda y destrío y se pesaban por categorías. Para determinar la precocidad de la cosecha, se tomaron como referencia los precios de fresón de la campaña 2003-04.

Al existir una bajada del 50% en el precio percibido por el agricultor en la segunda quincena de marzo, se consideró producción precoz la que se recogió hasta el 15 de marzo.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos que se presentan corresponden a la producción de fresón de primera categoría comercial. El Cuadro 1 muestra los resultados de productividad de la planta.

Cuadro 1. Cantidad total de fresón recogido en la campaña 2003-04 en las diferentes parcelas tratadas

REPETICIÓN	TRATAMIENTO	TOTAL FRESÓN (g)	Nº PLANTAS	g/PLANTA
1	C	491.366,5	925	531,21
1	BF	399.522,2	655	609,96
1	S	358.093,9	628	570,21
2	C	406.425,8	902	450,58
2	BF	380.920,8	646	589,66
2	S	400.102,4	654	611,78
3	C	437.921,6	918	477,04
3	BF	435.481,5	649	671,00
3	S	416.535,4	636	654,93

El diseño experimental del ensayo había obligado a establecer bloques con tamaños dispares. La parcela control (C) tenía una superficie mayor que las dedicadas a la biofumigación (BF) y a la solarización (S), lo que se manifiesta en un número de plantas muy superior (Cuadro 1). Por ello, aunque en el Cuadro 1 se indiquen las cantidades totales de fresón recogido, el parámetro de comparación entre tratamientos debe ser la producción/planta. La comparación de sus medias se presenta en el Cuadro 2.

La variedad Camarosa se ha mostrado en diferentes trabajos como una variedad muy productiva. En nuestro ensayo, la cosecha acumulada varió entre 450.58 g/planta para el tratamiento C y 671.0 g/planta para el tratamiento BF. Ensayos realizados en Huelva en similares condiciones agroambientales bajo técnicas de agricultura convencional dieron resultados de 573.6 g/planta (López-Aranda et al., 1994).

Los trabajos que concluyen sobre la menor productividad del fresón cultivado de forma ecológica frente al convencional no han empleado la variedad Camarosa (Rhainds et al., 2002). Teniendo en cuenta que la elección del material vegetal a emplear es determinante de la productividad final, el hecho de que existan diferencias varietales puede explicar los diferentes resultados descritos.

Cuadro 2. Datos medios de producción (g/planta) en 3 tratamientos estudiados. Comparación de medias

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN (g/PLANTA)*
Control	486.3a ± 14.9
Biofumigación	623.5b ± 13.5
Solarización	612.3b ± 12.4

* los datos con diferente letra presentan diferencias significativas con $p < 0.05$

El Cuadro 2 muestra diferencias significativas entre el tratamiento testigo y las parcelas sometidas a biofumigación (con o sin solarización). La solarización, por tanto, no mejoró los resultados de la biofumigación, siendo además el comportamiento de ambos muy similar en las tres repeticiones. Al someter los resultados obtenidos a un análisis de varianza que discrimine los efectos de las variables independientes (repetición y tratamiento), se comprueba que la interacción entre ambas variables no tiene efecto en la explicación de la varianza existente.

Con el objetivo de estudiar la influencia de los tratamientos estudiados sobre la precocidad de la cosecha, se agruparon los datos de las 29 recolecciones en dos categorías: producción precoz (desde el inicio de la campaña hasta el 15 de marzo) y producción no precoz (desde el 16 de marzo hasta el final de la campaña). Los resultados se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Producción precoz de fresón: total de frutos recogidos antes del 15 de marzo, nº plantas, producción precoz (g/planta) y producción posterior al 15 de marzo (g/planta)

REPETICIÓN	TRATAMIENTO	TOTAL FRESÓN (g)	Nº PLANTAS	g/PLANTA PRECOZ	g/PLANTA NO PRECOZ
1	C	100.805,7	925	108,98	422,23
1	BF	103.314,9	655	157,74	452,22
1	S	103.113,9	628	164,19	406,02
2	C	102.682,1	902	113,84	336,74
2	BF	91.811,3	646	142,12	447,54
2	S	100.210,7	654	153,23	458,55
3	C	113.305,6	918	123,43	353,61
3	BF	111.938,8	649	172,48	498,52
3	S	114.633,2	636	180,24	474,69

Los resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos, siendo la solarización la que alcanzó las mayores producciones precoces, aunque sin diferencias con el tratamiento de biofumigación. La cosecha recogida antes del 15 de marzo varió entre 108.98 g/planta para el tratamiento C y 180.24 g/planta para el tratamiento S. Los resultados obtenidos en ensayos similares por la variedad Camarosa cultivada de forma convencional fueron de 146.5 g/planta (López-Aranda *et al.*, 1994).

Ya quedó demostrado anteriormente que las repeticiones se comportaron de manera similar (Cuadro 1). Ello nos ha permitido agrupar los datos de precocidad para someterlos a los análisis estadísticos correspondientes. Con esta agrupación, los porcentajes de producción precoz se sitúan en el 25.0% para el tratamiento control (C), 26.6% para la biofumigación (BF) y 28.5% para la solarización (S) (Figura 1). Estos datos se sometieron a un análisis de varianza cuyos resultados se presentan en el Cuadro 4.

La no-significación en el análisis de la interacción entre las variables de precocidad y tratamiento aplicado debe interpretarse con precaución (Cuadro 4). El análisis presentado incluye la totalidad de mediciones (precoces y no precoces), pero los datos deben también analizarse de forma independiente entre ellos.

Se realizaron dos análisis de varianza de una vía: uno para la producción precoz y otro para la más tardía. En el caso de la producción precoz, los resultados nos muestran diferencias significativas entre los tratamientos, lo que nos permite separar sus medias (Cuadro 5).

Cuadro 4. Análisis de varianza de la precocidad

VARIABLE	VALOR F	SIGNIFICACIÓN
Modelo	197.77	0.000
Precocidad	202.28	0.000
Tratamiento	5.59	0.004
Precocidad x tratamiento	0.582	0.559
Error		

Cuadro 5. Separación de las medias de los tres tratamientos estudiados para la producción precoz de fresón (recogida antes del 15 de marzo)

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN PRECOZ (G/PLANTA)
Control	115.42 b
Biofumigación	157.44 ab
Solarización	165.88 a

Los resultados muestran que la solarización aumenta la precocidad de la cosecha, a pesar que su producción no difiere de la parcela biofumigada. El efecto beneficioso de la solarización sobre la precocidad del fresón fue mostrado por López-Medina et al. (2003) en ensayos que investigaban las alternativas al bromuro de metilo.

Sin embargo, en el caso de la producción no precoz (la obtenida a partir del 16 de marzo), los resultados son diferentes. A pesar de que el análisis de varianza mostró diferencias significativas, al hacer comparaciones de medias estas diferencias no aparecieron.

Los tratamientos aplicados, por tanto, tienen efecto sobre la precocidad, aunque las diferencias no aparecen en las comparaciones de pares concretos debido a las características de los análisis aplicados.

Las diferencias entre el control y la biofumigación presentan una significación situada en el límite (significación = 0.052). Por ello parece recomendable no concluir sobre el efecto de los tratamientos aplicados en la precocidad de la cosecha de fresón, aunque la tendencia hacia un mejor comportamiento de los tratamientos aplicados es evidente..

Estos resultados deben ser contrastados en ensayos posteriores.

Los datos de producción se agruparon también por meses para comparar los patrones de fructificación que provocan los tratamientos aplicados (Figura 2).

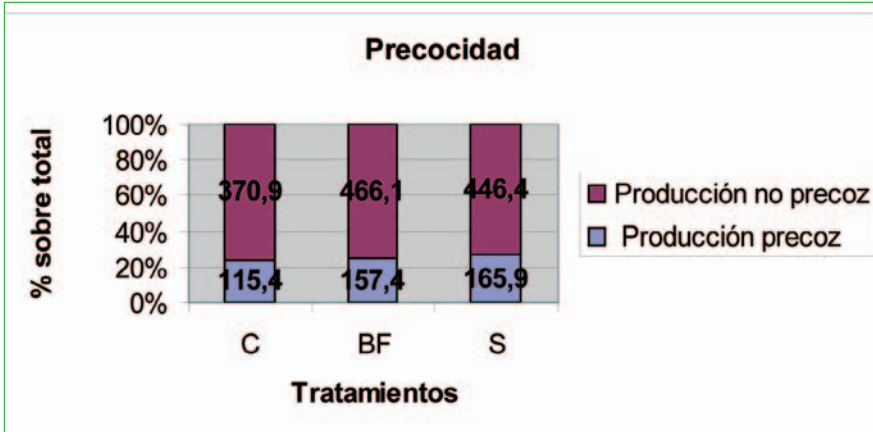


Figura 1. Porcentaje de producción precoz (antes del 15 de marzo) frente a la producción no precoz en los tres tratamientos estudiados.

* los valores en negrita representan las cantidades absolutas medias de fresón recogidas en cada uno de los periodos. Los porcentajes de precocidad se han calculado sobre el total de producción de cada tratamiento.

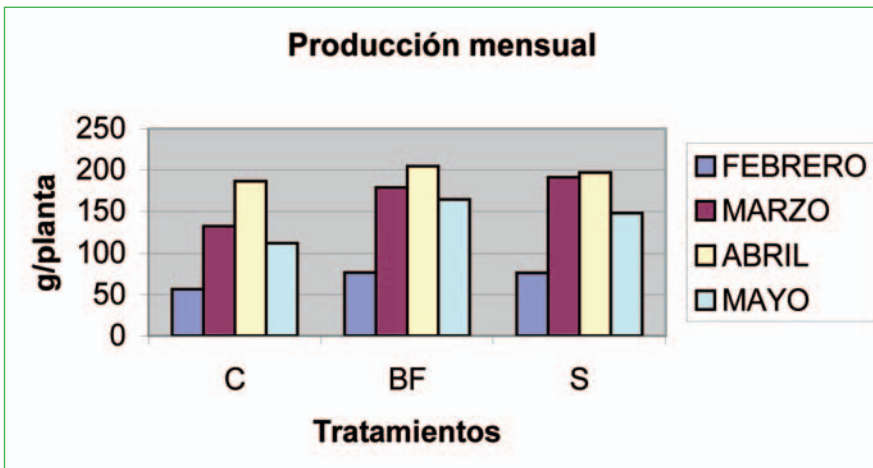


Figura 2. Distribución de la producción total de fresón (g/planta) entre los meses de febrero a Mayo.

El ritmo de cosecha que siguieron los tratamientos fue muy similar. El mes de abril fue el más productivo en los tres tratamientos estudiados, seguido del mes de marzo, mayo y febrero, por este orden (Figura 1).

4 ▶ CONCLUSIONES

La biofumigación mejoró significativamente la productividad de fresón respecto a la parcela testigo. Además, en el tratamiento que incluía la biofumigación combinada con solarización se mejoró la precocidad de la cosecha. Si a ello le unimos la capacidad desinfectante del suelo de ambas prácticas, su bajo coste de aplicación y las ventajas medioambientales que conlleva su uso, sus beneficios son elevados. Los resultados obtenidos son muy prometedores, justificando la continuación de este trabajo en años posteriores.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (Proyecto CICYT AGL2002-04040-C05-04). Los autores agradecen a Flor de Doñana Biorganic S.L. la colaboración para la realización de este estudio.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A.; GARCÍA, A. Y DÍAZ - VIRULICHE, L. 2003**
Biofumigación y control de patógenos de las plantas. En: Bello, A., López-Pérez, J.A., García (eds). Biofumigación en agricultura extensiva de regadío. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- **FORLEO, L. 2002**
What alternatives are there to methyl bromide?. *Culture Protette*, 31 (2), 29-35.
- **KIRKEGAARD, J. A.; SARWAR, M.; MATHIESSEN, J. N.; THOMAS, G. Y TEIRO, A. A. 1998**
Assessing the biofumigatio potential of crucifers. *Acta Horticulturae*, 459, 105-111.
- **KOKALIS - BURELLE, N. 2003**
Effects of transplant type, plant growth-promoting rhizobacteria and soil treatment on growth and yield of strawberry in Florida. *Plant and soil*, 256, 273-280.
- **LAZZERI, L.; BARUZZI, G.; MALAGUTI, L. Y ANTONIACCI, L. 2003**
Replacing methyl bromide in annual strawberry production with glucosinolate-containing green manure crops. *Pest mangement Science*, 59 (9): 983-990.
- **LÓPEZ - ARANDA, J. M.; MEDINA, J. J.; MIRANDA, L.; DOMÍNGUEZ, F.; BARTUAL, R.; CEBOLLA, V.; LÓPEZ - MEDINA, J. Y HIETARANTA, T. 2002**
The spanish project on alternatives to methyl bromide: the case of the strawberry in the area of Huelva. *Acta Horticulturae*, 567 (2), 247-430.
- **LÓPEZ - ARANDA, J. M.; MEDINA, J. J.; DOMÍNGUEZ - ROMERO, F.; LÓPEZ MONTERO, R.; SÁNCHEZ, J. Y SALAS, J. 1994**
Ensayos de nuevas variedades de fresa adaptadas a las condiciones agroambientales de Huelva. Informe para Freshuelva.
- **LÓPEZ - MEDINA, J.; LÓPEZ - ARANDA, J. M.; MEDINA, J. J.; MIRANDA, L. Y FLORES, F. 2003**

Chemical and non-chemical alternatives to methyl bromide fumigation of soil for strawberry production. *Journal of horticultural science and biotechnology*, 78, 597-604.

• **MONTERRAT, A. 2003**

Flora arvense en cultivos hortícolas. En: Bello, A., López-Pérez, J.A., García (eds). *Biofumigación en agricultura extensiva de regadío*. Ed. Mundi Prensa. Madrid.

• **PINKERTON, J. N.; IVORS, K. L.; REESER, P. W.; BRISTOW, P. R. Y WINDOM, G. E. 2002**

The use of soil solarization for the management of soilborne plant pathogens in strawberry and red raspberry production. *Plant disease*, 86 (6), 645-651.

• **PULLMAN, G. S.; DE VAY, J. E.; GARBER, R. H. Y WEINHOLD, A. R. 1981**

Soil solarization: effects of *Verticillium* wilt on cotton and soilborne populations of *Verticillium dahliae*, *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* and *Thielaviopsis basicola*. *Phytopatology*, 71, 954.

• **RHAINDS, M., KOVCACH, J., ENGLISH - LOEB, G. 2002**

Impact of strawberry cultivar and incidence of pests on yield and profitability of strawberries under conventional and organic management systems. *Biological agriculture and horticulture*, 19, 333-353.

• **SCHOENMAKER, I. Y GHINI, R. 2001**

Biofumigation for *Phytophthora* control. *Summa-Phytopathologica*, 27, 308-312.

• **VILLENEUVE, F. Y LEPAUMIER, B. 2000**

Soil disinfection des sols. *Ifos-Paris*, 2000, 161, 42-44.

• **WARTON, B.; MATHIESSEN, J. N. Y SHACKLETON, M. A. 2001**

Glucosinolate content and isothiocyanate evolution – two measures of the biofumigation potential of plants. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 49 (11), 5244-5250.

DETECCIÓN MEDIANTE PCR DE GENES DE EXOPOLISACÁRIDOS EN *Pseudomonas syringae*, BACTERIA PATÓGENA DE PLANTAS CON INTERÉS AGROALIMENTARIO

**ARGUDÍN, M. ANGELES⁽²⁾; PÉREZ, CRISTINA⁽²⁾; MENDOZA, M. CARMEN⁽²⁾; RODICIO, M. ROSARIO⁽²⁾
Y GONZÁLEZ, ANA J.⁽¹⁾**

⁽¹⁾ Laboratorio de Fitopatología. SERIDA
Carretera de Oviedo, s/n. 33300 Villaviciosa (Asturias)
E-mail: anagf@serida.org

⁽²⁾ Área de Microbiología. Universidad de Oviedo
C/ Julián Clavería, s/n. 33006 Oviedo

RESUMEN

Las bacterias fitopatógenas producen exopolisacáridos (EPSs) que desempeñan importantes funciones relacionadas con la ecología de las bacterias y la patogenicidad. *Pseudomonas syringae*, es una especie fitopatógena que produce levano y alginato como EPSs mayoritarios. Este trabajo describe la distribución de genes que codifican isoenzimas de la levano-sacarasa, implicada en la síntesis del levano (*lscA*, *lscB* y *lscC*) y de un gen de la ruta de síntesis de alginato (*algD*) en 77 aislamientos de *P. syringae* recuperados en Asturias y León a partir de diferentes plantas. Los aislamientos pertenecían a los patovares *phaseolicola* (37) y *syringae* (25), o eran de patovar no determinado (15). *P. s. pv phaseolicola* presentó dos perfiles *lsc* (*lscA-lscB-lscC* y *lscA-lscC*), diferentes a los dos detectados en *P. s. pv syringae* (*lscB-lscC* y *lscC*). Por otro lado, los aislamientos no asignados a patovar se incluyeron en tres perfiles (*lscB-lscC*, *lscC* y *lscA*; los dos primeros comunes a *P. s. pv syringae*), o fueron negativos para los tres genes, a pesar de producir levano. Los 77 aislamientos analizados presentaron el gen *algD*, aunque sólo cinco sintetizaron alginato en condiciones de laboratorio. El presente trabajo amplía la información existente sobre la distribución de genes de EPSs en *P. syringae*, y pone de manifiesto la posible utilidad del perfil de genes de *lsc* como marcador epidemiológico.

PALABRAS CLAVE: *PSEUDOMONAS SYRINGAE*, LEVANO, ALGINATO Y PCR

1 ► INTRODUCCIÓN

Numerosas bacterias fitopatógenas producen exopolisacáridos (EPSs), polímeros de carbohidratos que se acumulan alrededor de las células formando cápsulas compactas o redes laxas (glicocalix). Los EPSs desempeñan distintas funciones, relacionadas con la ecología de las bacterias (protección frente a condiciones ambientales adversas, absorción de agua, acumulación de minerales y nutrientes, coagregación, etc), y pueden contribuir a la patogenicidad manteniendo la hidratación de los espacios intercelulares, alterando la accesibilidad de agentes antimicrobianos o de señales activadoras de las defensas de la planta, y originando el marchitamiento de la planta al bloquear el xilema (Denny, 1995; Alfano y Collmer, 1996). A diferencia de otros factores de virulencia, los EPSs no son imprescindibles para la patogenicidad y no presentan especificidad de hospedador.

Entre las bacterias fitopatógenas se encuentra *Pseudomonas syringae*, que pertenece al grupo de las *Pseudomonas* fluorescentes, y se caracteriza por ser heterogénea desde el punto de vista genético, muy ubicua, e incluir más de 40 patovares con diferente rango de hospedador (Young *et al.*, 1991). Como EPSs mayoritarios *P. syringae* sintetiza levano y alginato. El levano es un β -2,6 polifructano, con extensivas ramificaciones vía enlace β -2,1. Ambos tipos de enlaces son producidos por el enzima levano-sacarasa (EC 2.4.1.10), utilizando sacarosa como substrato (El-Banoby y Rudolph, 1997). En *P. syringae* se han descrito diferentes isoenzimas de la levano-sacarasa, así como su soporte genético y relación con patovar. Cabe destacar que i) *P. syringae* pv *glycinea* contiene tres isoenzimas, codificados por los genes *lscA*, *lscB* y *lscC*. *lscA* y *lscC* se localizan en el cromosoma de la bacteria, mientras que *lscB* se encuentra en un plásmido (p4180D) de 60 kb, aproximadamente (Hettwer *et al.*, 1998; Li y Ullrich, 2001). ii) La distribución de genes *lsc* en otros patovares de *P. syringae* se investigó mediante amplificación por PCR (Li y Ullrich, 2001). iii) El cromosoma de *P. syringae* pv *tomato*, que ha sido totalmente secuenciado (número de acceso NC_004578), contiene dos genes *lsc*, designados *lsc-1* y *lsc-2*.

La producción de levano ha sido tradicionalmente utilizada como criterio taxonómico para la identificación de *P. syringae* (Bradbury, 1986; Schaad, 1988). Además, dado que el número de isoenzimas de levano-sacarasa varía no sólo en diferentes patovares, sino también en cepas de un mismo patovar (Li y Ullrich, 2001), la distribución de genes *lsc* puede utilizarse para la diferenciación intra-especie e intra-patovar.

Otro LPS mayoritario en *P. syringae* es el alginato, copolímero lineal de ácido D-manurónico y ácido L-glucurónico unidos por enlace β -1,4 (Fett *et al.*, 1986). En *P. syringae* pv *syringae* los genes implicados en la síntesis de alginato se encuentran en el cromosoma (Peñazola-Vázquez *et al.*, 1997). En este trabajo se investigó la distribución de genes *lsc* y del gen *algD*, que codifica una GDP-manosa deshidrogenasa (Deretic *et al.*, 1987) que interviene en la síntesis de alginato, en 77 cepas de *P. syringae* recuperadas en Asturias y Castilla-León. En ambas provincias, *P. syringae* es un importante patógeno de plantas sin relación taxonómica.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

▶ Cepas utilizadas

En el estudio se incluyeron 77 cepas de *P. syringae*, aisladas en Asturias y León, a partir de diferentes hospedadores. Todas ellas fueron previamente caracterizadas en cuanto a propiedades bioquímicas y nutricionales (A. J. González, resultados no publicados), lo que permitió, en la mayor parte de los casos, su asignación a patovar. 37 cepas, todas ellas procedentes de judía, se asignaron al patovar *phaseolicola*, 25 al patovar *syringae*, recuperadas a partir de judía (16), manzano (4), cerezo (2), pimiento (1) y haboncillo (1). Finalmente, otras 14 cepas, aisladas de judía (5) y kiwi (9), no pudieron ser asignadas a patovar. En el estudio se utilizaron, además, tres cepas de referencia: *P. s. pv. phaseolicola* CECT 4390, *P. s. pv. syringae* CECT 4429 y *P. viridiflava* CECT 458.

▶ Detección de EPSs

La producción de levano se puso de manifiesto en base a la obtención de colonias mucosas y elevadas en medio el hipersacrosado SPA (Noval, 1991), mientras que la producción de alginato se detectó en medio manitol-glutamato (MGY; Peñaloza-Vázquez *et al.*, 1997), donde los aislamientos positivos originan colonias mucosas.

▶ Amplificación por PCR

La detección de los genes se llevó a cabo mediante PCR (Polymerase Chain Reaction), utilizando pares de oligonucleótidos para cada uno de los genes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Oligonucleótidos utilizados en la amplificación por PCR de genes implicados en la síntesis de EPSs por *P. syringae*

GEN	OLIGONUCLEÓTIDOS (5'-3')	T (°C)	AMPLICIÓN (PB)	REFERENCIA
IscA	(dr) ATGAGTAACATCAATTAC	44	1250	Li and Ullrich (2001)
	(rv) TCAGCTCAGCACCGTTCT			
IscB	(dr) ATGTCCACTAGCAGCTCT	57	1300	Li and Ullrich (2001)
	(rv) TCAGCTTAGCGTCACGTC			
IscC	(dr) ATGTCCACTAGCAGCTCT	57	1300	Li and Ullrich (2001)
	(rv) TCAGCTCAGTTGCACGTC			
algD	(dr) TGGTGCTGGAATATCCACACC	62	2700	Fakhr <i>et al.</i> (1999)
	(rv) AATTCTGCCAGTCCAGCCACTGAC			

T: temperatura de anillamiento; pb: pares de bases; dr: directo; rv: reverso

Las reacciones de amplificación se llevaron a cabo en un volumen final de 15 µl, incluyendo 0,3 U de DyNAzyme™ II DNA polymerase (Finnzymes), 1,5 µl de tampón PCR x10 (suministrado por la casa comercial), 200 µM de cada desoxirribonucleótido trifosfato, 20 pmol de cada iniciador. Como fuente de DNA se utilizaron 5 µl de células procedentes de un cultivo de una noche a 28°C en medio YPG líquido (Noval, 1991), centrifugado, lavado con H₂O estéril, y resuspendido en 500 µl de H₂O estéril.

La amplificación se realizó en un termociclador Minicycler™ (MJ Research INC, Massachusetts), utilizando una etapa de desnaturalización de 5 min a 95°C, seguida de 35 ciclos de 1 min a 95°C, una etapa de anillamiento de 1 min a la temperatura indicada en el Cuadro 1 para cada pareja de oligonucleótidos, y una etapa de elongación de 2-3 min a 72°C. Finalmente, las reacciones se completaron con una etapa final de elongación de 10 min a 72°C. El tamaño esperado para los productos de amplificación se indica en el Cuadro 1.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con lo esperado, los setenta y siete aislamientos de *P. syringae* analizados en el presente trabajo produjeron levano, ya que originaron colonias mucosas y abultadas en medio hipersacarosado. El mismo resultado se obtuvo con dos de las cepas control: *P. s. pv phaseolicola* CECT 4390 y *P. s. pv syringae* 4429, mientras que la producción de levano no se detectó en *P. viridiflava* CECT 458. A continuación se investigó la presencia de los genes *lscA*, *lscB* y *lscC* en las bacterias seleccionadas, mediante amplificación por PCR. En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos, y en las figuras 1a, 1b y 1c se recogen ejemplos representativos de las distintas amplificaciones. Los aislamientos de *P. s. pv phaseolicola* fueron relativamente homogéneos en cuanto a su contenido en genes *lsc*. Así, coincidiendo con *P. s. pv phaseolicola* CECT 4390, la mayoría (83,8%; 31 aislamientos) presentaron el perfil *lscA-lscB-lscC*.

En los seis restantes (16,2%) no se consiguió amplificar el gen *lscB* (perfil *lscA-lscC*). Los aislamientos de *P. s. pv syringae* se distribuyeron también en dos perfiles: *lscB-lscC* (48,0%), igual al de *P. s. pv syringae* CECT 4429, y *lscC* (52,0%). Estos perfiles difieren de los encontrados en *P. s. pv phaseolicola*. Los resultados obtenidos amplían la información aportada por otros autores (Hettwer *et al.*, 1998; Li y Ullrich, 2001), que ya habían descrito el perfil *lscA-lscB-lscC* en 2 cepas de *P. s. pv phaseolicola*, y del perfil *lscC* en 1 de *P. s. pv syringae*, en las cuales se investigó la presencia de los tres genes.

Los aislamientos de patovar no determinado mostraron una mayor diversidad, siendo asignados a los perfiles *lscB-lscC* (13,3%), *lscC* (20,0%) y *lscA* (13,3%), los dos primeros comunes con *pv syringae*. Sin embargo, más de la mitad de los aislamientos (53,3%) no dieron amplificación positiva para ninguno de los tres genes. La ausencia de *lscA*, *lscB* y *lscC* en aislamientos levano-positivos no asignados a patovar, plantea la posible existencia de alelos

adicionales, que no pueden ser detectados con los pares de oligonucleótidos utilizados. De acuerdo con lo esperado, *P. viridiflava* CECT 458, no productora de levano, fue negativa para los tres genes.

Cuadro 2. Distribución de genes implicados en la síntesis de EPSs en aislamientos de *Pseudomonas* fitopatógenas

ESPECIE, PATOVAR Y/O CEPA (N)	ORIGEN (N)	PERFIL			
		LSCA	LSCB	LSCC	ALGD
<i>P. s. pv phaseolicola</i> CECT 4390	judía	+	+	+	+
<i>P. s. pv syringae</i> CECT 4429	lilo	-	+	+	+
<i>P. viridiflava</i> CECT 458	judía	-	-	-	-
<i>P. s. pv phaseolicola</i> (37)	judía (31)	+	+	+	+
	judía (6)	+	-	+	+
<i>P. s. pv syringae</i> (25)	judía (9), manzano (3)	-	+	+	+
	judía (7), cerezo (2), manzano (2), pimiento (1), haboncillo (1)	-	-	+	+
<i>P. s. pv no determinado</i> (15)	kiwi (2)	-	+	+	+
	kiwi (2), judía (1)	-	-	+	+
	kiwi (2)	+	-	-	+
	kiwi (5), judía (3)	-	-	-	+

CECT: Colección Española de Cultivos Tipo; N: número total de aislamientos analizados; n: número de aislamientos de cada planta que presentaron el perfil indicado

Finalmente, el gen algD se detectó en todas las cepas ensayadas, a excepción de *P. viridiflava* CECT 458 (Fig. 1d). Sin embargo, la producción de alginato en medio MGY sólo se observó en cinco aislamientos de *P. s. pv syringae*. Este resultado no es sorprendente ya que, a diferencia del levano, el alginato se produce fundamentalmente cuando la bacteria infecta a la planta (Osman *et al.*, 1986). En este contexto, sería interesante comparar la regulación de la síntesis de alginato en aislamientos que sintetizan o no este EPSs en condiciones de laboratorio.

En resumen, el presente trabajo amplía la información existente sobre la distribución de genes de EPSs en *P. syringae*, y pone de manifiesto el potencial del perfil de genes de

lsc como marcador epidemiológico. Sin embargo, para confirmar este último punto, será necesario ampliar el estudio a un mayor número de cepas.

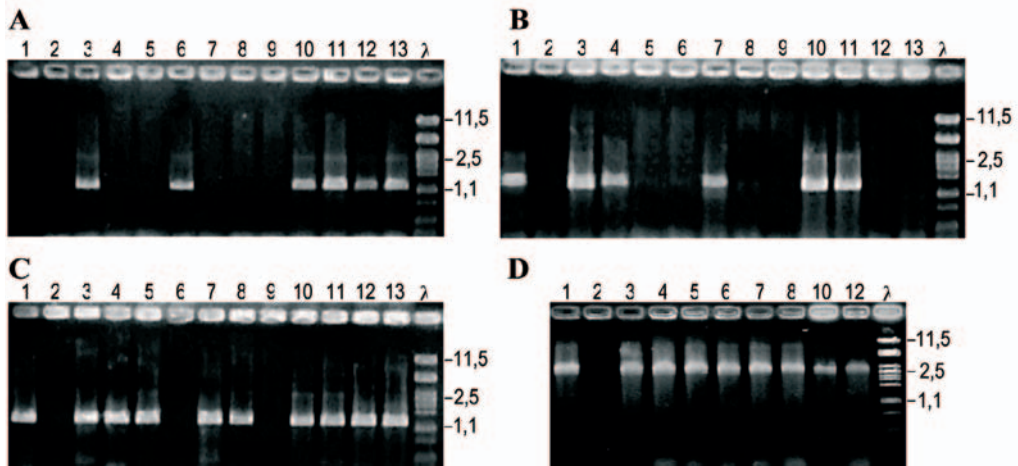


Figura 1. Ejemplos representativos de amplificaciones de los genes *lscA* (A), *lscB* (B), *lscC* (C) y *algD* (D). Calles: 1, *P. s. pv syringae* CECT 4429; 2, *P. viridiflava* CECT 458; 3, *P. s. pv phaseolicola* CECT 4390; 4-5, aislamientos de *P. s. pv syringae*; 6-9, aislamientos de *P. syringae* patovar no determinado; 10-13, aislamientos de *P. s. pv phaseolicola*; λ , DNA del bacteriófago λ digerido con *Pst*I.

4 ▶ AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto INIA-SC00-026 del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (Madrid, España), y por el proyecto MB-04-516-3 de la Universidad de Oviedo. M.A.A. es Becaria Predoctoral de la Universidad de Oviedo (referencia UNIOVI-04-BECDOC-01).

5 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **ALFANO, J. R. Y COLLMER, A. 1996**
Bacterial pathogens in plants: life against the wall. *Plant Cell*. 8, 1683-1698.
- **BRADBURY, J. F. 1986**
Identification of cultivable bacteria from plants and plant tissue cultures by use of simple classical methods. *Acta Hortic.* (Wageningen). 225, 27-37.
- **DENNY, T. P. 1995**
Involvement of bacterial polysaccharide in plant pathogenesis. *Annu. Rev. Phytopathol.* 33, 173-197.

• **DERETIC, V.; GILL, J. F., CHAKRABARTY, A. M. 1987**

Pseudomonas aeruginosa infection in cystic fibrosis: nucleotide sequence and transcriptional regulation of the algD gene. Nucleic Acids Res. 15, 4567-4581.

• **EL - BANOBY, F. Y RUDOLPH, K. 1997**

Structure and function of the extracellular polysaccharide of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* synthesized in sucrose containing media. En: K. Rudolph, T. J. Burr, J. W. Mansfield, A. Vivian and J. von Kitzell (Eds). Developments in plant pathology, vol. 9. *Pseudomonas syringae* pathovars and related pathogens. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda, 271-276.

• **FAKHR M. K.; PEÑALOZA - VÁZQUEZ, A.; CHAKRABARTY, A. M. Y BENDER, C. L. 1999**

Regulation of alginate biosynthesis in *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. J. Bacteriol. 181, 3478-3485.
Fett W.F., S.F. Osman, M.L., Fishman, T.S. Siebles III. 1986. Alginate production by plant-pathogenic pseudomonads. Appl. Environ. Microbiol. 52, 466-473.

• **HETTWER, U.; JAECKEL, F. R.; BOCH, J.; MEYER, M.; RUDOLPH, K. Y ULLRICH, M. S. 1998**

Cloning, nucleotide sequence, and expression in *Escherichia coli* of levansucrase genes from the plant pathogens *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* and *P. syringae* pv. *phaseolicola*. Appl. Environ. Microbiol. 64, 3180-3187.

• **LI, H. Y ULLRICH, M. S. 2001**

Characterization and mutational analysis of three allelic lsc genes encoding levansucrase in *Pseudomonas syringae*. J. Bacteriol. 183, 3282-3292.

• **NOVAL, C. 1991**

Medios de cultivo y pruebas de diagnóstico. En: Manual de laboratorio. Diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 379-410.

• **OSMAN, S. F.; FETT, W. F. Y FISHMAN, M. L. 1986**

Exopolysaccharides of phytopathogen *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*. J. Bacteriol. 166, 66-71.

• **PEÑAZOLA - VÁZQUEZ, A.; KIDAMBI, S. P.; CHAKRABARTY, A. M. Y BENDER, C. 1987**

Characterization of the alginate biosynthetic gene cluster of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. J. Bacteriol. 179, 4464-4472.

• **SCHAAD, N. W. 1988**

Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. Bacterial Committee of the American Phytopathological Society, St. Paul. Minn. USA.

• **YOUNG J. M.; BRADBURY, J. F.; DAVIS, R.; DICKEY, R. S.; ERCOLANI, G. L.; HAYWARD, A. C. Y VIDAVER, A. K. . 1991**

Nomenclatural revisions of plant pathogenic bacteria and list of names 1980-1988. Rev. Plant Pathol. 70, 211-221.

POSIBILIDAD DE CONTROL DE LA FUSARIOSIS DEL PEPINO (*Cucumis sativus* L.) MEDIANTE PATRONES DE INJERTO EN CULTIVOS BAJO PLÁSTICO

AÑÑOS, M.; BLANCO, R. Y TELLO, J.

Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
Cañada de San Urbano, s/n. 04120 Almería
E-mail: ananos67@yahoo.es / rblanco@ual.es / jtello@ual.es

RESUMEN

Entre los métodos posibles de control de la fusariosis del pepino causada por *Fusarium oxysporum* (*Fo*) se ha ensayado un método cultural respetuoso con el medio ambiente y la salud humana conocido por su éxito en el control de la fusariosis y otras enfermedades de origen telúrico como es el uso del injerto en sandía, melón, tomate. Se evaluó la resistencia o tolerancia a la fusariosis del pepino de 7 patrones y portainjertos de híbridos de *Cucurbita* y cv. Borja como testigo: 1) en condiciones controladas de cámara de crecimiento (24-26°C, 16h de luz) mediante inoculación del patógeno y 2) en invernadero comercial utilizando sacos de perlita contaminados por *Fo* causante de plantas enfermas y muertas de fusariosis en la campaña anterior. En cámara de crecimiento de los 7 patrones, 6 no mostraron síntomas de fusariosis y sólo uno mostró síntomas de pudrición que llegó hasta el cotiledón y oscurecimiento de la raíz principal. En condiciones de invernadero, este último portainjerto no mostró síntomas de enfermedad al igual que el resto de los portainjertos. La producción alcanzada osciló entre 10,2 kg/planta mínimo y 14,8 kg/planta máximo, mientras que con el cv. utilizado como testigo se logró 11,5 kg/planta.

1 ► INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ensayan numerosos métodos para controlar la enfermedad conocida como fusariosis del pepino (*Cucumis sativus* L.) cuyo agente incitante es *Fusarium oxysporum*, que sean respetuosos con el medio ambiente y la salud humana, teniendo en cuenta las previsiones de normativas de Producción Integrada en cuanto al uso de fumigantes así la transición hacia la Agricultura Ecológica.

Esta enfermedad causa la pudrición de la base del tallo, y en algunas ocasiones pudrición de la raíz, marchitamiento de la planta y muerte de plantas adultas en zonas cultivo intensivo de pepino en Almería (Figura 1) y otros países Farr *et al.* (2004) que si bien son focos localizados, no se ha encontrado método de control químico hasta el presente.



Figura 1. Plantas de pepino afectadas por el hongo *Fusarium oxysporum* (*Fo*) en sacos de perlita que fueron analizados para comprobar su contaminación por *Fo*.

Entre los métodos de control para controlar la fusariosis y otras enfermedades de origen telúrico se encuentra el injerto que ha tenido éxito en otros cultivos como en sandía (Miguel y Maroto, 1996), melón, tomate. En el caso del cultivo del pepino investigadores de otros países también han probado el injerto (Pavlou *et al* 2002).

El objetivo de este trabajo ha sido ensayar 7 patrones comerciales de portainjerto de híbridos de *Cucurbita* ya utilizados en el injerto de melón y sandía y cv. Borja de pepino como testigo, evaluando su resistencia o tolerancia a la fusariosis del pepino así como su producción para valorar si este método cultural de control de esta enfermedad es económicamente rentable y sostenible, además de respetuosa con el medio ambiente y la salud humana.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal

Se utilizaron 7 patrones de portainjerto de híbridos de *Cucurbita maxima x C moschata* y el cv Borja: RS-841, TZ-148 (Tézier), Titán, Hércules, C-16 (Ramiro Arnedo), PS-110, PS-190 (Petoseed). El tipo de injerto realizado fue el de *Tipo Bisel* (Figura 2) con un ángulo de corte de tallo de 45 grados tanto para el cultivar a injertar como para cada patrón, sujetándose con un clip de silicona para facilitar la unión de los tejidos.



Figura 2. Izda. Injerto tipo bisel, portainjerto *Cucurbita maxima x moschata*. Dcha. Estado fenológico del injerto *Cucurbita maxima x C moschata* y cv Borja de pepino antes de transplantar definitivamente.

Evaluación de la tolerancia o resistencia a la fusariosis del pepino

La resistencia o tolerancia a la fusariosis se valoró mediante dos métodos:

- Inoculación de los patrones mencionados y cv. Borja, con el patógeno fúngico *Fusarium oxysporum* en condiciones controladas de cámara de crecimiento.
- Plantación de portainjertos de híbridos de *Cucurbita maxima x C moschata* en sustrato de perlita contaminado por *F. oxysporum* en condiciones de invernadero.

Para el primer método de valoración de resistencia las plantas de pepino se inocularon en estado de primera hoja verdadera con el patógeno *F. oxysporum* (regando el sustrato

estéril de vermiculita con una suspensión del hongo de 10^6 UFC.ml⁻¹) y se mantuvieron en condiciones controladas (24-26°C, 16h de luz). Como testigos los mismos patrones y cv Borja sin inocular. El aislado utilizado fue escogido entre los aislados de *F. oxysporum* identificados previamente teniendo en cuenta características morfológicas de macroconidios, fiáldas, clamidosporas, etc. indicadas por Nelson, Tousson y Marasas (1983) y cuya patogenicidad fue mostrada por Moreno *et al.* (2001).



Figura 3. Invernadero con sacos de perlita contaminados con el hongo *F. oxysporum* a los cuales fueron transplantados los portainjertos *Cucurbita maxima* x *C. moschata*

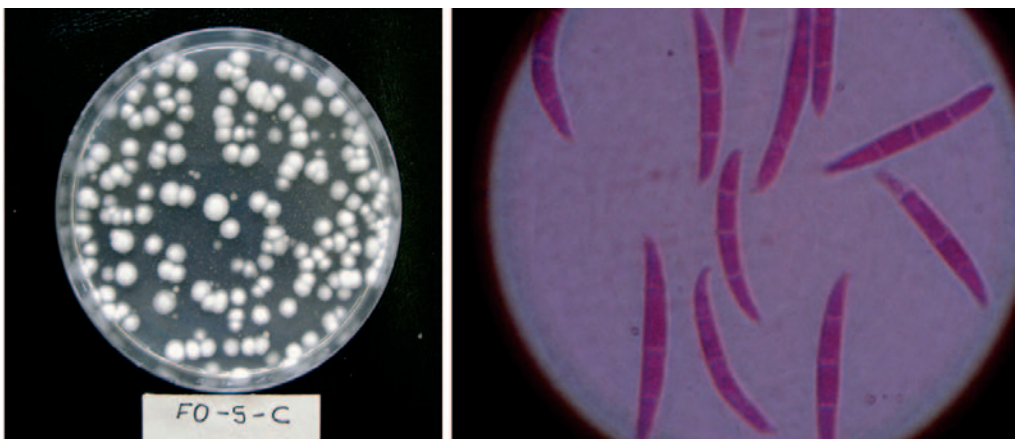


Figura 4. Detección y observación de *Fusarium oxysporum*. Izda: Placa de Petri con colonias de *F. oxysporum* procedente de la perlita donde hubo plantas enfermas de pepino con fusariosis. Dcha: Macroconidias típicas de *F. oxysporum* observadas al microscopio óptico.

En el caso del segundo método, los patrones injertados con el cv. Borja fueron transplantados (Figura 2), en condiciones de invernadero (Figura 3), a sacos de perlita contaminados con el patógeno que había causado plantas enfermas y muertas de fusariosis durante las tres campañas anteriores (Figura 1). Para asegurar la presencia en dichos sacos de *F. oxysporum* se realizaron análisis del sustrato de perlita en medio microbiológico Komada semiselectivo para el género *Fusarium* mediante la técnica descrita por Tello, Varés y Lacasa (1991) basada en el método de Warcoop (Figura 4). Se utilizaron sacos nuevos de perlita como testigo sin el patógeno, así como el cv. Borja.

Un total de 80 injertos por cada combinación variedad/portainjerto incluída 20 plantas para el testigo injertado, también se sembró 60 plantas para el testigo de la cv. Borja sin injertar en sustrato nuevo. Cada tratamiento abarcó un área de 78 m² incluyendo el testigo, siendo el área total del experimento 624 m². El total de material vegetal usado fue de 640 plantas incluido el testigo cv. Borja sin injertar. Cada planta fue entutorada a una sola rama principal (un brote), hasta final de campaña.

El invernadero utilizado fue de raspa y amagado con riego localizado, controlado por una bandeja de demanda, localizado en El Ejido (Almería). La fecha de siembra de los portainjertos y la variedad a injertar fue el 05/02/04, el injerto se realizó el 15/02/04 y la siembra a campo definitivo fue el 06/03/04, tanto para el sustrato contaminado como para el sustrato nuevo (libre de patógenos). El sistema de riego fue por goteo, y la separación de goteros de 40 cm y de 1,5 m entre líneas, con un gasto de 3 litros por hora. Se realizaron muestreos arrancando 5 plantas de pepino injertado dejando 15 plantas para el cálculo de la producción final.

Cálculo de la producción de portainjertos de pepino

Se recolectaron cada dos días los frutos de 15 plantas por repetición conforme llegaban al peso comercial de cosecha (400 a 600g), y se pesaron inmediatamente, calculándose la producción acumulada para la densidad de plantación utilizada (0,97 plantas/m²).

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la resistencia a la fusariosis

En condiciones de cámara de crecimiento de los 7 patrones, 6 no mostraron síntomas de fusariosis y sólo un portainjerto mostró síntomas de pudrición blanda que llegó hasta el cotiledón y un pardeamiento de la raíz principal. Este mismo portainjerto pero en condiciones de invernadero en sacos de perlita contaminado muestra un ligero pardeamiento

de raíz y pequeñas estrías desde el cuello hasta el cotiledón, pero que no causó muerte, su manifestación fue en una baja producción. El resto de portainjertos mostró similar resultado que en la cámara de crecimiento.

Se debe destacar también la emisión de raíces por parte de las calabazas portainjertos con respecto a la variedad franca, los cuales fueron superiores en cantidad, longitud y estado sanitario. Los resultados de este trabajo confirman los realizados en Creta, donde los portainjertos se muestran resistentes al hongo *Fusarium oxysporum* (Pavlov *et al.* 2002). Por tanto la eficacia del portainjerto resultó ser útil como táctica de control inmediato al hongo.

Cálculo de la producción de portainjertos de pepino

La producción de frutos en el sustrato de perlita contaminado con el hongo *F. oxysporum* ha sido en todos los casos superior cuando se utilizó portainjerto si se compara con el cultivar según se muestra en el Cuadro 1, abarcando desde 11.80 a casi 16 kg/m². Cabe recordar que para las condiciones de invernadero de este ensayo la densidad fue de 0,97 plantas/m², siendo la densidad habitual 1, 34 plantas/m².

A raíz de los resultados de producción (Cuadro 1) podemos notar que el portainjerto PS-110, fue el de mayor producción llegando a casi 15,96 kg/m² y respondió mejor incluso con la presencia del hongo, siendo superado únicamente por el TZ-148 en sacos limpios.

Cuadro 1. Producción de frutos de pepino de los portainjertos en cultivo en invernadero en sacos de perlita contaminada con *Fusarium oxysporum* (Fo) (agente causal de la fusariosis del pepino). Media de la producción acumulada (kg/m²) de 15 plantas por repetición

CÓDIGO DE PORTAINJERTO	PERLITA CONTAMINADA CON FO	PERLITA NUEVA SIN FO
RS-841	13,16	15,74
TZ-148	12,20	16,14
Titán	12,11	13,27
Hércules	11,89	15,25
PS-190	13,73	13,27
PS-110	15,96	13,71
C-16	11,80	9,30
cv. Borja	10,60	11,49

A la vista de los resultados para asegurar y poder estimar una producción de pepino sostenible durante todo la campaña, se debería usar como portainjeto la variedad PS-110, ya que ésta parece asegurar un buen rendimiento tanto en presencia o ausencia del hongo, ya que además no se puede predecir por el momento cuándo puede ocurrir la contaminación de los sacos de perlita o una infección de las plantas durante el periodo de cultivo con *F. oxysporum*.

En la actualidad el costo del pepino injertado listo para el transplante en la actualidad es de 0,70 y la planta franca sin injertar de cv. Borja es de 0.35 €, por tanto el incremento de 1 kilogramo por metro cuadrado de pepino injertado amortizaría este costo de esta labor de injertado. Sin embargo queremos señalar que sería necesario llevar a cabo más ensayos en diferentes campañas y años.

Finalmente, la técnica de del injerto parece solucionar el problema de la fusariosis del pepino. Se podría injertar la variedad deseada en los portainjertos más productivos al no encontrar en ninguna de las combinaciones realizadas problema de incompatibilidad variedad-portainjerto. Este hecho permitiría ahorrar los tratamientos químicos de los sustratos durante el cultivo, contribuyendo así a la obtención de un producto final más respetuoso con la salud humana y el medio ambiente.

La ventaja de la utilización del injerto para controlar enfermedades de origen telúrico es obvia ya que no requiere la aplicación de fitosanitarios, por tanto habrá ahorro en mano de obra, productos, etc. y todo lo que conlleva. Otros métodos de control como rotación, u otros aspectos del cultivo, como reciclado del sustrato, abonado, etc. tendrían que tenerse en cuenta si se quiere una producción más respetuosa con el medio ambiente y la salud humana.

4 ▶ AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Programa AGR 200 del PAI, y se quiere agradecer al dueño del invernadero y al encargado del mismo su colaboración en este trabajo, a los técnicos de laboratorio César y Daniel de la Universidad de Almería así como a los estudiantes que han contribuido con su apoyo al buen desarrollo de la investigación.

5 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- FARR, F.; ROSSMAN, A. Y.; PALM, M. E. Y Mc CRAY, E. B. 2004

Fungal Databases, Systematic Botany and Mycology Laboratory, ARS, USDA. On line publication, <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabaseframe.cfm>

• **MIGUEL A. Y MAROTO, J. V. 1996**

El injerto herbáceo en la sandía (*Citrullus lannatus*) como alternativa a la desinfección química del suelo. Investigación Agraria y Protección Vegetal 11 (2): 239-253.

• **MORENO A.; ALFÉREZ, A.; AVILÉS, M.; DIÁNEZ, F.; BLANCO, R; SANTOS, M. Y TELLO, J. 2001**

First report of *Fusarium oxysporum* f.sp *radicis cucumerinum* on cucumber in Spain. Plant Dis. 85: 1206.

• **NELSON P. E.; TOUSSON, T. A. Y MARASAS, W. T. O. 1983**

Fusarium Species. An illustrated Manual for Identification. The Pennsylvania State University Press. University Park, EEUU. 193 pp.

• **PAVLOU G. C.; VAKALOUNAKIS, D. J. Y LIGOXIGAKIS, E. K. 2002**

Control of root and stem rot of cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f.sp *radicis cucumerinum*, by grafting onto resistant rootstocks. Plant Dis. 83: 379-382.

• **TELLO, J.; VARÉS, F. Y LACASA, A. 1991**

Análisis de muestras, pp. 39-48. In: Manual de laboratorio. Diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos. M.A.P.A. Madrid.

• **VAKALOUNAKIS, D. J. 1996**

Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f.sp *radicis cucumerinum* f.sp. nov. Plant Dis. 80: 33-316.

CARACTERIZACIÓN DE LA VIRULENCIA DE NEMATODOS FORMADORES DE NÓDULOS DEL GÉNERO *Meloidogyne* EN HORTALIZAS

**BELLO, A.; LÓPEZ-PÉREZ, J. A.; DíEZ - ROJO, M. A.; ROBERTSON, L.; ESCUER, M.;
PIEDRA BUENA, A. Y MARTÍNEZ, C.**

Dpto. de Agroecología. Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC)
C/ Serrano, 115. duplicado. 28006 Madrid
E-mail: antonio.bello@ccma.csic.es

RESUMEN

Se plantea la necesidad de desarrollar una metodología que permita la caracterización de la virulencia en las poblaciones de nematodos formadores de nódulos del género *Meloidogyne*. Se estudia la virulencia de tres poblaciones de *M.arenaria*, seis de *M.hapla*, 100 de *M.incognita* y 26 de *M.javanica* que se han recogido en zonas hortícolas representativas España y Uruguay, en relación con su comportamiento a diferentes cultivares de tomate, pimiento, algodón, tabaco, fresa y tagetes. Se observa una gran variabilidad en la virulencia de las poblaciones de *M.incognita*. Las poblaciones de *M.javanica* no parasitan a los pimientos ensayados. Los cultivares de tomate resistente y de algodón pueden ser una alternativa de control para las poblaciones de *M.incognita* virulentas a pimiento, puesto que no parasitan a dichos hospedadores. *M.arenaria*, *M.incognita* y *M.javanica* no parasitan a la fresa cv. Camarosa ni a *Tagetes patula*. Se encuentran cuatro razas nuevas, dos en *M. incognita* y dos en *M. javanica*. Los resultados obtenidos son de interés para la planificación de los sistemas de rotación de cultivos y en el uso de portainjertos resistentes.

PALABRAS CLAVE: PATOTIPOS, *MELOIDOGYNE INCOGNITA*, *M. JAVANICA*, *M. ARENARIA* Y *M. HAPLA*

1 ► INTRODUCCIÓN

Meloidogyne incognita, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla* son las especies de nematodos parásitos de plantas de mayor interés por su influencia negativa en el rendimiento de los cultivos en todo el mundo. Sin embargo, en los últimos años también han destacado por su importancia *M. mayaguensis*, una especie de ambientes tropicales, así como *M. chitwoodi* y *M. fallax*, representativas de ambientes templados. Las especies de mayor interés en España son: *M. incognita*, que es la más frecuente con más de 250 citas, seguida por *M. arenaria* con 71 citas. Ambas especies se distribuyen fundamentalmente en el centro y sur del país, aunque pueden aparecer en cultivos protegidos en las zonas atlánticas. También son de importancia: *M. hapla*, con 65 citas, que se encuentra fundamentalmente en la zona atlántica, y *M. javanica* con 54 citas, que se localiza principalmente en el Levante y el sur.

Entre las alternativas no químicas de control destaca en primer lugar la utilización de variedades o portainjertos resistentes, pero para obtener una buena eficacia en la aplicación de estas alternativas es necesario caracterizar la virulencia de las poblaciones de nematodos que se pretenden regular, información que también es de interés para el diseño de los sistemas de rotación.

Durante la aplicación del bioensayo de razas de Hartman y Sasser (1985) para la caracterización de las poblaciones de nematodos del género *Meloidogyne* se observó que dentro de cada raza podían existir poblaciones con diferente virulencia, e incluso razas que no se pueden adscribir a las ya descritas. En algunos casos llegaban a parasitar gravemente a las variedades resistentes de pimiento y tomate, plantas que se han elegido como principal objetivo del trabajo por ser los cultivos hortícolas de mayor interés. Por otra parte, el control de nematodos en los últimos años se ha visto afectado por la urgente eliminación del bromuro de metilo como fumigante del suelo por su efecto destructor de la capa de ozono estratosférico (Bello, 1998).

Los estudios sobre genómica morfológica aplicados a la caracterización de las poblaciones de *Meloidogyne* dan una información que es de gran valor para determinar las relaciones filogenéticas y biogeografía de las poblaciones, pero presentan un escaso valor cuando se trata de caracterizar su virulencia (Rahmmah y Hirschmann, 1990; Castagnone-Sereno *et al.*, 1991; Cenis, 1993; Chacón *et al.* 1994; Carneiro *et al.*, 1996). Se debe señalar también que aún están en desarrollo los estudios sobre genómica funcional que permitan diferenciar la virulencia de las poblaciones de *Meloidogyne* por métodos moleculares.

Estas dificultades para la caracterización de la virulencia en las poblaciones de *Meloidogyne* aparecen en el trabajo de Stanton y O'Donnell (1998), quienes al estudiar 41 poblaciones de *Meloidogyne* en Australia utilizando el bioensayo de Hospedadores Diferenciales de Carolina del Norte (Hartman y Sasser, 1985) encontraron discrepancias con él al encontrar cinco combinaciones atípicas. Castagnone-Sereno (1999), al revisar las limitaciones para el empleo de pimientos y tomates resistentes a *Meloidogyne*, señala el riesgo de la selección

de poblaciones virulentas, destacando el efecto de las altas temperaturas en la rotura de resistencia, e indicando que las poblaciones virulentas han sido citadas desde 1970, apareciendo en Francia a partir de 1980. Entre las citas de poblaciones virulentas Stephan (1988) encontró una nueva raza de *M. javanica* capaz de parasitar a *Capsicum frutescens* en Irak, hecho que también se encontró en Marruecos por Rahmmah y Hirschmann (1990), aunque no llegan a diferenciar morfológicamente el biotipo.

Por su parte, Patel *et al.* (2001a,b) señalan la existencia de un patotipo 2 en *M. javanica* que parasita pimiento. Thies y Fery (2002) encuentran que el pimiento cv. Carolina Cayenne es altamente resistente a *M. incognita*, mientras que los cvs Keystone Resistant Giant y California Wonder son moderadamente susceptible y susceptible, respectivamente. Del mismo modo, Sorribas y Verdejo-Lucas (1994) encuentran que algunas poblaciones de *M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria* pueden afectar a variedades resistentes. Tzortzakakis *et al.* (1998, 1999) señalan la existencia de poblaciones virulentas de *M. javanica* obtenidas de una sola masa de huevos en tomates resistentes.

Castagnone-Sereno *et al.* (1996) señalan que las poblaciones virulentas a tomate portador del gen Mi, resistente a *M. incognita*, no se reproducen sobre pimientos portadores de los genes de resistencia Me1 y Me3, mientras que las poblaciones virulentas a pimiento portador del gen Me3 no lograron reproducirse sobre el tomate con el gen Mi o pimiento con el gen Me1. En base a estas observaciones señalan que parece haber una especialización de las razas virulentas a los genes resistentes de tomate y pimiento, sugiriendo que entre estos dos cultivos y el nematodo podría ocurrir una relación gen a gen. Semblat *et al.* (2000) y Castagnone-Sereno (2002a,b) afirman que el polimorfismo del genoma en nematodos es independiente de la virulencia, sugiriendo que éste no tiene un origen común, sino que es el resultado de mutaciones independientes, y que las interacciones gen a gen se han encontrado en muy pocos casos.

Otros trabajos, como el de Santos *et al.* (1987) identifican en Portugal *M. arenaria* raza 2, *M. hapla*, *M. incognita* razas 1, 2, 3 y 4 y *M. javanica*, encontrando que algunas poblaciones de *M. javanica* y *M. arenaria* no presentan una respuesta consistente a las plantas huésped utilizadas como diferenciales, parasitando todas ellas a *Capsicum frutescens* L. Cenis *et al.* (1992) estudiaron las variaciones del ADN en 19 poblaciones de *Meloidogyne* procedentes de varias plantas huésped y regiones españolas: nueve correspondían a *M. arenaria*, seis a *M. incognita*, tres a *M. javanica* y una a *M. hapla*, señalando que los estudios enzimáticos y de ácidos nucleicos sólo permitieron separar especies. Castillo *et al.* (2001) señalan la presencia de *M. arenaria* raza 2 en España.

En cuanto a los factores ambientales que influyen sobre la expresión de la virulencia, Kirkpatrick *et al.* (1991) señalan el interés que tiene el estrés hídrico en la resistencia del algodón a *M. incognita*, mientras que Melakeberhan (1998) encuentra que la fertilización nitrogenada conjugada con la temperatura puede causar la rotura de resistencia a *M. incognita* en tomate. Sin embargo, Djian-Caporalino *et al.* (2001) señalan que el gen Me3

dominante confiere resistencia termoestable a *Meloidogyne* en pimiento, y que está unido a otro gen de resistencia denominado Me4. Ammiraju *et al.* (2003) señalan la presencia de un gen Mi responsable de la termoestabilidad de la resistencia en *Lycopersicon peruvianum*.

Sturhan (1985) define a la raza como un concepto basado en los caracteres de una población y al pato *Tipo* Como un fenotipo de virulencia. Dropkin (1988), por su parte, revisa los conceptos biotipo, patotipo y raza, recomendando que los términos biotipo, raza y línea debe referirse a patotipo, puesto que son poblaciones que están definidas por un huésped diferencial.

Desde 1994 nuestro equipo de trabajo ha intentado caracterizar la virulencia de diferentes poblaciones procedentes de las regiones hortícolas más representativas de España y Uruguay, utilizando el bioensayo de hospedadores diferenciales de Carolina del Norte, con el fin de poder seleccionar cultivares adecuados para el control de las especies del género *Meloidogyne*. Se ha llegado a la conclusión de que es necesario desarrollar un bioensayo propio adaptado a los cultivares de tomates y pimientos, que además de las plantas hospedadoras más representativas para identificar las razas de *M. incognita*, algodón DP61 y tabaco NC95, se incluyeron dos cultivares sensibles de pimiento, cvs Capino y Sónar, así como otros dos portadores del gen N de resistencia a *Meloidogyne*, cvs Charleston Belle y Carolina Wonder, obtenidos por Fery *et al.* (1998). También se incluyó un tomate sensible cv. Marmande, el más utilizado en la zona donde comenzaron los estudios, y otro resistente portador del gen Mi cv. Nikita, así como fresa cv. Camarosa, que es la que se cultiva con mayor frecuencia en España, estando afectada también por la urgente eliminación del bromuro de metilo como fumigante del suelo. Además se trabajó con *Tagetes patula*, que permite diferenciar las dos razas de *M. hapla* puesto que es parasitado por la raza B de *M. hapla* pero no por la A (Eisenback, 1987) y con sandía cv. Charleston Grey, resistente a *M. hapla*. Se ha excluido el cacahuete cv. Florunner, puesto que sólo sirve para diferenciar las dos razas de *M. arenaria*, que pueden ser separadas por medio de los pimientos. La introducción de los cultivares de pimiento y tomate portadores de genes de resistencia permitirá caracterizar las poblaciones virulentas para estos cultivos, lo cual no se puede hacer con el bioensayo de North Carolina (Hartman y Sasser, 1985).

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha partido de poblaciones recogidas en muestreos realizados en las regiones hortícolas más representativas de España y Uruguay, poniendo especial atención en aquellas poblaciones que presentan virulencia frente a las variedades resistentes de tomate y pimiento. Se ha comenzado por la identificación morfológica de las especies de nematodos formadores de nódulos encontradas y su diferenciación por el método de PCR, para luego pasar a la caracterización de su virulencia, al mismo tiempo que se determinaba la raza según el bioensayo de hospedadores diferenciales de Carolina del Norte (Hartman y Sasser, 1985) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Bioensayo de Carolina del Norte para diferenciar las razas más comunes de nematodos formadores de nódulos del género *Meloidogyne* (Hartman y Sasser, 1985)*

	ALGODÓN	TABACO	PIMIENTO	SANDÍA	CACAHUETE	TOMATE
<i>M. incognita</i>						
Raza 1	-	-	+	+	-	+
Raza 2	-	+	+	+	-	+
Raza 3	+	-	+	+	-	+
Raza 4	+	+	+	+	-	+
<i>M. arenaria</i>						
Raza 1	-	+	+	+	+	+
Raza 2	-	+	-	+	-	+
<i>M. javanica</i>						
	+	+	-	+	-	+
<i>M. hapla</i>						
	-	+	+	-	+	+

*Algodón, Deltapine 61; Tabaco, NC 95; Pimiento, Early California Wonder; Sandía, Charleston Gray; Cacahuete, Florunner; Tomate, Rutgers; (-) indica hospedador resistente, (+) hospedador sensible.

La identificación morfológica de especies se realizó por el método de Taylor y Netscher (1974), para lo cual se partió de una raíz con nódulos y bajo un microscopio estereoscópico se extrajeron las hembras, tratando de seleccionar aquellas que presentaban una mayor madurez. La hembra se deposita en un portaobjetos excavado con fijador I (89 cc agua destilada, 10 cc formol 40% y 1 cc glicerina) (De Grisse, 1969), y se corta eliminando su contenido; después se añade lactofenol y se coloca durante unos diez minutos en una plancha a 80 °C para que el cuerpo adquiera consistencia y se facilite el corte de la zona perineal. Una vez realizada la separación de la zona perineal, se limpia bien la cutícula y se coloca en un portaobjetos con una gota muy pequeña de lactofenol. La identificación se realizó bajo un microscopio Leitz Dialux 22 con contraste de interferencia diferencial y cámara clara incorporados, confirmándose posteriormente a través de técnicas moleculares y PCR (Ziljstra *et al.* 2001).

Una vez identificadas las poblaciones, se parte de una sola masa de huevos obtenida de una hembra madura, que debe ser de color castaño oscuro, lo que indica que el grado de madurez es el adecuado. La masa de huevos se coloca en un pocillo con agua, inoculando con ella una maceta con 300 cc de suelo estéril, donde unos días antes se había plantado tomate cv. Marmande de 20 días con dos hojas verdaderas. Se realizan cinco repeticiones por población. Una vez que se logran desarrollar las poblaciones hasta alcanzar un índice

superior a (5) de la escala establecida por Bridge y Page (1980) entre 0 y 10, se inicia el proceso de caracterización de la virulencia de las poblaciones. Para ello, junto al tabaco NC95 y algodón DP61 del Bioensayo de Hartman y Sasser (1985), se han incluido dos pimientos sensibles cvs Capino y Sónar, así como dos resistentes cvs Charleston Belle y Carolina Wonder, tomate sensible cv. Marmande y resistente cv. Nikita, fresa cv. Camarosa, *Tagetes patula* y sandía cv. Charleston Grey. Las plantas se mantuvieron en cámara de ambiente controlado a 25 °C (\pm 1 °C) con un fotoperíodo 16 horas luz día durante al menos 45 días, período que permite completar el ciclo de los nematodos estudiados.

Por el momento, el estudio se ha centrado en aislados reproducidos en ambientes controlados, de los cuales tres corresponden a *M. arenaria*, seis a *M. hapla*, 100 a *M. incognita* y 26 a *M. javanica*, estudiándose en total 135 poblaciones. Se encontraron varias poblaciones mixtas de *M. incognita* y *M. javanica*.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización de las poblaciones por el bioensayo de hospedadores de Carolina del Norte y con el bioensayo de virulencia permitió seleccionar aquellos “patotipos” representativos. Estos patotipos se agruparon dentro de cada especie de *Meloidogyne*, asignándole el nombre tomate si no parasita a los cultivares de pimientos resistentes y pimiento si los parasita, seguido del número de la raza, señalando si parasita a los cultivos de tomate portadores del gen *Mi*. En el caso de *M. javanica* se han encontrado dos nuevas razas que se identifican como (a) o (b), puesto que recientemente se ha descrito la raza 3, que parasita a cacahuete cv. Florunner, que no se ha utilizado en este trabajo. Para *M. hapla* figuran las razas A y B (Cuadro 2).

Se destaca que las poblaciones del género *Meloidogyne* virulentas a tomate y pimiento resistente no pueden caracterizarse con el bioensayo de Carolina del Norte (Hartman y Sasser, 1985), puesto que éste no incluye como hospedadores diferenciales cultivares de pimiento y tomate resistentes. Estas discrepancias las plantean también Santos *et al.* (1987) y Stanton y O'Donnell (1998), señalando la necesidad de diseñar nuevos métodos para caracterizar la virulencia en *Meloidogyne* siguiendo los conceptos establecidos sobre raza y patotipo por Sturhan (1985) y Dropkin (1988). Para ello debe tenerse en cuenta la variación de la resistencia debido a la influencia de los factores ambientales como la temperatura, la fertilización nitrogenada (Melakeberhan, 1998) o el estrés hídrico (Kirkpatrick *et al.*, 1991). Por otra parte, los trabajos de Djian-Caporalino *et al.* (2001) plantean que la resistencia en pimiento es termoestable y Ammiraju *et al.* (2003) señalan la presencia de un gen responsable de la termoestabilidad en tomate. Esto hace pensar que la rotura de la resistencia está relacionada con la existencia de poblaciones virulentas, y no por efecto de factores ambientales, sin olvidar que se pueden obtener diferentes patotipos a partir de una masa de huevos (Tzortzakakis *et al.* 1998, 1999).

Se observa una gran variabilidad en la virulencia de los aislados de *M. incognita* que presentan 19 patotipos diferentes que pueden considerarse nuevos. Se encuentran dos razas nuevas (5 y 6), que se comportan como las poblaciones de *M. javanica* puesto que no parasitan a los pimientos, tanto a los sensibles como a los resistentes, ni tampoco parasitan al algodón DP 61. La raza 5 se diferencia de la 6 en que esta última parasita al tabaco NC 95. *M. arenaria*, *M. javanica* y *M. hapla* presentan una estabilidad mayor, lo cual puede deberse a que el número de poblaciones estudiadas es menor, y a que el bioensayo de Carolina del Norte sólo distingue dos razas en *M. arenaria* y una en *M. javanica* y *M. hapla*. En el caso de *M. arenaria* se han encontrado tres patotipos diferentes, mientras que en *M. javanica* se han encontrado seis patotipos y dos razas nuevas, que se han denominado a y b, puesto que no se ha utilizado como huésped diferencial cacahuete cv. Florunner, que permite identificar la raza 3, a la que podrían pertenecer estas dos nuevas razas. Patel *et al.* (2000, 2001a,b) distinguen una raza 2 que parasita a pimiento, confirmando los resultados de Stephan (1988) y Rahmmah y Hirschman (1990), habiéndose encontrado una raza 3 que parasita a cacahuete y una raza 4 que parasita a cacahuete y pimiento.

Desde el punto de vista agronómico debe destacarse que existen 10 patotipos de *M. incognita*, tres de *M. javanica*, dos de *M. arenaria*, y todas las poblaciones de *M. hapla* que parasitan al tomate resistente portador del gen Mi. Esto confirma los trabajos de Sorribas y Verdejo-Lucas (1994) y Castagnone-Sereno *et al.* (1996, 1999). Los pimientos resistentes estudiados son parasitados por ocho poblaciones de *M. incognita*, una de *M. arenaria* y todas las poblaciones de *M. hapla*. Ninguna de las 26 poblaciones estudiadas de *M. javanica* fue capaz de parasitar pimientos, tanto sensibles como resistentes. Por otro lado ninguna de las poblaciones de *M. arenaria*, *M. incognita* y *M. javanica* parasita a fresa cv. Camarosa y Tagetes patula. *M. hapla* no parasita al algodón cv. DP 61 ni a la sandía cv. Charleston Grey, y la raza A de esta especie tampoco parasita a T. patula (Eisenback, 1987), siendo poco agresiva frente a la fresa cv. Camarosa.

Los cultivares de tomate portadores del gen Mi pueden presentar resistencia a las poblaciones que parasitan a los pimientos resistentes y por el contrario que los pimientos resistentes controlan a las poblaciones virulentas de los tomates portadores del gen de resistencia Mi, lo cual coincide con el trabajo de Castagnone-Sereno *et al.* (1996). La presencia de poblaciones virulentas a pimiento resistente debe de tenerse en cuenta para comprender la pérdida de resistencia en pimiento (Fery *et al.*, 1998; Thies y Fery, 2002). Por otro lado, el algodón cv. DP 61 y el tabaco cv. NC 95 pueden ser resistentes a las poblaciones virulentas a pimientos resistentes.

La gran variabilidad de la virulencia pone de manifiesto que la utilización reiterada de cultivos de tomate y pimiento con genes de resistencia lleva a la selección de poblaciones virulentas, que dan lugar a que el empleo de resistencia pierda su eficacia para el control de nematodos. Por todo ello se deben diseñar sistemas de producción donde se incluyan rotaciones, lo cual permite manejar agronómicamente la resistencia (Lacasa *et al.*, 1999; Martínez *et al.*, 2002).

Cuadro 2. Grupos de virulencia encontrados en las poblaciones de *Meloidogyne*

POBLACIÓN	PIMIENTO*		TOMATE*		ALGODÓN DP61	TABACO NC95	T.PATULA	RAZA
	SENSIBLE	RESISTENTE	SENSIBLE	RESISTENTE				
<i>M. incognita</i>								
Tomate 1	+	-	+	-	-	-	-	1
Tomate 1-Mi	+	-	+	+	-	-	-	1
Pimiento 1	+	+	+	-	-	-	-	1
Pimiento 1-Mi	+	+	+	+	-	-	-	1
Tomate 2	+	-	+	-	-	+	-	2
Tomate 2-Mi	+	-	+	+	-	+	-	2
Pimiento 2	+	+	+	-	-	+	-	2
Pimiento 2-Mi	+	+	+	+	-	+	-	2
Tomate 3	+	-	+	-	+	-	-	3
Tomate 3-Mi	+	-	+	+	+	-	-	3
Pimiento 3	+	+	+	-	+	-	-	3
Pimiento 3-Mi	+	+	+	+	+	-	-	3
Tomate 4	+	-	+	-	+	+	-	4
Tomate 4-Mi	+	-	+	+	+	+	-	4
Pimiento 4	+	+	+	-	+	+	-	4
Pimiento 4-Mi	+	+	+	+	+	+	-	4
Tomate 5-Mi	-	-	+	+	-	-	-	(5)**
Tomate 6	-	-	+	-	-	+	-	(6)**
Tomate 6-Mi	-	-	+	+	-	+	-	(6)**
<i>M. javanica</i>								
Tomate 1	-	-	+	-	+	+	-	1
Tomate 1-Mi	-	-	+	+	+	+	-	1
Tomate a	-	-	+	-	-	-	-	(a)**
Tomate a-Mi	-	-	+	+	-	+	-	(a)**
Tomate b	-	-	+	-	-	+	-	(b)**
Tomate b-Mi	-	-	+	+	+	-	-	(b)**
<i>M. arenaria</i>								
Tomate 1	+	-	+	-	-	+	-	1
Tomate 1-Mi	+	-	+	+	-	+	-	1
Pimiento 1-Mi	+	+	+	+	-	+	-	1
<i>M. hapla</i>								
Kiwi	+	+	+	+	-	+	-	A
Fresón	+	+	+	+	-	+	+	B

*Cultivares de pimiento: Sensible: Capino y Sónar; Resistentes: Charleston Belle, Carolina Wonder y Atlante; Cultivares de tomate: Sensible: Marmande; Resistentes: Nikita. ** Nueva raza.

El método de PCR no ha permitido separar a los patotipos encontrados, confirmándose que sólo resulta eficaz para separar las especies, de acuerdo con los trabajos anteriores que demuestran que la virulencia es independiente del polimorfismo que se detecta en el genoma (Rahmah y Hirschmann, 1990; Castagnone-Sereno *et al.*, 1991; Cenis *et al.* 1992; Cenis, 1993; Chacón *et al.*, 1994; Carneiro *et al.*, 1996, Semblat *et al.*, 2000). No se observan diferencias significativas entre las poblaciones encontradas en la península ibérica y en otras áreas, tal como se recoge en los trabajos de Santos *et al.* (1987), Cenis *et al.* (1992), Cenis (1993) y Castillo *et al.* (2001).

Este trabajo es un primer paso para estudios posteriores sobre biología molecular, que permitan conocer la relación entre el patógeno y la planta huésped para desarrollar sistemas de manejo de los diferentes patotipos sin la necesidad de la aplicación de nematicidas (Bello, 1998).

4 ► CONCLUSIONES

Se debe destacar en primer lugar que el Bioensayo de North Carolina para la identificación de las razas de *Meloidogyne* no permite caracterizar la virulencia de las poblaciones estudiadas, puesto que no utiliza como hospedadores diferenciales cultivares resistentes de tomate y pimiento.

Se observa que *M. incognita* presenta una gran variabilidad en la virulencia con dos razas nuevas que no se ajustan a las características de las razas hasta ahora descritas. Estas razas se diferencian de las anteriores por no parasitar al pimiento, presentando una virulencia muy semejante a las poblaciones de *M. javanica*, pudiéndose separar entre sí por su capacidad de parasitar al tabaco. Se ha encontrado una mayor estabilidad en *M. arenaria*, *M. hapla* y *M. javanica*, lo cual puede estar condicionado por el menor número de poblaciones estudiadas de estas últimas especies.

Por su interés agronómico debemos destacar que ninguna de las poblaciones de *M. javanica* estudiadas parasita a los cultivares de pimiento ensayados, tanto sensibles como resistentes. Cuando se han encontrado algunos nódulos en pimiento se trata de poblaciones mixtas de *M. incognita* y *M. javanica*. Las poblaciones de *M. arenaria*, *M. incognita*, y *M. javanica* no parasitan a la fresa cv. Camarosa ni a *T. patula*, aunque pueden producir nódulos que por lo general no presentan masas de huevos, no llegando a multiplicarse en las raíces. Los cultivares de tomates portadores del gen *Mi* y los cultivares de algodón pueden ser resistentes a algunas de las poblaciones de *M. incognita* virulentas a pimientos resistentes. Los resultados obtenidos se están utilizando para diseñar nuevos modelos de producción ecológica en el cultivo de pimiento y tomate, que permitan manejar agronómicamente la resistencia a través del uso de injertos y rotaciones, con el fin de regular las poblaciones y evitar la aparición de virulencia.

Se considera que el trabajo es un primer paso para elaborar una metodología que permita caracterizar las poblaciones desde un punto de vista funcional, de acuerdo con los requerimientos locales para cada cultivo. Además, puede servir como base para estudios de biología molecular que permitan diferenciar y confirmar la virulencia de las poblaciones de las especies del género *Meloidogyne* de una manera más rápida.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

A J.M. Carreño y María del Mar López Borrego por su ayuda técnica. El trabajo se ha realizado dentro de los proyectos INIA OT03-006-C7-6: “Optimización y desarrollo de alternativas al bromuro de metilo: Usos críticos. Biofumigación” y AGL2002-04040-C05-01 AGR-FOR del Ministerio de Ciencia y Tecnología: “Mejora de los suelos con enmiendas de restos de cultivo. Metabolismo edáfico y su efecto biofumigante”. Ana Piedra Buena es becaria de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI).

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **AMMIRAJU, J. S. S.; VEREMIS, J. C.; HUANG, X.; ROBERTS, P. A. Y KALOSHIAN, I. 2003**
The heat-stable root-knot nematode resistance gene Mi-9 from *Lycopersicon peruvianum* is localized on the short arm of chromosome 6. Theoretical and Applied Genetics 106, 478-484.
- **BELLO, A. 1998**
Biofumigation and integrated pest management. In: A. Bello; J. A. González; M. Arias; R. Rodríguez-Kábana (Eds). Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. Phytoma-España, DG XI EU, CSIC, Valencia, Spain, 99-126.
- **BRIDGE, J. Y PAGE, S. L. J. 1980**
Estimation of root-knot nematodes infestation levels using a rating chart. Tropical pest management 26, 296-298.
- **CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A. Y CARNEIRO, R. G. 1996**
Enzyme phenotypes of Brazilian populations of *Meloidogyne* spp. Fundamental and Applied Nematology 19, 555-560.
- **CASTAGNONE - SERENO, P. 1999**
Limites de l'utilisation de la résistance aux nématodes à gales chez la tomate. Des risques nouveaux liés au développement de populations virulentes du parasite. Phytoma 522, 61-63.
- **CASTAGNONE - SERENO, P. 2002 A**
Genetic variability of nematodes: a threat to the durability of plant resistance genes?. Euphytica 124, 193-199.
- **CASTAGNONE - SERENO, P. 2002 B**
Genetic variability in parthenogenetic, root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., and their ability to overcome plant resistance genes. Nematology 4, 605-608.
- **CASTAGNONE - SERENO, P.; BONGIOVANNI, M.; PALLOIX, A. Y DALMASSO, A. 1996**

Selection for the *Meloidogyne incognita* virulence against resistance genes from tomato and pepper and specificity of the virulence/resistance determinants. European Journal of Plant Pathology 102, 585-590.

• **CASTAGNONE - SERENO, P.; PIOTE, C.; ABAD, C.; BONGIOVANNI, M. Y DALMASSO, A. 1991**

Isolation of a repeated DNA probe showing polymorphism among *Meloidogyne incognita* populations. Journal of Nematology 23, 316-320.

• **CASTILLO, P.; DI VITO, M.; VOVLAS, N. Y JIMÉNEZ - DÍAZ, R. M. 2001**

Host-parasite relationships in root-knot disease of white mulberry. Plant Disease 85, 277-281.

• **CENIS, J. L. 1993**

Identification of four major *Meloidogyne* spp. by random amplified polymorphic DNA (RAPD-PCR). Phytopathology 83, 76-80.

• **CENIS, J. L.; OPPERMAN, C. H. Y TRIANTAPHYLLOU, A. C. 1992**

Cytogenetic, enzymatic and restriction fragment length polymorphism variation of *Meloidogyne* spp. from Spain. Phytopathology 82, 527-531.

• **CHACÓN, M. R.; RODRÍGUEZ, E.; PARKHOUSE, M. R. E.; BURROWS, P. R. Y GARATE, T. 1994**

The differentiation of parasitic nematodes using random amplified polymorphic DNA. Journal of Nematology 68, 109-113.

• **DE GRISSE, A. T. 1969**

Redescription ou modifications de quelques techniques utilisées dans l'étude des nématodes phytoparasitaires. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 34: 351-369.

• **DJIAN - CAPORALINO, C.; PIJAROWSKI, L.; FAZARI, A.; SAMSON, M.; GAVEAU, L.; O'BYRNE, C.; LEFEBVRE, V.; CARANTA, C.; PALLOIX, A. Y ABAD, P. 2001**

High-resolution genetic mapping of the pepper (*Capsicum annuum* L.) resistance loci Me3 and Me4 conferring heat-stable resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Theoretical and Applied Genetics 103, 592-600.

• **DROPKIN, V. H. 1990**

The concept of race in phytonematology. Annual Review of Phytopathology 26, 145-161.

• **EISENBACK, J. D. 1987**

Reproduction of Northern root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) on marigolds. Plant Disease 71, 281.

• **FERY, R. L.; DUKES, P. D. Y THIES, J. A. 1998**

"Carolina Wonder" and "Charleston Belle": Southern root-knot nematode resistant bell peppers. HortScience 33, 900-902.

• **HARTMAN, K. M. Y SASSER, J. N. 1985**

Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal-pattern morphology. In: K. R. Barker, C. C. Carter, J. N. Sasser (Eds). An advanced treatise on *Meloidogyne*, Vol. II. Methodology. North Carolina State University Graphics: Raleigh, 69-77.

• **KIRKPATRICK, T. L.; OOSTERHUIS, D. M. Y WULLSCHLEGER, S. D. 1991**

Interaction of *Meloidogyne incognita* and water stress in two cotton cultivars. Journal of Nematology 23, 462-467.

• **LACASA, A.; GUIRAO, P.; GUERRERO, M. M.; ROS, C.; BELLO, A.; BIELZA, P. Y LÓPEZ, J. A. 1999**

Alternatives to methyl bromide for sweet pepper cultivation in plastic houses in Southeast Spain. Proceedings of the International Workshop of Alternatives to Methyl Bromide for the European Countries, 7-10 December, Heraclion, Crete (Greece), 41-44.

• **MARTÍNEZ, M. A.; LACASA, A.; GUERRERO, M. M.; ROS, C.; GUIRAO, P.; MARTÍNEZ, M. C.; BARCELÓ, N.; ONCINA, M. Y BELLO, A. 2002**

Desinfección del suelo mediante biofumigación con solarización en cultivos ecológicos de pimiento de invernadero. Proceedings V Congreso de la SEAE y 1^{er} Congreso Iberoamericano de Agroecología, 16-21 septiembre, Gijón, Asturias (España), 1015-1020.

• **MELAKEBERHAN, H. 1998**

Effects of temperature and nitrogen source on tomato genotypes response to *Meloidogyne incognita* infection. *Fundamental and Applied Nematology* 21, 25-32.

• **PATEL, B. A.; PATEL, D. J.; PATEL, N. B. Y PATEL, R. G. 2001 A**

Determination of damaging threshold level of root-knot nematode *Meloidogyne javanica* pathotype 1 on chickpea. *International Chickpea and Pigeonpea Newsletter* 8, 9-11.

• **PATEL, B. A.; PATEL, D. J. Y PATEL, R. G. 2001 B**

Interaction between *Meloidogyne javanica* pathotype 2 and wilt fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris on chickpea. *International Chickpea and Pigeonpea Newsletter* 8, 11-12.

• **RAHMAH, A. Y HIRSCHMANN, H. 1990**

Morphological comparison of three host races of *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology* 22, 56-68.

• **SANTOS, M. S. N. DE A.; ABRANTES, I. M. DE O. Y FERNANDES, M. F. M. 1987**

Identificação de populações Portuguesas de *Meloidogyne* spp. (Nematods: Meloidigynidae) pelas reacções indizadas em plantas diferenciadoras-III. *Ciencia Biológica, Ecology and Systematics* 7, 37-43.

• **SEMBLAT, J. P.; BONGIOVANNI, M.; WAJNBERG, E.; DALMASSO, A.; ABAD, P. Y CASTAGNONE - SERENO, P. 2000**

Virulence and molecular diversity of partenogenetic root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. *Heredity* 84, 81-89.

• **SORRIBAS, F. J. Y VERDEJO - LUCAS, S. 1999**

Capacidad parasitaria de *Meloidogyne* spp. en cultivares de tomate resistente. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales* 14, 237-247.

• **STANTON J. M. Y O'DONNELL, W. E. 1998**

Assessment of the North Carolina differential host test for identification of Australian populations of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Australasian Plant Pathology* 27, 104-111.

• **STEPHAN, Z. A. 1988**

New race of *Meloidogyne javanica* from Iraq. *International Nematology Network Newsletter* 5, 21.

• **STURHAN, D. 1985**

Species, subspecies, race and pathotype problems in nematodes. *Bulletin OEPP* 15, 139-144.

• **TAYLOR, D. P. Y NETSCHER, C. 1974 A**

n improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica* 20, 268-269.

• **THIES, J. A., FERY, R. L. 2002**

Host resistance as an alternative to methyl bromide for managing *Meloidogyne incognita* in pepper. *Journal of Nematology* 34, 374-377.

• **TZORTZAKAKIS, E. A.; BLOK, V. C.; PHILLIPS, M. S. Y TRUDGILL, D. L. 1999**

Variation in root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) in Crete in relation to control with resistant tomato and pepper. *Nematology* 1, 409-506.

• **TZORTZAKAKIS, E. A.; TRUDGILL, D. L. Y PHILLIPS, M. S. 1998**

Evidence for a dosage effect of the Mi gene on partially virulent isolates of *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology* 30, 76-80.

• **ZIJLSTRA, C.; DONKERS - VENNE, D. T. H. M. Y FARGETTE, M. 2000**

Identification of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* using sequence characterised amplified region (SCAR) based PCR assays. *Nematology*. 2, 847-853.

LOS COMPOST EN LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

Control biológico de enfermedades de los cultivos

BERNAL, A.⁽¹⁾; **ROS, M.**⁽¹⁾; **FERNÁNDEZ, P.**⁽²⁾; **LACASA, A.**⁽²⁾ Y **PASCUAL, J. A.**⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Conservación de Suelo, Agua y Manejo de Residuos Urbanos. CEBAS-CSIC
Apartado de Correos 164. Espinardo (Murcia)

⁽²⁾ IMIDA, Conserjería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente
C/ Mayor. 30150 La Alberca (Murcia)

RESUMEN

El compostaje de materiales orgánicos es un método de estabilización de la materia orgánica que nos permite incorporarla al suelo. El uso de composts en el suelo ha sido ampliamente utilizado en agricultura debido a que mejora el control biológico de microorganismos fitopatogénicos, además de mejorar el status nutricional y el contenido de materia orgánica del suelo. En este trabajo presentamos usos alternativos y novedosos de los composts en el marco de la agricultura ecológica que permitirá el reequilibrio orgánico, nutricional y microbiológico de los suelos en los que se aplique, además de beneficiar el desarrollo de este tipo de agricultura, la cual está tan necesitada de este tipo de productos. Una de las líneas de trabajo de nuestro grupo, está encaminada a estudiar la capacidad que presentan los composts para controlar las enfermedades de cultivos, que hoy por hoy tienen difícil solución en la agricultura ecológica. Esta investigación está centrada en el uso de los composts en varios campos como son: uso de compost en el control de enfermedades de cuello causadas por microorganismos patógenos del suelo, uso de composts verdes en el control de *Fusarium oxysporum* en los cultivos de melón de la Región de Murcia, uso de compost como desinfectante de suelos como alternativa al bromuro de metilo mediante biofumigación-solarización. Por último se intentará dar unas pinceladas del futuro que pueden tener los materiales orgánicos en el desarrollo de la agricultura ecológica.

PALABRAS CLAVES: BIOCONTROL, PATÓGENOS, BIOFUMIGACIÓN Y SOLARIZACIÓN

1 ▶ LA MATERIA ORGÁNICA Y SU IMPORTANCIA EN EL SUELO

El intensivo uso de los suelos para la agricultura ha llevado y esta llevando a la progresiva degradación de suelos, como consecuencia del no retorno de materia orgánica al suelo, importante en numerosos procesos del suelo, tanto en el desarrollo y mantenimiento de la estructura del suelo, formación de agregados como incidencia en el mantenimiento de la capacidad de retención hídrica. Además también tiene una incidencia en la capacidad de cambio iónica del suelo, como en la presencia de microorganismos de vital importancia en los ciclos del carbono, nitrógeno, fósforo o azufre. Todo ello traducido a nivel agrícola significa que un suelo con un contenido en materia orgánica adecuada es capaz de aprovechar los nutrientes de una forma más eficaz, siendo necesario por tanto los aportes químicos de nutrientes, además de al poseer mayor capacidad de retener agua, la planta que en el se desarrolle tendrá un mayor contenido de agua disponible y por tanto el vehículo adecuado para el transporte de nutrientes hacia su interior. Además como hemos comentado el que presente una serie de microorganismos hace que estos puedan transformar los nutrientes a formas asimilables para las plantas de forma adecuada. Otro punto muy importante en cuanto a la presencia de estos microorganismos denominamos beneficiosos, es que mantienen en equilibrio la biomasa del suelo, haciendo más difícil el establecimiento de microorganismos nocivos, tanto por ocupar nichos que hacen que no puedan instaurarse los microorganismos nocivos para las plantas, o bien porque impidan de forma activa la instauración de estos por medio de distintos mecanismos que se comentarán a lo largo del capítulo.

La agricultura ecológica pretende un retorno al equilibrio, de forma que el contenido en materia orgánica sea constante, consiguiéndose de esta forma el reequilibrio perdido como consecuencia de la agricultura intensiva. Para ello, uno de los primeros pasos es el de aumentar los niveles de materia orgánica de los suelos, y para ello es necesaria la utilización de fuentes de materia orgánica que se permitan en el uso de la agricultura ecológica como son los composts de origen natural, sin tratamiento químico. El uso inicial de materia orgánica llevará por un lado a un aporte nutricional ampliamente descrito en numerosos manuscritos (Pascual, 1996), pero otro aspecto no menos importante es su acción en el control de enfermedades de suelo, por diversas causas que se pretende discutir y demostrar en este artículo.

2 ▶ EL COMPOSTAJE. LOS COMPOSTS EN LA AGRICULTURA ACTUAL

El uso de compost de distinto origen, tanto agrícola como últimamente de origen urbano a partir de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos y lodos de depuradora, han sido utilizados como enmiendas orgánicas incrementando el contenido en materia orgánica y el estatus nutricional del suelo, favoreciendo una mejora en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Pascual, 1996). El compostaje es un proceso biooxidativo controlado, que implica el paso por una etapa termofílica, dando lugar a una materia orgánica estabilizada,

libre de fitotoxinas y dispuesta para su uso sin provocar fenómenos adversos, dando lugar al compost.

En España, la utilización del compost en la agricultura es muy reducida debido a que los agricultores no confían en sus efectos. De todos modos, la aplicación de composts para el control de determinadas enfermedades de plantas, se va instaurando poco a poco, si bien existen todavía numerosas consideraciones comerciales en contra a su utilización como la prensa negativa que tienen determinados composts a los que se les asocia la presencia de metales pesados, patógenos humanos y vegetales, etc., todos ellos derivados de una mala gestión del compostaje por parte de los manipuladores del proceso. Para solventar este aspecto, nuestra amplia experiencia en el compostaje de materiales orgánicos nos permite aconsejar un sencillo análisis previo a su utilización en el suelo para poder eliminar aquellos materiales orgánicos que no deberían ser denominados composts. Las exigencias de reducir e incluso de eliminar la aplicación de plaguicidas químicos en la agricultura sostenible y ecológica abre un campo interesante para el uso de composts en la prevención de enfermedades de plantas.

En los últimos tiempos, además de los factores tradicionales antes mencionados, también existen numerosos trabajos que demuestran el efecto de los composts en la reducción de enfermedades de plantas causadas por organismos patógenos. Las causas por la cual los composts pueden actuar en el control biológico de plagas hay que buscarlas en diversos factores todos interrelacionados entre sí, siendo difícil el separar unos de otros aunque podemos agruparlos en dos grandes grupos: factores biológicos entre los que destaca: a) incorporación junto a los composts de microorganismos capaces de controlar microorganismos fitopatógenos, tales como los géneros: *Trichoderma*, *Penicillium*, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*; b) aumento en la actividad microbiana al incorporar el compost al suelo que impide la instauración de los microorganismos patógenos; c) Mejora del sistema inmune de la planta. También su acción puede deberse a factores físico-químicos debido al cambio de las condiciones del suelo al incorporar materiales orgánicos, como por ejemplo el pH, o contenido en nutrientes, que haga que se impida de una forma directa la instauración del patógenos, al ser la nuevas condiciones adversas para el desarrollo del sistema de invasión.

3 ► USO DEL COMPOST EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES

Nuestra investigación esta centrada en la acción potencial de los composts en el control de enfermedades de plantas. La incorporación de estos compost mejora el control biológico de microorganismos fitopatógenos, además de mejorar el status nutricional del suelo y su contenido en materia orgánica. Se ha demostrado que dicha acción se mantiene durante un largo periodo de tiempo sin aplicaciones adicionales con el consiguiente ahorro económico y medioambiental.

Se han realizado diferentes estudios en los que se demuestra que el compost es capaz de controlar el crecimiento de determinados microorganismos patógenos evitándose así el desarrollo de enfermedades hasta un 70%. En uno de los estudios realizados se comparó la actividad biocontrol de un compost y un plaguicida tradicional (metalaxyl) cuyo uso es el control de *Pythium ultimum*. Durante el desarrollo de este estudio pudimos observar que en los suelos sin aplicar compost o el tratamiento químico, *Pythium ultimum*, redujo significativamente el índice de germinación y el crecimiento de las plantas de guisante, a la vez que provocaba lesiones radiculares y disminución del número de raíces laterales. En las parcelas, en las que se había enmendado compost, la incidencia del patógeno fue significativamente menor, siendo el tamaño de las plantas de guisante mayor, al igual que el peso de las raíces.

La adición de compost, al igual que la adición de su fracción húmica, al suelo, mostró una disminución de los efectos causados por *Pythium ultimum*, reduciendo significativamente el número de lesiones radiculares y la población de *Pythium* (en este caso fue más efectiva la aplicación del pesticida) y evitando los efectos causados sobre el crecimiento de las plantas.

Uno de los puntos a destacar, es el efecto a largo plazo, en el cual la aplicación de metalaxyl provocó una disminución en la actividad biológica del suelo, como consecuencia a la no selectividad del plaguicida, que además de actuar sobre el patógeno también produce la desaparición de poblaciones microbianas necesarias para el establecimiento del suelo, en cambio la aplicación de compost provoca un aumento en la actividad biológica tras la incorporación, manteniéndose esta durante el tiempo, lo que demuestra por tanto que los composts adecuadamente utilizados además de servir como enmiendas orgánicas, y actuar en el control de algunos microorganismos patógenos que se desarrollan por el suelo, también sirve para mantener y mejorar la calidad del suelo (Pascual, 1996).

En este sentido, se ha demostrado que los composts pueden actuar en la agricultura más que de forma activa, actuando cuando el patógeno está actuando, de forma preventiva, es decir más acorde con la agricultura ecológica donde lo que se pretende es el establecer las condiciones adecuadas para que el ecosistema que rodea al cultivo sea el encargado de mantener el equilibrio, y dentro de este equilibrio se encuentra el que el cultivo se desarrolle sano. Se ha ensayado con composts de residuos urbanos, lodos de depuradora y de residuos agrícolas, habiendo observado una considerable disminución de enfermedades de plantas tales como el efecto de *Phytophthora* sp en pimiento, *Sclerotinia* sp en lechuga, *Pythium ultimum* en guisante y *Fusarium* sp en melón y tomate (Pascual *et al.*, 1999; 2002). Otro aspecto interesante es su acción a largo plazo; una vez adicionados, su carácter preventivo puede mantenerse durante largos periodos de tiempo, como se ha demostrado, después de 24 meses de efectuada la enmienda de compost de distinto origen aún mantenían un efecto supresivo frente a *Pythium ultimum* (Pascual *et al.*, 1999), hecho que supone un ahorro para el agricultor pues a la vez que aporta materia orgánica y nutrientes, prepararía al suelo frente al ataque de algunos patógenos, además de eliminar los periodos de latencia después de la adición, como los que existen con los plaguicidas químicos.

4 ► USOS DE COMPOSTS VERDES EN EL CONTROL DE *FUSARIUM*

El grupo de trabajo está en una continua investigación en el marco de la agricultura sostenible, donde se pretende conseguir cada más producto que puedan ayudar a superar las barreras que surgen en el camino de la agricultura ecológica. En este sentido, estamos investigando en el compostaje de residuos vegetales, arte realizada tradicionalmente, con objeto que la vuelta a esta tradición este optimizada y adecuada para cumplir con las necesidades que se le exigen. Así los composts verdes pueden ayudar a eliminar los efectos causados por *Fusarium*.

En el estudio llevado a cabo por nuestro equipo se consiguió mejorar un suelo contaminado con *Fusarium* sp a través de la aplicación de distintos composts verdes. Los compost utilizados en el estudio fueron los siguiente: compost A elaborado a partir de corteza de pino; compost B elaborado a partir de residuos de poda y de café (3/1w/w); compost C elaborado a partir de la mezcla de residuos de poda y café (4/1w/w) y compost D elaborado a partir de residuos de poda. El compostaje se llevo a cabo en pilas sometidas a volteos periódicos (método Indore), el proceso duró 8 meses en el caso de los composts A, B y C y 12 meses en el caso del compost D, sin adición de fuente de nitrógeno. Una vez finalizado el proceso de compostaje se colocaron en pilas estáticas durante un periodo de 3 meses con lo que se completó el proceso de maduración.

Los compost elaborados podían describirse como provechosas enmiendas orgánicas con un determinado valor fertilizante, por lo que su aplicación supone una mejora de la estructura del suelo, las características físico-químicas y del status nutricional, además de la actividad microbiana. La actividad biológica de estos materiales es considerablemente más alta que la presente en el suelo. La adición de estos compost al suelo puede mejorar su actividad biológica, debido a que la actividad biológica generada durante el proceso de compostaje es transferida al suelo y además los ciclos biogeoquímicos del suelo son reactivados gracias a la incorporación de compuestos fácilmente degradables. El compost verde presenta la propiedad de modificar la actividad microbiana del suelo, al igual que las características física y, químicas con lo que se favorece o se impide la supervivencia de unos microorganismos sobre otros.

En nuestro estudio la incorporación del compost verde al suelo redujo la incidencia de *Fusarium oxysporum* en plantas de melón incrementando la producción en comparación con un suelo en el que no se había aplicado enmienda orgánica (Figura 1), además se demostró la acción biopesticida que presentaba este tipo de material.

En el suelo tomado como control la incidencia de los patógenos sobre las plantas de melón fue del 60%, mientras que esta incidencia fue del 11-23% en los suelos que habían sido enmendados utilizando el compost verde, probablemente debido a los cambios producidos en las condiciones bióticas y abióticas como consecuencia de la incorporación del compost verde.

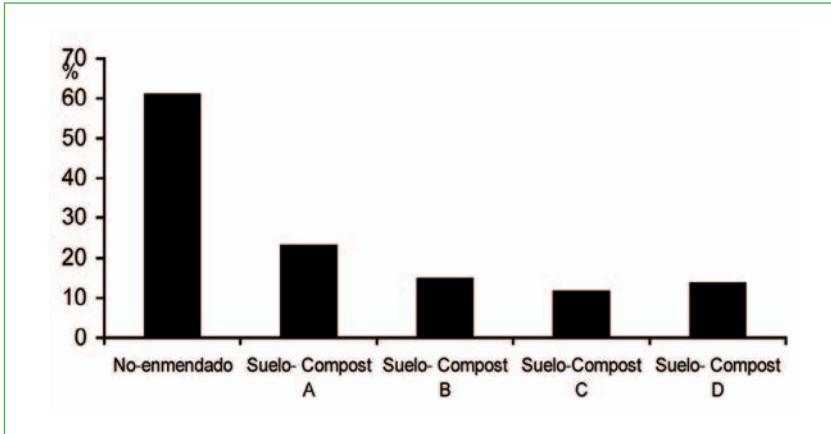


Figura 1. Porcentaje de incidencia en (%) de *Fusarium oxysporum* en plantas de melón de suelo y la influencia potencial del compost verde en el crecimiento (Compost A: mezcla de corteza de pino y urea (1000/1 w/w); Compost B: mezcla de residuos de poda y residuos de café (3/1 w/w); Compost C: mezcla de de residuos de poda y residuos de café (4/1 w/w); Compost D: mezcla de residuos de poda).

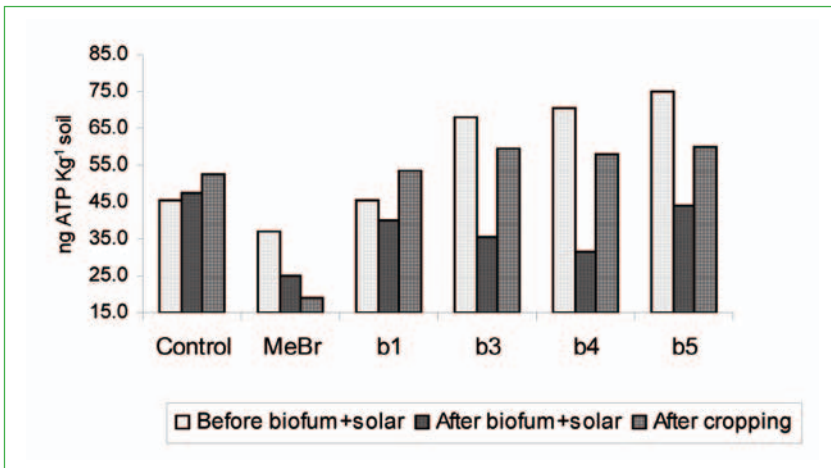


Figura 2. Contenido de ATP de los suelos sometidos a BF y MeBr (LSD $P \leq 0.05 = 10$).

Se procedió al aislamiento de algunos de los microorganismos existentes en el compost con la finalidad de ver cual era su modo de actuación frente a *Fusarium*. Para ello se enfrentaron cada uno de los microorganismos aislados con *Fusarium* en una placa Petri. Los hongos presentaron fundamentalmente: a) micoparasitismo, es decir crecimiento del hongo a base de utilizar como fuente de alimento al patógeno y b) producción de un antibiótico difusible en el medio de cultivo dejando una clara banda de separación entre el patógeno y su antagonista. Las bacterias aisladas solamente mostraba la capacidad de

producción de antibiótico. La acción inhibidora que desempeñan los hongos es mucho más intensa que la ejercida por la bacteria, además de por su propia acción por su capacidad de llegar a más hábitats al presentar mayor biomasa.

5 ► USO DEL COMPOST COMO DESINFECTANTE DEL SUELO

El uso del compost en la agricultura ecológica como fertilizante y control biológico de fitopatógenos puede revolucionar el manejo de los residuos, tanto de origen urbano como agrícolas.

El compost puede ser utilizado en el proceso de **biofumigación-solarización** como alternativa al bromuro de metilo en la desinfección del suelo. La biofumigación-solarización de los suelos es un sistema de desinfección cuyo objetivo principal es la inactivación térmica de la carga patogénica del suelo y de las posibles plagas que pudieran aparecer. Este proceso consiste en la aplicación de compost procedente de residuos agrícolas al suelo (biofumigación) y un posterior recubrimiento de la superficie del suelo con una película de plástico, cuya función consiste en la captación de la máxima radiación solar, aumentando así la temperatura de las zonas cubiertas. En el transcurso de este proceso los niveles de amonio se ven incrementados como consecuencia del proceso de mineralización de la materia orgánica que es rica en nitrógeno. También se aprecia un aumento de compuestos volátiles producidos durante el proceso de descomposición y mineralización de la materia orgánica aplicada. Este sinergismo entre la solarización y la aplicación de materia orgánica ha sido documentado por un gran número de autores, demostrando que se obtienen mejores resultados que aplicando cada tratamiento por separado.

El estudio ha consistido en varios aspectos, en primer lugar, ver si el efecto de este tratamiento puede ser una alternativa real en cuanto a producción y en segundo estudiar el efecto de este proceso sobre la calidad del suelo. Para ello, sucesivos experimentos han sido llevados a cabo, realizando biofumigación-solarización durante la última semana de agosto y el plástico se mantuvo hasta principios de noviembre.

El bromuro de metilo se aplicó a mediados de noviembre y las plantas de pimiento se plantaron a principios de enero. La recolección de las plantas se realizó en la primera semana de agosto. La toma de muestras de suelo se realizó: (1) antes de la biofumigación-solarización y antes de una nueva aplicación de materia orgánica para la biofumigación (20 de agosto 2001), (2) después de la biofumigación o la aplicación de metil bromuro (1 de diciembre 2002) y (3) al final del cultivo, antes de la recolección (16 agosto 2002).

La producción de pimiento fue significativamente menor en las parcelas que no habían sido tratadas. Las parcelas sometidas a biofumigación-solarización presentaron una mayor producción que las parcelas que habían sido tratadas con bromuro de metilo (Tabla 1).

Tabla 1. Producción de pimientos en suelos tratados (Valores comerciales y totales)

	TOTAL	EXTRA	PRIMERA CLASE	SEGUNDA CLASE	TERCERA CLASE
Control	7.82	0.45	2.32	3.60	1.35
MeBr	9.27	0.54	2.76	4.48	1.31
B1	10.16	0.71	3.42	4.72	1.12
B3	10.19	0.73	3.61	4.72	1.00
B4	9.68	0.57	3.41	4.55	1.04
B5	10.30	0.65	3.60	4.87	0.96

Menor diferencia significativa a $P \leq 0.05 = 0.60$; Extra: > 90 mm (> 220g); Primera clase: 80-89 mm (180-220 g); Segunda clase 70-79 mm (120-179 g); Tercera clase: 60-69 mm (85-119 g)

El número de años de biofumigación-solarización no afectaron significativamente a la producción de pimiento. Si vemos los resultados obtenidos podemos pensar que la biofumigación-solarización puede ser más beneficiosa que la aplicación de bromuro de metilo, debido a que la incorporación de materia orgánica al suelo mejora las propiedades físicas, el status nutricional y estimula el crecimiento de los microorganismos beneficiosos en la solución del suelo. Algunos estudios sugieren que la cantidad de materia orgánica que debería ser aplicada en un principio se encuentra alrededor de 10 Kg m⁻² para ser efectivo como desinfectante. Esta cantidad fue la aplicada en este estudio, pero una vez desinfectado el suelo la cantidad de materia orgánica aplicada fue reduciéndose hasta alcanzar los niveles de materia orgánica aplicados por los agricultores para el cultivo de pimiento. Por lo tanto, si esta aplicación es realizada en el tiempo adecuado y se combina con la solarización podemos conseguir desinfectar el suelo y enriquecer el suelo con materia orgánica.

El seguimiento de la posible incidencia sobre la calidad del suelo se realizó mediante numerosos estudios con el fin de poder demostrar que este nuevo método no tenía efecto negativo alguno, así se midió la incidencia sobre la germinación y sobre la luminiscencia de *Vibrio fisheri*, demostrándose que no presentaba inhibición alguna a lo largo de los sucesivos años de aplicación en que la materia orgánica podía acumularse y causar algún efecto, también se estudiaron el efecto sobre parámetros de calidad biológica de suelo, al ser estos parámetros muy sensibles a los cambios que puede haber en el suelo. Se estudió numerosos parámetros biológicos, tanto parámetros generales: ATP, C biomasa, actividad deshidrogenasa la medida de ATP, que nos da una idea del estatus general de los microorganismos del suelo; como parámetros específicos que nos idea del estado de algunos ciclos del suelo como son: actividad fosfatasa (ciclo del fósforo), actividad proteasa y ureasa (ciclo del nitrógeno); actividad celulasa y glucosidasa (ciclo de carbono).

A modo de ejemplo, mostramos en este capítulo la evolución del ATP, un parámetro representativo de la actividad y biomasa microbiana del suelo. Los resultados obtenidos mostraban una disminución del contenido de ATP en las parcelas que habían sido tratadas con bromuro de metilo, lo que indicaba la baja especificidad del tratamiento ya que afectaba de manera irreversible a las poblaciones microbianas naturales del suelo además de eliminar los microorganismos fitopatógenos.

En las parcelas que había aplicado la biofumigación solarización también se apreció una disminución en el contenido de ATP con respecto a la parcela control, pero se observó que los valores iniciales se recuperaban con el paso del tiempo a diferencia de las parcelas en las que se había aplicado el bromuro de metilo. También se vio que el número de años de aplicación de biofumigación-solarización no afecta al contenido de ATP existente en el suelo.

La aplicación de bromuro de metilo provoca la muerte inmediata de la masa microbiana del suelo además reduce las propiedades del suelo. Por otra parte deja residuos produciendo efectos negativos a largo plazo el suelo, en el hombre y el medio ambiente. La biofumigación-solarización también disminuye la masa microbiana del suelo pero a diferencia del anterior esta reducción es menor. Esto nos indica que la biofumigación-solarización puede actuar como biocida eliminando los patógenos nocivos pero sin afectar demasiado a la microbiota natural del suelo. La principal y más importante diferencia entre ambos tratamientos es que en la biofumigación-solarización la biomasa se recupera al final e la estación de la cosecha, mientras que la aplicación de bromuro de metilo elimina la masa microbiana presente.

6 ▶ PRESENTE Y FUTURO DEL COMPOST

Lo mostrado en este capítulo, demuestra con pruebas irrefutables que los composts presentan cierta actividad en el control de enfermedades y por tanto pueden ser una alternativa presente y futura para el control de enfermedades del suelo. Si bien, hoy por hoy, no pueden utilizarse para controlar de forma general todo tipo de enfermedades de planta, si podemos decir que se esta trabajando en este sentido para que cada vez puedan abarcar mas número de enfermedades. Para ello, se está trabajando en distintos frentes, entre los que destaca la utilización de extractos de composts en los que esté focalizada la acción en el control biológico. Así residuos procedentes de la industria alcoholera pueden ser utilizados en el campo de la agricultura ecológica, pues estos son residuos líquidos y se han fraccionado en función de su peso molecular, habiéndose desechado aquellas fracciones que no tienen efecto alguno, concentrando este efecto en las fracciones más activas. De este modo y al ser una fracción líquida, su potencial uso en la agricultura en el riego por goteo.

Otro campo en el que también estamos trabajando es en el aumento en la acción biocontrol de los composts que pueden ser utilizados en agricultura ecológica, para ello se esta localizado el o los agentes antagonistas presentes en los composts, siendo estos

incrementados en los composts para que su acción general sea mucho mayor. En este sentido hemos aislado algunos hongos de composts verdes, demostrando in vitro su acción biocontrol, crecidos en condiciones de laboratorio y vueltos a incorporar a la masa de compost, habiendo demostrado una mejora en la acción biocontrol de estos últimos. En este sentido se está trabajando activamente, bajo el paraguas de dos Proyectos, en las vías adecuadas para mejorar que estos microorganismos activos tengan un mayor efecto y éxito de supervivencia al volver a ser reincorporados a los composts.

La utilización de extractos de composts es otra vía que no queremos dejar de nombrar. Estos extractos de composts están siendo utilizados en forma de fumigante sobre las hojas y frutos de distintos cultivos, así como también empiezan a ser utilizados como conservantes de los productos hortícolas y frutas en poscosecha.

Por ello tenemos un futuro dentro del campo de la agricultura ecológica lo suficientemente halagüeño como para animar a distintos Grupos de investigación a profundizar en estos estudios.

Una línea de investigación en la que hoy en día se está trabajando, es el uso de composts como portadores de agentes biológicos. La heterogeneidad existente en los composts, donde es posible que un microorganismo determinado este presente o no, podría ser solventado inoculándolo, es decir, incrementando el número de individuos del microorganismo deseado, haciéndolo potencialmente mas efectivo. En nuestro laboratorio se están realizando estudios para mejorar la supervivencia de los microorganismos inoculados en el compost. En la actualidad, distintos substratos orgánicos están siendo inoculados con *Bacillus sp*, *Pseudomonas sp* y *Trichoderma sp* para combatir los efectos de microorganismos patógenos como *Pythium ultimum* y *Phytophthora sp*.

7 ► BIBLIOGRAFÍA

- **PASCUAL, J. A. 1996**

Efectividad de los residuos orgánicos urbanos en la mejora de la calidad de suelos áridos: aspectos biológicos y bioquímicos. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia.

- **PASCUAL, J. A.; ROS, M.; GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, T. Y MORENO, J. L. 2000**

Presente y futuro de los compost como biopesticidas. En: Phytoma 123-126.

- **PASCUAL, J. A.; LYNCH, J. M.; DE LEIJ, F. D.; HERNANDEZ, T. Y GARCÍA, C. 1999**

Long-term suppression of *Pythium ultimum* in arid soil using fresh and composted municipal wastes. Biology and Fertility of Soils (In press)

- **PASCUAL, J. A., HERNANDEZ, T.; GARCÍA, C.; LERMA, S. Y LYNCH, J. M. 2002**

Effectiveness of municipal waste compost and its humic fraction in suppressing *Pythium ultimum*. Microbial Ecology 44: 59-68.

EFECTO DE LA BIOFUMIGACIÓN SOBRE *Fusarium oxysporum* f.sp. *Radicis cucumerinum*

**BOIX, A.; SANTOS, M.; DIÁNEZ, F.; DE CARA, M.; MARTÍNEZ, R. E.; GÁMEZ, I.;
BLANCO, R. Y TELLO, J.**

Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
Carretera Sacramento, s/n. La Cañada de San Urbano. 04120 Almería
E-mail: msantos@ual.es

RESUMEN

La acción de los microorganismos sobre la materia orgánica durante su descomposición produce gran cantidad de productos químicos que pueden actuar en el control de los patógenos del suelo. Entre estos productos se cuenta con sustancias como fenoles, oxalatos y fosfatos, que estimulan el desarrollo de organismos del suelo como rizobacterias, que pueden inducir resistencia en las plantas a los organismos causantes de plagas y enfermedades. El objetivo principal de este proyecto, es determinar, mediante un ensayo "in vitro", la eficacia biofumigante de cuatro restos de cultivos hortícolas locales en el control del hongo fitopatógeno de origen edáfico *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* (FORC). Se ha utilizado como material vegetal biofumigante hojas sanas de pimiento, tomate, calabacín y pepino, en dosis de 75 g y 100 g. Estudiando la eficacia biofumigante de dicho material vegetal sobre los patógenos inoculados usando macetas de cierre hermético, para evitar los escapes de los gases producidos en la biofumigación, con vermiculita esterilizada como sustrato. Para comprobar los efectos biocidas y/o bioestáticos del material biofumigante frente a los patógenos, una vez finalizada la biofumigación cuya duración fue ensayada a tres tiempos distintos de permanencia 20, 30 y 40 días, se sembraron plantas susceptibles de enfermar, melón para el caso de FORC. La relación patógeno/hospedador susceptible fue comprobada mediante un ensayo de poder patógeno previo a la biofumigación.

Para ello se realizaron 4 tratamientos, en el tratamiento 1, se añadió a la vermiculita hojas del material vegetal más el patógeno, en el segundo tratamiento solo se añadieron las hojas, en el tercero solo patógeno y en el cuarto solo se le añadió agua al sustrato. El éxito biocida y/o bioestático del material biofumigante se ha evaluado atendiendo a la presencia en el sustrato después del proceso de biofumigación de *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* y los síntomas que las enfermedades que estos patógenos producen en las plantas utilizadas, así como sus valores de peso y altura, después de la finalización del ensayo, de las plantas utilizadas como indicadores, para comprobar el efecto del material vegetal en el proceso de biofumigación. En los ensayos realizados se han establecido las repeticiones necesarias para obtener significación en el tratamiento estadístico de los datos obtenidos. Los resultados obtenidos han mostrado que existe una elevada presencia de FORC, después del proceso de biofumigación, además este patógeno ha sido capaz de enfermar a un gran número de plantas de melón, siendo independiente del material vegetal utilizado, la dosis y el tiempo de permanencia.

PALABRAS CLAVE: BIOFUMIGACIÓN, *FUSARIUM OXYSPORUM* F.SP. *RADICIS CUCUMERINUM* Y RESTOS VEGETALES

1 ► INTRODUCCIÓN

Los investigadores y técnicos en agricultura se están enfrentando a uno de los mayores retos de los últimos años, el de encontrar alternativas al bromuro de metilo, BM y en general a los pesticidas para controlar plagas y enfermedades de las plantas por sus efectos negativos para el ambiente y la salud de los ciudadanos. Concretamente en España afecta a 8000 ha de cultivo, principalmente hortalizas y frutales. La alternativa que se proponga debe de ser eficaz, no impactar sobre el medio ambiente, ser económica y socialmente viable, características que no han sido hasta ahora exigidas a ningún pesticida.

Por todo ello, se plantea la necesidad e aplicar criterios ecológicos en agricultura que permitan conocer cuales son los elementos y procesos claves en el funcionamiento de los cultivos, para así proponer una alternativa duradera al uso de BM. En relación a la búsqueda de alternativas al BM se ha elegido la función de la materia orgánica, puesto que a través de los procesos de biodescomposición se producen gases capaces de controlar los patógenos de los vegetales. Este proceso se ha definido como biofumigación.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

En el ensayo de biofumigación, se seleccionó un aislado de FORC y se inoculó sobre una mezcla de vermiculita esterilizada más cuatro materiales vegetales diferentes por separado (tomate, pimiento, calabacín y pepino), que se introdujeron a dos dosis, 75 g y 100 g. Esta mezcla se tuvo cerrada durante tres tiempos distintos (20, 30 y 40 días) para comprobar posteriormente el efecto de la biofumigación sobre el hongo patógeno inoculado.

Este ensayo se dividió en dos partes en una tanda se introdujeron como materiales vegetales hojas de tomate y de pimiento y en la segunda tanda, hojas de calabacín y pepino.

Materiales

Como **sustrato** se utilizó vermiculita exfoliada, esterilizada en el autoclave durante 1h a "120 °C". En cada contenedor se introdujeron 300 g de sustrato, que se compactaron hasta un volumen de 1 l, con objeto de aumentar la densidad aparente y asimilarla a la del suelo. Los **materiales vegetales** utilizados para la biofumigación fueron hojas frescas de pimiento, tomate, calabacín y pepino, picados y mezclados con el sustrato y el patógeno. El **contenedor** utilizado es de forma cilíndrica con 34 cm de altura y 19 cm de diámetro y con una tapadera que permite su cierre hermético, ya que se trata de no dejar escapar los gases que se producen en la descomposición de la materia orgánica. El **hongo inoculado** procedía de la Finca La Orden (S.I.A.,Extremadura), cedidas por la Dra. C. Rodríguez. Siendo el aislado el correspondiente al código "J1".

El medio de cultivo utilizado para detectar la presencia de FORC una vez finalizados los ensayos fue Komada (Komada 1995; modificado por Tello *et al* 1991). El material vegetal utilizado como plantas indicadoras fue pimiento de la variedad Infante

Métodos

• Preparación de la biofumigación

Comenzó con el etiquetado de los contenedores, en cada código se indica los tratamientos (añadiendo material vegetal más patógeno, solo material vegetal, solo patógeno y solo agua a la vermiculita) y factores (material vegetal utilizado, dosis, tiempo de permanencia y repetición) de cada contenedor.

Los siguientes pasos fueron, esterilización de la vermiculita y recolección y preparación del material vegetal, y una vez pesadas las diferentes dosis se procedió a su depósito en los contenedores.

Para la preparación del inóculo fueron necesarios 45 placas de Petri de 90mm de diámetro, con medio de cultivo PDA sobre el que crecía FORC siendo repicadas 10 días antes de la inoculación, preparando para cada contenedor 50 ml de suspensión de inóculo valor próximo al 60% de la capacidad de campo de los contenedores con el sustrato. Una vez que tenemos sustrato, material y hongo en el contenedor se procedió a su mezcla homogénea y su cierre hermético, comenzando a partir de este momento a contar el tiempo de ensayo en cada caso 20, 30 o 40 días.

• Toma y procesado de las muestras una vez finalizado el proceso de biofumigación

Una vez realizado el proceso de extracción de las muestras que consistía, mediante unas tenazas y un sacabocados, en extraer una cantidad aproximada de 50 g de muestra que se depositaba en unos contenedores, entre muestra y muestra se flameaba el material para evitar así posibles contaminaciones entre las muestras de los diferentes contenedores.

Para determinar el efecto de la biofumigación sobre FORC, se analizaron las muestras de sustrato extraídas para conocer su flora fusárica, estas muestras tuvieron que ser diluidas en talco ya que presentaban un número tan elevado de colonias que según describe Rodríguez Molina (1996) su conteo resultaba dificultoso e inexacto.

En la determinación del efecto de la biofumigación sobre las plantas indicadoras, se utilizaron plantas de melón sensibles a FORC para observar la reacción ante los distintos tratamientos del ensayo de biofumigación. Pudiendo así observar el grado de coherencia existente entre la presencia de FORC después de la biofumigación en el sustrato y la mortandad de las plantas indicadoras. Observando los síntomas de las plantas enfermas y

con extracción de las plantas afectadas a lo largo del ensayo, podemos realizar la curva de la enfermedad

Toma de datos de peso y altura de las plantas que sobrevivieron 50 días para poder observar el efecto de la materia orgánica en las plantas indicadoras. Pesando y midiendo todas las plantas después de tiempo de ensayo.

- **Estas son las preguntas a las que buscamos respuesta**

¿Qué efecto produce la biofumigación sobre FORC?, ¿Qué ocurre con su capacidad de producir enfermedad?, ¿Cómo afecta sobre su crecimiento y desarrollo la incorporación de materia orgánica?, ¿Qué material vegetal biofumigante es más eficaz en el control de FORC o produce un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas?, ¿A que dosis? y ¿A que tiempo de permanencia?.

3 ▶ DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Para evaluar “in vitro” la acción biofumigante de cuatro materiales vegetales sobre el hongo *Fusarium oxysporum* f sp *radicis cucumerinum* a dos dosis distintas sin realizar mezcla alguna entre ellos.

Realización de cuatro ensayos distintos o tratamientos

▶ Tratamiento 1

Para cada tiempo de extracción se mezcla cada material vegetal a las dos dosis de ensayo con el patógeno y la vermiculita, todo con tres repeticiones, en total 72 contenedores. 36 para pimiento y tomate y 36 para pepino y calabacín.

▶ Tratamiento 2

Sólo se añadió a la vermiculita el material vegetal para los tres tiempos de permanencia y las tres repeticiones. 72 contenedores repartidos igual que el tratamiento 1.

▶ Tratamiento 3

Únicamente FORC a la vermiculita para los 3 tiempos y 3 repeticiones: 18 contenedores. 9 para 1 ensayo y 9 para el otro.

▶ Tratamiento 4

Sólo agua a la vermiculita para introducirle las mismas condiciones de agua que a los anteriores. 18 contenedores igual que tratamiento 3.

La comparación de los diferentes controles mostrará, fundamentalmente, en qué grado ha habido control de los patógenos inoculados y cómo han respondido la planta a la biofumigación.

4 ► RESULTADOS

Cuantificación del número de colonias de *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis cucumerinum*

Haciendo uso de la dilución 1:10 cuando fue necesario, se cuantificó sobre medio de cultivo Komada el número de colonias de FORC después de la biofumigación. Los análisis mostraron no sólo presencia de la forma especializada de *Fusarium oxysporum* sino que también se detectaron, por orden de menor a mayor presencia, *Fusarium solani*, *F. roseum* y *F. moniliforme*. Estas especies no inoculadas se incluyen dentro de la filosfera del material vegetal incorporado (Tello 2003, comunicación personal).

Parece importante señalar que en el caso del reconocimiento de *F. oxysporum* no se distinguió si se trataba o no de la forma especializada inoculada, por lo que no se ha podido cuantificar, como en el caso de *F. solani*, *F. moniliforme* y *F. roseum*, la cantidad de *F. oxysporum* aportada por el material vegetal en el caso del tratamiento donde se realizó la mezcla de hojas más patógeno (tratamiento 1).

Los valores de presencia de *Fusarium oxysporum* detectada en los tratamientos establecidos, indica que la presencia de FORC es mayoritaria para el tratamiento donde se inóculo el patógeno, tratamiento 3, aunque este valor no es muy diferente al del tratamiento donde se inóculo el patógeno y el material vegetal, tratamiento 1.

El valor de colonias de *Fusarium oxysporum* cuando únicamente se incorporaron hojas, tratamiento 2, es bastante elevado (representa un 60% de las colonias de FORC detectadas en el tratamiento 1), en el tratamiento donde sólo se añadió agua, tratamiento 4, se señala la esperada nula presencia de cualquier *Fusaria*.

Los resultados del efecto sobre la presencia de FORC de los distintos materiales vegetales biofumigantes indica que, para el tratamiento 1 y 2, es el calabacín el material vegetal que presenta el valor más bajo de unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (17215 ± 10078), seguido del tomate (21154 ± 4755), pimiento (63189 ± 19964) y el pepino (81558 ± 33724), como material que peores resultados ha ofrecido.

Resulta difícil establecer, para el tratamiento 1, el efecto sobre la presencia de FORC de las distintas dosis de materiales vegetales biofumigantes. Aunque existe diferencia apreciable entre el valor medio del grupo de dosis de 5 g, 10 g y 20 g (10196 ± 2169), el

valor medio del grupo de dosis de 30 g, 40 g y 50 g (10225 ± 3338) y las dosis mas altas, 75 g y 100 g (38838 ± 14799).

Viendo un aumento de la presencia de *F. oxysporum* al aumentar la dosis de aplicación en el tratamiento 1 y 2. Se destaca que en este tratamiento 2, los valores de presencia son inferiores a los del tratamiento 1, menos el *F. roseum* en tomate y *F. moniliforme* en pepino.

Los resultados del efecto sobre la presencia de FORC de los distintos tiempos de permanencia de la biofumigación se muestran que, en el tratamiento 1 y 2, el valor de densidad de población en unidades formadoras de colonias por gramo de suelo, aumenta al pasar de 20 días (21887 ± 7722) a 30 días (63736 ± 21579), para volver disminuir ligeramente a los 40 días (54028 ± 23351) después del inicio de la biofumigación. Siendo los valores parecidos al los del tratamiento 3, para 20 días (39552 ± 8487), para 30 días (53956 ± 16279), para 40 días (66211 ± 21853).

Actividad de *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis cucumerinum* después de la biofumigación

El tratamiento 1, presenta el valor más elevado de mortandad con un 81%, seguido del tratamiento 3, con 68.4% y el tratamiento 2 con 58.2%, en el tratamiento donde únicamente se añadió agua, tratamiento 4, no se observó muerte alguna, independientemente del tiempo de permanencia y del grupo de dosis aplicadas.

Esto apunta en la dirección señalada, no existe efecto claramente positivo de la biofumigación, no solo sobre la presencia de *Fusarium oxysporum* f sp *radicis cucumerinum* sino que tampoco sobre su actividad como organismo patógeno. Finalmente se señala que los datos de mortandad presentados coinciden cualitativamente con los valores cuantificados de u.f.c./g suelo de FORC. Esto quiere decir que en los tratamientos donde se cuantificó mayor presencia de FORC es donde se ha producido mayor mortandad de plantas (tratamientos 1 y 3).

Atendiendo al tipo de material, en el tratamiento 1, es el tomate es el material que presenta el menor porcentaje de mortandad con 75.8%, seguido del calabacín 78.6%, pepino con 83.3% y el pimiento con 96.3%.

En el tratamiento 2, los porcentajes de mortandad por introducción de hongos patógenos junto con el material vegetal presente un orden muy parecido al ya enumerado: pepino y calabacín, conservan la primera y segunda posición respectivamente, mientras que el pimiento sigue teniendo los valores más bajos. Esta situación apunta hacia una discriminación del poder biofumigante de cada uno de los materiales.

Podemos observar que el porcentaje de plantas muertas atendiendo a la dosis de aplicación de la materia orgánica, teniendo en cuenta los resultados obtenidos por (Criado, 2003), en su

ensayo de biofumigación con dosis menores de materia orgánica, va disminuyendo a medida que aumenta la dosis de materia orgánica introducida, pero al pasar los 50 g, se produce un ligero aumento en la mortandad de plantas. Siendo las dosis entre 5g y 30g las que presentan una mayor mortandad en el ensayo.

El efecto del tiempo de permanencia de biofumigación sobre el número total de plantas muertas para el tratamiento 1 es, 77.7% de mortandad para 20 días, 88.1% para 30 días y 84.6% para 40 días y el tratamiento 3 con 55.8% de mortandad para 20 días, 68.4% para 30 días y 77.7% para 40 días, presentando valores muy parecidos de mortandad independientemente del tiempo de permanencia de la biofumigación.

Efecto de la biofumigación sobre las plantas de melón utilizadas como indicadoras

El peso y la altura son los parámetros utilizados para cuantificar el efecto de la biofumigación sobre las plantas indicadoras. El valor del tratamiento donde sólo se inoculó patógeno, tratamiento 3, es tanto para el peso como la altura, superior al del tratamiento 1 y 2, lo que confirma el efecto negativo de la materia orgánica ya señalado.

Además las plantas que lograban desarrollarse sobre los contenedores del tratamiento donde solo se inoculó patógeno, así como sobre aquellos a lo que únicamente se les añadió agua, presentaban los mejores valores de peso y altura.

El calabacín es el material que mejores resultados ha ofrecido para la altura, mientras que el pepino seguido del calabacín han sido los materiales que han ofrecido los mejores resultados para el peso.

Se observan para los dos tratamientos considerados, tratamiento 1 y 2, tendencias erráticas y dispares del peso y la altura en función de la dosis de material vegetal aplicada. Sobre el efecto del tiempo de permanencia de la biofumigación sobre el peso y la altura de las plantas indicadoras, se destaca que, para el tratamiento 1 y 2, los valores de peso y altura obtenidos son menores para 40 días que para 20, lo que indica el efecto positivo del aumento del tiempo de biofumigación.

5 ► DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos han mostrado una elevada presencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis cucumerinum*, después del proceso de biofumigación en las condiciones de ensayo. Además de ser detectado, el patógeno ha sido capaz de enfermar y matar a un gran número de las plantas de melón utilizadas como indicadores. La situación descrita ha ocurrido independientemente de los cuatro materiales utilizados (pimiento, tomate, pepino

y calabacín), de las dos dosis aplicadas (75 g, y 100 g) de los tres tiempos de permanencia (20, 30 ó 40 días).

Las causas de esta ineficacia del proceso están sustentadas, probablemente, por el enfoque reduccionista del patosistema que ha sido “elaborado” y objeto de estudio en el laboratorio. Deteniéndose en el enfoque del trabajo de investigación aquí planteado se destacan a continuación varios aspectos del mismo: sustrato utilizado, el grado de descomposición de la materia orgánica aplicada, y la temperatura a la que ha tenido lugar la biofumigación.

La utilización como sustrato de *vermiculita* como indican, Bures, (1997) y Urrestarazu (1997), por sus condiciones de obtención industrial se transforma en un sustrato inerte y por tanto presenta una presencia nula de microorganismos que pueden interactuar con el material vegetal aportado, con los que podría establecer relaciones de antagonismo y competición. La gran cantidad de plantas muertas provocadas por el patógeno durante el ensayo estaría en consonancia con la descripción de la gravedad de la enfermedad de origen telúrico que hacen Tello y Lacasa (1990).

La *materia orgánica* es, al hilo de lo expuesto, la única modificación del sustrato que, en este trabajo, pretende conseguir, mediante el proceso de biofumigación, la eliminación del patógeno o el control de su actividad como tal. Bello (2001) indica que, en la biofumigación debe de estar en vías de descomposición. Al realizar la apertura de los contenedores solo algunos presentaban vapor de agua condensado, síntoma de la actividad microbiana en la parte inferior de la tapadera así como un olor a amoníaco, apareciendo trozos de la materia orgánica sin descomponer.

La *temperatura* a la que ha tenido lugar la biofumigación 25 °C, no coincide con las indicaciones dadas por De Cara García (2002), el autor indica que las temperaturas elevadas, favorecen el desarrollo de las poblaciones de poblaciones de microorganismos descomponedores en el medio telúrico, por lo que los efectos de la biofumigación se verán aumentados. El motivo por el que no se ensayaron temperaturas más elevadas fue doble, por un lado el gran coste energético y la dificultad técnica de mantener una temperatura elevada y constante en un recinto cerrado y por otro lado alcanzar una temperatura de 35°C - 40 °C para favorecer la descomposición de la materia orgánica podría alcanzar o superar según Messiaen et. Al. (1995) la temperatura máxima para el crecimiento de *Fusaria*.

Aunque no ha habido control de FORC, un hecho positivo se ha observado en las condiciones del ensayo, tras el proceso de biofumigación el material vegetal no ha dado lugar a compuestos tóxicos para el desarrollo de las plantas de melón.

Finalmente hay que señalar que la incorporación de hongos junto con el material vegetal, que se advirtió al realizar los análisis del sustrato del control donde solo se habían incorporado hojas, presentando además un comportamiento patógeno.

6 ▶ CONCLUSIONES

Los resultados que se muestran aquí revelan la alta presencia de FORC después del proceso de biofumigación, manteniendo intacta su capacidad para enfermar a las plantas de pimiento utilizadas como indicadores, independientemente del material vegetal biofumigante, la dosis aplicada y el tiempo de permanencia tras 50 días de ensayo

Estos datos reflejan un comportamiento diferente del patógeno ante la adición o no de materia orgánica: al añadir materia orgánica el patógeno se ha conservado mejor. Siendo el calabacín y tomate los materiales que, mejores aunque no positivos, resultados ha obtenido. Sin diferencia entre las dos dosis ensayadas y los tiempos de permanencia.

7 ▶ BIBLIOGRAFÍA

• **BELLO, A.; LÓPEZ, J. A. Y TELLO, J. 2001**

El bromuro de metilo como fumigante del suelo: alternativas. Vida rural 131, 22-27.

• **BURÉS, S. 1997**

Sustratos. Ediciones agrotécnicas. Madrid. 243.

• **CRiado, J. 2003**

Papel biofumigante de los restos de cosecha de plantas horticolas sobre hongos fitopatógenos de suelo. EPS. Ing. Agrónomo. Universidad de Almería.

• **DE CARA GARCÍA, M. 2002**

Control mediante biofumigación de los nemátodos de los quistes *Globodera rostochinensis* y *G. pallida* en cultivo de patata extratemprana, en el termino municipal de Motril (Granada). EPS. Ing. Agrónomo. Universidad de Almería. Proyecto monográfico Fin de Carrera. 167 pp.

• **MESSIAEN, C. M. 1995**

Enfermedades de las hortalizas. Ed.Mundi-Prensa; 576 pp.

• **RODRÍGUEZ MOLINA, C. 1996**

Ensayo de caracterización de suelos agrícolas y forestales de Extremadura tomando como indicadores a *Fusarium Link* y *Pythium Pringsheim*: La representatividad de muestreo. Tesis Doctoral, ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, 209 pp.

• **TELLO, J. Y LACASA, A. 1990**

Fusarium oxysporum en los cultivos intensivo del litoral mediterráneo en España. Fases parasitarias y no parasitarias. Bol.San.Veg., Fuera de serie 19, 190.

• **URRESTARAZU, M. 1997**

Manual de cultivo sin suelo. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería. 131.

EMPLEO DE PLANTAS RESERVORIO EN EL CONTROL DE PULGONES EN PIMIENTO

CALVO, J.⁽¹⁾ Y **BELDA, J. E.**⁽²⁾

Dpto. I + D Koppert Biological Systems
Finca Labradorcico del medio, 65. Apartado 286. 30880 Águilas (Murcia)
E-mail: jcalvo@koppert.es⁽¹⁾ / jbelda@koppert.es⁽²⁾

RESUMEN

El cultivo de pimiento es uno de los principales cultivos hortícolas en España y en zonas como el Campo de Cartagena es el cultivo hortícola de mayor importancia económica. Esta zona es una de las pioneras en España en el empleo de enemigos naturales como base para el control de plagas. A su vez, es cada vez mayor la superficie de pimiento de tipo ecológico que se cultiva en esta zona. Por sus peculiaridades, este cultivo y especialmente con este tipo de manejo es especialmente susceptible al ataque de especies de pulgones plaga, entre las que destacan *Myzus persicae* (Sulzer), *Aphis gossypii* Glover, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) y *Aulacorthum solani* (Kaltenbach). Por sus características biológicas los pulgones pueden desarrollarse de modo muy rápido, pudiendo ocasionar graves daños en pimiento. Es por ello que se precisa de herramientas que permitan un control eficaz, tanto preventivo como a lo largo de todo el ciclo de cultivo. A ese respecto, a partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo las plantas reservorio son un arma eficaz y sobre todo económica, que ha posibilitado el control de las diferentes poblaciones de pulgones plaga que han aparecido, sirviendo como método de introducción, reservorio y multiplicación de la avispa parásita *Aphidius colemani* Viereck (Hym: Braconidae). No se logró, sin embargo, un buen establecimiento de *Episyrphus balteatus* (de Geer) (Diptera: Syrphidae), *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae) ni de *Adalia bipunctata* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae).

PALABRAS CLAVE: CONTROL BIOLÓGICO, PARASITISMO, DEPREDADORES Y EFICACIA PCR

1 ► INTRODUCCIÓN

El cultivo de pimiento es uno de los cultivos hortícolas más importantes en España puesto que en 2001 se cultivaron un total de 22.786 ha con una producción total de 979.151 toneladas (M.A.P.A., 2002). En Comunidades Autónomas como la Región de Murcia y Andalucía es también un cultivo con una gran repercusión económica, ya que el mismo año fueron dedicadas al cultivo de esta hortaliza una superficie de 1.779 ha y 12.557 ha respectivamente (M.A.P.A., 2002). Por otro lado, determinados factores como la creciente demanda de productos con bajo contenido en residuos químicos, la desaparición de gran cantidad de materias activas, las subvenciones públicas para el incremento del uso de métodos de control de plagas no químicos y la demostración de los beneficios del control biológico, han posibilitado que cada vez sea mayor la superficie de pimiento cultivada bajo control biológico (Castañe, 2002).

En 2001 unas 1.000 ha de pimiento fueron cultivadas bajo control biológico entre Almería y Murcia (Castañe, 2002) y en 2002, en la Región de Murcia, fueron cultivadas un total de 900 ha (aprox. el 55% del total de la superficie) de pimiento (Van del Blom, 2002). Dentro de este porcentaje se incluyen los invernaderos de tipo ecológico. La zona pimentera más importante de la Región de Murcia es el Campo de Cartagena, zona que es también pionera en el uso de planes de control de plagas basados en la utilización de enemigos naturales.

Entre las diferentes plagas que afectan a los cultivos ecológicos de pimiento del Campo de Cartagena destacan la mosca blanca, trips y los pulgones. Las dos primeras cuentan con enemigos naturales muy eficaces, como son *Eretmocerus mundus* Mercet (Calvo *et al.* 2002; Urbaneja *et al.* 2002) para el caso de la mosca blanca y *Orius laevigatus* (Fieber) y *Amblyseius cucumeris* Oudemans para el control de trips (Sánchez *et al.* 2000; Lacasa y Sánchez 2002). En los cultivos bajo un tipo de manejo convencional o integrado los pulgones no suelen resultar peligrosos dado que son controlados, normalmente, por los plaguicidas específicos para pulgones u otros que se emplean para otras plagas, sin embargo, en los cultivos bajo un tipo de manejo integrado, en los que las materias activas empleadas son más selectivas, se hace necesario muchas ocasiones el empleo de enemigos naturales.

Por otro lado, los invernaderos de pimiento de tipo ecológico son especialmente sensibles a las infestaciones de pulgones, ya que el número de materias activas es muy reducido y en general poco eficaces contra los áfidos, pero que sin embargo resultan en muchos casos poco respetuosas con los enemigos naturales introducidos <http://www.koppert.nl/s0110.html> [Consulta: Junio 2004], cuya introducción es necesaria en este tipo de manejo. Las especies de pulgones más importantes que afectan al cultivo de pimiento en la zona del Campo de Cartagena son *Myzus persicae* (Sulzer), *Aphis gossypii* Glover, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) y *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) (García Mari *et al.* 1994; Llorens, 1990).

Los pulgones ocasionan unos daños característicos que son comunes entre las especies, si bien en función de esta pueden ser más o menos intensos (García Mari *et al.* 1994;

Llorens 1990; De Liñan 1998). Estos daños comunes se caracterizan por la absorción de fluidos internos de la planta que deriva en la deformación de puntos de crecimiento y en la acumulación de melaza sobre la planta, que indirectamente causan la aparición de negrilla (De Liñan 1998; García Marí *et al.* 1994; Llorens, 1990). *A. solani* es, de las especies señaladas anteriormente, la más peligrosa, ya que con bajos niveles de población puede causar importantes deformaciones y decoloraciones en la planta.

En la zona del Campo de Cartagena las diferentes especies aparecen de forma escalonada a lo largo de la campaña. Al inicio (Diciembre-Enero) suelen aparecer los primeros focos de *A. gossypii* y *M. persicae*. Más adelante, a mediados de campaña (Abril-Mayo) y en función de la climatología, aparecen *A. solani* y *M. euphorbiae*, siendo esta última, por lo general, algo más precoz en su aparición. Una vez han aparecido, su incidencia es continua hasta el final de la campaña. Por tanto, los pulgones son un problema continuo a lo largo de la campaña. Además, los áfidos son especies que pueden desarrollarse muy rápidamente (De Liñan 1998). Todo ello hace necesario un estrecho seguimiento del cultivo para detectar su aparición. En la actualidad, existe gran cantidad de enemigos naturales que se pueden emplear para el control de pulgones (Malais y Ravensberg, 2003), si bien introducir un gran número de especies complica y encarece el sistema de control. Ha de buscarse, por tanto, soluciones que posibiliten un control preventivo y que nos ayuden al control de las poblaciones de pulgones durante todo el ciclo. Además debe usarse un número reducido de especies de enemigos naturales y sobre todo estas soluciones han de ser económicas y fáciles de usar. Una herramienta que cumple todos estos requisitos, son las plantas reservorio de parasitoides/depredadores. Las características y el manejo de las mismas fueron descritos por Calvo y Urbaneja (2003). Las plantas reservorio son una herramienta ya conocida que no ha sido únicamente empleada en el control de pulgones (Bennison y Corless 1992; Mulder *et al.* 1999; Calvo y Urbaneja 2003), sino para un gran número de plagas (Sánchez *et al.* 2003; Stacy 1997; Goolsby, y Ciomperlik 1999; Hoddle *et al.* 1998) demostrando en muchos casos una gran contribución en el control de las mismas.

Como ya se dijo anteriormente, las primeras especies de pulgones que aparecen en los cultivos de pimiento ecológico en la zona del Campo de Cartagena son *M. persicae* y *A. gossypii*. Esto implica que sus poblaciones deban ser controladas eficazmente con el fin de que a lo largo de la campaña no alcancen niveles que pudieran ser dañinos para el cultivo. Además, debe tenerse en cuenta la aparición de hiperparásitos, los cuales pueden restar eficacia a los parasitoides. Para contrarrestar estos y poder mantener un buen control de los pulgones plaga pueden introducirse especies de depredadores. Existen disponibles comercialmente diversas especies de parasitoides y depredadores (Koppert 1999), siendo *Aphidius colemani* Viereck el más empleado para el control de *M. persicae* y *A. gossypii*. El objetivo del presente trabajo fue el estudio de la eficacia en el control de *M. persicae* y de *A. gossypii* de *A. colemani*, usando como método de introducción las plantas reservorio. Además, con el fin de contrarrestar la aparición de hiperparásitos, se estudio el establecimiento y la contribución al control de los depredadores *Adalia bipunctata* Linnaeus, *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) y *Episyrphus balteatus* (De Geer).

2 ▶ MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se inició el 7-1-04 y finalizó el 12-5-04, intentando abarcar el periodo de mayor impacto de las dos especies de pulgón objeto del presente estudio.

Invernaderos

Se seleccionaron un total de tres invernaderos de pimiento de cultivo ecológico de la zona del Campo de Cartagena. Todos los invernaderos tenían cubierta plástica y dos de ellos eran de tipo multitúnel con una superficie de 8000 y 8500 m² y el otro era de tipo parral de 6000 m². Los dos primeros estaban situados en la zona del Mirador y otro en la zona de Lo Romero. La variedad de pimiento fue Rivera y las fechas de plantación fueron, respectivamente, el 23-12-04, 24-12-04 y el 30-12-04.

Enemigos naturales y plantas reservorio

Las plantas reservorio, las avispas parásitas *A. colemani* y el resto de enemigos naturales liberados en los invernaderos durante el ensayo fueron suministradas por Koppert B. S. Las dosis de suelta y el momento de realización de las mismas se muestran en el Cuadro 1.

Muestreo

Se iniciaron en la primera semana del ensayo y se repitieron con una frecuencia semanal. En cada uno de ellos, y en cada uno de los invernaderos, se realizaba una búsqueda por el cultivo con el fin de encontrar, hasta un máximo de 10 por invernadero, los posibles focos de pulgón existentes. Cada uno de los focos era marcado y se anotaba la especie de pulgón.

A su vez, en cada uno de los focos se muestreaban 6 plantas al azar, seleccionándose en cada una de ellas 3 hojas, cada una, a su vez, perteneciente a un estrato diferente de la planta (Superior, Medio, inferior). En cada una de las hojas se anotaba el número de pulgones, número de pulgones parasitados (momias), mariquitas (número de adultos, de larvas y de huevos), crysopas (número de adultos, de larvas y de huevos), sírfidos (número de huevos y de larvas) y *Aphydoletes* spp. (número de larvas).

Para el seguimiento de las plantas reservorio, en cada uno de los invernaderos, de cada una de las introducciones realizadas, se seleccionaban al azar semanalmente tres plantas reservorio. En cada una de estas se observaban 5 plantas, anotándose en cada una de ellas el número de pulgones, el número de momias, mariquitas (número de adultos, de larvas y de huevos), crysopas (número de adultos, de larvas y de huevos), sírfidos (número de huevos y de larvas) y *Aphydoletes* spp. (número de larvas).

Cuadro 1. Introducciones y dosis de suelta de *A. colemani*, de planas reservorio y del resto de auxiliares en el invernadero 1. También el total de las introducciones y la dosis expresada en individuos/m²

FECHA	INVERNADERO 1				
	<i>A. colemani</i>	<i>E. balteatus</i>	<i>A. aphidimyza</i>	Mariquitas	Planta reservorio
14/01/04	500				6
21/01/04					
28/01/04	1.000				
11/02/04	1.500				
18/02/04	1.500				
25/02/04	2.500				4
12/03/04		50	500		
19/03/04				200	
31/03/04				200	
17/04/04		75			
24/03/04		100	500		
31/03/04		100			
07/04/04		100			4
14/04/04		100	500		
21/04/04		50	500		
TOTAL	7.000	575	2.000	400	14
TOTAL (ind/m²)	0,875	0,072	0,25	0,05	0,002

Sigue en la página siguiente ►

Cuadro 1. Introducciones y dosis de suelta de *A. colemani*, de planas reservorio y del resto de auxiliares en el invernadero 2. También el total de las introducciones y la dosis expresada en individuos/m²

FECHA	INVERNADERO 2				
	<i>A. colemani</i>	<i>E. balteatus</i>	<i>A. aphidimyza</i>	Mariquitas	Planta reservorio
14/01/04	500				6
21/01/04					
28/01/04	1.000				
11/02/04	1.000				
18/02/04	1.500				
25/02/04	2.500				4
12/03/04		50	500		
19/03/04				100	
31/03/04				200	
17/04/04		75			
24/03/04		100	500		
31/03/04		100			
07/04/04		100			4
14/04/04		100	500		
21/04/04		50	500		
TOTAL	6.500	575	2.000	300	14
TOTAL (ind/m²)	0,765	0,068	0,24	0,035	0,002

Sigue en la página siguiente ►

Cuadro 1. Introducciones y dosis de suelta de *A. colemani*, de planas reservorio y del resto de auxiliares en el invernadero 3. También el total de las introducciones y la dosis expresada en individuos/m²

FECHA	INVERNADERO 3				
	<i>A. colemani</i>	<i>E. balteatus</i>	<i>A. aphidimyza</i>	Mariquitas	Planta reservorio
14/01/04					
21/01/04					5
28/01/04	2.000				
11/02/04	1.500				
18/02/04					
25/02/04					3
12/03/04			500		
19/03/04					
31/03/04					
17/04/04					
24/03/04		100	500		
31/03/04		100			
07/04/04		100			4
14/04/04		100	500		
21/04/04		50	500		
TOTAL	3.500	450	2.000	0	11
TOTAL (ind/m²)	0,58	0,075	0,33	0	0,002

Análisis

A partir de la obtención de la media de cada una de los diferentes parámetros observados se confeccionaron gráficas de evolución de los mismos con el fin de estudiarla a lo largo del desarrollo del experimento. Previa a la representación de los datos, y para el caso de los datos correspondientes a las plantas reservorio, estos fueron transformados de número por planta a número por planta reservorio. Para ello se estimó el número de plantas por planta reservorio obteniéndose un número de $400 \pm 4,1$ plantas / planta reservorio.

3 ▶ RESULTADOS

Evolución de pulgón y parasitismo en plantas reservorio

En las dos primeras introducciones de plantas reservorio las poblaciones de pulgón siguieron una evolución parecida (Fig. 1). Tras su ubicación en el interior de los invernaderos el número de pulgones por planta reservorio fue incrementándose en las primeras semanas, para posteriormente decaer hasta llegar, después de 11 y 9 semanas tras la introducción en la primera y segunda introducción respectivamente, a cero (Fig. 1).

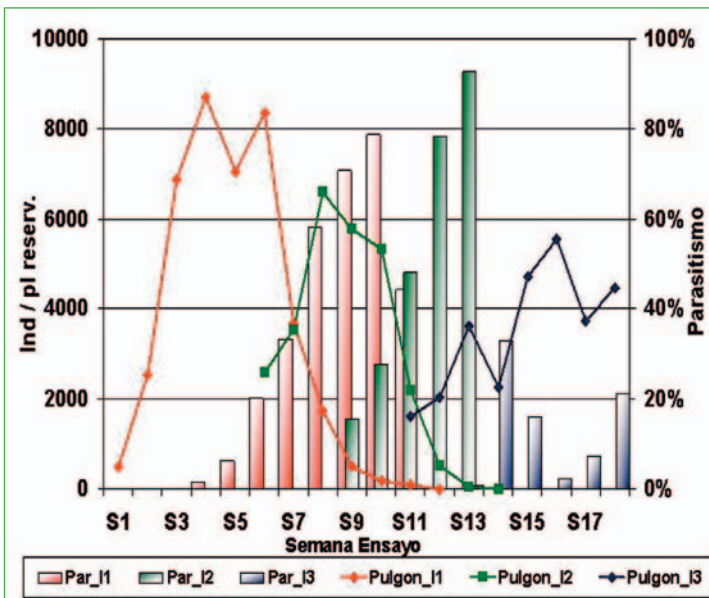


Figura 1. Evolución de las poblaciones de pulgón (líneas) y del parasitismo (columnas) por planta reservorio en cada una de las introducciones realizadas. I1, introducción 1; I2, introducción 2 y I3, introducción 3.

En la última introducción la evolución seguida fue algo irregular, pero con una tendencia ascendente en el número de pulgones por planta reservorio hasta el final del ensayo (Fig. 1). El mayor número de pulgones por planta reservorio fue observado en las de la primera introducción, llegando hasta los 8.693,3 y el menor valor máximo de población de pulgones por planta reservorio fue observado en la tercera introducción (Fig. 1).

La evolución del porcentaje de pulgones parasitados fue también similar en la primera y segunda introducción, si bien en la primera el ascenso del porcentaje de parasitismo fue más paulatino, alcanzándose el máximo de parasitismo (80%) 9 semanas después de la introducción (Fig. 1). En el caso de la segunda introducción este máximo (92,5%) fue alcanzado en 7 semanas tras la introducción (Fig. 1). En la tercera introducción la evolución del parasitismo fue más irregular, subiendo primero, 3 semanas tras la introducción, hasta el 33,1%, para posteriormente descender durante 2 semanas y volver a subir hasta el final del ensayo, punto en el que se alcanzó el 21,2% de parasitismo (Fig. 1).

Una vez que se inició el sistema y aparecieron las primeras momias, la producción de parásitos fue continua hasta el final del ensayo (Fig. 2). Los mayores valores de momias por planta reservorio se observaron en los de la segunda introducción, llegándose a superar 6 semanas después de la introducción 1600 momias por planta reservorio (Fig. 2). En la primera introducción el valor máximo de producción de momias por planta reservorio (superior a 1200) fue observado 5 semanas después de la introducción (Fig. 2).

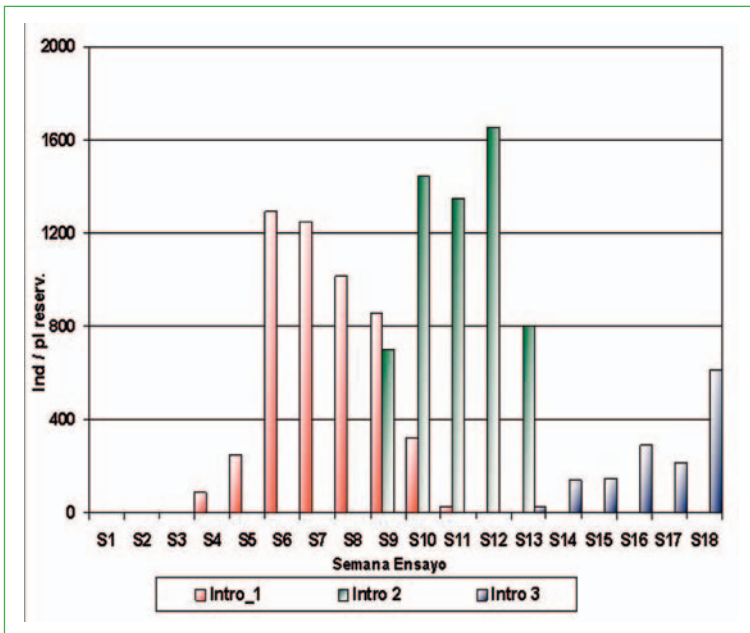


Figura 2. Evolución de la producción de momias en cada una de las introducciones de plantas reservorio

En la tercera introducción el máximo valor de producción (613 momias por planta reservorio) se observó en la última semana del ensayo, 8 semanas después de la introducción. El periodo de producción fue de 7, 5 y 5 semanas en la primera, segunda y tercera introducción respectivamente (Fig. 2).

Así, se produjeron, calculando a partir de los datos para una hectárea de superficie, un total de 34653, 26165, 6292 momias durante la primera, segunda y tercera introducción respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción de parasitoides en las plantas reservorio. Las cantidades muestran los individuos teóricos producidos para una hectárea de superficie en cada una de las semanas del ensayo. Se muestra el total producido por semana, así como para cada una de las introducciones de plantas reservorio. Se indica también la dosis de suelta liberada por las plantas reservorio expresadas en individuos/m²

SEMANA	PRODUCCIÓN MOMIAS			
	Introd. 1	Introd. 2	Introd. 3	TOTAL
S4	589,3			589,3
S5	1.677,3			1.677,3
S6	8.794,6			8.794,7
S7	8.477,3			8.477,3
S8	6.908,8			6.908,8
S9	5.848	3.080		8.928
S10	2176	6.365,3		8.541,3
S11	181,3	5.925,3		6.106,7
S12		7.274,6		7.274,7
S13		3.520	117,3	3.637,3
S14			613,9	614
S15			654,8	654,9
S16			1.268,8	1.268,8
S17			938,6	938,7
S18			2.698,6	2.698,7
TOTAL	34.653	26.165	6.292	67.110
TOTAL (ind/m²)	3,5	2,6	0,6	6,7

Esto equivaldría a una dosis de suelta de 3,5, 2,6, y 0,6 momias/m² respectivamente en la primera, segunda y tercera introducción (Cuadro 2). Ello supondría una producción total de 67110 momias (6,7 momias/m²) durante el periodo de realización del ensayo (Cuadro 2).

Evolución de pulgón y parasitismo en el cultivo

En la tercera semana del ensayo aparecieron los primeros focos de pulgón dentro de los invernaderos (Fig. 3). Tras esto, el número de pulgones por hoja fue creciendo hasta alcanzar su máximo, 9,4 pulgones/hoja, en la semana 9 del ensayo. Tras esto, y hasta la parte final del ensayo, donde el nivel de pulgón fue de 0 ind/hoja (semana 15), fue decreciendo paulatinamente (Fig. 3). Los primeros pulgones parasitados en el cultivo se observaron tan sólo una semana más tarde de la aparición de los primeros focos (Fig. 3). El número de momias por hoja fue incrementándose a lo largo del ensayo, alcanzándose el mayor número (3,3 momias hoja) en la semana 13 del ensayo, momento a partir del cual decreció hasta el final del ensayo (Fig. 3). La evolución del porcentaje de parasitismo fue semejante a la seguida por el número de momias por hoja, y alcanzó su mayor valor (95%) en la semana 15 del ensayo, momento a partir del cual descendió hasta el final del ensayo (Fig 3). La presencia de momias y por tanto de parasitismo fue continua desde su aparición en la semana 3 hasta el final del ensayo (Fig. 3).

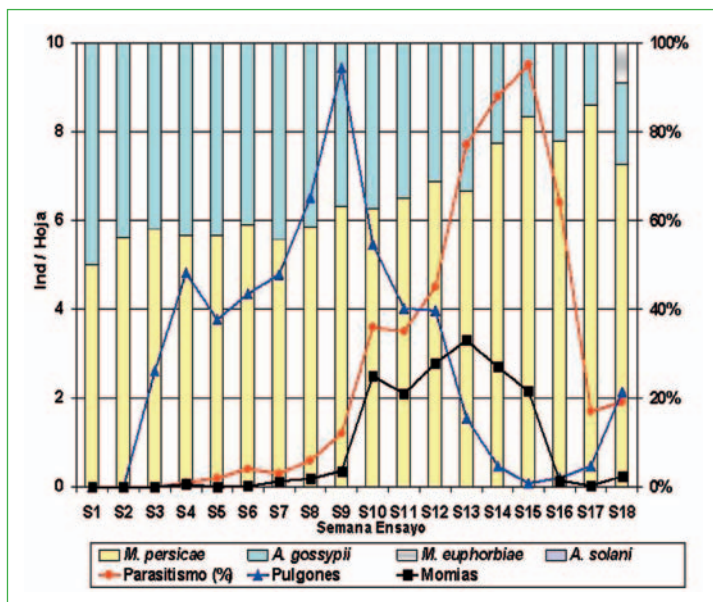


Figura 3. Evolución del número de pulgones por hoja (línea azul), número de momias por hoja (línea negra), parasitismo (línea roja) y del ratio (en columnas) de focos muestreados pertenecientes a cada una de las diferentes especies de pulgón

Durante el periodo de realización del ensayo sólo aparecieron 3 especies de pulgones, *A. gossypii*, *M. persicae* y *M. euphorbiae* (Fig. 3). *M. euphorbiae* tan sólo apareció en la última semana y en un porcentaje muy inferior al de las otras dos especies (Fig. 3). *A. gossypii* y *M. persicae* fueron las especies más abundantes durante el ensayo, siendo esta última la que mayor importancia fue adquiriendo a lo largo del ensayo, por ser la que fue apareciendo en un cada vez mayor porcentaje de focos (Fig. 3).

El establecimiento del resto de enemigos naturales liberados en el interior de los invernaderos (*E. balteatus*, *A. aphidimyza* y *Adalia bipunctata*) no fue satisfactoria, pudiendo haber sido observados en casos muy puntuales y en un número muy reducido de focos.

4 ► DISCUSIÓN

Dos semanas después de la introducción de las avispas parásitas y de las plantas reservorio fueron observadas las primeras momias en estas, incrementándose rápida y paulatinamente el porcentaje de parasitismo. Los pulgones aparecieron en el cultivo en la tercera semana del ensayo, apareciendo, tan sólo una semana después, los primeros pulgones parasitados. Al inicio, las poblaciones de pulgón fueron creciendo, alcanzando su máximo valor en la semana 9, punto a partir del cual empezó a descender hasta que finalmente en la semana 15 del ensayo desaparecieron. El porcentaje de parasitismo creció rápidamente, llegando a alcanzar un valor cercano al 100% de pulgones parasitados en pocas semanas. Este porcentaje fue incrementándose de igual modo que en las plantas reservorio, pero con una semanas de desfase, lo que indicaría que el parasitismo en el cultivo dependería del generado en las plantas reservorio, al menos en la primera introducción. El resto de enemigos naturales liberados en el cultivo no se instalaron correctamente, ya que únicamente fueron contabilizados unos pocos huevos de *E. balteatus* en tres focos; 3 adultos de mariquitas y finalmente 5 larvas de *A. aphidimyza* en 4 focos y en diferentes semanas del ensayo. Todo ello indicaría que las poblaciones de pulgones fueron controladas por *A. colemani*, dando así muestra de la gran contribución que muestran las plantas reservorio a la hora del establecimiento y la multiplicación de esta avispa parásita. Sin la utilización de las plantas reservorio la dosis de suelta empleada en los diferentes invernaderos hubiese sido, por lo general, insuficiente para lograr un control eficaz de los pulgones. De este modo, en un ensayo de comparación de estrategias de introducción de *A. colemani* (dosis de suelta) para el control de *A. gossypii* (van Steenis y El-Khawass 1996), fue necesario realizar una introducción total de 2 avispas parásitas por m² para controlar de forma eficaz una única introducción inicial de *A. gossypii* de 0,7 pulgones/m². Por otro lado, en un ensayo de preferencia de hospedante (Sampaio *et al.* 2001), *A. colemani* provocó un mayor parasitismo sobre *A. gossypii* que sobre *M. persicae*, tanto cuando estos fueron ofrecidos conjuntamente o por separado. Esto indicaría que *A. colemani* controlaría más eficazmente a *A. gossypii* que a *M. persicae*, por lo que bajo las condiciones del presente trabajo, en el que también apareció *M. persicae*, habría habido que incrementar aún más la dosis de suelta de *A. colemani* para lograr una buena eficacia.

Los resultados del presente estudio podrían haberse mejorado si las plantas reservorio hubiesen sido introducidas con anterioridad en el cultivo, incluso antes del transplante, o bien si se hubiese incrementado la dosis de suelta inicial de *A. colemani* o de plantas reservorio de la primera introducción. Así cuando los pulgones hubiesen aparecido en el cultivo, las plantas reservorio hubieran albergado una mayor cantidad de parásitos, los cuales, podrían haber controlado los pulgones más rápidamente. Un año antes, y con unas condiciones semejantes a las del presente trabajo, en otro ensayo realizado con plantas reservorio y en el que la suelta inicial de *A. colemani* y plantas reservorio fue inferior (Calvo y Urbaneja 2003), la eficacia fue también menor. Parece entonces, que la mejor solución sería adelantar la introducción de plantas reservorio e incrementar la dosis inicial de suelta de *A. colemani*. Es fundamental iniciar de forma adecuada el sistema, ya que de ello dependerá el éxito en el control de los pulgones, siendo la primera introducción la más importante, ya que de ella dependerá que la segunda y las sucesivas introducciones tengan éxito. Así, en el presente trabajo, fue en la segunda introducción en la que se obtuvieron los mayores índices de parasitismo. Este parasitismo habría sido causado por los parásitos emergidos o bien desde las plantas reservorio de la primera introducción o bien desde las momias presentes en el cultivo. Por tanto, las plantas reservorio, siempre y cuando se realicen introducciones periódicas de las mismas, en un momento adecuado, multiplicarán, mantendrán e inocularán parásitos en el cultivo. A este respecto, Calvo y Urbaneja (2003) señalaban que una buena frecuencia para la introducciones de plantas reservorio sería de 4 a 6 semanas. El menor parasitismo observado durante la tercera introducción pudo deberse por un lado a la aparición de hiperparásitos en el cultivo, junto con la realización en los invernaderos del ensayo de aplicaciones de azufre espolvoreado, las cuales tienen un efecto perjudicial tanto para los pulgones de las plantas reservorio como para *A. colemani* <http://www.koppert.nl/s0110.html> [Consulta: Junio 2004]. Así pues, hubo un menor número de pulgones y de momias por planta reservorio en la tercera introducción.

Una vez que se observaron las primeras pupas parasitadas en las plantas reservorio la producción de parásitos fue continua a lo largo de todo el ensayo. Esto permite una cobertura mucho más eficiente del cultivo que las sueltas periódicas a una determinada dosis de suelta, dado que con el empleo de las plantas reservorio, y como muestran los resultados obtenidos, el aporte de parásitos al cultivo es continuo y a una dosis de suelta que resulta más elevada. Los resultados obtenidos prueban también la gran capacidad de multiplicación de las plantas reservorio, dado que finalmente se obtuvieron, en función del invernadero, entre 7,5 y 11,5 veces más avispas parásitas que las que fueron introducidas inicialmente.

Un año antes de la realización de este ensayo, en un estudio de catalogación de especies de avispas parásitas de pulgones en la zona del Campo de Cartagena (E. Vila 2004. Comunicación personal), se observó que desde el inicio de campaña hasta el mes de mayo, en invernaderos donde se había liberado *A. colemani* (periodo de realización del ensayo), era esta la especie más abundante sobre *M. persicae* y *A. gossypii*; especies de pulgón mayoritarias durante el ensayo. Por tanto, sería esperable que el control de las poblaciones de pulgones hubiesen sido

causado en su mayor parte por *A. colemani*. Por otro lado, a lo largo del ensayo, *M. persicae* fue ocupando un mayor porcentaje de focos. Esto puede deberse a que *A. colemani* prefiere como hospedante a *A. gossypii* respecto de *M. persicae* (Sampaio *et al.* 2001). De este modo, durante el ensayo, *A. gossypii* habría podido ser parasitado en mayor medida que *M. persicae*, lo que habría provocado que a lo largo de varias generaciones, hubiese sido esta última especie de pulgón la que se habría ido imponiendo.

5 ► CONCLUSIONES

Las plantas reservorio posibilitan el establecimiento y constituyen un reservorio y una vía de multiplicación de *A. colemani* en los invernaderos de pimiento de Campo de Cartagena. El sistema compuesto por plantas reservorio y *A. colemani* constituye un método eficaz de control de *M. persicae* y *A. gossypii* en invernaderos de pimiento del Campo de Cartagena. Es necesario iniciar el sistema adecuadamente, consiguiendo buenos niveles de parasitismo en la primera introducción.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **BENNISON, L. A. Y CORLESS, S. P. 1992**

Biological control of Aphids on cucumber: further development of open rearing units or “banker plants” to aid establishment of aphid natural enemies. OILB/WPRS Bulletin 16(2), 5-8.

- **CALVO, J. Y URBANEJA, A. 2003**

Empleo de plantas reservorio de parasitoides en el control de pulgones. Phytoma-España 155, 26-34.

- **CALVO, J.; LEÓN, P.; GIMÉNEZ, A.; STANSLY, P. Y URBANEJA, A. 2002**

Control Biológico de *Bemisia tabaci* (Hom: Aleyrodidae) en cultivo de pimiento en el Campo de Cartagena mediante sueltas de *Eretmocerus mundus* y *E. eremicus* (Hym: Aphelinidae). Terralia 30, 60-68.

- **CASTAÑE, C. 2002**

Status of biological and integrated control in greenhouses vegetables in Spain: Successes and challenges. IOBC/WPRS Bulletin 25(1), 49-52.

- **DE LIÑAN, C. 1998**

Orden Homoptera. En: Entomología Agroforestal.. Ediciones Agrotecnicas; Madrid. 461- 582.

- **GARCÍA MARÍ, F.; COSTA, J. Y FERRAGUT, F. 1994**

Homópteros. En: Las Plagas Agrícolas. PHYTOMA; Valencia.

- **GOOLSBY, J. A. Y CIOMPERLIK, M. A. 1999**

Development of parasitoid inoculated seedling transplants for augmentative biological control of silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). Florida Entomologist 82(4), 532-545.

- **HODDLE, M. S.; VAN DRIESCHE, R. G. Y SANDERSON, J. P.**

Biology and use of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa* Gahan. Annual Review of Entomology 43, 645-669.

- **KOPPERT B.S. 1999**

En: Productos con instrucciones de uso. Koppert B. S.; Berkel en Rodenrijs, Países Bajos.

- **LACASA, A., SÁNCHEZ, J. A. 2002**

El estado actual del control de los tisanópteros en cultivos de invernadero. La situación del pimiento. Phytoma-España 135, 101-105.

- **LLORENS, J. M. 1990**

En: Homoptera II, Pulgones de los cítricos y su control biológico. Pisa; Valencia.

- **MALAIS, M. Y RAVENSBERG, W. 2003**

Aphids and their natural enemies. En: Knowing and Recognizing, the biology of glasshouse pests and their natural enemies. Reed Business Information; Doetinchem, The Netherlands 129-170.

- **MINISTERIO AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. ANUARIO DE ESTADÍSTICA AGROALIMENTARIO 2002**

[en línea]. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (M.A.P.A.), 2002.<http://www.mapa.es/es/estadistica/Anu_02/indice.asp> [Consulta: 6 Junio 2004]

- **MULDER, S. H.; HOOGERBRUGGE, H.; ALTENA, K. Y BOLCKMANS, K. 1999**

Biological pest control in cucumbers in the Netherlands. IOBC Bulletin 22(1), 177-180.

- **SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P. Y VAN LENTEREN, J. C. 2001**

Preferência de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) por *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). Neotropical Entomology 30, 655-660.

- **SÁNCHEZ, J. A.; ALCÁZAR, A.; LACASA, A.; LLAMAS, A. Y BIELZA, P. 2000**

Integrated Pest Management strategies in sweet pepper plastic houses in the Southeast of Spain. IOBC/WPRS Bulletin 23(1), 21-30.

- **SÁNCHEZ, J. A.; GILLESPIE, D. R. Y MCGREGOR, R. R. 2003**

The effects of mullein plants (*Verbascum thapsus*) on the population dynamics of *Dicyphus hesperus* (Heteroptera: Miridae) in tomato greenhouses. Biological Control 28, 313-319.

- **STACY, D. L. 1977**

"Banker plant production of *Encarsia formosa* Gahan" and its use in the control glasshouse withfly on tomatoes. Plant pathology 26, 63-66.

- **URBANEJA, A.; CALVO, J.; BELTRÁN, D.; LARA, L.; VAN DER BLOM, J. Y STANSLY, P. 2002**

Eretmocerus mundus: Control Biológico de *Bemisia tabaci*. Phytoma-España 144, 139-142.

- **VAN DER BLOM, J. 2002**

Manejo de los enemigos naturales en cultivos protegidos: ¿Podemos hacer funcionar el control biológico?. Phytoma-España 135, 114-116.

- **VAN STEENIS, M. J. Y EL - KHAWASS, K. A. M. H. 1996**

Different parasitoid introduction schemes determine the success of biological control of *Aphis gossypii* with the parasitoid *Aphidius colemani*. IOBC/wprs Bulletin 19(1), 159-162.

- **KOPPERT B. V. (HOLANDA)**

Koppert On-line Service [en línea]. Berkel en Rodenrijs. <http://www.koppert.nl/s0110.html> [Consulta: Junio 2004].

ESTUDIOS PRELIMINARES SOBRE EL USO DE HONGOS DEL GENERO *Chaetomium* COMO AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO FRENTE A *Pyricularia* sp. EN EL CULTIVO DEL ARROZ

CAMPOS, T.⁽¹⁾ **ROSELLÓ OLTRA, JOSEP**⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias
Moncada (Valencia)

⁽²⁾ Estació Experimental Agrária de Carcaixent
Partida Barranquet, s/n. 46740 Carcaixent (Valencia)

RESUMEN

Los hongos del género *Chaetomium* han sido citados como antagonistas de *Pyricularia* sp. en el cultivo del arroz. En los trabajos que se presentan se han realizado estudios previos para valorar su uso en cultivo ecológico del arroz. Para ello se han comparado la sensibilidad a *Pyricularia* de un grupo de variedades de arroz, al tiempo que se ha determinado la relación entre temperatura y humedad con las fases del cultivo y la aparición de *Pyricularia* con el objetivo de determinar el momento adecuado de la aplicación de *Chaetomium*. Al mismo tiempo se ha determinado la curva de crecimiento en placa de *Pyricularia* a diversas temperaturas y se ha determinado en antagonismo en placa Petri de diversas especies de *Chaetomium* frente a *Pyricularia*.

1 ► JUSTIFICACIÓN

La *Pyricularia* (*Pyricularia oryzae*) está considerada como la principal enfermedad del cultivo del arroz, debido a su amplia distribución geográfica y a su elevado poder destructivo, bajo condiciones favorables. Esta enfermedad, que durante las últimas décadas no ha tenido especial importancia en el arrozal valenciano, ha recobrado virulencia debido a la combinación favorable de los factores que influyen en su desarrollo.

La germinación de las esporas y la infección requiere una humedad relativa del 90% y temperaturas entre 22 y 29°C, con temperaturas más altas o más bajas se retrasa la infección o no se produce. La formación de esporas y la diseminación requiere también de humedad relativa alta y la presencia de agua libre en las hojas, procedentes de lluvia o rocío. Además de las necesidades climáticas, se conoce que los aportes elevados de nitrógeno fácilmente soluble favorecen el desarrollo de la enfermedad.

Por el contrario la presencia permanente de una lámina de agua ejerce un efecto protector al evitar la formación del rocío, por lo que el secado (eixugó) de los campos inicia un período crítico. La estrategia preventiva clásica ha sido el uso de variedades resistentes, se sabe que las variedades de arroz japónica son más afectadas que las variedades de arroz índica, las mayoritarias en los arrozales valencianos, aún así hay una gradación de sensibilidad dentro de este grupo que incluye el efecto de diversas cepas de *Pyricularia*.

En el cultivo ecológico del arroz, aún contando con el efecto beneficioso de diversas prácticas de cultivo, junto a niveles adecuados de nitrógeno disponible, se pueden dar situaciones de sensibilidad frente a *Pyricularia* cuando se presentan las condiciones climáticas adecuadas, en los momentos de sensibilidad de la planta y se suma el uso de variedades tradicionales, en ocasiones más sensibles a *Pyricularia*. Por este motivo sería deseable contar con más estrategias de manejo y control de enfermedades.

Una opción, es el control biológico ejercido por hongos antagonistas. Los hongos del género *Chaetomium*, son ascomicetos citados como antagonistas frente a diversos hongos patógenos. Se ha referenciado el antagonismo de *Chaetomium globosum* frente a enfermedades del arroz previniendo la infección temprana de: *Pyricularia oryzae*, (Soytong y Quimio, 1989), inhibe la actividad de *Rhizoctonia solani* (Gokulapalan y Nair, 1991) y Mancha marrón producida por *Cochliobolus heterosporus* (Mangliotti *et al.*, 1987), el índice de colonización de *C. globosum* sobre *Pyricularia oryzae* se considera absoluto (Sy *et al.* 1990).

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Se han realizado observaciones del nivel de resistencia varietal frente a *Pyricularia* en una colección de variedades de arroz (Nembo, Pegonil, Bombón, Bomba, Fonsa y Monastrell),

sembradas en una parcela de cultivo ecológico situada en la Marjal de Pego-Oliva, en la comarca de la Marina Alta del País Valenciano. Se ha determinado el nivel de daños según la Escala Unificada (SES) de Pyriculariosis del arroz (IRRI, Correa y Zeigler) que marca un nivel de resistencia en función de la superficie dañada.

Al mismo tiempo se han recogido datos climáticos del observatorio “El Convent” de Pego, para marcar los periodos críticos y determinar el momento de un posible tratamiento foliar con un preparado de antagonistas del género *Chaetomium*.

También se ha determinado, en los laboratorios del IVIA de Montcada, la curva de crecimiento de *Pyricularia* en placas Petri para diversas temperaturas y se han realizado cultivos duales de *Pyricularia* frente a tres tipos de hongos del género *Chaetomium* disponibles (*C. globosum*, *C. elatun* y *C. spp.*), en estufa controlada a 24°C. durante X días con la finalidad de valorar la acción antagonista en medio de cultivo.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resistencias varietales

Tabla 1. Escala de resistencia varietal frente a *Pyricularia*

VARIEDAD	VALOR	NIVEL DE RESISTENCIA
Nembo	5	Moderadamente susceptible
Pegonil	3	Resistente
Bombón	5	Moderadamente susceptible
Bomba	5	Moderadamente susceptible
Fonsa	3	Resistente
Monastrell	3	Resistente

La escala de valores oscila de 0 (muy resistente) a 9 (muy sensible)

Hay que considerar las resistencias evaluadas con éste método como relativas, ya que si las condiciones climáticas son favorables y se suman otros factores de sensibilidad como un nivel elevado de nitrógeno disponible, los niveles de daños de *Pyricularia* cambian considerablemente.

Momentos críticos para el control de la *Pyricularia*

Según los datos climáticos del año 2003, en La Marjal de Pego-Oliva se dieron valores adecuados para la infección por *Pyricularia* desde primeros del mes de julio hasta primeros de septiembre. Las temperaturas máximas y mínimas diarias oscilaron en un intervalo entre 20 y 30 °C, sin grandes oscilaciones desde primeros de julio hasta principios de septiembre, donde unos días fríos bajaron las medias diarias, estas condiciones son favorables a la infección del hongo. La humedad relativa también fue adecuada a la enfermedad hasta primeros de septiembre, mientras la humedad relativa máxima llegó todos los días de este periodo al 100%, la humedad relativa mínima estuvo siempre, excepto un día, por encima del 50%.

El primer momento crítico para realizar un tratamiento con un agente antagonista sería la primera quincena del mes de julio, al inicio de las condiciones óptimas para la infección, que suele coincidir con la retirada de aguas, secado o “eixugó”, en algunos manejos del arrozal. Un segundo momento adecuado sería a primeros de agosto, en el periodo entre la formación y la emergencia de la panícula, ya que en este momento la presencia de *Pyricularia* produce panículas total o parcialmente vacías.

Por último un tercer periodo crítico aparece a finales de agosto, cuando los daños por *Pyricularia* se observan en tallo y panícula, pero creemos que las intervenciones tienen que ser anteriores ya que en esta fase la producción está seriamente afectada.

Curvas de crecimiento de *Pyricularia orizae*, *Chaetomium globosum*, *C. elatum* y *C. spp.*

En las figuras 1, 2, 3 y 4 podemos observar la velocidad de crecimiento de las distintas temperaturas, donde se resalta los comportamientos tan parecidos entre el patógeno y los posibles antagonistas.

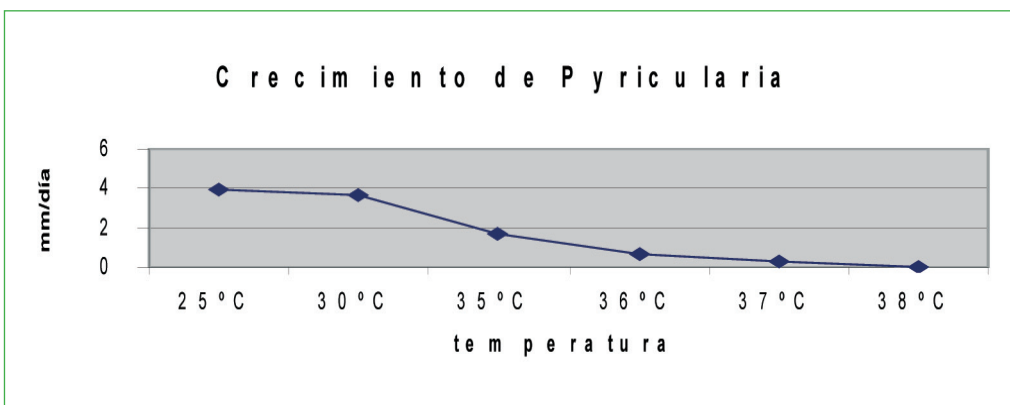


Figura 1. Curva de crecimiento de *Pyricularia orizae*.

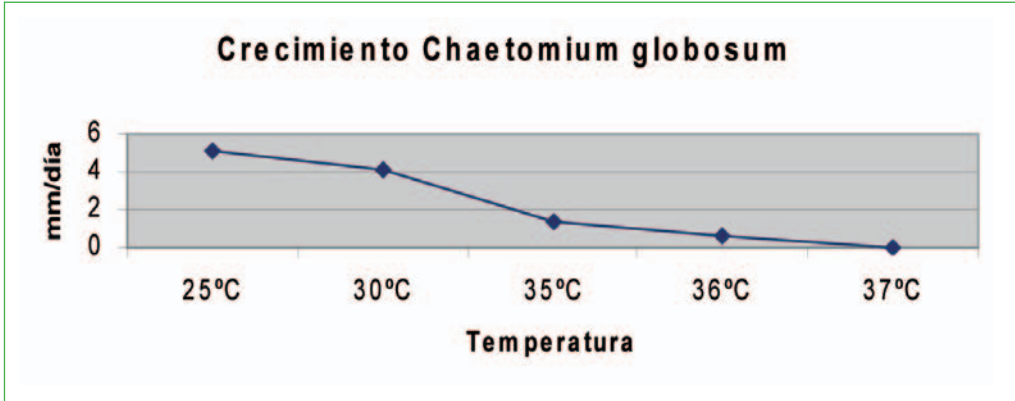


Figura 2. Curva de crecimiento de *Chaetomium globosum*.

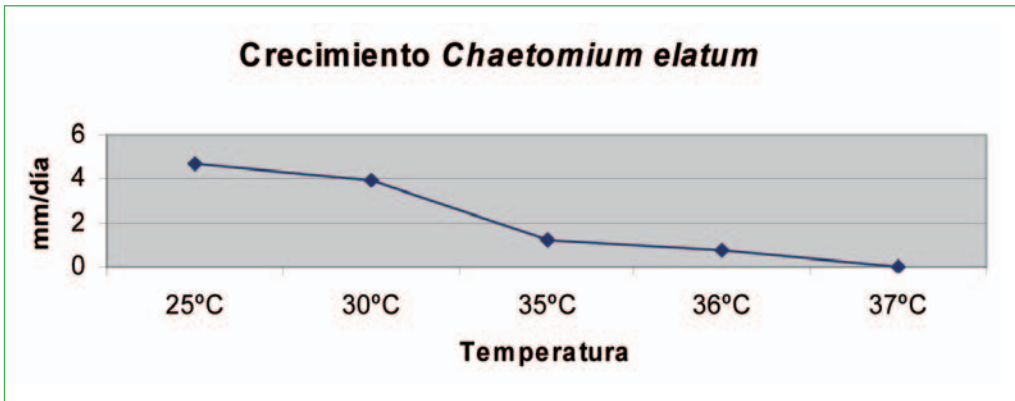


Figura 3. Curva de crecimiento de *Chaetomium elatum*.

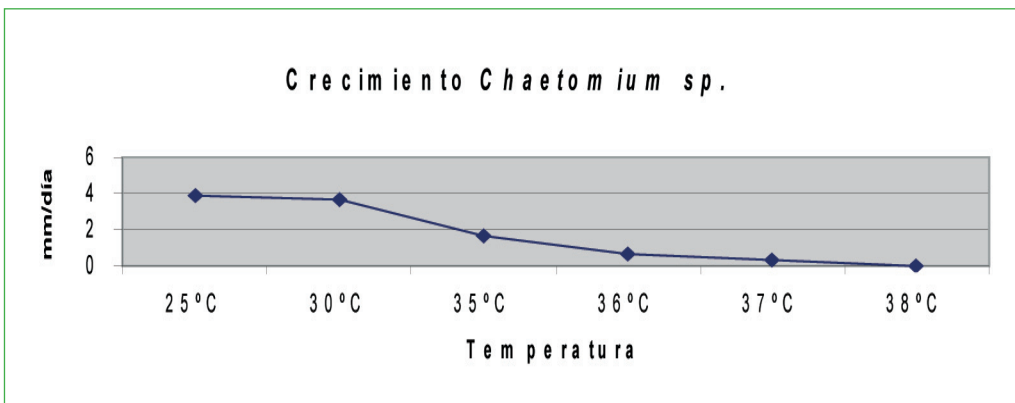


Figura 4. Curva de crecimiento de *Chaetomium sp.*

Cultivos duales *Pyricularia oryzae* frente a *C. globosum*, *C. elatum* y *C. spp.*

Situados el hongo patógeno y los antagonistas, enfrentados dos a dos, en placas Petri con sustrato PDA, a los 15 días ya se mostraban claros síntomas de competición, como indica la Figura 5. Examinando en su globalidad el nivel de inhibición en las condiciones medioambientales nos permiten afirmar que las cepas *C. globosum* y *C. elatum* son de competición por el espacio, en el caso de *C. spp.* la competición podríamos considerarla por el espacio y la producción de antibióticos.

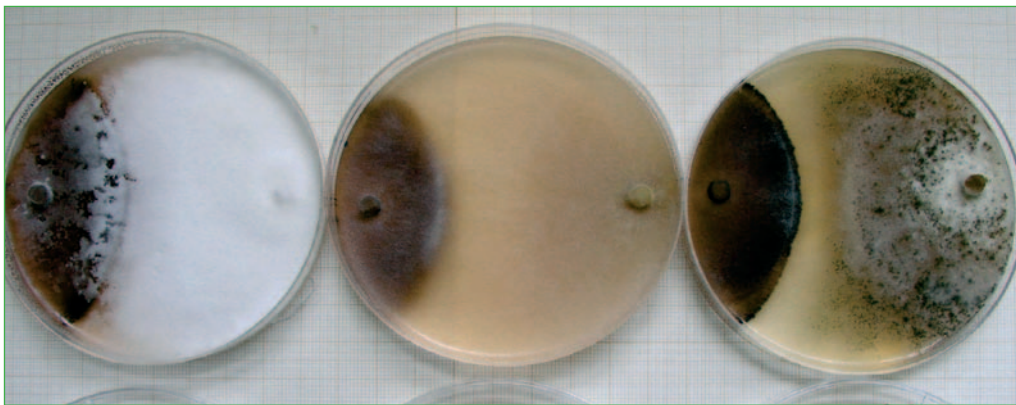


Figura 5. Placas Petri a los 15 días de cultivo, a la izquierda de las placas *Pyricularia oryzae*, a la derecha *C. globosum* en la primera de la izquierda, *C. elatum* en la del centro, y *Chaetomium* sp en la derecha.

4 ▶ CONCLUSIONES

Creemos que los hongos del género *Chaetomium* probados tienen posibilidades como agentes de control biológico frente a la *Pyriculariosis* del arroz, los resultados obtenidos en cultivos duales son esperanzadores, queda por contrastar en las condiciones de campo los resultados experimentales, por lo que se deberían iniciar ensayos para determinar la eficacia del control en condiciones de cultivo, así como la mejor técnica de aplicación. Así dispondremos de una opción más para el control de esta enfermedad que complemente las resistencias varietales y las prácticas adecuadas de cultivo.

5 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **GOKULAPALAN, C. Y NAIR, M. C. 1991**
 “Antagonistic activity of some leaf surface microfungi and bacteria of rice against *Rhizoctonia solani* Khun”

Indian Journal of Microbiology, 31, 4:453-455.

• **MANGLIOTTI, A.; FRATE, G.; PICCO, A - M. Y CARETTA, G. 1987**

"Antagonistic activity in vitro of some saprophytic fungi occurring on the phylloplane of rice, wheat and maize". Boletín micológico, 3, 3:183-189.

• **PIÑERO, F.; GARCÍA, J. Y JIMÉNEZ, J. 2003**

La Pyriculariosis en el arroz valenciano. Rev. Comunidad Valenciana Agraria 21, 43-48.

• **SOYTONG, K. Y QUIMIO, T. H. 1989**

"Antagonism of *Chaetomium globosum* to rice blast pathogen, *Pyricularia oryzae*" Kasetsart Journal, Natural Sciences, 253, 2:198-203.

• **SY, A. A.; SARR, A.; ALBERTINI, L. Y MOLETTI, M. 1990**

"Biological control of *Pyricularia oryzae*: parameters of stability of antagonism activity" Phytopathologia Mediterranea, 29, 3:175-183.

CONTROL DE VIROSIS TRANSMITIDAS POR MOSCA BLANCA EN CULTIVOS DE CUCURBITACEAS EN INVERNADERO

CANO, M.; JANSSEN, D.; BELMONTE, A.; LÓPEZ, M. C.; MARTÍN, G.; SEGUNDO, E. Y CUADRADO, I. M.

CIFA de Almería. IFAPA
Autovía del Mediterráneo, km 420. 04745 La Mojonera
E-mail: virucifa@arrakis.es

RESUMEN

Los virus, transmitidos por la Mosca blanca *Bemisia tabaci*, Cucurbit yellow stunting disorder virus (CYSDV) y Cucumber vein yellowing virus (CVYV) causan cuantiosas pérdidas en la producción de cucurbitáceas en invernadero. La mejor protección de cultivos frente las enfermedades causadas por estos virus es mediante barreras físicas que impiden la entrada del vector en el cultivo. Pero las características estructurales del invernadero convencional no permiten conseguir este objetivo.

Se estudió el comportamiento de pepino, melón y sandía simultáneamente en dos invernaderos tipo parral (capilla simétrico o “raspa y amagado”), uno de ellos con la malla antitrips cosida directamente a la banda (convencional), y otros dos con la malla instalada sobre una estructura independiente (adaptados). En ambos tipos de invernadero se compararon los porcentajes de plantas enfermas por CVYV y CYSDV, las poblaciones de Mosca blanca y las producciones obtenidas. Las adaptaciones estructurales que hemos desarrollado mostraron ser muy eficaces para el control de la Mosca blanca y de las virosis transmitidas por ella y ofrecen la posibilidad de realizar cultivos ecológicos en zonas de gran densidad de cultivos donde la población de *B. tabaci* y la incidencia de los virus sectorizados por ella son muy elevados.

PALABRAS CLAVE: CULTIVOS HORTÍCOLAS, VIRUS, MOSCA BLANCA Y PROTECCIÓN FÍSICA

1 ► INTRODUCCIÓN

Las cucurbitáceas constituyen una de las principales familias de vegetales que se cultivan en los invernaderos de Almería, ocupando una superficie de cultivo de 16.700 ha. En los últimos años los virus, transmitidos por la mosca blanca *Bemisia tabaci*, *Cucurbit yellow stunting disorder virus* (CYSDV) y *Cucumber vein yellowing virus* (CVYV) han dado lugar a cuantiosas pérdidas en la producción y los procedimientos de control mediante el uso de insecticidas y barreras físicas han fracasado. Los primeros, en gran medida, debido a la selección de poblaciones resistentes a los insecticidas (Cahill y Delholm, 1998) y los segundos, a la deficiente estanqueidad producida por la colocación de los materiales protectores en las bandas de los invernaderos.

En efecto distintos materiales (tela de nylon de 28x28 hilos/cm², manta térmica de 17 g/m² y malla antitrips de 10x20 hilos/cm²) que impiden el paso de los adultos de *B. tabaci* cuando son testadas en cajas insectarios, permiten la introducción de estos insectos cuando están instaladas en los invernaderos. Esto es debido a que la unión de estos materiales a las bandas y a la apertura cenital se realiza mediante el cosido con alambre lo que produce múltiples agujeros, que se suman a los realizados en el plástico de los amagados para la evacuación del agua de lluvia en las canalillas que recorren interiormente el invernadero, así como los de la unión del plástico a la estructura del invernadero. Por esto, estamos desarrollando una estructura independiente instalada en el interior del invernadero y evaluando el comportamiento de las cucurbitáceas respecto a la población de *B. tabaci*, incidencia de CYSDV y CVYV, y producción.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El tipo de invernadero que se pretendió hermetizar fue el popularmente denominado “raspa y amagado” ya que es el que mayoritariamente se utiliza en Almería. Para ello se desarrolló unas adaptaciones estructurales introduciendo una segunda cubierta interna de malla con una densidad de 10x20 hilos/cm², así como la instalación de la antesala interior en el pasillo central, con doble puerta de entrada, que fueron ensayadas en campaña de primavera y en la de otoño, de 2002 y en cultivo de pepino, melón y sandía (excepto sandía en otoño, ya que no se cultiva en Almería en esta época).

El *Tipo A* era un invernadero convencional tipo parral multicapilla, representativo de la zona de 1500 m², provisto de palos de eucalipto tratados, cuya altura de raspa era de 3,5 m y de banda 2,1 m. La forma de sujeción del plástico y malla a la estructura fue mediante alambre. Este invernadero sirvió de control (testigo de comparación) para el segundo invernadero o *Tipo B*, similar al anterior pero provisto de una estructura interior adicional de malla anti-thrips (10x20 hilos/cm²). Además los huecos entre la malla y los palos fueron sellados herméticamente con espuma de poliuretano.

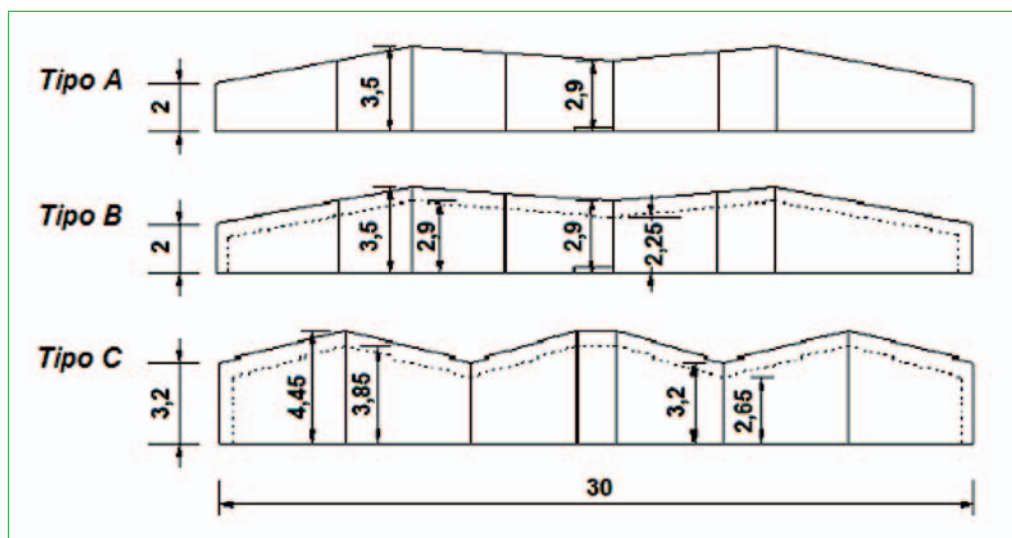


Figura 1. Esquema de las instalaciones. Las medidas de altura y longitud se refieren a metros.

Otra medida de protección que se aplicó fue la instalación en la entrada de una antesala provista con doble puerta. Los cultivos ensayados en primavera fueron Tras el estudio realizado en la campaña de primavera se vio la necesidad de adaptar otro invernadero con una nueva estructura interna con mejoras en el cierre de las juntas. Este tercer invernadero (*Tipo C*) de 3000 m² igualmente era de tipo parral multicapilla simétrico, pero que se diferenciaba del anterior en que la estructura era de tubos de acero galvanizado, presentaba mayor altura de raspa (4,45 m), mayor altura de banda (3,2 m), 2 ventanas cenitales en vez de aperturas y contaba con malla anti-thrips de 10x20 hilos/cm², en bandas y ventanas. El material de las bandas de poniente y levante era de tela plastificada por las dos caras y la forma de sujeción era con omegas y tacos. Además estaba provisto también de estructura interna de malla anti-thrips de 10x20 hilos/cm², colocada a una altura entre 3,85 m en raspa y 2,65 m en amagados, aproximadamente, antesala de acceso con doble puerta corredera y sellado de las uniones de tubo y malla con espuma de poliuretano.

En ninguno de los cultivos realizados en este proyecto se utilizó tratamientos fitosanitarios químicos o biológicos para el control de mosca blanca. Las variedades utilizadas fueron las de Marianna (pepino largo), Aitana (melón Galia), las dos de Rijk Zwaan y Red moon (sandía diploide de carne roja) de Nunhems.

En cada una de las estructuras se estudiaron los siguientes parámetros:

► **Evolución del nivel de mosca blanca**

Para ello, se realizaron conteos semanales de la mosca blanca, *B. tabaci*, en 24 plantas distribuidas al azar, en cada uno de los cultivos ensayados, pepino, melón

y sandía en campaña de primavera, y pepino y melón en campaña de otoño. En cada planta se contabilizó el número de adultos en las diez hojas más apicales. Para evaluar la población de mosca blanca se establecieron 7 niveles, siendo el nivel 0 el referido a 0 adultos de mosca blanca/planta (mb/pl), nivel 2 entre 1 y 2 mb/pl, nivel 3 entre 3 y 10 mb/pl, nivel 4 entre 11 y 50 mb/pl, nivel 5 entre 51 y 100 mb/pl y nivel 6 > de 100 mb/pl.

► Evolución de las enfermedades producidas por CVYV y CYSDV

Se realizó el seguimiento, en todas las plantas, de los síntomas producidos por el virus de las venas amarillas del pepino (CVYV), en las hojas de pepino, melón y sandía y por el virus del amarilleo (CYSDV) en las de pepino y melón, ya que las plantas de sandía no manifiestan síntomas de este último virus. En campaña de otoño, este seguimiento se realizó sobre pepino y melón. Además se realizaron dos tipos de análisis para confirmar la presencia de uno ó ambos virus en las plantas (RT-PCR e hibridación molecular con sondas genéticas).

► Evaluación de la producción

En campaña de primavera se realizaron 3 recolecciones a la semana en el cultivo de pepino, mientras que en los cultivos de melón y sandía se realizaron 2 recogidas. En todos los casos los frutos se clasificaron (comercial y destrío) y se pesaron. En la sandía, además del destrío debido al rajado por CVYV se evaluó otro tipo de destrío producido por este mismo virus como es la necrosis interna, para esto se abrió el 50% de los frutos. En campaña de otoño se recolectó 2 veces en semana en el cultivo de pepino. En el caso del melón no se efectuaron recolecciones ya que se realizó fuera de su ciclo de cultivo y la fructificación no fue adecuada. Como en el caso anterior el pepino se clasificó en comercial y destrío.

3 ► RESULTADOS

► Evolución del nivel de mosca blanca

En campaña de primavera, el nivel medio de mosca a lo largo del cultivo en el invernadero *Tipo A* osciló entre 4-6 (es decir, más de 51 mb/pl). El invernadero *Tipo B*, estuvo por debajo del nivel 3 (entre 0 y 5 mb/pl), excepto el último muestreo del pepino y melón, además, en todos los muestreos de la sandía y algunos del pepino y del melón no se alcanzó el nivel 1 (de 1 a 2 mb/pl). En campaña de otoño las diferencias entre el invernadero convencional (*Tipo A*) y los otros dos fueron superiores a las obtenidas en campaña de primavera. En cultivo de pepino se observó que el invernadero *Tipo A* llegó a alcanzar un nivel medio de 4,2 en el sexto muestreo frente a 3,1 del primero. Para los invernaderos *Tipo B* y *C*, los niveles medios no pasaron de 0,3. En melón, en el invernadero *Tipo A*, el nivel medio de moscas máximo que se llegó a alcanzar fue de 4, es decir, entre 11-

50 moscas/planta, sin embargo el invernadero *Tipo C*, presentó gran número de plantas con nivel 0.

► Evolución de las enfermedades producidas por CVYV y CYSDV

En primavera se observó que el porcentaje de plantas enfermas con el virus de las venas amarillas (CVYV) en los cultivos de pepino y melón alcanzó el 100 % en el invernadero *Tipo A* mientras que en el invernadero *Tipo B* fue muy reducido, 8% en pepino y 2 % en melón. En cuanto al virus del amarilleo del pepino (CYSDV), el porcentaje de plantas con síntomas en el invernadero *Tipo A* llegó al 100% en pepino y 60% en melón, frente al 13% y 8%, respectivamente, en el invernadero *Tipo B*. En otoño, el porcentaje de plantas enfermas con el virus de las venas amarillas (CVYV) fue para el cultivo de pepino el 100% en el invernadero *Tipo A* frente a un 0.6% en los invernaderos *Tipo B* y *C*. En cuanto al virus del amarilleo (CYSDV), el porcentaje de plantas con síntomas fue el 99% en el invernadero *Tipo A* frente a un 7,4% y 3,1% en los invernaderos *Tipo B* y *C*, respectivamente. Para el cultivo de melón, el porcentaje de plantas enfermas con el virus de las venas amarillas (CVYV) al final de cultivo alcanzó el 85% en el invernadero *Tipo A* frente a un 0 % en el invernadero *Tipo C*. El porcentaje de plantas con síntomas con el virus del amarilleo del pepino (CYSDV) fue el 97% en el invernadero *Tipo A* frente a un 9,2% en el invernadero *Tipo C*.

► Evaluación de la producción

El distinto comportamiento que presentaban los invernaderos en cuanto al porcentaje de plantas con síntomas quedó reflejado en la producción obtenida en los tres cultivos ensayados (pepino, melón y sandía) y que fue superior en el invernadero *Tipo B*, en un 67% en pepino, un 36% en melón y un 39 % en sandía. En cuanto al destrío en pepino, éste fue superior en un 38 % en el invernadero *Tipo A* frente a la *Tipo B*. En el caso de la sandía, el destrío a causa de virus, es decir, rajado y necrosis interna fue 6 veces superior en el invernadero *Tipo A*. Al igual que en la campaña de primavera, la producción de pepino en otoño fue superior en los invernaderos *Tipo B* y *C*, en un 56% y 66% respectivamente, frente al *Tipo A*. En cuanto al destrío, éste fue un 50% y 38% inferior en los invernaderos *Tipo B* y *C*, respectivamente frente al *Tipo A*.

4 ► CONCLUSIONES

La incidencia de las enfermedades producidas por los virus CVYV y CYSDV, transmitidos por mosca blanca *Bemisia tabaci*, durante las campañas de primavera y otoño de 2002 en el invernadero *Tipo A* (“raspa y amagado” con malla mosquitera) fue muy elevada, alcanzando el 100 % y el 85% de plantas enfermas por CVYV, en pepino y melón, respectivamente y el 100% y 97% por CYSDV en pepino y melón, respectivamente.

Cuadro 1. Porcentajes de síntomas de CVYV y CYSDV. Producciones totales (kg/m²)

		PRIMAVERA 2002			OTOÑO 2002		
		P	M	S	P	M	
TIPO DE INVERNADERO	A	CVYV (%)	96	96	-	100	85
		CYSDV (%)	100	61	-	99	97
		Producción (kg/m ²)	6,1	4	4,2	3	-
B	CVYV (%)	8	2	-	0,6	0	
	CYSDV (%)	13	8	-	7,4	9,2	
	Producción (kg/m ²)	12,1	6,2	6	5,4	-	
C	CVYV (%)				0,6		
	CYSDV (%)				3,1		
	Producción (kg/m ²)				6,9		

Esta adaptación estructural interna puede ser aplicada a cualquier tipo de invernadero ya que es independiente de la estructura exterior. De hecho, los dos invernaderos en los que fue instalada la adaptación estructural interna se comportaron de forma similar en cuanto a las evoluciones de las poblaciones de mosca blanca y de las enfermedades producidas por CVYV y CYSDV. Esto permitiría tanto a los agricultores con invernaderos más antiguos como a los más nuevos incorporar esta estructura interna.

No obstante, en todos los parámetros estudiados incluyendo la producción, se obtuvieron mejores resultados cuando la adaptación estructural fue incorporada en el invernadero más evolucionado (*Tipo C*). Las estructuras internas realizadas con malla de 10x20 hilos/cm² produjeron grandes reducciones en la incidencia de estas enfermedades, siempre superiores al 90 % e incluso en algún caso fue del 100%, sin haber utilizado un control químico o biológico. El control físico mediante estructuras internas permitió la drástica disminución o mejor eliminación de los tratamientos fitosanitarios para el control de la mosca blanca produciendo las condiciones adecuadas para una mejor utilización de la lucha biológica para el control de otras enfermedades y plagas, y constituye la base de una eficiente Producción Ecológica.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- CAHILL, M. Y DELHOLM, I. 1998

Resistencia a pesticidas en agricultura protegida. Énfasis en *Bemisia tabaci*. En: Resistencia a los pesticidas en los cultivos hortícolas. De FIAPA: 47-57

• **MEMORIA RESUMEN AÑO 2003**

Delegación provincial de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca.

EFICACIA DE LA SOLARIZACIÓN Y CONTAMINACIÓN POR NITRATOS TRAS LA APORTACIÓN DE ESTIÉRCOL

CEBOLLA, V.⁽¹⁾; GÓMEZ, M.⁽²⁾; ROSELLÓ OLTRA, JOSEP.⁽²⁾; POMARES, F.⁽¹⁾ Y RAMOS, C.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Moncada (Valencia)

⁽²⁾ Estació Experimental Agrária de Carcaixent (Valencia)

RESUMEN

La solarización reforzada con la aportación de materia orgánica mejora su eficacia en el control de patógenos de las plantas de cultivo. Elevadas aportaciones de materia orgánica pueden provocar contaminación de aguas subterráneas por lixiviación de nitratos, hay que considerar que la legislación sobre contaminación de aguas marca la cantidad de 170 kg N/ha como aportación máxima anual, esta cantidad suele ser sobrepasada con frecuencia en las prácticas habituales de algunas zonas de cultivo. El objetivo del ensayo ha sido valorar las dosis para las que la solarización mantenga su eficacia y no provoque contaminación.

En dos invernaderos de la Estació Experimental Agrària de Carcaixent, cada uno con textura de suelo distinta, uno franco arenoso y otro franco arcilloso, se solarizaron diversas parcelas, en los meses de julio y agosto de 2003, con dosis distintas de estiércol de ovino correspondientes a 0, 170 y 340 kg N/ha, y después se plantó escarola.

Se evaluó la eficacia biocida mediante sondas biológicas con preparados de *Fusarium* spp. todos los tratamientos, incluido el testigo fueron efectivos. También se evaluó la producción comercial de escarola y el control de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, siendo mejor el tratamiento con dosis alta de materia orgánica. Los elevados contenidos en NO_3^- en el suelo al inicio del ensayo dificultan la interpretación de los resultados de lixiviación de nitratos. La investigación continuará durante varios años para confirmar los resultados.

1 ► INTRODUCCIÓN

Cuando un agrosistema se desequilibra debido a una actuación desfavorable en el medio, a un mal manejo en las actividades culturales o incluso a variaciones en el clima, el sistema se hace vulnerable a especies oportunistas, que incrementan rápidamente sus poblaciones y se convierten en plagas o enfermedades impidiendo el establecimiento adecuado de un cultivo.

Cuando surge un problema fitosanitario en el suelo, lo primero que hay que hacer es analizar las causas que han producido ese desequilibrio e intentar restablecerlo. Pero en el caso que no se restablezcan, se puede utilizar un método de desinfección del suelo mediante calor, la solarización. Resulta más eficaz mediante la incorporación de materia orgánica que fermenta bajo plástico eliminando los patógenos de las plantas de cultivo. Este método funciona como una pasteurización del suelo, aumenta la temperatura de la capa superficial bajo plástico, elimina de manera más o menos selectiva los patógenos, y al alcanzar temperaturas subletales reducen la capacidad parasitaria hasta eliminar la manifestación de la enfermedad; la solarización acelera la mineralización de la materia orgánica, ofreciendo al cultivo siguiente un nivel más elevado de nutrientes, a costa de las reservas orgánicas del suelo.

Las elevadas aportaciones de materia orgánica pueden provocar contaminación de aguas subterráneas por lixiviación de nitratos. Ya que el ión nitrato es muy móvil y no es adsorbido por la matriz del suelo. El riego incrementa el riesgo potencial de la contaminación de capas freáticas por nitratos y la textura del suelo también influirá en la capacidad de retención.

Hay que tener en cuenta la legislación relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura (Directiva 91/676/CEE), que marca la cantidad de 170 kg N/ha como aportación máxima anual. Cantidad que normalmente se sobrepasa en las zonas de cultivo. El objetivo del trabajo es valorar las dosis para que la solarización sea efectiva, y la lixiviación de nitratos sea mínima.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en dos invernaderos de la Estació Experimental Agraria de Carcaixent (Valencia), durante 2003-2004, cada uno de los invernaderos tiene una textura de suelo distinta, uno franco arenoso y el otro franco arcilloso.

Se solarizaron las parcelas en los meses de julio y agosto de 2003, con distintas dosis de estiércol de ovino: 170 y 340 unidades fertilizantes (UF) de nitrógeno, y parcelas testigo que se solarizaron sin ningún tipo de aporte de estiércol.

El diseño de los tres tratamientos fue de bloques al azar con tres repeticiones en cada invernadero, donde cada parcela elemental tiene una superficie de 21 m². Después de la distribución de parcelas y el aporte correspondiente de estiércol de oveja a cada parcela sobre el terreno labrado y desmenuzado, se regaron con ramales de riego por goteo cubriéndose con plástico transparente de polietileno, cerrando bien los bordes y evitando las cámaras de aire. Los plásticos permanecieron durante 7 semanas, alcanzándose un máximo de temperatura durante la solarización de 58.5 °C y 52.53 °C a 10 cm y 20 cm de profundidad respectivamente.

Antes de cubrir con los plásticos, se enterraron en las diferentes parcelas, a una profundidad de 10 y 20 cm, unas sondas biológicas con preparados de *Fusarium* spp. Que se mantuvieron enterradas durante toda la solarización, y que se extrajeron cuando finalizó. Se llevaron al laboratorio y mediante el medio de cultivo selectivo Komada se comprobó si había crecimiento de *Fusarium* spp.

Después se plantó escarola con un ciclo de cultivo de 90 días y se recolectó a mediados de enero.

Para evaluar la eficacia de la solarización se recogieron 20 plantas de cada parcela, eliminando las líneas externas de la parcela, para evitar el efecto borde de la solarización, líneas que no se tuvieron en cuenta a efectos estadísticos. Se pesaron tanto el peso total como el comercial, es decir, quitando las hojas externas más viejas y hojas en mal estado. De las muestras recogidas se realizó una observación visual del estado en que se encuentran, puntuándolas del 0 al 5, siendo el 0 las que se encuentran en peor estado y no comercializables, 1 y 2 las no comercializables, y del 3 al 5 comercializables, puntuando con 5 las escarolas que se encuentren en mejor estado, tanto de tamaño como sanitario. También se realizó un conteo de las plantas afectadas por *Sclerotinia sclerotiorum* para cada tratamiento.

Al mismo tiempo se observó la cantidad de nitratos en suelo durante el ciclo de cultivo de la escarola en los diferentes tratamientos, y con las diferentes texturas de suelo en los dos invernaderos y a diferentes profundidades para obtener la dosis de materia orgánica para la que la solarización fuese efectiva y no provocase contaminación de nitratos por lixiviación.

Para medir el contenido de nitratos en suelo se realizó un muestreo con unas barrenas de tipo helicoidal y cilíndrico a dos horizontes (0-30 cm y 30-60 cm), tomándolas en cuatro puntos de cada parcela en la zona del bulbo del gotero para cada tratamiento y repetición. Se realiza el muestreo en diferentes momentos del cultivo: antes de plantarlo (septiembre), a mitad del cultivo (octubre), al final (diciembre) y después de la recolección (febrero).

La determinación de nitratos fue mediante la extracción con la solución saturada de sulfato cálcico.

Para conocer la cantidad de agua aportada al cultivo se instaló un sistema de riego por goteo en todas las parcelas, con un controlador de agua a la entrada de cada uno de los sectores de riego.

La cantidad de agua aportada durante todo el ciclo de cultivo y la cantidad de nitratos que lleva esta agua se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Cantidad de agua (L/m²) y kg N/ha aportados por el agua de riego en los dos invernaderos

	INVERNADERO DE TEXTURA FRANCO ARENOSA		INVERNADERO DE TEXTURA FRANCO ARCILLOSA		AGUA NO3- (mg/L)
	(L/m ²)	kg N/ha	(L/m ²)	kg N/ha	
Del 30-9 al 20-10	119.65	51.85	119.97	54.23	223
Del 21-10 al 9-12	83.18	30.68	72.35	28.83	196.63
Del 10-12 al 3-2	27.35	10.58	30.95	12.96	209.18
TOTAL	230.18	93.11	223.27	96.02	

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de las sondas biológicas de *Fusarium* spp, enterradas a 10 y 20 cm, fueron en todos los tratamientos positivos, eso significa que la solarización ha sido eficaz respecto a *Fusarium* ssp, en cuanto a la cantidad de materia orgánica utilizada y respecto al tipo de textura de suelo (Tabla 2).

Tabla 2. Supervivencia de *Fusarium* ssp. (%) de las sondas biológicas a dos profundidades

TRATAMIENTOS	INVERNADERO DE TEXTURA FRANCO ARCILLOSA		INVERNADERO DE TEXTURA FRANCO ARENOSA	
	10 cm	20 cm	10 cm	20 cm
Sin solarizar	100	100	100	100
Solarizado sin materia orgánica	0	0	0	0
170 UF de N	0	0	0	0
340 UF de N	0	0	0	0

Se observa que las sondas dejadas en el suelo a las mismas profundidades pero sin solarizar y sin ningún tipo de aporte de materia orgánica la supervivencia de *Fusarium ssp* fue del 100%.

En cuanto a la producción obtenida (kg/pieza), si se relaciona el peso comercial respecto al peso total, se observa en la Tabla 3, que tanto para el invernadero de textura franco arcillosa como para el de textura franco arenosa, en el tratamiento de 340 UF de nitrógeno, la producción es significativamente mayor al 0.05% con intervalos LSD. No hay diferencias significativas entre las parcelas de diferentes texturas.

La producción se relaciona con el estado sanitario en que se encuentran las muestras, medidos con una observación visual con una puntuación del 1 (menor) al 5 (mayor), demostrando que la solarización con mayor cantidad de materia orgánica, es más efectiva contra *Sclerotinia sclerotiorum*, con diferencias significativas al 0.05% entre tratamientos.

Tabla 3. Niveles de significación al 0.05% de la producción en escarola frente a los tratamientos con diferentes dosis de materia orgánica

TRATAMIENTOS	PRODUCCIÓN (kg/PIEZA)			ESTADO SANITARIO (1-5)
	PESO TOTAL	PESO COMERCIAL	PESO COMERCIAL/ PESO TOTAL	
Testigo	0.72	0.52	0.68 b	3.01 b
170 UF N	0.71	0.52	0.68 b	2.95 b
340 UF N	0.72	0.55	0.73 a	3.37 a
ANOVA Tratamientos	N-S	N-S	*	*
ANOVA Texturas	N-S	N-S	N-S	N-S

N - S: No significativo al 0.05% con intervalos LSD. * : Diferencias significativas con $p < 0.05$

Respecto al contenido de nitratos en el suelo, tomadas las muestras a diferentes profundidades (0 a 30 cm y de 30 a 60 cm), en los diferentes momentos del ciclo de cultivo, se observa que en el invernadero de textura franco arenosa (Figura 1), la cantidad de nitratos (kg N-NO₃⁻/ha) en el suelo en la capa superficial siempre es mayor que en la capa más profunda, eso puede ser debido a la gran cantidad de nitratos que se aporta mediante el agua de riego.

En lo que respecta a los diferentes tratamientos, debido a los elevados contenidos de NO₃⁻ en el suelo al inicio de cultivo, dificultan la interpretación de los resultados en la lixiviación de nitratos.

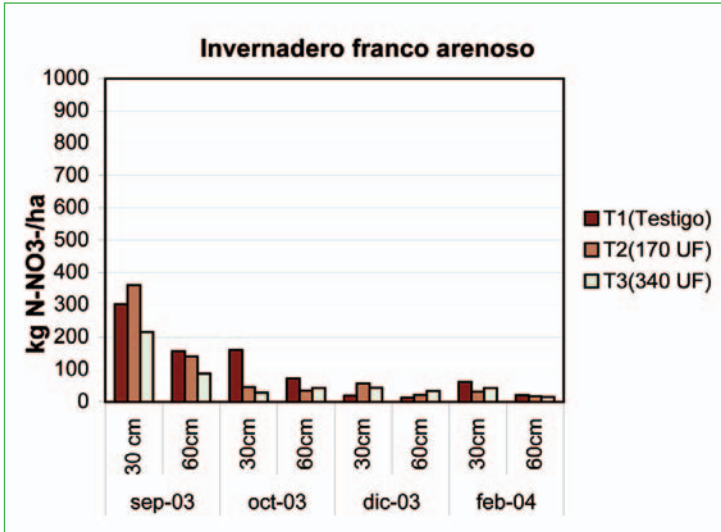


Figura 1. Nitratos en suelo, durante todo el ciclo de cultivo a dos profundidades, con diferentes tratamientos, en el invernadero de textura franco arenosa.

En cuanto a la cantidad de nitratos en el suelo en el invernadero de textura franco arcillosa (Figura 2), en los primeros 30 cm hay mayor acumulación de nitratos que en la capa más profunda, debido principalmente a un mayor contenido en materia orgánica y a la cantidad de nitratos aportados por el agua de riego. Existe un mayor contenido en nitratos en el invernadero de textura franco arcillosa, que en el de textura franco arenosa, debido principalmente a una mayor lixiviación en éste último.

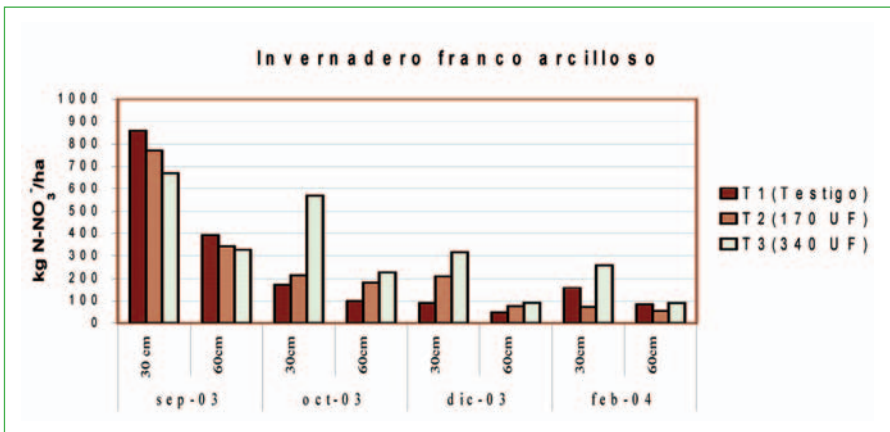


Figura 2. Nitratos en suelo, durante todo el ciclo de cultivo, a dos profundidades, con diferentes tratamientos en el invernadero de textura franco arcillosa.

4 ► CONCLUSIONES

La solarización ha resultado eficaz respecto a *Fusarium* ssp, tanto con aporte de materia orgánica, como sin aporte de ésta a dos profundidades 10 y 20 cm, en parcelas con diferentes texturas. Se ha obtenido un 100% de supervivencia de *Fusarium* ssp en parcelas sin solarizar.

La producción obtenida en escarola se relaciona con el estado sanitario en que se encuentran, demostrando que la solarización ha sido más efectiva contra *Sclerotinia sclerotiorum* cuando se le añaden 340 UF de N, que con 170 UF de N o con solarización sola.

Los contenidos de nitratos en suelo son mayores en capas superficiales que en capas profundas, a las diferentes dosis de materia orgánica utilizada en la solarización.

Los elevados contenidos en nitratos en el suelo al inicio del ensayo dificultan la interpretación de los resultados de lixiviación de nitratos. La investigación continuará durante varios años para confirmar los resultados.

BIOFUMIGATION AS AN ALTERNATIVE TO CHEMICAL PESTICIDES FOR GREENHOUSE CUCUMBER PRODUCTION IN THE SULTANATE OF OMAN

DEADMAN, MIKE; AL HASANI, HAMOUD; AL KIYOOMI, KALIFA Y PERRET, JOHAN

Department of Crop Sciences, Sultan Qaboos University
P. O. Box 34. Al Khod, 123, Sultanate of Oman
Telf.: 00 968 513450 / Fax: 00 968 513418.
Email: mikedead@squ.edu.om

ABSTRACT

For the first time in Oman, biofumigation, using cabbage and henna crop residue, has been shown to reduce the incidence of *Pythium aphanidermatum*-induced cucumber damping-off disease. For the largely uneducated, expatriate labour force working in Omani greenhouses, biofumigation using cabbage residue would appear to offer a simple and easily implemented alternative to the current dependency on chemical pesticides. Both biofumigation and solarization were shown to be effective in reducing the soil population of *P. aphanidermatum* and the incidence of damping-off when the treatments were applied during the hot, summer period. Smaller but still significant reductions in the population of *P. aphanidermatum* were achieved when the treatments were applied during the cool, winter season. Biofumigation was more effective than solarization at reducing the incidence of damping-off when applied during the cooler part of the year. Both treatments reduced the size of disease clusters, but the reduction was greater following biofumigation. *Trichoderma harzianum*, as a biological pesticide was also effective at reducing the incidence of damping-off and could represent an additional resource alternative to the use of chemical agents.

1 ► INTRODUCTION

Over the past five years, Oman has seen the number of greenhouses increase by over 500% to more than 2000, most of these are in the northern, Al Batinah region. This growth has been accompanied by an equally dramatic increase in pesticide use. Recent surveys in Oman have shown pesticide use per season to be as high as 50 applications (fungicide plus insecticide) per season (about 100 days). Alongside this, regulations covering pesticide use and the protection of workers are rudimentary. The situation is exacerbated by monoculture of cucumber with up to four crops per year, frequently using the same variety treated with the same pesticides.

The principal disease constraint to cucumber production is damping-off disease caused by *Pythium aphanidermatum*. Typically 10 - 20% of seedlings are lost, despite the frequency of pesticides applications; losses on high-risk farms can be high as 25%. Factors associated with high risk include raised salinity levels (predisposing seedlings to attack), season (cultivation during the hotter months raises disease levels), distance from the cooling pad within the greenhouse (again a temperature - related risk factor), variety (a certain level of horizontal resistance to *Pythium* appears to be present), and frequency of cultivation (many farmers routinely change the greenhouse soil every 2 or 3 years as pathogen and salinity levels increase in the soil.)

The most frequently applied fungicides used against damping-off include metalaxyl (with or without mancozeb), propamocarb, and hymexazole. Biological pesticides are not generally available. A participatory rural appraisal indicated that many farmers claim to practice solarization, although when questioned more closely, these farmers described a process whereby the soil is simply left fallow during the hot summer months between June and September. Thus, in an attempt to forestall further future increases in pesticide use, a holistic approach to cucumber disease management has been initiated.

Epidemiological models describing the temporal and spatial dynamics of disease increase have been developed to help predict high-risk locations both within the region and within individual greenhouses. Models have also been developed to visualize root growth in the soil, using CT scanning technologies. These models are being combined with physical measures of pathogen density in the soil to predict host tolerance to pathogen attack.

Although biological pesticides are not generally available, the potential market for these products in Oman is large. In addition, recognizing the imperative of addressing pesticide overuse, the Ministry of Agriculture and Fisheries has adopted a programme of distributing polythene sheeting to farmers coupled with extension activities to raise awareness of the potential of correctly applied solarization techniques for reducing fungicide dependency.

Given the imperative posed by pesticide overuse, recent research in Oman has, for the first time, evaluated the potential for biofumigation to reduce the damage caused by damping-

off. The technique was prioritised given the simplicity of the method under the constraints imposed by a largely uneducated, expatriate labour force and its relatively low cost in an economic system where many labourers lease land and attempt to maximize profit at the expense of sustainability.

2 ► METHODOLOGICAL ISSUES

Over successive seasons, biofumigation (using both cabbage and henna residue), and solarization treatments were compared systematically with biological fungicides, conventional chemical fungicides and control treatments. This was done in a succession of greenhouse experiments each planted with 800 cucumber plants (cv. Luna) in 6 double rows with plants 0.3m apart and 1m between double rows. Solarization treatments were applied to moist soils for four weeks prior to planting. Biofumigations were performed with residues (5 kg m⁻²) mixed into the top 20 cm of soil prior to sealing with clear polythene that was then left *in situ* for 4 weeks prior planting. Cabbage residue is routinely available given the widespread cultivation of the crop within the Al Batinah region; henna residue was incorporated into the experimental design following laboratory-based research indicating the potential of fungi-toxic compounds in the plant. Fungicides and biologicals were, in all cases, applied according to manufacturers recommendations.

For each experimental design in each season, soil samples were routinely collected from greenhouses before and after solarization and biofumigation treatments were applied. Dilution plating was carried out using potato dextrose agar to ascertain the number of colony forming units (CFU) of *P. aphanidermatum* per g of soil.

Previous research had indicated that, under Omani conditions, spatio-temporal damping-off disease progress is a two-phase process. Disease foci are established randomly at “initiation points”; further progress is by lateral expansion of foci along the rows. Phase one disease progress is probably related to primary inoculum of the pathogen in the soil; phase two disease progress probably represents secondary spread of the pathogen through the soil via zoospore dispersal and root-mediated propagation. This two-phase progress has been modelled using a program developed in the PVWAVE programming language. For each experimental greenhouse disease incidence was evaluated daily to produce a “death map” of affected plants. Over time, these death maps provided indications of the spatial and temporal changes in the locations of diseased plants. At the end of each season disease progress in space and time was combined using the PVWAVE model. For simplicity, the programme output is reduced here to show cluster size distribution for each experimental treatment. In addition, disease incidence and yield (kg per greenhouse equivalent) was calculated for each treatment. All diseased plants were collected and routinely plated onto PDA to confirm isolation of *P. aphanidermatum* as the causal pathogen of the damping-off disease symptoms.

3 ► RESULTS

Typically, from results accumulated over several years, biocontrol with *Trichoderma* reduced damping-off incidence to a level equivalent to propamocarb, but not to as low a level as that achieved with metalaxyl – the most efficacious and widely used fungicide in the greenhouses of Oman (Figure 1).

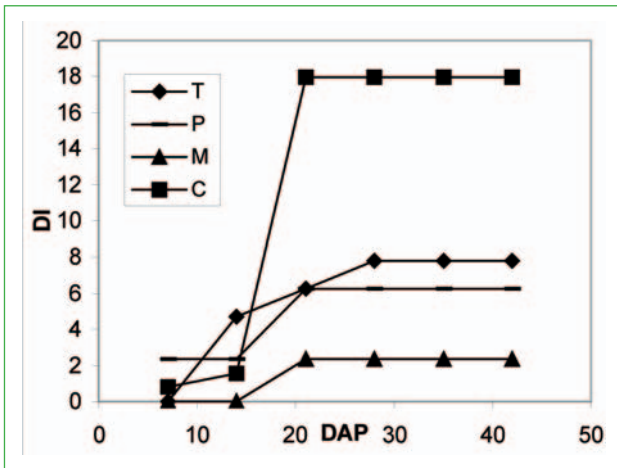


Figure 1. The effect of metalaxyl (M), propamocarb (P) and *Trichoderma* (T) on damping-off disease incidence (%) relative to a control (C).

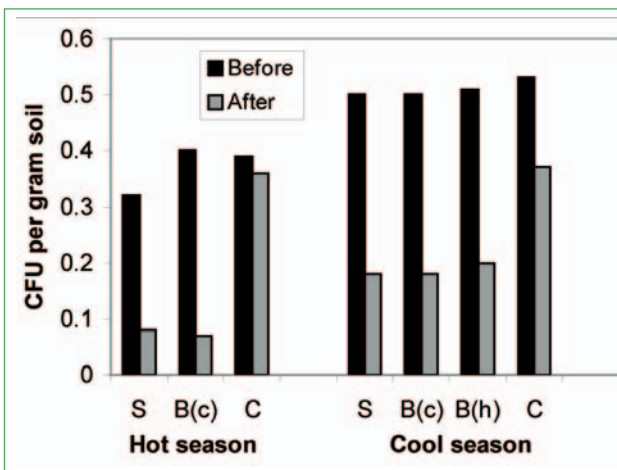


Figure 2. The effect of solarization (S) and biofumigation with cabbage (B(c)) and henna residue (B(h)) applied during the hot and cool seasons, on the soil population density of *P. aphanidermatum* in greenhouse soils, relative to untreated control plots (C).

A reduction in the number of colony forming units of *P. aphanidermatum* was typically observed for both solarization and biofumigation (Figure 2).

Although the reductions were more substantial when the treatments were applied during the hot part of the year, nonetheless, a substantial lowering of the *P. aphanidermatum* colony count was observed even when solarization or biofumigation was performed during December (Figure 2). Solarization in the summer season typically reduced the level of damping-off significantly compared to a control treatment (Figure 3).

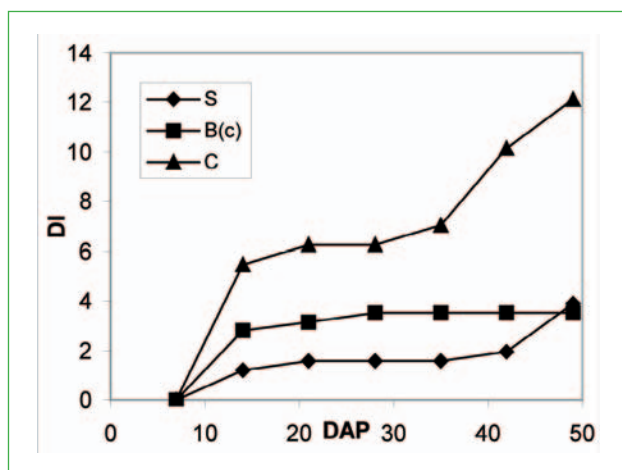


Figure 3. The effect of summer season solarization (S) and biofumigation (B(c)) on damping-off disease incidence (%) in greenhouse cucumber seedlings, relative to untreated control plots (C).

Similar levels of disease reduction were achieved with biofumigation using cabbage residue (Figure 3), where, on average, disease incidence 49 days after planting was reduced to around 3% compared to a control level of 12%. In the cooler, winter period, solarization between growing seasons also reduced the final damping-off disease incidence although the scale of the reduction was less than that achieved during the hot part of the year (Figure 4).

Biofumigation with cabbage and with henna residue was also capable of reducing the disease incidence in the cooler season, and although the scale of the reduction was less marked than for the summer period, the reduction relative to the control was larger than for solarization (Figure 4).

Both solarization and biofumigation treatments reduced the size of the clusters of diseased plants in the treated plots of each experimental greenhouse. This suggests that there was significantly less secondary spread of *P. aphanidermatum* from initially infected focal plants to those plants in the immediate neighbourhood.

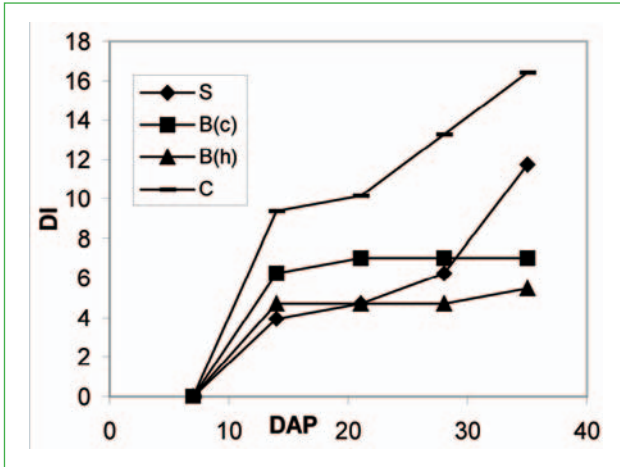


Figure 4. Effect of solarization (S) and biofumigation with cabbage (B(c)) and henna (B(h)) residue on percentage damping-off of cucumber seedlings in cool season greenhouse conditions, compared to untreated control plots (C).

The reduction in cluster size in the period following summer season treatment was most profound following biofumigation with cabbage residue compared to the solarization treatment (Figure 5).

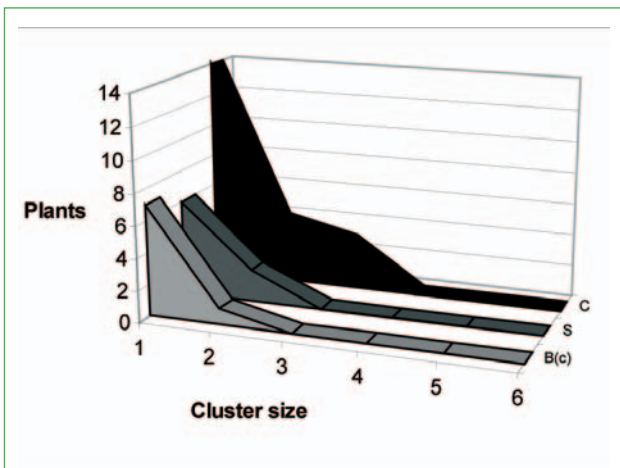


Figure 5. Effect of control (C), solarization (S) and cabbage residue biofumigation (B(c)) treatments on the size of disease clusters in hot season greenhouse cucumber crops.

The reduced cluster size following biofumigation was more marked, compared to solarization, following winter season treatment with no single cluster increasing beyond

the size of 3 neighbouring plants (henna) or 2 plants (cabbage residue), compared to the control where disease clusters of 6 plants were recorded (Figure 6).

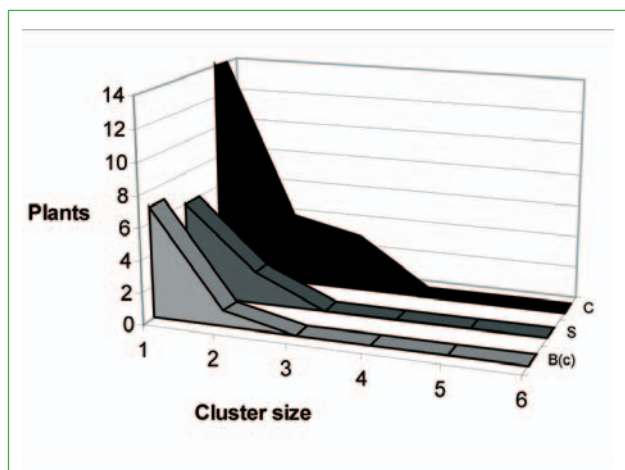


Figure 6. Effect of control (C), solarization (S) and biofumigation with cabbage (B(c)) and henna (B(h)) residue on the size of disease clusters in cool season greenhouse cucumber crops.

In Oman many farmers keep their greenhouses fallow during the summer period. Not only because yields during the summer are lower, but also because they perceive that fallowing may reduce soil-borne pathogen density. Although not strictly solarization, undoubtedly inoculum density is somewhat reduced. The current project has revealed that correctly managed soil solarization increases the soil temperature at a depth of 10 cm and subsequently decreases *P. aphanidermatum* populations in the soil. Even during the cooler, winter season, soil solarization increased the soil temperature at depth of 10 cm and subsequently decreased *Pythium* populations in the soil. Published results (Al Hasani, 2004) have also shown that plants grown in solarized soil displayed increased growth and yield expressed as kg of cucumber fruits per greenhouse. Recent research in Denmark has shown that solarization in a temperate summertime can reduce *Pythium*-induced root rot of greenhouse cucumber (Christensen and Thinggaard, 1999). Summer temperatures in Denmark are not dissimilar to winter temperatures in Oman.

Biofumigation, using either henna leaves or cabbage residue, promoted plant growth and increased the fruit yield (see Al Hasnani, 2004). In Spain, biofumigation has been successfully applied to strawberries in Andalusia and Valencia, peppers in Murcia and Castilla-La Mancha, cucurbits in Valencia, Castilla-La Mancha and Madrid, tomatoes in Valencia and the Canary Islands, brassicas, cut flowers, citrus and fruit trees in Valencia, banana in the Canary Islands and vineyards in Castilla-La Mancha (Bello et al., 1997, Bello and Melo 1998, Bello and Miquel 1998 a, b, Bello et al., 1998, Cebolla et al., 1999, García et al. 1999, Bello et al., 2000).

In Oman, the first trial of the biofumigation technique under commercial conditions appears to have been successful; it is now necessary to extend the trial to more participating farms growing a wider range of crops. Extension activities must now be geared towards raising farmer awareness of the technique and towards explaining the benefits in terms of reduced pesticide input levels, healthier food and a healthier environment.

4 ► REFERENCES

• **AL HASANI, H. 2004**

Pathogenicity of *Pythium aphanidermatum* on Greenhouse Cucumbers in Oman and Strategies for Management by Reducing Initial Inoculum. PhD Thesis, The University of Reading, UK, 295 pp.

• **BELLO, A.; ESCUER, M.; SANZ, R.; LÓPEZ - PÉREZ, J. Y GUIRAO, P. 1997**

Bio-fumigación, nematodos y bromuro de metilo en el cultivo de pimiento. In: A. López; J. A. Mora (Eds). Posibilidad de Alternativas Viabes al Bromuro de Metilo en Pimiento de Invernadero. Consejería de Medioambiente, Agricultura y Agua, Murcia, España, 67-108.

• **BELLO A.; GONZÁLEZ, J.; ARIAS, M. Y RODRÍGUEZ - KÁBANA, R. 1998**

Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. Phytoma-España, DGXI EU, CSIC, Valencia, Spain, 404 pp.

• **BELLO A.; LÓPEZ, J.; SANZ, R.; ESCUER, M. Y HERRERO, J. 2000**

Bio-fumigation and organic amendments. In: Regional Workshop on Methyl Bromide Alternatives for North Africa and Southern European Countries. UNEP, 113-141.

• **BELLO, A. Y MELO, M. 1998**

Reducción de las poblaciones de nematodos con técnicas alternativas al bromuro de metilo. In: Memoria de Actividades 1998, Resultados de Ensayos Hortícolas, Generalitat Valenciana, Fundación Caja Rural de Valencia, 347-350.

• **BELLO, A. Y MIQUEL, E. 1998 A**

Control nematodos por biofumigación. In: Memoria de Actividades 1998, Resultados de Ensayos Hortícolas, Generalitat Valenciana, Caja Rural de Valencia, 351-352.

• **BELLO, A. Y MIQUEL, E. 1998 B**

Control nematodos por biofumigación en cultivo de col china. In: Memoria de Actividades 1998, Resultados de Ensayos Hortícolas, Generalitat Valenciana, Caja Rural, Valencia, 353-354.

• **CEBOLLA V.; BARTUAL, R.; GINER, A.; BUSTO, J.; POMARES, F.; ZARAGOZA, S.; TUSET, J.; CABALLERO, P.; MUT, M.; CASES, B.; DE MIGUEL, M.; FOMBUENA, P.; MAROTO, J.; MIGUEL, A. Y PORCUNA, J. 1999**

Chemical and non chemical alternatives to methyl bromide in the area of Valencia. In: 3rd International Workshop Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. 7-10. December, Crete, 141-145.

• **CHRISTENSEN, L. Y THINGGAARD, K. 1999**

Solarization of greenhouse soil for prevention of *Pythium* root rot in organically grown cucumber. Journal of Plant Pathology 81: 137-144.

• **GARCÍA, S.; ROMERO, F.; SÁEZ, J.; DE MIGUEL, A.; MONZÓ, C.; DEMÓFILO, V.; ESCUER, M. Y BELLO, A. 1999**

Problemática de la replantación de melocotoneros en terrenos arenosos en la comarca de La Rivera. Comunitat Valenciana Agraria 13: 43-49.

IMPLICACIONES DEL INJERTO EN MELÓN COMO ALTERNATIVA AL BROMURO DE METILO SOBRE LA MICROBIOTA FUSÁRICA DEL SUELO EN EL ESTADO DE COLIMA (MÉJICO)

**DE CARA, M.⁽¹⁾; DIÁNEZ, F.⁽¹⁾; FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, E. J.⁽¹⁾; SANTOS, M.⁽¹⁾; BOIX, A.⁽¹⁾;
MARTÍNEZ, R. E.⁽¹⁾; ESTRADA, F. J.⁽²⁾; MONTOYA, S.⁽²⁾ Y TELLO, J.⁽¹⁾**

⁽¹⁾ Dpto. de Producción Vegetal, Universidad de Almería. La Cañada de San Urbano. 04120 Almería

⁽²⁾ Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Agronomía. Culiacán, Sinaloa (MÉJICO)

RESUMEN

En algunas explotaciones hortícolas intensivas con problemas fitopatológicos que tienen su origen en el suelo, se aplica bromuro de metilo (BM) de forma continuada, campaña tras campaña, con la sencilla justificación de que sin estas aplicaciones resultaría imposible sostener los altos rendimientos que se alcanzan en agricultura convencional (Bello y Tello, 1998).

Es por tanto un elemento clave, para la transición de estos sistemas intensivos convencionales a sistemas de cultivo ecológicos, encontrar alternativas al BM factibles, que permitan mantener, o incluso superar los actuales rendimientos de cultivo de estas explotaciones hortícolas, permitiendo el control, por supuesto, de los mencionados problemas fitopatológicos.

El grupo de investigación AGR-200 del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad de Almería, participa desde 1998 en varios proyectos dirigidos a aportar soluciones dentro del sector hortofrutícola, colaborando directamente con investigadores de países hispanoamericanos. En este camino, se han aportado ya soluciones pragmáticas a problemas concretos. Tal es el caso de la introducción del injerto de melón (*Cucumis melo* L.) en calabaza (*Cucurbita moschata* Duchesne x *Cucurbita maxima* Duchesne) para controlar enfermedades criptogámicas de origen telúrico, que hace innecesaria la aplicación de BM en los suelos de Méjico o Guatemala (Fernández et al, 2002).

En el trabajo que presentamos se ha evaluado la microbiota fusárica de distintos suelos donde se desinfectó con bromuro de metilo, y donde no se desinfectó y se cultivó melón injertado. Se utilizaron muestras de estos suelos para tratar de capturar a *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (Fom) y comprobar la persistencia del patógeno en el suelo tras la desinfección con BM y tras una campaña cultivando injerto.

PALABRAS CLAVE: *FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP. *MELONIS*, INJERTO, CALABAZA Y COLIMA

1 ▶ MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de las muestras analizadas

Se evaluaron cuatro suelos, que codificamos COL1, COL2, COL3 y COL4, todos ellos procedentes de parcelas comerciales donde se vienen realizando ensayos de alternativas al uso de BM desde la campaña 1999/2000.

- ▶ **COL1:** Suelo del “Rancho Las Carmelitas” (que tiene una superficie cultivada con melón de 800 ha), donde se mantuvo un ensayo de alternativas al BM en la campaña 2001/2002, tras el cual se tomó la muestra. Esta muestra pertenece a suelo donde se plantó injerto y no se había tratado con BM.
- ▶ **COL2:** Muestra de la misma finca y momento que COL1. Este suelo sí se desinfectó con BM.
- ▶ **COL3:** Muestra perteneciente a la finca “El Bajío”. En la campaña del muestreo (2002/2003) se cultivó melón de la variedad “Pacstar” (sin genes de resistencia a *Fom*) sobre diferentes patrones. En la campaña anterior se plantó tomate, y dos años atrás melón. En el momento del muestreo, la sintomatología observada respondía a la característica de una fusariosis vascular. El suelo fue tratado con BM a dosis de 300 kg·ha⁻¹.
- ▶ **COL4:** Muestra del “Rancho Las Carmelitas” (campaña 2002/2003). En el momento del muestreo había plantada sandía (*Citrullus vulgaris* Schrad) de las variedades “Sangría”, “Royal Crown” y “Trix”. Estas plantas no mostraban sintomatología de fusariosis. No se aplicó BM previo al cultivo de sandía.

Análisis de la microbiota fusárica de los suelos

El análisis de los suelos para determinar las poblaciones de *Fusarium*, se hizo mediante la técnica descrita por Tello *et al*, 1991.

Aislamiento de *Fusarium oxysporum* patógeno sobre melón

El procedimiento para obtener estas cepas fue su aislamiento a partir del suelo muestra, utilizando el siguiente método. En primer lugar, las muestras fueron secadas en condiciones ambientales, con temperaturas que oscilaron entre 15 y 25 °C, durante una o dos semanas según la textura y grado de humedad de las muestras. A continuación, se tamizaron por una criba metálica de 200µm de luz.

La fracción fina resultante se guardó en un bote de cristal sin exposición lumínica, para el análisis de microbiota fusárica; mientras que la fracción gruesa se empleó para aislar los posibles patógenos del melón. Para ello empleamos diez macetas con una capacidad de 200ml, perforadas en su parte inferior para evitar exceso de agua en el sustrato, que se llenaron con una mezcla de vermiculita esterilizada en autoclave durante 60 minutos a 121 °C y una fracción de suelo muestra. Se emplearon 5g de muestra suelo y 30g de vermiculita, esto es, una proporción relativa suelo/vermiculita igual a 1/6. Por experiencias anteriores, y aunque varía para cada tipo de suelo, esta proporción suelo/vermiculita es la mínima cantidad que en el tiempo del experimento permitió aislar Fom sin que interfiriesen otros patógenos de melón tales como *Pythium* o *Rhizoctonia solani*. La preparación de la mezcla consistió en reunir las dos fracciones de la misma en un vaso de vidrio estéril y agitar hasta que la mezcla se veía homogénea. Entonces se vertía el sustrato-mezcla en la maceta. Las diez macetas eran depositadas en una misma bandeja de plástico, y eran llevadas a una cámara climatizada, donde la temperatura se mantenía entre 23 y 25 °C, y las plantas disponían de 16h diarias de radiación fluorescente (18·103lux). Se regó con agua corriente hasta la capacidad de campo de los sustratos. A continuación, se realizaba en cada maceta, el trasplante de cinco semillas de melón previamente germinadas en cámara húmeda, de la variedad “Piel de Sapo” (sensible a Fom).

De este modo dispusimos de 50 plantas-trampa por cada suelo. Añadimos dos macetas como control. Estos controles contenían vermiculita sola, que fue igualmente sembrada con melón “Piel de Sapo”. A los tres días ya habían brotado la mayoría de las plantas de melón. El riego se efectuaba cada cuatro o cinco días, según se encontrara de húmedo el sustrato, con una solución 1/250 (p/v) de abono compuesto (15-10-15-2(SO3)) – “COMPO”-.

Los primeros síntomas de enfermedad aparecieron como un marchitamiento en verde, que dio lugar a la seca de las plantitas. Posteriormente empezó a manifestarse una clorosis en las hojas de algunas de las plantitas que quedaban sanas.

El aislamiento del patógeno se realizó de plantitas que manifestaron uno u otro síntoma, o ambos síntomas simultáneamente. Se tomaban aquellas plantitas que no presentaban un avanzado grado de enfermedad, ya que esto podía favorecer el aislamiento de otros hongos saprofitos junto con el patógeno, lo que dificulta la lectura de los aislamientos. Los aislamientos se hicieron tomando discos del tallo, por encima de los cotiledones, que fueron flameados, y seguidamente colocados transversalmente sobre placas de Petri con 15ml de PDA. Transcurridas 24-48h se podía observar un penacho de micelio emergiendo desde los vasos de la sección de tallo. Este micelio se leía, y si era *Fusarium oxysporum*, se repicaba a una placa de Petri con PDA, y posteriormente a medio KOMADA, para una más fácil conservación. Cada una de las cepas aisladas fue extraída de una plantita enferma diferente.

Se anotó el número de días que transcurrieron, tras el trasplante, hasta que observamos síntomas de fusariosis en la primera plantita de cada muestra que los manifestó. Así como el momento en que moría la primera plantita con síntomas.

Identificación de las cepas aisladas como *Fom*

Nos ajustamos a los criterios establecidos por (Nelson *et al*, 1983). Se procedió a determinar el crecimiento en PDA de cada uno de los aislados a diferentes temperaturas. Para ello partíamos de colonias de la cepa que habían sido repicadas a PDA 72h antes de la siembra. Tomábamos cinco fragmentos circulares, de 1cm de diámetro, de la zona más joven de cada colonia. Cada fragmento se sembraba en el centro de una placa de Petri con 15ml de PDA. Estas placas se introducían, selladas con “parafilm”, en una estufa a temperatura constante. A las 96h se medía el diámetro alcanzado por las colonias. Se evaluó el crecimiento para las siguientes temperaturas: 5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C.

El aspecto morfológico de las colonias se estudió en medio PDA. Éstas fueron incubadas en estufa a 25 °C y oscuridad durante 4 días (Tello, 1986).

Para el estudio de los caracteres microscópicos, se utilizó medio de cultivo KCl con hojas de clavel (Tello *et al*, 1991) para inducir la formación de esporodoquios bajo luz ultravioleta. Se evaluó la presencia de clamidosporas y el número de tabiques de 100 macroconidios esporodoquiales de cada aislado tomados en campos del microscopio al azar. También se evaluó la presencia de falsas cabezas en fiálidas cortas, sobre medio PDA.

Posteriormente se inocularon todas las cepas aisladas sobre diez plantas de melón sensible a *Fom* (variedad “Piel de sapo”). Para ello se dispuso una maceta de un volumen de un litro para cada aislado (Figura1). Cada maceta se rellenó con 150g de vermiculita esterilizada en autoclave (30minutos a 121 °C).

En cada maceta se sembraron diez semillas, que fueron previamente germinadas en una placa de Petri con papel de filtro humedecido, y contaban en el momento de la siembra con una radícula de 2 a 4cm. Las macetas estaban perforadas en su base para facilitar el drenaje en caso de excesivo riego.

El mismo día que se ponían a pregerminar las semillas, se repicaba a PDA un disco de 1cm de diámetro de cada cepa de *Fom* que se iba a inocular. De este modo, en el momento de la inoculación, la superficie de las placas se encontraba totalmente cubierta por el micelio del aislado. Las inoculaciones se realizaron cuando las plantitas mostraban la primera hoja verdadera bien desarrollada y la tercera había comenzado su desarrollo (Tello, 1986). La unidad de inóculo consistía en una suspensión del hongo en agua corriente. Para ello se trituraba el contenido de placas de Petri con una batidora doméstica sumergida en 200ml de agua. De esta manera obteníamos una suspensión de conidias de aproximadamente $1 \cdot 10^5$ UFC/ml.

A continuación se regaba cada maceta con 200ml de dicha suspensión (adaptación de Tello *et al*, 1991). Con estas inoculaciones confirmábamos los Postulados de Koch.



Figura 1. Plantas de melón “Piel de sapo” inoculadas con *Fom*.

2 ▶ RESULTADOS

Microbiota fusárica de los suelos

Los resultados de los análisis de suelo en medio selectivo se pueden ver en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Microbiota fusárica asociada a los suelos analizados

CÓDIGO DE AISLADO	<i>F. OXYSPORUM</i> (CFU G-1±D.E.)	<i>F. SOLANI</i> (CFU G-1±D.E.)	<i>F. ROSEUM</i> (CFU G-1±D.E.)
COL1	2260±357 d*	10±12 ab*	86±56 a*
COL2	179±76 a*	4±8 a*	25±31 a*
COL3	668±111 b*	56±50 b*	1295±58 c*
COL4	1391±256 c*	0±0	972±397 b*

d.e.: desviación estándar. * Letras diferentes indican diferencia significativa entre las muestras según el método de las diferencias mínimas significativas (LSD) con una probabilidad de acierto del 95%

Aislamiento de *Fusarium oxysporum* patógenos sobre melón

Se obtuvieron en total 31 aislados de *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*, 7 procedentes de la muestra COL1, 8 de COL2, 5 de COL3 y 11 de COL4. Los primeros síntomas de fusariosis en plantitas aparecieron a los 26-27 días tras el trasplante en las muestras COL1, COL3 y

COL4, mientras que en la muestra COL2 tardaron en aparecer tan sólo 19 días. Este primer síntoma lo fue el marchitamiento en verde, aunque posteriormente aparecieron algunas plantas que también mostraron clorosis foliar (Figura 2). Las primeras plantitas muertas se observaron a los 29 días en COL3 y COL4, mientras que en COL2 ya había plantitas muertas a los 19 días. En COL1 se arrancaron las plantitas antes de que murieran, para aislar *Fusarium* de los haces vasculares (ver Cuadro2).

Cuadro 2. Resultados del aislamiento de *F. oxysporum* f. sp. *melonis* sobre plantitas de melón

	AISLADOS OBTENIDOS	DÍAS TRAS EL TRASPLANTE EN APARECER LOS PRIMEROS SÍNTOMAS	DÍAS TRAS EL TRASPLANTE EN APARECER LAS PRIMERAS PLANTITAS MUERTAS
COL1	7	26	¿?
COL2	8	19	19
COL3	5	27	29
COL4	11	27	29



Figura 2. Síntoma de clorosis causado por *Fom*.

Identificación de las cepas aisladas

Las 31 cepas aisladas fueron identificadas como *Fusarium oxysporum*. Las colonias en PDA mostraban un micelio algodonoso, blanco. El dorso de la placa también era blanco, aunque en algunos casos viraba a violeta o rosa comenzando por la zona más vieja de la colonia. El crecimiento de las colonias a diferentes temperaturas fue máximo a 25° C,

mientras que se inhibía a 5° C, y prácticamente también a 35° C. No resultando letales estas temperaturas para los hongos. La morfología de los macroconidios de los aislados es la característica de *F. oxysporum*: forma de luna, paredes finas, y con las células pie y apical bien diferenciadas. En cuanto a las clamidosporas, aparecieron abundantemente tanto agrupadas como solitarias, siendo más frecuente esto último. Se encontraron falsas cabezas en filíidas cortas en todos los aislados. El 68% de los macroconidios presentaban 3 tabiques, encontrándose sólo en una cepa 1 conidio con 6 tabiques. Los demás presentaban 5 o menos tabiques.

En todos los casos, las inoculaciones posteriores de los aislados sobre melón “Piel de sapo” reprodujeron la sintomatología de la fusariosis, por lo que podemos considerar a estos aislados como ejemplares de la forma special *melonis*.

3 ► DISCUSIÓN

Atendiendo a los resultados de los análisis de microbiota fusárica, lo primero que nos llama la atención es el elevado valor de las desviaciones estándar, que reflejan la imposibilidad de elegir una muestra representativa del conjunto del suelo (Rodríguez-Molina *et al.*, 2000). No obstante, se puede observar una tendencia de las poblaciones de las distintas especies de *Fusarium*, cuando se trata con bromuro de metilo, y su relación con la fecha de aparición de los primeros síntomas de fusariosis en los ensayos para aislar a *Fom*.

En un primer análisis, podemos comparar las muestras de la campaña 2001/2002, y ver cómo en la muestra COL2, donde se aplicó el BM, las poblaciones de *Fusarium* son inferiores a las del suelo no desinfectado, donde se plantaron los injertos (COL1) (Cuadro 1); pero sólo encontramos diferencia significativa cuando comparamos las poblaciones de *F. oxysporum*, que es más de diez veces inferior en la muestra “bromurada”. Sin embargo, estas menores poblaciones de *Fusarium* no evitaron que aisláramos *Fom* de las plantitas sembradas en macetas con suelo de COL2. Y más aún, en el suelo desinfectado con BM, las primeras plantas con síntomas de marchitamiento aparecieron con 7 días de antelación respecto a COL1 (Cuadro 2).

Señalaremos también la menor población de *F. oxysporum* en COL3 (suelo bromurado), mientras que las poblaciones de *F. solani* y *F. roseum* resultaron muy elevadas. Si bien esta muestra no se puede contrastar con las otras al pertenecer a una finca diferente, sí podemos resaltar que el periodo transcurrido en el ensayo de aislamiento de *Fom*, hasta que aparecieron los primeros síntomas de fusariosis fue el mismo que para las muestras sin bromurar. En cuanto a COL4, los resultados son similares a COL1, ambos suelos sin BM.

En lo que al aislamiento de *Fom* se refiere, fue esto posible en los experimentos diseñados para todas las muestras.

4 ▶ CONCLUSIONES

- ▶ Podemos extraer como primera aportación, la conveniencia del método de las plantas trampa en vermiculita con una fracción de suelo muestra, empleado para la reproducción en laboratorio de los síntomas de la fusariosis vascular en melón.
- ▶ Confirmamos la presencia de *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* en Méjico, que supone un grave problema en el cultivo de melón. Problema que es subsanado, como se observó anteriormente con la introducción del injerto sobre híbrido de calabaza ((Fernández *et al*, 2002). Solución extrapolable a otras zonas donde se presente la fusariosis del melón.
- ▶ Los métodos de la agricultura convencional para la desinfección del suelo, en este caso la desinfección con bromuro de metilo, no solucionan el problema de la fusariosis vascular del melón, pues pese a reducir las poblaciones de *F. oxysporum* en el suelo, la enfermedad persiste tras el tratamiento.
- ▶ El adelanto en la manifestación de los síntomas en el suelo desinfectado con bromuro de metilo, nos pone de manifiesto la pérdida de riqueza microbiana en el suelo tratado. Pues dicho adelanto ha de deberse a la menor competencia que encuentra el patógeno para colonizar el medio rizosférico. Podemos encontrar aquí una posible relación entre distintas especies de *Fusarium*, antagonistas entre sí, como ya pusieron de manifiesto los suelos supresivos de Châteaurenard (Louvét, Alabouvette y Rouxel, 1981).

5 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **BELLO, A. Y TELLO, J. 1998**

El bromuro de metilo se suprime como fumigante del suelo. *Phytoma-España* 101,10-21.

- **FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, E. J.; TELLO MARQUINA, J. C.; TRABANINO, E.; CALDERÓN BRAN, L. F.; DUBÓN, E. Y CABRERA, I. 2002**

Respuesta al injerto en melón cantaloup como alternativa al BrCH₃ en Guatemala. *Actas del V Congreso de la S.E.A.E.*: 967-971.

- **LOUVET, J., ALABOUVETTE, C. Y ROUXEL, F. 1981**

Microbiological suppressiveness of some soils to *Fusarium* wilts. Pp. 261-275 en: *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy*. P.E. Nelson, T.A. Toussoun y R.J. Cook, eds. Pennsylvania State University Park.

- **NELSON E.; TOUSSOUN, T. A. Y MARASAS, W. F. O. 1983**

Fusarium Species. An Illustrated Manual for Identification. The Pennsylvania State University Press. 193 pp.

- **TELLO, J. C. 1986**

Notas sobre las micosis del melón en La Mancha. *ITEA*. 63: 45-60.

- **TELLO, J. C.; VARES, F. Y LACASA, A. 1991**

Análisis de muestras. Pp. 39-72 en: Manual de Laboratorio, VV AA. M.A.P.A. Madrid.

• **RODRÍGUEZ - MOLINA, M. C.; TELLO, J. C.; TORES VILA, L. M. Y BIELZA, P. 2000**

Micro-scale systematic sampling of soil: heterogeneity in populations a of *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *F. roseum* and *F. moniliforme*. *Phytopathology*, 148: 609-614.

EXTRACTOS ACUOSOS DEL COMPOST DE ORUJO DE VID

Sideróforos

DIÁNEZ, F.; SANTOS, M.; BOIX, A.; GÁMEZ, I.; MARTÍNEZ, R. E.; VILLAESCUSA, J. Y TELLO, J. C.

Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
Carretera Sacramento, s/n. La cañada de San Urbano. Almería 04120
E-mail: fdianez@ual.es

RESUMEN

Conocer los mecanismos a través de los cuales se produce la supresión de enfermedades de las plantas mediante el uso del compost y de sus extractos acuosos, es vital para mejorar el rendimiento de dicho efecto sobre los patógenos. El control biológico de ciertos fitopatógenos del suelo por microorganismos beneficiosos es debido en parte a la producción de sideróforos en condiciones limitantes de hierro. Estos sideróforos secuestran el hierro con una alta afinidad, no estando disponible para ciertos hongos patógenos.

En el presente trabajo se analiza la presencia de sideróforos en los extractos acuosos del compost agotado de orujo de vid y su efecto supresor sobre nueve fitopatógenos: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 0, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 1, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, *Verticillium dahliae*, *Pythium aphanidermatum*, *Phytophthora parasitica* y por último un micopatógeno, *Verticillium fungicola*.

Concentraciones de 5, 10 y 15% de extractos acuosos filtrados, microfiltrados y esterilizados fueron añadidos en placas de Petri con medio PDA, con 1 mM de FeCl₃. Tras la mezcla, se coloca en el centro de cada placa, un disco de 0,5 cm. conteniendo micelio fúngico de cada uno de los hongos a ensayar. Todas las placas se incuban a 25°C durante 7 días, excepto *Rhizoctonia* y *Pythium*, cuya lectura de los resultados se realiza a los 4 días. Se realizaron 5 repeticiones para cada condición y hongo. La adición de 1 mM de FeCl₃ inactiva los sideróforos presentes en los extractos acuosos del compost, suprimiendo la inhibición del crecimiento fúngico mostrada por los mismos.

Los resultados obtenidos con los extractos acuosos microfiltrados revelan que los microorganismos presentes en el compost de orujo de vid excretan al medio sideróforos responsables de la inhibición del crecimiento micelial de los nueve hongos ensayados, Esta actividad es anulada tras la adición de cloruro férrico. Estos mismos resultados se logran con los extractos acuosos obtenidos tras una filtración para eliminar simplemente el exceso de materia orgánica. Dicha inhibición no se suprime al 100% tras la adición de FeCl₃, debido a que los microorganismos presentes en dicho extracto, presentan diferentes mecanismos de biocontrol.

PALABRAS CLAVE: EXTRACTOS ACUOSOS DEL COMPOST, SUPRESIVIDAD Y HONGOS FITOPATÓGENOS

1 ► INTRODUCCIÓN

El empleo y desarrollo de distintos preparados basados en el compost y agua para el control de enfermedades se encuentra en auge desde 1990 (Brinton, 1995; Diver, 2001). Son muchos los términos que se han empleado para estos preparados: té de compost, te de compost aireado, extractos acuosos fermentados de compost, etc. Muchos de los términos son sinónimos, mientras otros se prestan a confusión, como el concepto extracto de compost, ya que en muchas ocasiones los extractos se obtienen por distintos procedimientos físicos y químicos, como el prensado, destilado o extracción con disolventes (Scheuerell y Mahaffee, 2002). Otros autores como Brinton *et al.*, (1996), no hacen diferencias entre extracto de compost y té de compost, incluso no diferencian entre si existe o no aireación en el proceso.

El compost ha demostrado tener en muchos casos el potencial supresor frente a enfermedades, así como sus extractos acuosos que pueden ser sustitutos de los fungicidas sintéticos (Zhang *et al.*, 1998). La mayor parte de los estudios realizados sobre el control de patógenos mediante el empleo de extractos acuosos, se ha realizado con patógenos de la parte aérea de las plantas, siendo superior el número de ensayos realizados con te de compost no aireados. La investigación realizada en el control de patógenos edáficos mediante el empleo de té de compost ha sido menor, aunque esta práctica es común en la agricultura ecológica (Scheuerell y Mahaffee, 2002).

El conocimiento de los mecanismos a través de los cuales se produce el control biológico por acción del compost o sus extractos acuosos es necesario para incrementar el rendimiento de dicho poder supresor. El buen desarrollo de las plantas así como el control biológico de hongos fitopatógenos de origen edáfico tiene su origen en numerosos microorganismos, debido en parte a la producción de sideróforos bajo condiciones limitantes de hierro. La mayoría de los microorganismos tanto aerobios como anaerobios facultativos responden a condiciones limitantes de iones hierro debida a la producción de sideróforos, los cuales lo capturan impidiendo su disponibilidad. Además, los sideróforos pueden actuar como factores de crecimiento y algunos como potentes antibióticos (Neilands, 1981).

Se han descrito numerosos trabajos en los cuales se detecta supresividad en los suelos debida a sideróforos. Así, la adición de diferentes especies de *Pseudomonas* a un suelo conductivo infectado con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini*, convierte a dicho suelo en supresivo, impidiendo el desarrollo de la enfermedad, revirtiendo esta situación por la adición de Fe-EDTA (Kloepper *et al.*, 1980). Esto mismo ha sido descrito para *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, varias especies de *Pythium* (Becker y Cook, 1984; Weller *et al.*, 1986), y otros muchos.

El objetivo de este trabajo es determinar la presencia de sideróforos producidos por los microorganismos que están presentes en los extractos acuosos del compost de orujo de vid, y su implicación en el control de ocho hongos fitopatógenos del suelo y un hongo micopatógeno.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Medios y microorganismos

Para este estudio se han utilizado los siguientes hongos fitopatógenos del suelo *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 0, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 1, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, *Verticillium dahliae*, *Pythium aphanidermatum*, *Phytophthora parasitica*. Además, se ha utilizado un micopatógeno, *Verticillium fungicola*. El mantenimiento de los distintos hongos indicadores así como los ensayos realizados se realizaron en medio PDA.

Obtención de los extractos acuosos

Para la obtención de los extractos acuosos del compost (CWEs) de orujo de vid se añaden 100 g de compost a un matraz Erlenmeyer de capacidad 1 l, con 300 ml de agua destilada estéril (proporción 1/3 p/v). Se agita en agitador orbital a 150 rpm a 25°C durante 1 día, 1 semana y 2 semanas. A continuación, se filtra por una tela (muselina) para eliminar el exceso de materia de gran tamaño, como son las semillas de uva, fragmentos de madera y otros componentes del propio compost. A partir de aquí, se siguen diferentes procedimientos en función de las condiciones ensayadas. La obtención del extracto F, se obtiene tras el filtrado de la suspensión por la muselina. Para la obtención del extracto C, y posterior a la filtración con la muselina, se centrifuga a 10000 rpm durante 10 minutos para eliminar exceso de materia orgánica y evitar posteriormente, la colmatación de los filtros. El extracto que queda después de la centrifugación se esteriliza por microfiltración a través de membranas estériles de 0,22 µm de tamaño de poro (Millipore®). Los extractos esterilizados por microfiltración fueron previamente sometidos a filtrados preparativos a través de prefiltros de tamaño mayor de poro (Millipore® AP20 y AP15). Para la obtención del extracto E, y posterior a la filtración con la muselina, se esteriliza en autoclave a 120°C durante 30 minutos, para la inactivación de todos los componentes. La esterilidad de los extractos, tanto los obtenidos por microfiltración como los esterilizados en autoclave, se comprobó mediante la adición de 1 ml de los mismos a una placa con PDA (tres repeticiones por extracto y condición), incubándose las placas a 25°C durante 2 días. Con este pequeño experimento se determinó la necesidad de la filtración previa con la muselina a la esterilización con autoclave, ya que se observaba un elevado crecimiento bacteriano, en caso de no realizar la filtración previa.

Efecto supresor in vitro de los extractos acuosos

El efecto supresor de los extractos acuosos del compost frente los nueve patógenos se analizó añadiendo los extractos acuosos preparados a medio PDA a tres concentraciones (5,

10 y 15%, v/v). Un disco de micelio de 0,5 cm de diámetro se colocó en el centro de la placa. Todas las placas se incubaron a 25°C y oscuridad por distintos días para tras lo cual se midió el crecimiento radial del hongo. Para *Rhizoctonia solani* y *Pythium aphanidermatum* los datos se tomaron tras tres días de incubación, siete para *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 0, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 1, *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, *Phytophthora parasitica* y 15 días para *Verticillium dahliae* y *V. fungicola*.

Detección de sideróforos

Para la detección de sideróforos se siguió el mismo procedimiento descrito anteriormente añadiendo al medio PDA, además del extracto, 1mM de FeCl₃. Los extractos se añadieron a las mismas concentraciones indicadas (5, 10 y 15%, v/v). Un disco de micelio de 0,5 cm de diámetro se colocó en el centro de la placa. Todas las placas se incubaron a 25°C y oscuridad a los tiempos descritos para cada uno de los hongos, tras lo cual se midió el crecimiento radial del hongo. La inhibición del micelio fúngico indicará la presencia de sideróforos en los extractos acuosos del compost.

3 ▶ RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el análisis *in vitro* del efecto inhibitor del crecimiento micelial de los extractos acuosos del compost se observan en el gráfico 1. En general, para los nueve hongos ensayados, se observa un incremento del porcentaje de inhibición a medida que aumenta el tiempo de incubación del compost (1, 7 y 14 días), siendo del 100% para el extracto F a los 14 días, en todos los casos ensayados. En el caso del extracto C (microfiltrado), los resultados difieren dependiendo del hongo, aunque existe una tendencia a incrementar a medida que aumenta el tiempo de incubación y la concentración de extracto añadida al medio. Destacar de los resultados obtenidos dos hongos, *Rhizoctonia solani* y *Pythium aphanidermatum*, en los que observando el gráfico podemos comprobar un cambio brusco en los efectos del extracto C. Dicho efecto es el resultado de la medición del crecimiento radial del hongo, pero no refleja el efecto sobre la densidad del micelio, que solo es observable bajo lupa o microscopio, existiendo una clara inhibición por parte de los extractos del compost, aunque esto no se refleja en el gráfico. No se detectó efecto antagonista por parte de los extractos cuando éstos se esterilizan en autoclave.

La detección de sideróforos en los extractos acuosos del compost de orujo de vid, los cuales pueden afectar al desarrollo del micelio fúngico, se realizó tanto en los extractos obtenidos simplemente por filtración (F), como en los microfiltrados (C) y esterilizados (E), con la adición al medio del FeCl₃. La desaparición de la inhibición mostrada por los extractos del compost, excepto en algunos filtrados (F) se muestra en el gráfico 1. En dichos filtrados,

la componente biológica no ha sido eliminada, por lo que además de la posible inhibición que pueden realizar los sideróforos, hay que tener en cuenta, otros efectos antagónicos como son la competición por nutrientes, espacio, etc.

Estos resultados sugieren que los microorganismos presentes en el compost de orujo de vid son productores de sideróforos, los cuales son producidos extracelularmente y secuestran el hierro impidiendo su disponibilidad a los fitopatógenos estudiados.

4 ► DISCUSIÓN

El fenómeno de la supresividad en suelos es conocido desde hace un siglo (HUBER y SCHNEIDER, 1982). Sin embargo, ha sido en los últimos treinta años cuando se ha estudiado con detalle, intentando aclarar los mecanismos que la sustentan, siendo muchos de ellos, todavía poco conocidos (LOCKWOOD, 1988). Te de compost no aireado ha sido empleado en el tratamiento de semillas de guisantes para evitar la caída de plántulas producida por *Pythium ultimum*. Asimismo, se logró un control significativo de la fusariosis vascular del pimiento causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* y la del pepino causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. Se ha demostrado *in vitro* su efecto micolítico sobre microconidios y clamidosporas de *Fusarium*, lo que pone de manifiesto como la destrucción de propágulos del patógeno puede jugar un papel en la supresividad.

La eliminación de las estructuras del patógeno mediante la aplicación de te de compost no había sido descrita hasta la publicación del trabajo de Ma *et al.*, (2001), aunque si se había descrito la eliminación de los patógenos responsables de podredumbres radiculares en los compost (Hadar y Gorodecki, 1991). En este trabajo, se confirma *in vitro* la inhibición del desarrollo micelial de ocho fitopatógenos y un micopatógeno, y el importante papel que juegan los sideróforos en dicha supresión. Como era de esperar, la supresividad mostrada por los extractos del compost de orujo de vid, es una combinación de varios factores como son la competición por nutrientes, antibiosis, producción de enzimas líticos extracelulares y de moléculas de bajo peso molecular que son capaces de lisar la pared del hongo

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **BECKER, J. O. Y COOK R. J. 1984**
Pythium control by siderophore-producing bacteria on roots of wheat. *Phytopathology* 74:806.
- **BRINTON, W. F. 1995**
The control of plant pathogenic fungi by use of compost teas. *Biodynamics*, 197:12-16
- **BRINTON, W. F.; TRÄNKNER, A. Y DROFFNER, M. L. 1996**
Investigations into liquid compost extracts. *BioCycle*, 37 (11): 68-70.

- **DIVER, S. 2001**

Notes of compost teas: a 2001 supplement to the ATTRA publication compost teas for plant disease control. ATTRA publication, Fayetteville, Arkansas.

- **HADAR, Y. Y GORODECKI, B. 1991**

Suppression of germination of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* in compost. Soil Biol. Biochem. 23:303-306.

- **HUBER, D. M., SCHNEIDER, R. W. 1982**

The description and occurrence of suppressive soils. En : Schneider R.W. (Ed.). Suppressive soil and plant disease. APS Press, St. Paul Minnesota. pp. 1-7.

- **KLOPPER, J. W.; LEONA, J.; TEINTZE, M. Y SCHROTH, M. N. 1980**

Pseudomonas siderophores: a mechanisms explaining disease-suppressive soils. Curr. Microbiol. 4: 317-320.

- **LOCKWOOD, J. L., 1988**

Evolution of concepts associated with soilborne plant pathogens. Ann.Rev.Phytopathol. 26: 93-121.

- **MA, L. P.; QIAO X. W.; GAO, F. Y HAO, B. Q. 2001**

Control of sweet pepper Fusarium wilt with compost extracts and its mechanism. Chinese Journal of Applied and environmental Biology 7: 84-87.

- **NEILANDS, J. B. 1981**

Microbial iron compounds. Ann. Rev. Biochem. 50: 715-731.

- **SCHUEERELL, S., MAHAFFEE, W. 2002**

Compost tea: principles and prospects for plant disease control. Compost Science and utilization 10(4): 313-338.

- **WELLER, D. M.; HOWIE, W. J. Y COOK, R. J. 1986**

Relationship of *in vitro* inhibition of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* and *in vivo* suppression of take-all by fluorescent pseudomonads. Phytopathology 75: abstract.

- **ZHANG, W.; HAS, D.Y.; DICK, W. A.; DAVIS, K. R. Y HOITINK, H. A. J. 1998**

Compost and compost water extract-induced systemic acquired resistance in cucumber and Arabidopsis. Phytopathology 88:450-454.

ESTUDIO DE LAS CAPACIDADES ANTAGONISTAS DE LA FLORA BACTERIANA EN EL COMPOST DE RESTOS VEGETALES HORTÍCOLAS

GÁMEZ, I.; SANTOS, M.; DIÁNEZ, F.; MARTÍNEZ, R. E.; BLANCO, R. Y TELLO, J.

Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
Carretera Sacramento, s/n. La cañada de San Urbano. 04120 Almería
E-mail: fdianez@ual.es

RESUMEN

La producción de residuos vegetales en la horticultura almeriense esta como no podría ser de otra forma ligada a los ciclos de cultivo. El compostaje, o estabilización e higienización de los residuos orgánicos en condiciones controladas, aparece como una alternativa muy interesante en esta búsqueda de soluciones integrales al problema anteriormente planteado. Se han analizado plantas procedentes de los invernaderos y se llevaron sin apenas descomposición a la planta de compostaje. Igualmente, se realizó un análisis de la flora fúngica total y fusárica de forma selectiva, del compost maduro de restos vegetales hortícolas. Asimismo, se ha determinado la supresividad del compost frente a 8 patógenos que afectan frecuentemente a las hortícolas, mediante la inhibición del crecimiento de estos al enfrentarlos a distintas bacterias, actinomicetos y levaduras presentes en el compost. Los resultados de este primer análisis determinaban una masiva presencia de *F. oxysporum* en el material de partida que se utiliza para compostar. Tras el compostaje, los resultados obtenidos no pudieron ser más claros, la cantidad obtenida de colonias fue de **0 UFC-g⁻¹**.

Paralelamente a los trabajos expuestos anteriormente, se hizo un análisis del lixiviado desprendido por los montones de restos vegetales durante el proceso de compostaje, en los cuales no aparece ninguna colonia de *Fusarium* sp, a pesar de que el medio utilizado es selectivo. La presencia de *Gliocladium* sp., juega un papel muy importante en la disminución del número de colonias de *Fusarium* sp., en el compost de restos vegetales hortícolas. Exceptuando el caso de *Pythium aphanidermatum*, el grupo que en general tuvo mayor poder antagonista en los 8 patógenos fue el de las bacterias termófilas. Dentro de estas, el aislado que mayor importancia ha tenido por su gran capacidad antagónica para cinco tipos de fitopatógenos era el denominado BT4d. En las bacterias mesófilas, la capacidad antagónica es menor que la anterior, en cambio estos tienen una mayor variabilidad antagónica, ya que lo pueden competir con *Pythium aphanidermatum*, aunque en baja proporción microbiana. Los actinomicetos termófilos, tienen una menor variabilidad antagónica que las bacterias en general. Quizás estos microorganismo tengan un antagonismo más específico a cierto fitopatógenos, como ocurre en este caso con *Phytophthora capsici*. Por otro lado, para *Fusarium oxysporum*, los actinomicetos termófilos, tienen una actividad antagónica escasa o nula, para las cuatro formas especializadas ensayadas. Los actinomicetos mesófilos, al igual que en los termófilos, tienen una variabilidad antagónica más puntual que las bacterias. En este caso, los actinomicetos mesófilos tienen mayor grado de antagonismo en *Fusarium oxysporum* que los actinomicetos termófilos.

PALABRAS CLAVE: BIOCONTROL, MICROBIOTA ANTAGONISTA, COMPOST Y RESTOS HORTÍCOLAS

1 ► INTRODUCCIÓN

La producción hortícola en cultivos protegidos de forma intensiva, al contrario que la agricultura tradicional, cuyos residuos son bajos y por tanto, fácilmente incorporados al ciclo biológico de forma natural, la agricultura intensiva genera tal cantidad de residuos que tanto temporal como espacialmente es difícil la eliminación de estos de forma natural.

La producción de residuos vegetales en la horticultura almeriense está, como no podría ser de otra forma ligada, a los ciclos de cultivo. El volumen de estos residuos según Camacho (2003) va variando en función de los meses del año encontrándose los valores más altos en los meses de Enero y Mayo, coincidiendo estos con la retirada masiva del material vegetal del ciclo de otoño y el ciclo de primavera respectivamente

Cuadro 1. Volumen de residuos vegetales hortícolas en la provincia de Almería

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
% de residuos totales	19,1	10,5	4,9	6,4	25,3	18,1	9,2	0,7	0,2	1,0	1,5	3,1
t.ha ⁻¹	5,9	3,2	1,5	2,0	7,8	5,6	2,9	0,2	0,1	0,3	0,5	1,0

Esta cantidad nos daría 31 t de residuo fresco siendo esto equivalente a 6,2 t de residuo seco, sumándoles a estas cantidades una estimación por destrío de productos procedentes de centros de manipulación de 100 Kg·ha⁻¹·año⁻¹ (Camacho, 2003) Según se estima que en la provincia de Almería hay unas 25000 ha de cultivos intensivos bajo plástico. Haciendo números con todos los datos recogidos anteriormente nos da una cantidad anual de residuos agrícolas en peso fresco de 157.500 t; con esta cifra nos resultará más fácil imaginar que es imposible dejar que la madre naturaleza incorpore a los niveles tróficos dichas cantidades de producto.

El compostaje, o estabilización e higienización de los residuos orgánicos en condiciones controladas, aparece como una alternativa muy interesante en esta búsqueda de soluciones integrales al problema anteriormente planteado (Camacho, 2003).

Zucconi y De Bertoldi (1986) dos especialistas italianos en el tema lo definen de la siguiente forma: *el compostaje es un proceso biooxidativo controlado que incluye un sustrato orgánico heterogéneo en estado sólido, evoluciona pasando a través de una fase termofílica y una liberación temporal de fitotoxinas y da lugar a la producción de CO₂, agua, minerales y materia orgánica estabilizada (compost). Del mismo modo, el compost es el producto estabilizado e higienizado del compostaje, el cual es beneficioso para el crecimiento de las*

plantas. Ha sufrido una fase inicial y una rápida descomposición encontrándose en un proceso de humidificación.

El proceso es la consecuencia de la acción de una compleja mezcla de poblaciones de microorganismos en condiciones aeróbicas y de suficiente humedad (Golueke, 1972). Básicamente el proceso lo podemos dividir en tres fases en el tiempo (Hoitink, 1980):

Una de las factores importantes que se produce durante el proceso de compostaje, es la eliminación de patógenos, como consecuencia del efecto temperatura-tiempo que se alcanza durante la fase termófila. Según la bibliografía encontrada, la mayoría de los hongos patógenos del suelo serían eliminados a una temperatura de 55°C durante 21 días (Noble y Roberts, 2003). *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, agente causante de la marchitez del tomate, requiere una temperatura de 65°C durante 21 días para su erradicación usando como inóculo semillas infectadas por el patógeno (Christensen *et al.*, 2001). Otras subespecies de *Fusarium oxysporum* parecen tener menos tolerancia a las temperaturas según diversos trabajos (Bollen *et al.*, 1989; Suárez *et al.*, 2003)

Por otro lado, el uso del compost puede actuar como supresor de enfermedades del suelo en plantas. Este factor, ha sido extensamente revisado por diversos autores (Hoitink y Fahy, 1986; De Ceuster y Hoitink, 1999a; Hoitink y Boehm, 1999; Hoitink *et al.*, 2001; Ryckeboer, 2001). Los siguientes mecanismos para el control de enfermedades ha sido postulado por Hoitink y Boehm, 1999: consiste en la exitosa competición por nutrientes de los microorganismos beneficiosos, además de la producción de antibióticos por parte de los microorganismos beneficiosos, también puede ser debido a un exitoso parasitismo sobre los patógenos por parte de los microorganismos beneficiosos, o bien se puede producir mediante una activación de los genes de resistencia a enfermedades, en plantas ocasionada por los microorganismos beneficiosos (resistencia sistémica inducida).

Otros mecanismos de control, incluyen la producción de sustancias volátiles tóxicas o estimuladoras por parte del compost, cambios en las propiedades físicas del medio de cultivo del suelo (Coventry *et al.*, 2001; Smolinska, 2000), y cambios en el suelo tanto de pH como de conductividad.

En la bibliografía encontramos numerosos ensayos, en los que se estudian el efecto de la supresividad del compost, sobre los patógenos del suelo como *Pythium ultimum* Ryckeboer, 2001; Ferrara *et al.*, 1996; Lumsdem *et al.*, 1983) *Phytophthora spp.*, (Lumsdem *et al.*, 1983; *Rhizoctonia solani* (Schüler *et al.*, 1989; Ryckeboer, 2001; Ferrara *et al.*, 1996; Lumsdem *et al.*, 1983) y *Fusarium oxysporum* (Ferrara *et al.*, 1996; Lumsdem *et al.*, 1983). La supresividad de esos patógenos en suelo o turba ha sido consecuentemente demostrada por diversos autores, sin embargo el nivel del control de la enfermedad fue, dentro de la misma publicación y en distintas publicaciones, significativamente diferente. Estas diferencias en parte pueden ser explicadas por la proporción de inclusión del compost, en el medio a controlar (suelo o turba), el contenido en nutrientes y el grado de descomposición del mismo (Noble y Roberts, 2003).

Con todo lo expuesto anteriormente, los objetivos que se plantearon en este trabajo de investigación utilizando como material de partida el compost de restos vegetales hortícolas fue la determinación de la eliminación de posibles agentes patógenos de las plantas durante el proceso de compostaje, así como el análisis de las comunidades fúngicas presentes en el compost maduro y en el lixiviado de las pilas de restos vegetales durante el proceso de compostaje y sus propiedades. Además, de lo anterior, realicemos la caracterización de las comunidades de actinomicetos bacterias y levaduras presentes en el compost y se determinó la existencia de antagonismo de los microorganismos anteriores frente a 8 hongos fitopatógenos del suelo

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Los medios de cultivo utilizados a la hora de hacer las extracciones de los microorganismos presentes en el compost han ido en función de condiciones de pH temperatura y determinados nutrientes para condicionar una selectividad a la hora de aparición de un tipo de microorganismo. de esta forma para la extracción de bacterias termófilas, se ha utilizado el medio de cultivo TSA y se han sometido a unas condiciones de cultivo de 40 °C. Para las bacterias mesófilas se utiliza el mismo medio pero en condiciones de crecimiento de 25 °C. El medio de cultivo utilizado para los actinomicetos mesófilos y termófilos ha sido el agar agua a pH 11 ajustado con NaOH. Las condiciones de crecimiento han sido 25 y 40 °C respectivamente. A la hora de realizar la extracción de levaduras se ha utilizado medio GP a 25 °C. Para los análisis de *Fusarium* spp. se ha utilizado el medio Komada (Komada 1975; modificado por Tello *et al.*, 1991). En el análisis general de hongos, el medio utilizado ha sido agar-malta a pH 5 y a 25 °C en el crecimiento de los mismos. a la hora de hacer los ensayos de antagonismo de las bacterias y los actinomicetos frente a *Rhizoctonia solana*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radiáis-lycopersici* *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 0, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 1, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radiáis-cucumerinum*, *Verticillium dahliae*, *Pythium aphanidermatum* y *Phytophthora capsici*, se ha utilizado u medio de cultivo mas general, el PDA. Las condiciones de temperatura durante el ensayo de antagonismo han sido a 25 °C.

El protocolo de extracción de todos los microorganismos del compost menos *Fusarium* spp. fue básicamente la técnica de suspensiones-diluciones en serie (*dilution-plate*) descrita por Tello *et al.*, 1991, inspirada en la elaborada por Waksman (1916). Para la extracción de la comunidad fusárica del compost, se empleó la técnica de la dilución del suelo directamente en placa (*soil-plate*), descrita por Warcup (1950). La cuantificación y diferenciación de las bacterias y actinomicetos y levaduras morfológicamente diferentes presente en el compost se realiza mediante observación con lupa binocular (lupa de 45 aumentos). Posteriormente, se procede al aislamiento de 5 colonias de cada grupo o tipo morfológico clasificados, los cuales, serán evaluados para determinar la capacidad antagónica frente a distintos hongos fitopatógenos mencionados. Posteriormente realizamos un preensayo de antagonismo

colocando en el centro de la placa al patógeno a ensayar y 4 aislados en los extremos de dos diámetros perpendiculares de una placa de Petri (9 cm de diámetro), a una distancia de 0,5 cm del borde de la placa. Para determinar la capacidad fungitóxica de la microbiota bacteriana, se coloca 1 aislado en el extremo de un diámetro de la placa de Petri (9 cm de diámetro) a 0,5 del borde de la placa. En el Chang y Hudson (1967) extremo opuesto, se coloca un disco de 5 mm con ayuda de un sacabocados de cada hongo fitopatógeno. El testigo será el fitopatógeno sin bacteria. Finalmente, se mide el crecimiento micelial radial diario de cada uno de los fitopatógenos ensayados, excepto en *Verticillium dahliae* que será cada 2 días.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la eliminación de *Fusarium* spp. durante el proceso de compostaje

En este primer ensayo, procedimos primeramente al análisis del material vegetal que llega a la planta de compostaje mediante el medio de cultivo selectivo Komada, los resultados que se obtuvieron fue una alta cantidad de colonias de *Fusarium oxysporum* llegando algunas submuestras a obtener cantidades de 197297 UFC/g.

Una vez obtenidos estos resultados, se decidió realizar un análisis selectivo en medio Komada y otro más general en agar malta acidificado del compost maduro de restos vegetales hortícolas. En medio komada, no aparecieron ningún tipo de colonias en las placas de petri. Mientras que en el análisis realizado en agar malta acidificado, aparecieron dos tipos de hongos a dilución 10^{-3} ; *Acremonium* sp. con 5974,02 UFC/g y *Chaetomium* sp. con 129,87 UFC/g. Ambos hongos actúan generalmente como saprofitos, la presencia de *Chaetomium* sp es necesaria para la descomposición de la celulosa (Chang y Hudson, 1967). Paralelamente a los análisis realizados para el compost maduro, procedimos a realizarlos para el lixiviado desprendido por las pilas de compost durante el proceso de compostaje. En los resultados obtenidos en estos ensayos, aparece que la mayoría de los hongos hallados, según la bibliografía consultada, tienen poder antagonista. Hoitink *et al.*, (1997) mostraron que *Bacillus* spp., *Enterobacter* spp., *Flavobacterium balustinum*, *Pseudomonas* spp., y *Streptomyces* spp., son tan eficaces como *Penicillium* spp., diversas *Trichoderma* spp., aislados de *Gliocladium virens*, y otros hongos que han sido identificados como agentes de control biológico en substratos enmendados o mejorados con compost. Para mejorar la del control de enfermedades mediante el uso del compost, se han introducido al compost agentes de control biológico tales como *Trichoderma* spp. (De Ceuster y Hointink, 1999b; Hoitink *et al.*, 2001; Ryckeboer, 2001; Nakasaki *et al.*, 1998), ciertas cepas de *Streptomyces* que actúan por antibiosis (Tahvonen, 1982).

Sobre la presencia de *Aspergillus* spp., cabe destacar, que como mínimo en los cuatro casos estudiados, a partir de la dilución 10^{-3} , las poblaciones de este género van en aumento, como se puede observar en la cuadro siguiente:

Cuadro 2. Unidades formadoras de colonias del análisis de la microbiota fúngica del lixiviado del compost en agar malta acidificado

CÓDIGO UNIDAD	DILUCIÓN	CLAD.(1)	RHIZ.(2)	TRICH.(3)	STREP.(4)	GLIO.(5)	CHAL.(6)	ASPER.(7)
Lixiv UFC·mL ⁻¹	10 ²							1,6-103
	10 ³							1-104
	10 ⁴							1,7-105
LixivI UFC·mL ⁻¹	10 ²		2-102	7,3-103	8-102	1,05-104	1-102	
	10 ³			2-104	2-103	3,3-104	2-103	6-103
	10 ⁴	2-104		5-104				2-104
LixivII UFC·mL ⁻¹	10 ²			5,3-103	3-102	9,2-103		
	10 ³		1-103	7-103		2,4-104		1-103
	10 ⁴			2-104		2-104		1-104
LixivIII UFC·mL ⁻¹	10 ²			3,2-103	3-102	8,1-103		
	10 ³			2-103		1,7-104		5-103
	10 ⁴							1-104

(1) *Cladosporium*, (2) *Rhizopus*, (3) *Trichoderma*, (4) *Streptomyces*, (5) *Gliocladium*, (6) *Chalara*, (7) *Aspergillus*.

Se hizo un análisis selectivo en medio komada, del lixiviado de las pilas del compost para ver si había presencia de *Fusarium* spp. Teniendo en cuenta de que el medio de cultivo es propicio para el desarrollo del hongo anterior, aparecieron colonias de *Gliocladium* spp. microorganismo que tiene propiedades antagonistas (Hoitink et al., 1997).

Cuadro 3. Unidades formadoras de colonias correspondiente al análisis del lixiviado del compost en medio selectivo komada

CÓDIGO DE LA MUESTRA	FUSARIUM SPP.	GLIOCLADIUM SPP.
Lixiv	0	27042
LixivI	0	40180
LixivII	0	14535
LixivIII	0	37943

En vista a los resultados obtenidos hasta ahora, podemos inducir que durante el proceso de compostaje se produce una sucesión microbiana, empezando con altas poblaciones de *F. oxysporum*, las cuales se ven desplazadas a lo largo del proceso de compostaje por otro tipo de microorganismos que son saprofitos y con propiedades antagonicas en algunos casos (*Gliocladium* sp., *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. etc.)

Evaluación de la capacidad antagonista de los microorganismos presentes en el compost

Los resultados que se han obtenido en la clasificación de los distintos microorganismos que se han extraído mediante el método de las diluciones sucesivas han sido los siguientes:

Cuadro 4. Unidades formadoras de colonias del análisis de levaduras del compost. Dilución: 10^{-7}

RLV (CÓDIGO IMPUESTO A LA LEVADURA)	
UFC (relativas)-g ⁻¹	1,29·10 ⁶

Como se puede observar en los valores dados, la cantidad de UFC (Unidades formadoras de colonias) relativas de levaduras, es muy alta. Esto se puede deber a que en las últimas etapas del proceso de compostaje, los microorganismos predominantes entre otros sean las levaduras (Bagstam, 1978; Hardy y Sivasithamparam 1989).

- Bacterias termófilas (1^a extracción)

Cuadro 5. Unidades formadoras de colonias obtenidas para bacterias termófilas (1^a extr.) Dilución: 10^{-4}

CÓDIGO	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6	BT7	BT8	BT9	BT10	BT11	BT12
UFC-g ⁻¹	0,27	354	0,27	50,42	392,35	127,57	10,47	0,55	16,25	0,27	143,27	85,58

- Bacterias termófilas (2^a extracción)

Cuadro 6. Unidades formadoras de colonias obtenidas para bacterias termófilas (2^a extr.) Dilución: 10^{-5}

CÓDIGO	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6
UFC-g ⁻¹	4031,80	477,64	622,00	367,41	987,13	7,34

Los resultados obtenidos en los cuadros 4 y 5 nos dicen que en la primera extracción hay más variabilidad, mientras que en la segunda extracción de bacterias termófilas hay más cantidad de población. Esto también se puede deber a que al diluir más se pueden perder grupos de bacterias con cantidades minoritarias.

- Bacterias mesófilas (1ª extracción)

Cuadro 7. Unidades formadoras de colonias obtenidas para bacterias mesófilas (1ª extr.) Dilución: 10⁻⁴

CÓDIGO	BM1	BM2	BM3	BM4	BM5	BM6	BM7
UFC·g ⁻¹	447,36	96,43	13,39	208,95	66,97	168,77	80,36

- Bacterias mesófilas (2ª extracción)

Cuadro 8. Unidades formadoras de colonias obtenidas para bacterias mesófilas (2ª extr.) Dilución: 10⁻⁶

CÓDIGO	BM I	BM II	BM III	BM IV	BM V	BM VI	BM VII
UFC·g ⁻¹	9,43·10 ⁴	4,92·10 ³	2,64·10 ⁴	2,22·10 ³	1,68·10 ³	2,40·10 ²	6

En las bacterias mesófilas (cuadros 6 y 7), la variabilidad se mantiene en las 2 extracciones realizadas. Pero, el nº de colonias es mayor en la 2ª muestra de compost analizado

- Actinomicetos termófilos (1ª extracción)

Cuadro 9. Un. formadoras de colonias obtenidas para actinomicetos termófilos (1ª extr.) Dilución: 5·10⁻³

CÓDIGO	AT1	AT2	AT2?	AT3	AT4	AT5	AT6
UFC·g ⁻¹	119,89	38,73	15,30	30,23	2,65	107,16	10,61

- Actinomicetos termófilos (2ª extracción)

Cuadro 10. Un. formadoras de colonias obtenidas para actinomicetos termófilos (2ª extr.) Dilución: 10⁻³

CÓDIGO	AT I	AT II	AT III	AT IV
UFC·g ⁻¹	26,22	2,80	34,38	1,53

- Actinomicetos mesófilos (1ª extracción)

Cuadro 11. Un. formadoras de colonias obtenidas para actinomicetos mesófilos (1ª extr.) Dilución: 10⁻³

	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8
UFC-g ⁻¹	58,59	0,78	1,36	2,34	0,19	0,15	0,34	1,17

- Actinomicetos mesófilos (2ª extracción)

Cuadro 12. Un. formadoras de colonias obtenidas para actinomicetos mesófilos (2ª extr.) Dilución: 10⁻⁴

	AM I	AM II	AM III	AM IV
UFC-g ⁻¹	618,31	6,97	21,75	2,32

Al igual que en las bacterias termófilas, en los actinomicetos tanto termófilos como mesófilos la variabilidad de grupos de colonias disminuye si tenemos que hacer diluciones mas diluidas, como consecuencia de la aparición de grupos de microorganismos con gran número de colonias. Una vez realizado la cuantificación y clasificación del número de colonias de los distintos microorganismos analizados, se procedió a realizar el ensayo de antagonismo,

Los resultados obtenidos, como se puede observar en la cuadro 13, nos dice que aunque el numero de colonias de levaduras es muy elevado, estas no poseen ninguna capacidad antagonista frente a los ocho fitopatógenos ensayados. Por otro lado las bacterias termófilas poseen una alta capacidad de producir antagonismo excepto para *Pythium aphanidermatum* . mientras que las bacterias mesófilas posee en general un antagonismo mas generalizado que el anterior pero con unos porcentajes poblacionales menores que en las termo filas.

Finalmente, en los actinomicetos tanto termófilos como mesófilos, existe un antagonismo en general mas reducido y más puntual frente a los ocho fitopatógenos ensayados, que en el caso de las bacterias.

Las claves impuestas para las cuadros 13, 14 y 15 para cada fitopatógeno son las siguientes: Rs; *Rhizoctonia solani*. Py; *Pythium aphanidermatum*. Pc; *Phytophthora capsici*. FOLO; *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 0. FOL071; *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 1. FORL14; *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. FORC; *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. TOR; *Verticillium dahliae*. Una vez distinguidas la población de microorganismos, que son capaces de realizar algún tipo de antagonismo, se realizo el ensayo para evaluar la capacidad antagonista que tenían cada uno de los aislados dentro del mismo grupo de microorganismos.

Cuadro 13. % de microorganismos con respecto al total, que han presentado algún tipo de antagonismo frente a los ocho fitopatógenos ensayados

	RS	PY	PC	FOLO	FOLO71	FORL14	FORC	TOR
Levaduras	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacterias termófilas	40,8	0	59,1	32,6	48,9	44,8	22,4	44,8
Bacterias mesófilas	14,2	5,7	31,4	37,1	28,5	25,7	25,7	25,7
Actinomicetos termófilos	10	3,3	50	0	6,6	0	0	13,3
Actinomicetos mesófilos	0	8,6	17,4	0	0	8,7	21,7	26,1

Cuadro 14. crecimiento relativo de los fitopatógenos frente a las bacterias mesófilas con algún tipo de antagonismo

	RS	PY	PC	FOLO	FOLO71	FORC14	FORC	TOR
BM1a	73,5	63,7	55,4	45,8	54,5	57,2	53,2	52,9
BM1b	75,5			82,8	96	86,5	86,8	53,2
BM1c	56,5	78,9	53,3	68,6	73	69,8	67,1	25,6
BM2c	47,3			64,6	56	65,8	60,3	35,5
BM3b			62,3					
BM4c				85,5				
BM4d				83,4				
BM4e				85,5				
BM5b			63,9	83,1		77,5	59,1	65,5
BM5c			57,5	59,7	58,8	57,5	63,4	53,6
BM5d			79,5	54,8	63,1	59,1	60,9	55,3
BM5e			72,3	62,8	56,6	44,6	54,2	54,3
BM7a	47,3		80,4	69,2	70,5		69,2	36,5

Cuadro 15. Crecimiento de los fitopatógenos frente a las bacterias termófilas con algún antagonismo

	RS	PY	PC	FOLO	FOLO71	FORC14	FORC	TOR
BT1a	73,1		51,5	73,5	75,1	68,3	71,6	45
BT2b					54,2	58,3	64,8	
BT2c	70,4		51,8	70,5	70,8	69,7	74,8	44
BT2d			77,2					83,3
BT2e			67,8		66,5	68,6	76,2	42
BT3			66,9	66,8	64,3			
BT4a	73,1			60,9	67,7	65,1		44,7
BT4b	73,1		63,6	68	72,6	71,1	74,2	42,3
BT4c	73,9		70,2	71,7	74,5	60	59	46,7
BT4d	79,7			57,2	54,2	45		29
BT4e	73,6		67,5	75,1	73,2	70,6	75,4	
BT5b						89,4		
BT5c			84,3		72,3	77,4		
BT5d			85,8					
BT5e			79,8					
BT7a	74,4			72,6	72,9	68,3	69,1	42
BT7b	62,1				70,2	68,3		45
BT7c	62,9		56,2		69,5	68		44
BT7d			70,4		74,5	65,4		44,7
BT7e	67,5		74,2			72,9		43
BT8a	65,9		60,2	60,9	61,5			43,7
BT8b	66,7		61,7	68,3	74,2			41,3
BT9b								43,7
BT9c			59,3					
BT11a	78,7			58,8	71,1	70,3		40,7
BT11b	75,5		64,8	71,1	74,5	73,4		39,7
BT11c	69,9		67,8	70,5	76,6	68,9	69,3	39,7
BT11d	68,5		66,9	70,8	71,1	64,9	69,3	39,3
BT11e	66,9				67,1	61,7	64,2	39
BT12c	62,9		59,3	65,2				
BT12e	68		54,2	72	73,5	64,9		46,3

En el cuadro 14 se puede observar la presencia del aislado BM1a, el cual, además de poseer antagonismo frente a los ocho fitopatógenos ensayados, estos presentan en casi todos los casos niveles de crecimiento relativo por debajo del 60% excepto para *Rhizoctonia solani* y *Pythium aphanidermatum*, hongos que poseen una velocidad de crecimiento en PDA superior al del resto de los fitopatógenos.

En el caso de las bacterias termófilas como se refleja en el cuadro 15, existe un buen comportamiento general frente a *Verticillium dahliae*, estos valores puede estar influenciados en parte por la velocidad de crecimiento de este patógeno en PDA que es muy lenta. Dentro de los aislados termófilos, el que mejor comportamiento presenta es el BT4d ya que es capaz de producir inhibición del crecimiento a 5 fitopatógenos de los ocho ensayado, produciendo a cuatro de estos valores de crecimiento relativo por debajo del 60%.

Para el caso de los actinomicetos termo filas, los aislados que producen antagonismo, lo realizan de forma generalizada frente a *Phytophthora capsici*, obteniéndose unos valores comprendidos entre el 49,7% y el 83,4%. También existen casos muy puntuales de aislados que producen antagonismo frente a *Rhizoctonia solani*, *Pythium aphanidermatum* *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 1 y *Verticillium dahliae*. El aislado que mejor se comporta es el denominado AT1e, que es capaz de producir antagonismo a Pc, FOL071 y TOR, con valores por debajo del 60%.

En el caso de los actinomicetos mesófilos, el antagonismo que producen los aislados es también puntual pero repartido entre tres patógenos; *Phytophthora capsici*, *Verticillium dahliae* y *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. El mejor aislado dentro de este grupo, es el denominado AM3b capaz de producir antagonismo a FORC y a TOR con valores por debajo del 70%, también es el único aislado de este grupo capaz de producir antagonismo *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, pero con valores de inhibición bastante bajos.

4 ► BIBLIOGRAFÍA

- **BOLLEN, G. J.; VOLKER, D. Y WIJNEN, A. P. 1989**

Inactivation of soil-borne plant pathogens during small-scale composting of crop residues. Netherlands Journal of Plant Pathology 95, 19-30.

- **BÅGSTAM, G. 1978**

Population changes in microorganisms during composting of spruce-bark. I. Influence of temperature control. Eur.J.Appl.Microbiol.Biotechnol. 5: 315-330.

- **CAMACHO, F. 2003**

diferentes alternativas para la gestión del residuo biomasa procedente de cultivos de invernadero. Innovaciones tecnológicas en cultivos de invernadero, pp. 211-237. (Almería).

- **CHRISTENSEN, K. K.; KRON, E. Y CARLSBAEK, M. 2001**

Development of a Nordic system for evaluating the sanitary quality of compost. Copenhagen: Nordic Council of Ministers.

• **COVENTRY, E.; NOBLE, R. Y WHIPPS, J. M. 2001**

Composting of onion and other vegetable wastes, with particular reference to *Allium* white rot. CSA 4862, 1-95. Wellesbourne, Warwick, Horticulture Research International. Ref Type: (Report)

• **DE BERTOLDI, M.; FERRANTI, M. P.; L'HERMITE, P. Y ZUCCONI, F. P., Eds. 1987**

Compost: production, quality and use. Elsevier Applied Science. NY.

• **DE CEUSTER, T. J. J. Y HOITINK, H. A. J. 1999 A**

Prospects for composts and biocontrol agents as substitutes for methyl bromide in biological control of plant diseases. *Compost Science & Utilization* 7, 6-15.

• **FERRARA, A. M.; AVATANELO, M. Y NAPPI, P. 1996**

First experiments of compost suppressiveness to some phytopathogens. In *The Science of Composting* ed. de Bertoldi, M., Sequi, P., Lemmes, B. and Papi, T. pp. 1157-1160. London: Blackie Academic & Professional.

• **GOLUEKE, C. G. 1972**

Composting: A study of the process and its principles. Rodale Press, Rmays, Penn.

• **HARDY, G. E. S. J. Y SIVASITHAMPARAM, K. 1991**

Suppression of *Phytophthora* root rot by a composted Eucalyptus bark mix. *Australian Journal of Botany* 39, 153-159.

• **HOITINK H. A. J. 1980**

Composted bark, a lightweight growth medium with fungicidal properties. *Plant Disease* 64: 142-147.

• **HOITINK, H. A. J. Y BOEHM, M. J. 1999**

Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. *Annual Review of Phytopathology* 37, 427-446.

• **HOITINK, H. A. J. Y FAHY, P. C. 1986**

Basis for the control of soilborne plant-pathogens with composts. *Annual Review Phytopathology* 24, 93-114.

• **HOITINK, H. A. J.; KRAUSE, M. S. Y HAN, D. Y. 2001**

Spectrum and mechanisms of plant disease control with composts. In *Compost utilization in horticultural cropping systems* ed.

• **HOITINK, H. A. J.; STONE, A. G. Y HAN, D. Y. 1997**

Suppression of plant disease by composts. *HortScience* 32: 184-187.

• **KOMADA, H. 1975**

Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium oxysporum* from natural soils. *Rev. of plant prot.Res.* 8: 114-125.

• **LUMSDEN, R. D.; LEWIS, J. A. Y MILNER, P. D. 1983**

Effect of composted sewage sludge on several soilborne pathogens and diseases. *Phytopathology* 73, 1543-1548.

• **NAKASAKI, K.; HIRAOKA, S. Y NAGATA, H. 1998**

A new operation for producing disease suppressive compost from grass clippings. *Applied & Environmental Microbiology* 64, 4015-4020.

• **NOBLE, R Y ROBERTS S. J. 2003**

A review of eradication of plant pathogens and nematodes during composting, disease suppression and detection of plant pathogens in compost. In *Horticulture Research International*, Wellesbourne, Warwick, CV35 9EF, UK.

• **RYCKEBOER, J. 2001**

Biowaste and yard waste composts: microbiological and hygienic aspects- suppressiveness to plant diseases. 1-245. Katholieke Universiteit Leuven, Belgium. Ref Type: (Thesis/Dissertation)

• **SMOLINSKA, U. 2000**

Survival of *Sclerotium cepivorum* sclerotia and *Fusarium oxysporum* chlamydospores in soil amended with cruciferous residues. *Journal of Phytopathology* *Phytopathologische Zeitschrift* 148, 343-349.

• **SUAREZ - ESTRELLA, F.; VARGAS - GARCIA, M. C.; ELORRIETA, M. A.; LÓPEZ, M. J.; MORENO, J. 2003**

Temperature effect on *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* survival during horticultural waste composting. *Journal of Applied Microbiology* 94: 475- 482.

• **TELLO J. C.; VARES F. Y LACASA A. 1991**

Análisis de muestras. En *Manual de laboratorio. Diagnostico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos*. M.A.P.A. Madrid. pp 39-38.

• **WAKSMAN, S. A. 1916**

Soil fungi and their activities. *Soil Sci.* 2: 103-155.

• **WARCUP, J. H. 1950**

The soil plate method for isolating fungi from soil. *Nature* 166: 117-118.

• **ZUCCONI, F. Y DE BERTOLDI, M. 1986 A**

Scientific and technical comments on composting and compost.

ACTIVIDAD *in vitro* DE EXTRACTOS ACUOSOS DE COMPOST DE ALPERUJO DE OLIVO MÁS CASCARILLA DE ARROZ, ORUJO DE VID Y RESIDUO INDUSTRIAL DEL CORCHO FRENTE A *Verticillium fungicola*

GEA, F. J.⁽¹⁾; **NAVARRO, M. J.**⁽¹⁾; **BLANCO, R.**⁽²⁾; **AVILÉS, M.**⁽³⁾; **SINOBAS, J.**⁽⁴⁾ Y **TELLO, J.**⁽²⁾

⁽¹⁾ Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del Champiñón (CIES)
C/ Peñicas, s/n. 16220 Quintanar del Rey (Cuenca)

⁽²⁾ Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
La Cañada de San Urbano, s/n. 04120 Almería

⁽³⁾ Dpto. Ciencias Agroforestales. Universidad de Sevilla
Carretera de Utrera. 41013 Sevilla

⁽⁴⁾ Dpto. de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. EUITA. Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN

Se presentan los resultados de los ensayos *in vitro* realizados para valorar la eficacia de los extractos acuosos de compost de alperujo más cáscara de arroz, orujo de vid, y residuo industrial del corcho en el control del hongo *Verticillium fungicola*. Se han efectuado mezclas compost : agua, en relación 1:4 y 1:8 (p/v), utilizando periodos de extracción de 1, 7 y 14 días. Los extractos acuosos obtenidos se han ensayado sin tratamiento previo, autoclavados, y microfiltrados, frente a 3 aislados de *V. fungicola*. Se utilizaron dos controles, uno con agua estéril y otro con fungicida procloraz. Los experimentos se realizaron por duplicado con cinco repeticiones.

Los mejores porcentajes de inhibición se obtuvieron utilizando extractos acuosos sin tratamiento previo, ya que fueron equiparables a los registrados por el control positivo (procloraz). De los residuos agrícolas usados destacó sobre todo el orujo de vid. En cuanto a los tiempos de extracción, los más adecuados fueron los de 7 días con el corcho, 1 y 7 días con orujo de vid, y 14 con alperujo. La dilución 1:4 resultó ligeramente más favorable que la 1:8. Por último, no hubo diferencias significativas, en cuanto al porcentaje de inhibición, entre los tres aislados de *V. fungicola* utilizados.

PALABRAS CLAVE: *AGARICUS BISPORUS*, INHIBICIÓN, MICOPARÁSITO, RESIDUOS AGRÍCOLAS Y CHAMPIÑÓN

1 ► INTRODUCCIÓN

Verticillium fungicola (Preuss) Hassebrauk var. *fungicola* es el agente causal de la enfermedad de la mole seca en las dos especies de champiñón cultivado: *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach y *A. bitorquis* (Quélet) Saccardo. Este hongo micoparásito ocasiona elevadas pérdidas de cosecha, al tiempo que deprecia la calidad comercial del producto, ya que deforma y mancha los cuerpos fructíferos. Los métodos de control habitualmente utilizados consisten en la aplicación de fungicidas (procloraz) y en la observancia de estrictas medidas de higiene (Gea y Tello, 1997).

La utilización de extractos acuosos de compost de residuos agrícolas se sitúa entre los métodos de biocontrol sugeridos como alternativa a los productos químicos en el control de hongos fitopatógenos foliares (Weltzein, 1991). Varios trabajos previos han mostrado resultados esperanzadores a este respecto, entre ellos los realizados por Ketterer, Fisher y Weltzien (1992), quienes usando extractos acuosos de compost de vaca, de caballo y orujo redujeron la infección de *Botrytis cinerea* Pers.:Fr. sobre viña en bioensayos con hojas sueltas, y los de Yohalem, Harris y Andrews (1994), que inhibieron *in vitro* la germinación de conidios de *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wint. mediante el uso de extractos acuosos de compost agotado de champiñón anaeróbicamente fermentado.

La utilización de extractos acuosos en el control de la mole seca puede suponer una alternativa a los fungicidas y una aproximación al control biológico de esta enfermedad mediante el uso de medios compatibles con una agricultura sostenible. En este trabajo, se estudia la eficacia *in vitro* de diferentes extractos acuosos obtenidos de residuos agrícolas (alperujo de olivo más cascarilla de arroz, orujo de vid y residuo industrial del corcho) en el control de *Verticillium fungicola*. Para ello, se ha valorado la inhibición del crecimiento miceliar de este hongo, comparando estos resultados con los obtenidos por el único fungicida recomendado frente a la mole seca: procloraz 46%, en complejo manganeso.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Los tres materiales de partida utilizados fueron: compost de alperujo con cáscara de arroz, compost de orujo de vid y compost de residuo industrial del corcho. Se ensayaron las diluciones 1:4 y 1:8 (p/v) de residuo y agua. Los tiempos de extracción utilizados fueron de 1, 7 y 14 días. Estas mezclas se incubaron a 20 °C durante el tiempo requerido sin agitación. Posteriormente, se filtraron a través de dos capas de muselina.

Con cada uno de los tres extractos obtenidos se prepararon 3 medios de cultivo distintos. El primero de ellos se elaboró con agar y el extracto acuoso sin tratamiento (EA), el segundo se hizo con agar y el extracto acuoso autoclavado (EAA), y el tercero con agar más el extracto acuoso microfiltrado (EAM). También se preparó un testigo con agua estéril y

un testigo positivo con fungicida (50 ppm de procloraz 46% en complejo manganeso). Se utilizaron 3 aislados de *V. fungicola* var. *fungicola* en todas las situaciones ensayadas. Se realizaron 5 repeticiones y el experimento se hizo por duplicado.

Las placas de Petri con los citados medios de cultivo se sembraron con discos de *V. fungicola* y se incubaron durante 12 días a 20 °C, transcurridos los cuales se midieron los diámetros de los crecimientos miceliares.

Hay que señalar algunos problemas surgidos durante la manipulación y desarrollo de los experimentos, como fue la dificultad de realizar una buena filtración a través de la doble capa de muselina y a través de los microfiltros cuando se utilizaba alperujo de olivo con cáscara de arroz.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se han expresado como porcentajes de inhibición del crecimiento miceliar de los aislados de *V. fungicola*, para cada una de las situaciones ensayadas. Estos porcentajes de inhibición se han calculado en base a los crecimientos miceliares obtenidos con respecto al testigo con agua estéril.

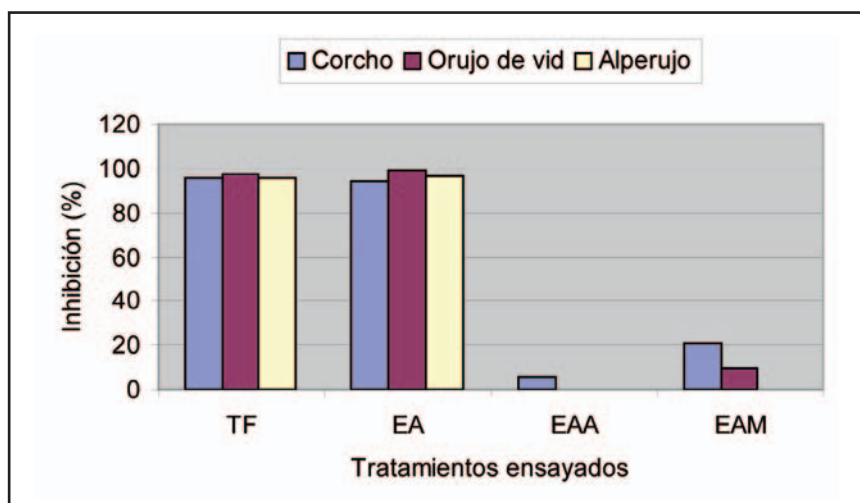


Figura 1. Porcentaje de inhibición media del crecimiento miceliar de 3 aislados de *V. fungicola* frente a cada uno de los tratamientos ensayados con extractos acuosos de corcho, orujo de vid y alperujo de olivo más cascarilla de arroz. TF: Testigo positivo con fungicida (50 ppm de procloraz-Mn), EA: Extracto acuoso sin tratamiento, EAA: Extracto acuoso autoclavado, EAM: Extracto acuoso microfiltrado.

Como se puede ver en la Figura 1, los tratamientos TF (testigo fungicida) y EA (extracto acuoso puro) consiguen unos porcentajes de inhibición del crecimiento miceliar mucho más elevados que los obtenidos por los otros dos tratamientos, EAA (extracto acuoso autoclavado) y EAM (extracto acuoso microfiltrado). Este comportamiento indica que los extractos esterilizados mediante autoclavado o microfiltración pierden gran parte de su actividad y tienen escaso efecto sobre el crecimiento miceliar de los aislados de *V. fungicola*, lo que sugiere que la inhibición puede ser debida principalmente a la presencia de microorganismos en estos extractos acuosos.

No obstante, Yohalem, Harris y Andrews (1994) afirmaron que el extracto acuoso de compost agotado de champiñón anaeróbicamente fermentado mantenía sus propiedades inhibitorias después de autoclavado y esterilizado por filtración, e incluso mantenía su eficacia en la inhibición de la germinación de conidios de *Venturia inaequalis* durante al menos cuatro meses, después de almacenado a -20 °C, a 4 °C y a temperatura ambiente.

En el Cuadro 1 se muestra el análisis comparativo de las dos situaciones con mayor porcentaje de inhibición (TF y EA). Existen diferencias estadísticamente significativas, favorables para el extracto acuoso (EA) en los casos del orujo de vid y del alperujo, y favorable para el fungicida en el caso del residuo industrial del corcho. De estos resultados se desprende que el extracto acuoso sin tratamiento es capaz de inhibir el crecimiento de *V. fungicola* a igual nivel o mejor que el fungicida procloraz (50 ppm).

Cuadro 1. Porcentaje de inhibición del crecimiento miceliar de 3 aislados de *V. fungicola* frente al extracto acuoso sin tratamiento (EA) y al tratamiento fungicida con 50 ppm de procloraz (TF)

TRAT.	CORCHO		ORUJO DE VID		ALPERUJO	
	N	% INHIBICIÓN	N	% INHIBICIÓN	N	% INHIBICIÓN
EA	360	94,28 ± 7,74 a*	350	98,71 ± 3,74 b	360	96,53 ± 8,10 b
TF	390	96,11 ± 8,60 b	370	97,31 ± 5,49 a	360	96,18 ± 5,56 a
TOTAL	750	95,23 ± 8,24	720	97,99 ± 4,77	720	96,35 ± 6,94
	H: 10,7929; p < 0,05		H: 25,846; p < 0,001		H: 13,0737; p < 0,05	

* Letras distintas indican diferencias significativas entre las medianas

En el Cuadro 2 se muestra el efecto que tienen los tres tiempos de extracción utilizados (1, 7 y 14 días) en la obtención del extracto acuoso sobre la inhibición del crecimiento miceliar de los aislados de *V. fungicola*. En el caso del corcho, con el tiempo de extracción de 7 días se obtuvo un mayor porcentaje de inhibición del crecimiento del hongo.

Con el orujo de vid, hay diferencias significativas entre los tiempos de extracción utilizados, siendo más favorables las situaciones con 1 y 7 días, que obtienen un 100% de inhibición. Por último, en el caso del alperujo resulta más inhibitorio el extracto con 14 días de extracción. No obstante, y a la vista de los porcentajes de inhibición reflejados en el Cuadro 2, se podría prescindir de utilizar tiempos de extracción largos, y trabajar en el futuro sólo con los de 1 y 7 días.

Cuadro 2. Efecto de los tiempos de extracción del extracto acuoso sobre los porcentajes de inhibición del crecimiento micelial de 3 aislados de *V. fungicola*

DÍAS	CORCHO		ORUJO DE VID		ALPERUJO	
	N	% INHIBICIÓN	N	% INHIBICIÓN	N	% INHIBICIÓN
1	120	90,36 ± 7,96	110	100,0 ± 0,0 b*	120	94,32 ± 10,17
7	120	100,0 ± 0,0	120	100,0 ± 0,0 b	120	95,80 ± 8,94
14	120	92,48 ± 8,12	120	96,23 ± 5,63 a	120	99,76 ± 1,88
TOTAL	360	94,28 ± 7,75	350	98,71 ± 3,74	360	96,62 ± 8,20
	H: 10,7929; p < 0,05		H: 85,8899; p < 0,05		H: 27,2342; p < 0,001	

* Letras distintas indican diferencias significativas entre las medianas

En el Cuadro 3 se muestra el efecto que tiene la dilución usada para obtener el extracto acuoso sobre la inhibición del crecimiento de *V. fungicola*.

Cuadro 3. Efecto de la dilución utilizada en la obtención del extracto acuoso sobre los porcentajes de inhibición del crecimiento micelial de 3 aislados de *V. fungicola*

DILUCIÓN	CORCHO		ORUJO DE VID		ALPERUJO	
	N	% INHIBICIÓN	N	% INHIBICIÓN	N	% INHIBICIÓN
1:4	180	94,41 ± 6,91	170	99,44 ± 2,33 b*	180	98,44 ± 6,07 b
1:8	180	94,15 ± 8,52	180	98,02 ± 4,60 a	180	94,81 ± 9,56 a
TOTAL	360	94,28 ± 7,75	350	98,71 ± 3,74	360	96,62 ± 8,20
	H: 0,117655; p > 0,05		H: 10,8689; p < 0,001		H: 20,3993; p < 0,001	

* Letras distintas indican diferencias significativas entre las medianas

En el caso del corcho no existen diferencias significativas entre las dos diluciones, manifestando similares porcentajes de inhibición. Por el contrario, en los casos del orujo de vid y del alperujo sí que hay diferencias significativas entre ambas diluciones, siendo superiores los porcentajes de inhibición obtenidos con la 1:4. En cualquier caso, los porcentajes de inhibición alcanzados son bastante elevados, por lo que se podría utilizar la mitad de compost de estos residuos agrícolas en la obtención del extracto acuoso para conseguir prácticamente el mismo efecto sobre el micoparásito.

Cuadro 4. Porcentajes de inhibición del crecimiento miceliar de cada uno de los 3 aislados de *V. fungicola*, con extractos acuosos de corcho, orujo de vid y alperujo

AISLADOS	CORCHO		ORUJO DE VID		ALPERUJO	
	N	% INHIBICIÓN	N	% INHIBICIÓN	N	% INHIBICIÓN
VM100	120	94,49 ± 7,97	120	98,97 ± 3,52	120	96,28 ± 8,11
VM101	120	94,00 ± 7,99	120	98,04 ± 4,59	120	98,35 ± 5,94
QU501	120	94,35 ± 7,31	110	99,15 ± 2,74	120	95,25 ± 9,84
TOTAL	360	94,28 ± 7,75	350	98,71 ± 3,74	360	96,62 ± 8,20
		p > 0,05		H: 5,22001; p > 0,05		H: 9,14736; p > 0,001

* Letras distintas indican diferencias significativas entre las medianas

El Cuadro 4 refleja los porcentajes de inhibición del crecimiento miceliar de los tres aislados de *V. fungicola* utilizados en los ensayos, con cada extracto acuoso valorado. No existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres aislados para los tres tipos de extractos acuosos utilizados. El comportamiento de los aislados ha sido similar en cada situación ensayada. Se comprueba que el orujo de vid es el que produce una mayor inhibición en los aislados de *V. fungicola*, con porcentajes medios del 98,71%, mientras que el alperujo alcanza el 96,62%, y el corcho el 94,28%, todos muy elevados. Estos resultados aportan indicios esperanzadores para controlar la mole seca mediante el uso de extractos acuosos de residuos agrícolas. Pero es necesario realizar ensayos en naves de cultivo climatizadas y comprobar si este control también se repite en condiciones normales de cultivo.

4 ► BIBLIOGRAFÍA

• **GEA, F. J. Y TELLO, J. 1997**

Micosis del cultivo del champiñón. Coedición M.A.P.A. - Ediciones Mundiprensa, Madrid, 212 pp.

• **KETTERER, N.; FISHER, B. Y WELTZIEN, H. C. 1992**

Biological control of *Botrytis cinerea* on grapevine by compost extracts and their microorganisms in pure culture. En: K. Werhoeff, N.E. Malathrakis y B. Williamson (Eds), Recent advances in Botrytis research. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, Netherlands, 179-186.

• **WELTZIEN, H. C. 1991**

Biocontrol of foliar fungal diseases with compost extracts. En: J.H. Andrews y S.S. Hirano (Eds), Microbial ecology of leaves. Springer Verlag, New York, 430-450.

• **YOHALEM, D. S.; HARRIS, F. F. Y J. ANDREWS, H. 1994**

Aqueous extracts of spent mushroom substrate for foliar disease control. Compost Science & Utilization 2 (4), 67-74.

EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO DE *Anarsia lineatella* EM PESSEGUEIROS DE AGRICULTURA BIOLÓGICA

GONÇALVES, M. A.⁽¹⁾; ALMEIDA, L.⁽¹⁾; NETO, L.⁽¹⁾ Y NEVES, M. A.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidade do Algarve / FERN, Campus de Gambelas, 8005-139 FARO
E-mail: magoncal@ualg.pt

RESUMO

Durante os anos de 2002, 2003 e 2004 estudou-se a evolução da população do lepidóptero *Anarsia lineatella*, num pomar de pessegueiros conduzido em agricultura biológica, na zona de Tavira (Algarve). A curva de voo dos machos adultos foi determinada através da utilização de armadilhas sexuais tipo INRA (1 armadilha/hectare). Determinou-se a taxa de infestação dos raminhos através da observação visual de 100 raminhos em 50 árvores escolhidas ao acaso. Também se determinou a taxa de infestação dos frutos por observação de perfurações em 100 frutos de 50 árvores escolhidas ao acaso. Os resultados obtidos indicam-nos que esta praga apresenta alguma imprevisibilidade relativamente à sua variação sazonal. No ano de 2002, os meses de maior ocorrência foram Maio e Junho. Em 2003, os meses de maior densidade populacional foram Junho e Julho. Em 2004, os meses de maior densidade populacional foram Abril e Junho. Neste último ano, a população da praga alcançou valores mais elevados. Os ataques dirigidos aos raminhos e aos frutos não foram relevantes, em qualquer dos anos de observação. Este trabalho foi realizado no âmbito do Projecto nº 282 do PO AGRO-Medida 8.1-DE & D.

PALABRAS CLAVE: *PRUNUS PERSICAE*, LAGARTA MINEIRA DOS REBENTOS Y DINÁMICA POPULACIONAL

1 ► INTRODUÇÃO

O homem é parte integrante do ecossistema onde vive e está sujeito às mesmas leis que as outras espécies. O facto de se excluir quando analisa o funcionamento do ecossistema como um todo, é um erro grave que tem levado a intervenções inadequadas e por vezes trágicas.

As modificações por ele feitas nos ecossistemas naturais, quer de ordem biológica quer de ordem química, têm necessariamente efeitos não só no meio visado, mas também nos ecossistemas adjacentes e por retroacção, sobre si próprio (Coderre & Vincent, 1992).

Cada vez mais os consumidores se preocupam com a qualidade dos produtos que consomem e com a preservação do ambiente onde vivem. No sentido de se obterem produtos de alta qualidade e isentos de resíduos de substâncias que possam pôr em risco a saúde do consumidor, simultaneamente, proteger o produtor e preservar o ambiente no âmbito de uma agricultura sustentável, é cada vez mais pertinente a produção biológica de produtos alimentares. Através deste modo de produção contribui-se para a preservação da natureza, pois respeitam-se as regras ecológicas de estabilidade e de equilíbrio.

Em Portugal existem cerca de 50 000 hectares de produção biológica dos quais apenas 1,7% são dedicados à hortofruticultura, apesar das excelentes condições climáticas que possuímos. No Algarve, o pessegueiro é uma cultura muito importante pela sua representatividade tradicional e comercial (Larcher-Carvalho *et al.*, 2001).

O pêssego é um fruto bastante apetecido por diversas pragas das quais se destaca o lepidóptero *Anarsia lineatella*, vulgarmente conhecido por lagarta mineira dos rebentos. Constituiu objectivo de estudo a evolução da população de *A. lineatella*, num pomar de pessegueiros em agricultura biológica. Este trabalho foi realizado no âmbito do projecto 282 do Programa AGRO “Hortofruticultura em Agricultura Biológica”, desenvolvido em colaboração com a AGROBIO (Associação Portuguesa de Agricultura Biológica) e com a DRAALG (Direcção Regional de Agricultura do Algarve).

2 ► MATERIAIS E MÉTODOS

Durante os anos 2002, 2003 e 2004 realizou-se um ensaio de campo numa parcela com uma área de cerca de 1 hectare onde se encontra instalada uma cultura de pessegueiros. Esta parcela está afectada à unidade de demonstração de agricultura biológica do projecto “Hortofruticultura em Agricultura Biológica”, e constitui parte de um pomar de pessegueiros com 3 hectares situado na Quinta dos Aromas, freguesia de Santiago, concelho de Tavira. O pomar foi instalado em 2000, com a variedade “Rich Lady” enxertada em GF 677, com um compasso de plantação de 5m x 4m, ou seja, 500 árvores por hectare. O sistema de rega instalado é a gota-a-gota, com duas rampas por linha de cultura.

A determinação da curva de voo dos machos adultos da lagarta mineira dos rebentos, *A. lineatella*, foi feita através da utilização de uma armadilha tipo INRA com feromona sexual, suspensa numa árvore a uma altura de 1,2m acima da superfície do solo, no lado sul da copa. A armadilha foi colocada no centro do pomar, uma semana antes do início das observações. A cápsula de feromona foi substituída de dois em dois meses e a base adesiva sempre que se justificava. A manipulação da cápsula e da base adesiva foi feita sempre com o auxílio de uma pinça limpa e com luvas.

Para determinação da taxa de infestação dos raminhos (ou rebentos) e da taxa de infestação dos frutos, observaram-se 100 raminhos (com ≈ 10 cm de comprimento) e 100 frutos de 50 árvores escolhidas ao acaso, na razão de 2 raminhos/frutos por árvore. As árvores foram escolhidas de modo a percorrer toda a parcela de estudo. Os raminhos e os frutos suspeitos de ataque, foram abertos com a ajuda de um canivete e observados ao microscópio estereoscópio. Todas as observações foram realizadas semanalmente.

3 ► RESULTADOS

Ano 2002

Na Figura 1 está representada graficamente a variação sazonal dos machos adultos da lagarta mineira dos rebentos, para o ano de 2002, correspondente ao período de 9 de Maio a 26 de Setembro. Por observação da referida Figura verifica-se que a densidade populacional da praga foi mais intensa nos meses de Maio (total de indivíduos: 48) e de Junho (total de indivíduos: 37). Em Setembro ocorreu um pico importante (total de indivíduos: 29).

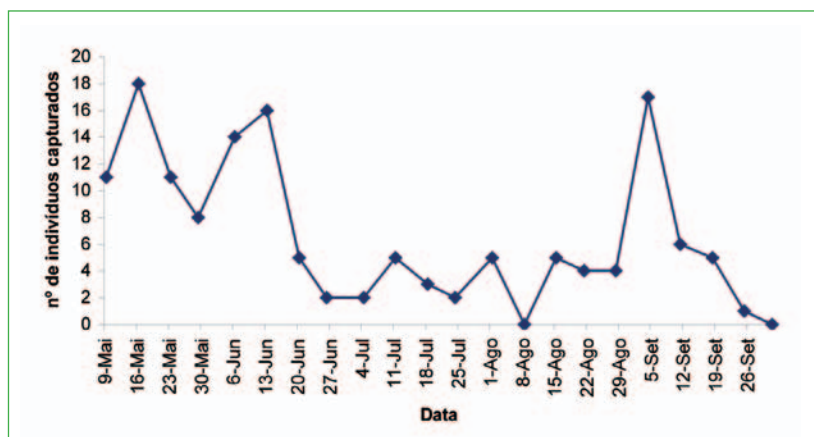


Figura 1. Variação sazonal dos machos adultos de *A. lineatella*. Ano de 2002

A Figura 2 traduz a variação das taxas de infestação dos raminhos e dos frutos, ao longo do período de observação. Verifica-se que ambas as curvas seguem o mesmo padrão de variação sazonal. No entanto, a taxa de infestação dos raminhos é quase sempre mais elevada que a taxa de infestação dos frutos, com excepção do dia 25 de Julho, em que o valor de ambas as taxas é igual (2%) e do dia 19 de Setembro, em que a taxa de infestação dos frutos é de 1% e a taxa de infestação dos raminhos é de 0%. Podemos verificar ainda que, a taxa de infestação dos raminhos variou entre 0% e 15% (dias 6 e 13 de Junho) e a taxa de infestação dos frutos variou entre 0% e 6% (dia 13 de Junho).

Neste ano não se realizou qualquer tratamento para a lagarta mineira dos rebentos.

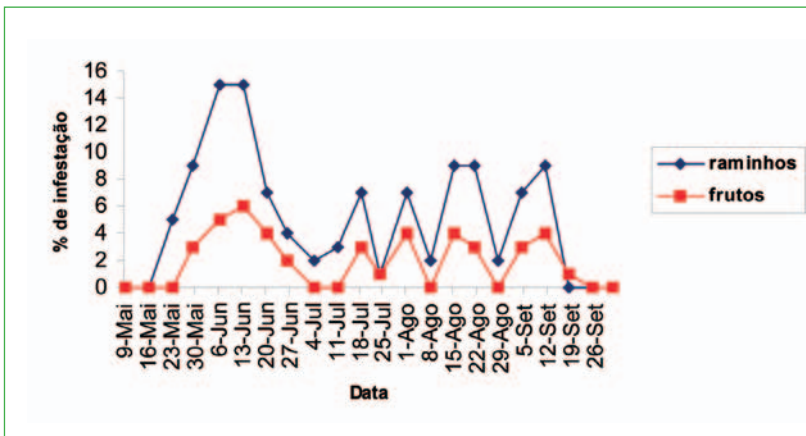


Figura 2. Variação da taxa de infestação dos raminhos e dos frutos por *A. lineatella*. Ano de 2002.

Ano 2003

As Figuras 3 e 4 representam a variação sazonal dos machos adultos da lagarta mineira dos rebentos e a variação das taxas de infestação dos raminhos e dos frutos, respectivamente. Os resultados dizem respeito ao período de observação entre 14 de Abril e 22 de Setembro de 2003. Relativamente à curva de voo dos machos adultos, verifica-se que a praga esteve presente no pomar no período compreendido entre 21 de Abril e 8 de Setembro (Figura 3). As densidades populacionais mais elevadas foram obtidas nos meses de Junho (total de indivíduos: 127) e de Julho (total de indivíduos: 115). Por ordem decrescente seguiram-se os meses de Maio, Agosto, Abril e Setembro. Tal como no ano anterior não foram realizados tratamentos contra esta praga.

Através da Figura 4 é possível observar que a taxa de infestação dos raminhos e a taxa de infestação dos frutos seguem o mesmo padrão de variação e que a taxa de infestação dos raminhos alcança valores sempre superiores.

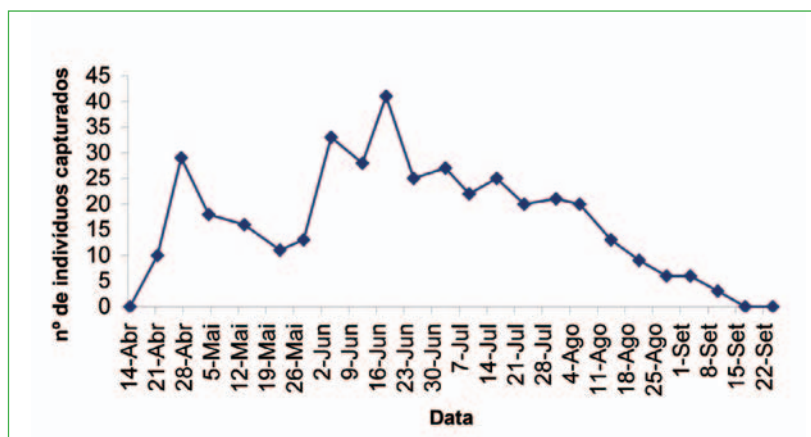


Figura 3. Variação sazonal dos machos adultos de *A. lineatella*. Ano de 2003

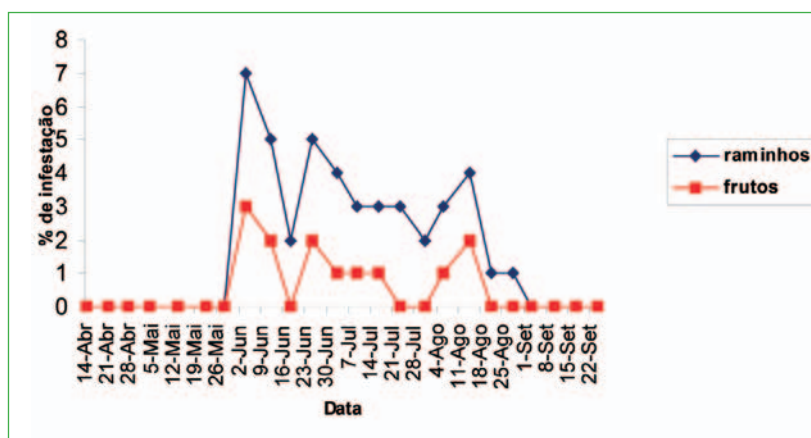


Figura 4. Variação da taxa de infestação dos raminhos e dos frutos por *A. lineatella*. Ano de 2003

A taxa de infestação dos raminhos variou entre 0% e 7% e a taxa de infestação dos frutos variou entre 0% e 3% (dia 2 de Junho). Verificamos ainda que, neste ano, a taxa de infestação quer dos raminhos quer dos frutos, foi mais baixa que no ano anterior.

Ano 2004

A variação sazonal dos machos adultos da lagarta mineira dos rebentos está representada na Figura 5. Através da análise da referida Figura verifica-se que a praga esteve presente no pomar desde o dia 23 de Março até ao dia 27 de Julho, dia em que realizámos a última observação.

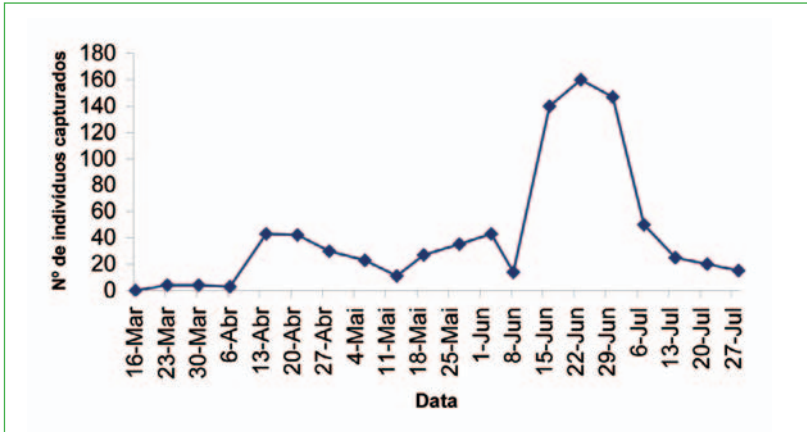


Figura 5. Variação sazonal dos machos adultos de *A. lineatella*. Ano de 2004

Verificamos que o maior pico de densidade populacional foi obtido no mês de Junho (total de indivíduos: 504). Por ordem decrescente do número de indivíduos capturados temos os meses de Abril, Julho, Maio e Março.

Na Figura 6 estão representadas graficamente as variações nas taxas de infestação dos raminhos e dos frutos, registadas no ano de 2004. Por observação da referida Figura verifica-se que a taxa de infestação dos raminhos variou entre 0% e 5%. O valor de 5% foi alcançado em finais de Maio, princípio de Junho e nas últimas duas semanas de Junho. No que respeita à taxa de infestação dos frutos verifica-se que esta variou entre 0% e 2%. O valor de 2% foi atingido nas duas últimas semanas do mês de Maio e no princípio de Junho. Verifica-se ainda que, até ao dia 8 de Junho, ambas as curvas seguem o mesmo padrão de variação.

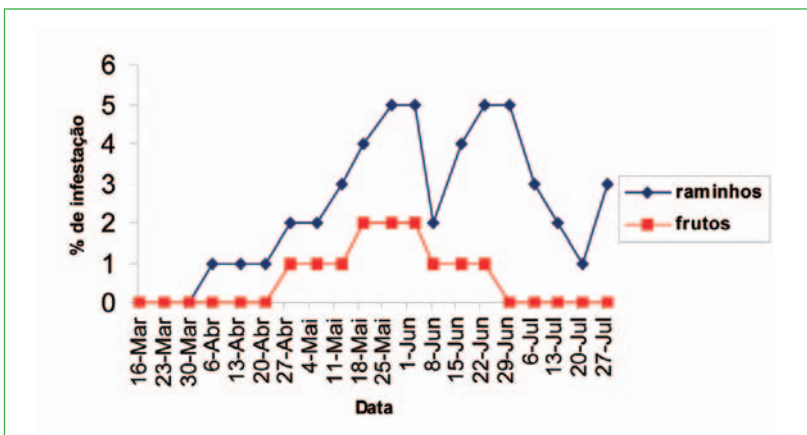


Figura 6. Variação da taxa de infestação dos raminhos e dos frutos por *A. lineatella*. Ano de 2004

Este ano foram realizadas duas intervenções à base de *Bacillus thuringiensis* (Produto comercial: Turex) contra a lagarta mineira dos rebentos. O primeiro tratamento realizou-se no dia 29 de Abril e o segundo no dia 2 de Maio. Estes tratamentos reduziram ligeiramente a população adulta, mas não parecem ter sortido efeito na população larvar. Pois não se registaram diminuições, quer na taxa de infestação dos raminhos quer na taxa de infestação dos frutos. Este facto pode ser confirmado através da análise do gráfico da Figura 6. Na semana em que se realizaram os tratamentos ocorreu muita precipitação, o que certamente terá contribuído para a pouca eficácia dos tratamentos efectuados. No mês de Junho, apesar da densidade populacional da praga ter registado o seu valor mais alto, não se fez nenhum tratamento, pois este período coincidiu com a data de colheita.

4 ► CONCLUSÕES

No ano de 2002, os meses de maior ocorrência foram Maio e Junho. Em 2003, os meses de maior densidade populacional foram Junho e Julho. Em 2004, os meses de maior densidade populacional foram Abril e Junho. Neste último ano a população da praga alcançou os valores mais elevados. Ou seja, capturaram-se na totalidade 144, 398 e 836 indivíduos adultos, nos anos 2002, 2003 e 2004, respectivamente. Os ataques dirigidos aos raminhos e aos frutos não foram relevantes, em qualquer dos anos de observação. É de notar que os valores mais elevados de taxa de infestação, quer dos raminhos quer dos frutos, foram obtidos no primeiro ano de estudo (2002), contrariamente ao número de machos adultos capturados. É evidente a estreita relação entre a taxa de infestação dos raminhos e a taxa de infestação dos frutos. Apesar de nos parecer que o mês de Junho é um mês de grande actividade da praga, é muito difícil estabelecer um período preciso de maior actividade, pelo que, concluímos que esta praga apresenta alguma imprevisibilidade relativamente à sua variação sazonal. Assim, é essencial a sua monitorização desde o início de Março até finais de Setembro.

5 ► AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à proprietária da “Quinta dos Aromas”, Dra. Maria Luísa Ferreira Bernardino Candeias, o seu consentimento para a realização das observações de campo.

6 ► BIBLIOGRAFIA

• CODERRE, D. Y VINCENT, C. 1992

La lutte biologique: Toile de fond de la situation. Chap. 1: 3-16. In Vincent, C. & Coderre, P. (Eds) (1992).

La lutte biologique. Gaëtan Morin Éditeur, Canada, 671pp.

• **LACHER - CARVALHO, A.; MONTEIRO, C.; SOARES, C.; MUNFORD, J.; FERNADES, E.; CARVALHO, J.; MADEIRA, M.; COELHO, M.; ELISÁRIO, P.; ROCHA, R.; MANGERICO, S. Y VIEGAS, V. 2001**

Caracterização da problemática da mosca-do-Mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wied.), visando a aplicação da luta autocida no Algarve. DRAALG, 106pp.

ESTUDO DA EFICÁCIA DE *Diglyphus isaea* NO CONTROLE DA MOSCA MINEIRA *Liriomyza spp.*

2

GONÇALVES, M. A.

Universidade do Algarve, FERN, Campus de Gambelas, 8005-139 FARO

E-mail: magoncal@ualg.pt

RESUMO

Este trabalho teve como objectivo estudar a eficácia de *D. isaea* no controle das mineiras e avaliar a sua capacidade de dispersão numa cultura de feijoeiro. Marcaram-se cinco pontos de largada no centro da cultura e largaram-se cem parasitóides em cada ponto (2 insectos/m²). Observaram-se, semanalmente, cinquenta folíolos minados de plantas das proximidades dos pontos de largada e cinquenta folíolos minados de plantas afastadas. Obteve-se um valor médio de parasitismo de 51,51% e de 53,54%, nas zonas próxima e afastada dos pontos de largada, respectivamente. A média da mortalidade, na zona próxima dos pontos de largada foi de 76,34%, e a média na zona afastada foi de 81,45%. A taxa de superparasitismo apresentou um valor médio de 2,37% e de 2,95%, para a zona próxima e afastada, respectivamente. As pequenas diferenças observadas, favoráveis à zona afastada, devem-se, provavelmente, aos parasitóides que ocorrem, naturalmente, e que migram para o interior da estufa, uma vez que, as aberturas laterais não estavam protegidas por redes de exclusão. Os resultados obtidos indicam-nos que *D. isaea* tem uma boa capacidade de dispersão na cultura, pelo que, é um auxiliar fácil de aplicar pelo agricultor, nas nossas condições normais de campo.

PALABRAS CLAVE: *PHASEOLUS VULGARIS*, AUXILIARES, LARVAS MINEIRAS Y LUTA BIOLÓGICA

1 ► INTRODUÇÃO

O controle das densidades populacionais de uma praga ou doença por intermédio de auxiliares é conhecido por luta biológica. Este meio de luta, que ocorre naturalmente é o mais antigo que se tem conhecimento. Trata-se de um meio de luta que é importante promover devido às características que lhe são inerentes: não poluente, seguro para o aplicador e para o consumidor, não causador de fenómenos de resistência, no que diz respeito aos insectos entomófagos, e preservador do complexo de auxiliares presentes no ecossistema agrário. O respeito pelo complexo de auxiliares presente num dado ecossistema é sempre maior quando se utilizam auxiliares autóctones.

Relativamente às larvas mineiras são vários os auxiliares a que podemos recorrer, no entanto, os mais conhecidos mundialmente são os parasitóides quer da larva quer da pupa, com especial destaque para os géneros *Chrysocharis*, *Dacnusa*, *Diglyphus* e *Opius* (Bene, 1989 Gonçalves, 1994; Gonçalves 2001).

Esta experiência teve como objectivos determinar a eficácia do parasitóide *D. isaea* na luta biológica contra as larvas mineiras do género *Liriomyza* e avaliar a sua capacidade de dispersão na cultura. A escolha deste auxiliar prendeu-se com o facto de ser a espécie mais frequente nas nossas culturas em estufa e de estar disponível no mercado com relativa facilidade. A espécie *D. sibirica* também de fácil aquisição é utilizada com sucesso em vários países, isolada ou misturada com *D. isaea*, mas não é representativa na nossa região, pelo que optámos pelo parasitóide *D. isaea*.

2 ► MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se este estudo numa estufa comercial de feijão-verde da cultivar “Selka” situada na Campina de Faro, no sítio do Escuro. A estufa era constituída por uma estrutura de paus de madeira tratada em autoclave e cobertura de polietileno térmico de 200 µm de espessura com durabilidade de quatro campanhas. A cultura ocupava uma área de 240 m², com um compasso de plantação 1,4 m * 0,6 m, em faixa dupla. O tipo de rega era gota-a-gota. A cultura era composta por 546 plantas de feijoeiro. A temperatura e a humidade relativa foram registadas por um termohigrógrafo colocado no centro da estufa, entre o sétimo e o oitavo pau da cumeeira.

Fez-se a plantação no dia 14/2/2000. De 21/2/2000 a 15/3/2000 realizaram-se observações visuais aos folíolos, três vezes por semana, com a finalidade de verificar a existência de ataques das mineiras nas plantas. Quando a presença de minas foi detectada (15/3/2000) colectaram-se, semanalmente, cem folíolos minados do terço médio das plantas, de cinquenta plantas escolhidas ao acaso, caminhando em zigue-zague ao longo de toda a estufa. Esta metodologia foi seguida até ao dia em que se fez a primeira largada de auxiliares na cultura (29/3/2000).

Para realizarmos o tratamento biológico marcaram-se antecipadamente cinco pontos de largada no centro da cultura. Os pontos de largada coincidiram com os paus da cumeira números 6 (1º), 7 (2º), 8 (3º), 9 (4º) e 10 (5º). Os parasitóides foram largados sobre as plantas localizadas nas proximidades dos pontos de largada, entre as 16 e 16,30 horas. Largaram-se cem insectos em cada ponto, num total de quinhentos por cada tratamento, o que correspondeu a uma largada de 0,9 insectos / planta, ou seja, 2 insectos/ m². Foram efectuados no total três tratamentos biológicos (1º:22/3/2000; 2º:29/3/2000 e 3º:12/4/2000) e sempre que se largaram os parasitóides a estufa foi mantida fechada durante 24 horas, para permitir que os parasitóides se estabelecessem na cultura. Desde o primeiro tratamento biológico e até ao fim do ciclo cultural, realizaram-se observações semanais em cinquenta folíolos minados, de vinte e cinco plantas, escolhidas ao acaso, situadas nas proximidades dos pontos de largada, e noutros cinquenta folíolos minados colhidos de vinte e cinco plantas, também estas escolhidas ao acaso, em zonas afastadas dos pontos de largada (bordaduras). Todos os folíolos foram colectados do terço médio das plantas e observados ao microscópio estereoscópio e as minas abertas com a ajuda de minúcias, tendo-se registado o número de larvas vivas, mortas, parasitadas e superparasitadas.

Determinaram-se as percentagens de mortalidade, parasitismo e superparasitismo, desde o dia 15/3/2000 e até ao fim do ciclo cultural (24/5/2000). No período de 29/3/2000 a 24/5/2000 foram determinadas as percentagens de mortalidade, parasitismo e superparasitismo, para as zonas próxima e afastada dos pontos de largada. Os auxiliares utilizados nos tratamentos biológicos foram importados de Itália através da empresa portuguesa BIOSANI.

3 ► RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão representadas graficamente as variações das percentagens de mortalidade, parasitismo e superparasitismo, entre 15/3/2000 e 24/5/2000, na estufa de feijão-verde. Por observação da referida Figura verifica-se que, a taxa de mortalidade das mineiras variou entre 38,90% (22/3/2000) e 99,60% (27/4/2000). Valores de mortalidade iguais ou superiores a 95% foram determinados nos dias 12/4/2000 (97,10%), 19/4/2000 (95,79%), 27/4/2000 (99,69%) e 3/5/2000 (98,73%). A taxa de parasitismo variou entre 8,36% (22/3/2000) e 83,44% (27/4/2000). Taxas de parasitismo com valores superiores a 50% foram determinadas nos dias 5/4/2000 (54,76%), 12/4/2000 (65,51%), 19/4/2000 (67,21%), 27/4/2000 (83,49%) e 3/5/2000 (70,68%).

Verifica-se ainda que, quer a taxa de mortalidade quer a taxa de parasitismo, sofreram uma ligeira diminuição entre os dias 15/3/2000 e 22/3/2000. Ambas diminuíram progressivamente a partir do dia 3/5/2000. Atribuímos as diminuições observadas entre 15/3/2000 e 22/3/2000 ao tratamento pesticida efectuado no dia 18/3/2000 (endossulfão + mancozebe). Provavelmente estas substâncias activas afectaram negativamente os auxiliares. No dia 2/5/2000 efectuou-se um tratamento com dicofol + tetradião, o que

também poderá ter contribuído para o abaixamento verificado nas taxas de mortalidade e parasitismo, a par do facto de não se ter feito mais largadas de auxiliares na estufa. A taxa de superparasitismo parece não ter sido afectada pelos tratamentos pesticidas realizados. A curva de variação da mortalidade é acompanhada pela curva de variação do parasitismo, isto é, ambas seguem o mesmo padrão de variação, muito embora os valores da taxa de mortalidade sejam superiores aos valores do parasitismo. Aliás, o que é normal, pois para a determinação da taxa de mortalidade das mineiras foi considerado o número de larvas parasitadas (ovo, larva ou pupa do ectoparasitóide) e o número de larvas mortas mas não parasitadas.

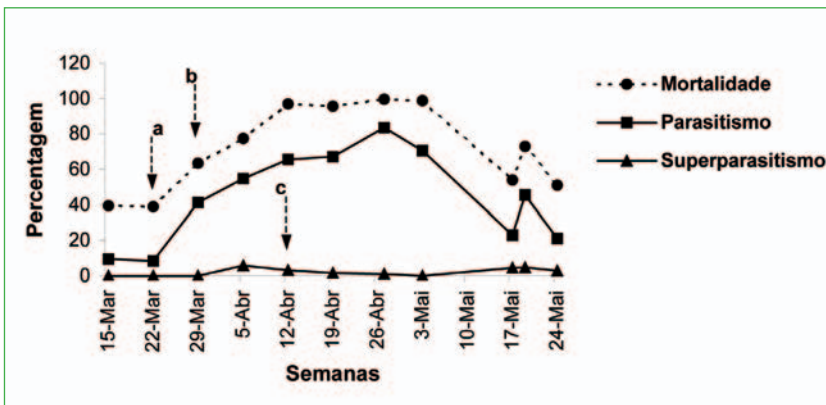


Figura 1. Curvas de variação das percentagens de mortalidade, parasitismo e superparasitismo, na estufa de feijão-verde. 11 semanas de observação. a- (22/3/2000), b- (29/3/2000) e c- (12/4/2000): 1ª, 2ª e 3ª largada de *D. isaea*, respectivamente. Largada de *D. isaea*.

Observa-se ainda que, as percentagens médias da mortalidade, do parasitismo e do superparasitismo, durante as onze semanas de observação foram $71,68 \pm 7,20\%$, $44,60 \pm 7,87\%$ e $2,18 \pm 0,66\%$, respectivamente (Quadro 1). O valor médio da taxa de parasitismo por nós obtido é inferior ao valor indicado por Cabitza *et al.* (1993). Estes autores indicam um valor médio de parasitismo de 61,33%, com um mínimo e máximo de 17% e de 100%, respectivamente, no tomate em estufa, com uma taxa de largada de 0,2 insectos/m². Arnó *et al.* (1994) com uma taxa de largada de 1,2 insectos/m², no tomate em estufa, obtiveram um valor máximo de parasitismo de 54,3%. No nosso estudo, com uma taxa de largada de 2 insectos /m² (0,9 insectos/planta), obtivemos um valor máximo de parasitismo de 83,44%. Lyon (1986), no tomate em estufa, refere que o parasitismo e a mortalidade causados por *D. isaea* podem alcançar valores máximos de 62% e 97%, respectivamente. Os valores máximos da taxa de parasitismo e de mortalidade por nós estimados, não se distanciam muito dos valores indicados por aquele autor, apesar de se tratar de culturas diferentes. Relativamente ao superparasitismo, em condições de campo, não encontramos qualquer referência na Bibliografia consultada.

Quadro 1. Média da percentagem de mortalidade, parasitismo e superparasitismo, na estufa de feijão-verde entre 15/3/2000 e 24/5/2000 (média ± SE; SE : erro padrão; [mín.-máx]). 11 semanas de observação

%	MORTALIDADE	PARASITISMO	SUPERPARASITISMO
Média ± SE	71,68 ± 7,20 [38,90 – 99,69]	44,60 ± 7,87 [8,36 – 83,49]	2,18 ± 0,66 [0 – 5,84]
N	11	11	11

As Figuras 2, 3 e 4 traduzem graficamente a variação da percentagem de mortalidade, parasitismo e superparasitismo, respectivamente, nas zonas próxima e afastada dos pontos de largada, na estufa de feijão-verde, entre 29/3/2000 e 24/5/2000.

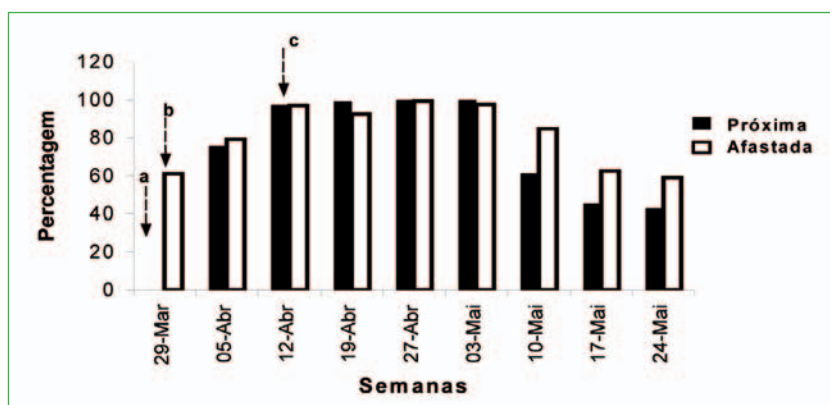


Figura 2. Variação da percentagem de mortalidade nas zonas próxima e afastada dos pontos de largada, na estufa de feijão-verde. 9 semanas de observação. a- (22/3/2000), b- (29/3/2000) e c- (12/4/2000): 1º, 2º e 3º largada de *D. isaea*, respectivamente; ↓ largada de *D. isaea*.

Por observação da Figura 2 verificamos que, a taxa de mortalidade na zona próxima dos pontos de largada variou entre 43% (24/5/2000) e 100% (27/4/2000), e na zona afastada variou entre 59,10% (24/5/2000) e 99,38% (27/4/2000). A taxa de parasitismo, na zona próxima dos pontos de largada, variou entre 21,30% (24/5/2000) e 83,84% (27/4/2000), e na zona afastada variou entre 21% (24/5/2000) e 83,13% (27/4/2000) (Figura 3).

A partir do dia 3/5/2000, quer a taxa de mortalidade quer a taxa de parasitismo, diminuíram progressivamente até ao fim do ciclo cultural. Facto este que atribuímos, como já referimos anteriormente, ao tratamento pesticida efectuado no dia 2/5/2000 e também à não continuação do tratamento biológico.

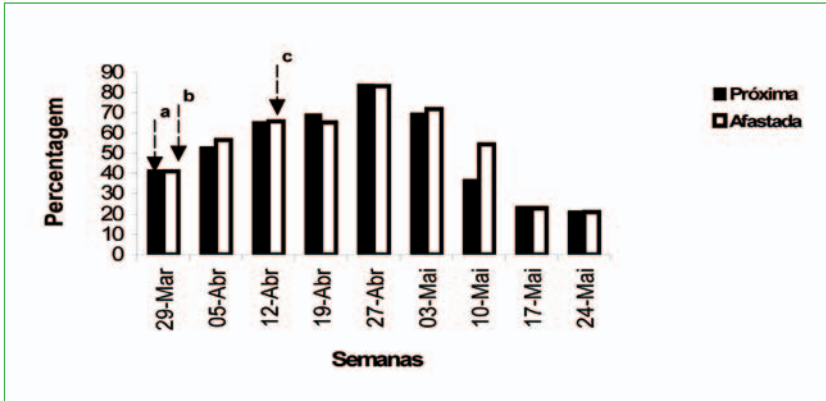


Figura 3. Variação da percentagem de parasitismo nas zonas próxima e afastada dos pontos de largada, na estufa de feijão-verde. 9 semanas de observação. a-(22/3/2000), b-(29/3/2000) e c-(12/4/2000): 1º, 2º e 3º largada de *D. isaea*, respectivamente; ↓ largada de *D. isaea*.

A não continuidade do tratamento biológico, a partir do dia 12/4/2000 prendeu-se com o facto de o produtor decidir terminar com a produção.

A taxa de superparasitismo é variável nas duas zonas amostradas (Figura 4). Na zona próxima dos pontos de largada oscilou entre 0% (29/3/2000, 3/5/2000 e 17/5/2000) e 6,06% (24/5/2000) e, na zona afastada variou entre 0% (29/3/2000, 3/5/2000 e 24/5/2000) e 9,09% (17/5/2000). Na zona próxima dos pontos de largada oscilou entre 0% (29/3/2000, 3/5/2000 e 17/5/2000) e 6,06% (24/5/2000) e, na zona afastada variou entre 0% (29/3/2000, 3/5/2000 e 24/5/2000) e 9,09% (17/5/2000).

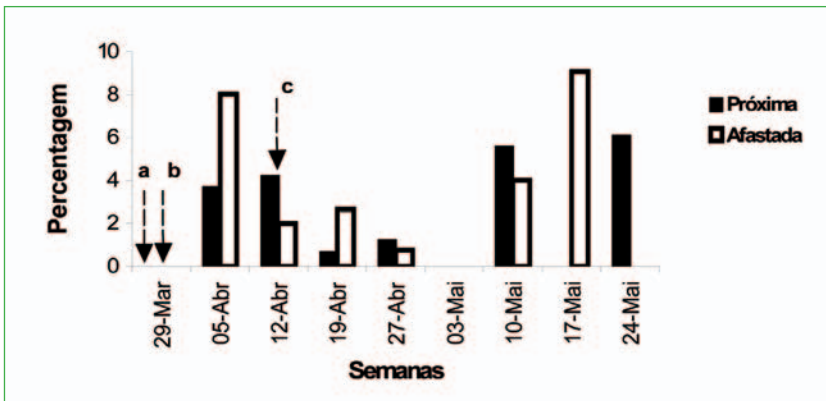


Figura 4. Variação da percentagem de superparasitismo nas zonas próxima e afastada dos pontos de largada, na estufa de feijão-verde. 9 semanas de observação. a-(22/3/2000), b-(29/3/2000) e c-(12/4/2000): 1º, 2º e 3º largada de *D. isaea*, respectivamente; ↓ largada de *D. isaea*.

Nos Quadros 2, 3 e 4 estão apresentados os valores médios das taxas de mortalidade, parasitismo e superparasitismo, respectivamente, para as zonas próxima e afastada dos pontos de largada, na estufa de feijão-verde, durante nove semanas de estudo.

Verifica-se que, a taxa de mortalidade apresenta um valor médio de $76,34 \pm 7,91\%$ e de $81,45 \pm 5,56\%$, para a zona próxima e afastada, respectivamente. A taxa de parasitismo apresenta um valor médio de $51,51 \pm 7,36\%$, na zona próxima, e de $53,54 \pm 7,13\%$ na zona afastada, dos pontos de largada. A taxa de superparasitismo apresenta um valor médio de $2,37 \pm 0,83\%$ e de $2,95 \pm 1,16\%$, para a zona próxima e afastada, respectivamente.

Verifica-se ainda que, as taxas de mortalidade, parasitismo e superparasitismo, na zona afastada dos pontos de largada, são em média mais elevadas em 5,11%, 2,03% e 0,58%, respectivamente, que na zona próxima dos pontos de largada. Estas pequenas diferenças favoráveis à zona afastada dos pontos de largada poderão eventualmente atribuir-se ao parasitismo provocado pelos parasitóides que imigram do exterior. Facto este relatado por alguns autores dos quais destacamos Nedstam (1985). Convém lembrar que a zona de colecta de material biológico afastada dos pontos de largada, situava-se junto às aberturas laterais da estufa para arejamento que não se encontravam protegidas por redes de exclusão, pelo que, quer a praga quer os auxiliares, podiam circular do interior para o exterior da estufa e vice-versa.

Quadro 2. Média da percentagem de mortalidade nas zonas próxima e afastada dos pontos de largada, na estufa de feijão-verde (média \pm SE; SE : erro padrão; [mín.-máx]). 9 semanas de observação

	ZONA DE COLECTA	
	Próxima	Afastada
Média \pm SE	$76,34 \pm 7,91$ [43,00-100,00]	$81,45 \pm 5,56$ [59,10-99,38]
N	9	9

Quadro 3. Média da percentagem de parasitismo nas zonas próxima e afastada dos pontos de largada, na estufa de feijão-verde (média \pm SE; SE : erro padrão; [mín.-máx]). 9 semanas de observação

	ZONA DE COLECTA	
	Próxima	Afastada
Média \pm SE	$51,51 \pm 7,36$ [21,30-83,84]	$53,54 \pm 7,13$ [21,00-83,13]
N	9	9

Quadro 4. Média da percentagem de superparasitismo nas zonas próxima e afastada dos pontos de largada, na estufa de feijão-verde (média \pm SE; SE : erro padrão; [mín.-máx]). 9 semanas de observação

	ZONA DE COLECTA	
	Próxima	Afastada
Média \pm SE	2,37 \pm 0,83 [0-6,06]	2,95 \pm 1,16 [0-9,09]
N	9	9

Sujeitamos os resultados obtidos, relativamente a cada um dos parâmetros estudados, ao Student's T-Teste ($\alpha= 0,05$), que revelou a não existência de diferenças significativas, entre as duas zonas de colecta, nos três parâmetros estudados. Os valores da probabilidade obtidos pelo Student's T-Teste, para a mortalidade, parasitismo e superparasitismo foram de 0,604, 0,845 e 0,691, respectivamente, pelo que se verificou a hipótese nula.

4 ► CONCLUSÕES

À taxa de largada de 2 insectos /m² (0,9 insectos/planta), obtivemos um valor médio de parasitismo de 51,51% (mín: 21,30% e máx: 83,84%), na zona próxima dos pontos de largada, e um valor médio de parasitismo de 53,54% (mín: 21,00% e máx: 83,13%), na zona afastada dos pontos de largada, o que dá um valor médio total de parasitismo igual a 52,53%. Este resultado não é muito distanciado dos obtidos por outros autores (Lyon, 1986; Cabitza *et al.*, 1993; Arnó *et al.*, 1994), embora as condições experimentais tenham sido diferentes.

A média total da mortalidade por nós estimada foi de 78,90%, com uma média de 76,34% (mín:43,00% e máx:100,00%), na zona próxima dos pontos de largada, e com uma média de 81,45% (mín:59,10% e máx:99,38%), na zona afastada dos pontos de largada, enquadra-se perfeitamente nos valores referidos por Lyon em 1986, apesar de se tratar de culturas diferentes. Neste estudo, as pequenas diferenças observadas nas taxas de mortalidade, parasitismo e superparasitismo, favoráveis à zona afastada dos pontos de largada, que por sinal se situa ao longo das aberturas laterais da estufa, devem-se, provavelmente, ao contributo dos parasitóides que ocorrem, naturalmente, e que migram para o interior da estufa, uma vez que, as aberturas laterais não se encontram protegidas por redes de exclusão. Este facto foi assinalado por Nedstam em 1985.

Perante os resultados obtidos concluímos que o parasitóide *D. isaea* tem uma boa capacidade de dispersão na cultura, pelo que, é um auxiliar fácil de aplicar pelo agricultor na luta biológica contra as larvas mineiras, nas nossas condições normais de campo.

5 ► BIBLIOGRAFIA

- **ARNÓ, J.; MOLINER, J. Y GABARRA, R. 1994**

Control integrado de plagas en invernaderos de tomate en isla de Menorca. Bol. San. Vegt. Plagas, 20, 501-509.

- **BENE, G. 1989**

Nemici naturali de *Liriomyza trifolii* (Burgess), *Chromatomyia horticola* (Goreau), *Chromatomyia syngenesiae* (Hardy) (Diptera: Agromyzidae) in Toscana. Redia, 72 (2);: 529-544.

- **CABITZA, F.; CUBEDDU, M. Y BALLORE, S. 1993**

Un biennio di osservazioni sulle applicazioni de techiche de lotta biologica ai fitofagi del pomodoro en serre in cultura primaverile. L'Informatore Agrario, Verona, XLIX, (18), 103-106.

- **GONÇALVES, M. A. A. C. 1994**

Alguns aspectos da biologia e comportamento de *Liriomyza* spp. (Dipt.: Agromyzidae) e seus parasitóides na região do Algarve. Dissertação de Mestrado em Protecção Integrada, ISA/UTL, Lisboa, 153pp.

- **GONÇALVES, M. A. A. C. 2001**

Estudos bioecológicos da mosca mineira *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae) e dos seus parasitóides, em culturas protegidas, no Algarve. Dissertação de Doutoramento em Ciências Agrárias - especialidade Protecção de Plantas, Universidade do Algarve, 322pp.

- **LYON, J. P. 1986**

Problèmes particuliers posés par *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae) et lutte biologique contre ce nouveau ravageur des cultures protégées. In L'emploi d'ennemies natureles dans la protection des cultures. Colloques de L'INRA, Versailles, (34), 85-87.

- **NEDSTAM, B. 1985**

Development time of *Liriomyza bryoniae* Kalt. (Diptera: Agromyzidae) and two of its natural enemies, *Dacnusa sibirica* Telenga (Hymenoptera: Braconidae) and *Cyrtogaster vulgaris* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae) at different temperatures. Med. Fac. Land. Rijkuniv. Gent., 50 (2), 411-417.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE JUDÍA TIPO GRANJA ASTURIANA CON GARANTÍA VARIETAL Y SANITARIA

GONZÁLEZ, ANA J. Y FERREIRA, J. J.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)
Carretera de Oviedo s/n. 33300 Villaviciosa (Asturias)
E-mail: anagf@serida.org

RESUMEN

En el **SERIDA** se viene trabajando, desde los años 80, en la mejora del cultivo de la judía tipo granja asturiana (*Phaseolus vulgaris* L.). En este tiempo se ha estudiado, entre otras cosas, el patosistema local asociado a dicho cultivo y se han desarrollado programas de mejora genética con objeto de obtener variedades que permitan un incremento del rendimiento del cultivo. De forma simultánea se ha establecido un programa de saneamiento de variedades desarrolladas con objeto de obtener lotes de semillas con garantías varietales y sanitarias para su distribución a través de empresas multiplicadoras.

El objeto de este trabajo es describir el procedimiento seguido en el **SERIDA** para la obtención de lotes de semilla saneadas en judía común. Para la obtención de estos materiales se sigue un método genealógico en el que cada planta se sometió a una selección individual bajo criterios varietales y/o sanitarios, rechazando aquellas plantas que muestren fenotipos fuera de tipo y/o portadoras de patógenos graves. De esta forma ya se ha conseguido obtener y poner a disposición de las empresas multiplicadoras semilla saneada de tres variedades comerciales.

PALABRAS CLAVE: SANEAMIENTO DEL MATERIAL DE SIEMBRA Y JUDÍA COMÚN

1 ► INTRODUCCIÓN

El uso de materiales de reproducción o semilla de siembra de calidad en la agricultura comenzó a cobrar importancia a mediados del siglo XX, contribuyendo a los incrementos de las producciones agrícolas experimentadas en los últimos 50 años (Leyva y Paz-Ares, 2000). Sin embargo, la disponibilidad de material de siembra en algunos cultivos como en el caso de la judía grano (*Phaseolus vulgaris* L.) todavía es escaso. Probablemente, esto se explica teniendo en cuenta que, en especies autógamas como la judía, los agricultores habitualmente obtiene su semilla de siembra a partir de su propia cosecha o de intercambios con otros agricultores (Lépiz, 1996). La utilización de este tipo de material de siembra facilita la propagación de enfermedades transmitidas por semilla aunque una selección manual de semillas sin manchas puede eliminar algunos patógenos y mejorar la calidad del material de siembra (González, 2003). Por otra parte, estos hábitos de los agricultores dificultan la distribución de nuevas variedades mejoradas así como la implicación de empresas en el desarrollo de nuevas variedades y la producción de semilla de siembra, dado que, un manejo cuidadoso por parte de los agricultores les permite conservar las nuevas variedades sin dificultades. No obstante, la ausencia de semilla de siembra con garantías sanitarias y varietales representa un obstáculo para el desarrollo de muchos cultivos o métodos de producción. Este es el caso de las variedades tradicionales de judía grano en el norte de España como el tipo fabada, ganxet, tolosana, pinta alavesa, riñón, canela,...o la utilización de semilla ecológica de especies hortícolas en agricultura ecológica.

En trabajos previos se determinaron los principales patógenos presentes en la semilla de judía tipo granja asturiana y se ensayó la posible terapia química (González, 2003), encontrándose que en el control de las micosis puede resultar útil la desinfección mediante el tratamiento de la semilla con fungicidas. En el control de las bacteriosis las medidas de desinfección ensayadas no resultaron eficaces (González *et al.*, 2004) y para las virosis tampoco hay un tratamiento químico eficaz. Esto comporta la necesidad de aplicar otras medidas para la exclusión de patógenos, de cara a la obtención de una semilla saneada a partir de la cual se pueda obtener semilla de siembra de calidad. Una estrategia es multiplicación de plantas seleccionadas para ausencia de patógenos de modo que las plantas se mantengan sanas a lo largo del cultivo y se pueda llegar a obtener un lote de semilla con garantía varietal y sanitaria.

En los últimos 15 años, en el SERIDA se han desarrollado diferentes programas de mejora genética con vistas a obtener nuevas variedades de judía con las características que definen el tipo faba granja aunque portadoras de nuevos caracteres que permiten un incremento del rendimiento del cultivo. Fruto de este trabajo ha sido la obtención de diferentes líneas, siendo las primeras de ellas las variedades comerciales *Andecha*, *Xana* y *Cimera*.

En este trabajo se pretende describir el método seguido en el SERIDA para la obtención de lotes de judías, con garantías sanitarias y varietales, a partir de las cuales las empresas multiplicadoras pueden producir y comercializar semilla de siembra.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El material de partida es la semilla fundadora, es decir, aquella donde concluye el programa de mejora genética.

Selección varietal

A lo largo del cultivo se desarrollan diferentes inspecciones visuales con objeto de identificar posible plantas fuera de tipo, es decir, portadoras de caracteres morfológicos no propios de la variedad en multiplicación. Se realizaron controles varietales en cuatro fases del ciclo: antes de la floración, al final del cultivo y finalmente, sobre la semilla recogida.

Selección en contra de la presencia de patógenos

Las semillas de partida se analizaron para descartar la presencia de bacterias fitopatógenas (González, 2000) y posteriormente, se trataron con el fungicida Tiram 80 % (1,5g / Kg semilla; González, 2003). Las semillas tratadas son germinadas en bandejas de alvéolos con turba humedecida. De cada una de las plántulas se tomaron muestras de las hojas cotiledonales y se analizaron microbiológicamente en el laboratorio.

Para la detección de virus se utilizaron pruebas inmunológicas. Se utilizó la técnica ELISA-Indirecto con anticuerpo monoclonal anti-potyvirus (Agdia) para detectar la presencia de virus del mosaico común y virus del mosaico necrótico de la judía (BCMV y BCMNV). Mediante ELISA-DAS, con suero policlonal (DTL+TORS, Loewe), se descartaron plantas que dieron positivo para la presencia de virus del mosaico del pepino (CMV). También se realizan controles rutinarios del virus del bronceado del tomate (TSWV) debido a que en 1994 se detectó infección por este virus en judía tipo granja asturiana, coincidiendo con la primera detección del virus en nuestra Comunidad Autónoma en un cultivo de lechuga (González *et al.*, 2004).

Para de detección de *P.s. pv phaseolicola* (agente causal de la grasa) durante el cultivo, se utilizó también la técnica ELISA-DAS con suero policlonal (obtenido por la Prof^a C. Jordá de la Universidad Politécnica de Valencia y posteriormente con suero comercial, Loewe) debido a que el análisis de todas las plantas mediante técnicas microbiológicas clásicas de aislamiento e identificación sería inabordable.

Manejo del material

Las plantas son multiplicadas individualmente evitando en todo momento que entren en contacto entre ellas. Estas multiplicaciones tienen lugar bajo las siguientes condiciones:

- ▶ **Invernaderos aislados del exterior.** Los invernaderos donde se lleva a cabo esta multiplicación están provistos de doble entrada y malla anti-trips en su abertura cenital para garantizar su aislamiento. Con este aislamiento también se pretende evitar la posibilidad de cruzamientos naturales a través de insectos como trips. Así mismo, el acceso al interior del invernadero es restringido para evitar la introducción de plagas o patógenos.
- ▶ **Cultivo fuera de suelo y fuera de temporada.** Las plantas son multiplicadas fuera de suelo y de temporada (Marzo-Julio) para no coincidir con la época de cultivo tradicional que puede ser fuente de patógenos. Inicialmente el sustrato empleado estaba formado por una mezcla de arena desalitrada, turba negra y perlita en iguales proporciones y en sacos de polietileno de color blanco de aproximadamente 30 litros de capacidad, añadiendo al sustrato un abonado de fondo de liberación lenta (Triabon). El riego se realizó por goteo con un emisor para cada planta, controlado mediante un cabezal de riego. Posteriormente, se han ido introduciendo ligeras modificaciones a este protocolo, así los sacos de plástico han sido sustituidos por macetas de cinco litros de capacidad y en los dos últimos años el sustrato utilizado es turba negra y perlita (3:1), con fertirrigación (García-Esteva *et al.*, 1996).
- ▶ **Procesado post-cosecha.** Finalizado el cultivo y eliminados los individuos descartados, las plantas son cosechadas individualmente y sometidas a un secado adicional en estufa con aire forzado para, finalmente, ser congeladas a -20°C durante 24 horas con el fin de controlar la aparición de gorgojos (Fueyo, 1991). Todo el material reunido se conserva a medio plazo en cámara a 4 °C y con una humedad relativa en torno al 40%.

Desarrollo del proceso

Un vez comprobado que se dispone de una variedad distinta, homogénea, estable y con potencial interés para los productores se inician las multiplicaciones controladas. La Figura 1 muestra un esquema donde se describe el proceso seguido para la obtención de semilla saneada. Para el manejo del material se sigue un método genealógico (véase, por ejemplo, Cubero, 1999) en el que en todo momento se conoce la procedencia de cada uno de los individuos multiplicados. En una primera fase se trata de obtener un lote de semilla fundadora bajo condiciones controladas de multiplicación. Generalmente, un programa de mejora concluye con una cantidad limitada de semilla por lo que es necesario realizar más multiplicaciones a fin de incrementar la cantidad de material disponible. Esta multiplicación también se realiza en plantas individualizadas siendo eliminadas aquellas plantas que no muestren las características de la variedad o presenten síntomas de enfermedades. Las mejores plantas de esta multiplicación son conservadas individualmente y el resto constituye la semilla fundadora a partir de la cual se realizan los ensayos de campo y/o la solicitud de registro en la Oficina Española de Variedades Vegetales (OEVV). Con las

plantas conservadas individualmente se abordan los procesos para incrementar la semilla fundadora y/o para la obtención de semilla saneada.

En la fase de obtención de semilla saneada (o generación pre-base), los descendientes de plantas fundadoras son analizados para diferentes patógenos tras su germinación. Las plantas para las cuales no se dispongan de evidencias de la presencia de patógenos son introducidas en el invernadero para su multiplicación bajo condiciones de aislamiento. Concluido el proceso de multiplicación bajo control sanitario y varietal se seleccionan y mantienen individualmente las mejores plantas y el resto constituye la “semilla saneada”. Esta semilla saneada es la que se suministra a las empresas multiplicadoras autorizadas que serán las encargadas de producir el material base y posteriormente el material para comercializar. En todo caso, se mantiene un stock de las variedades desarrolladas en la colección activa del SERIDA.

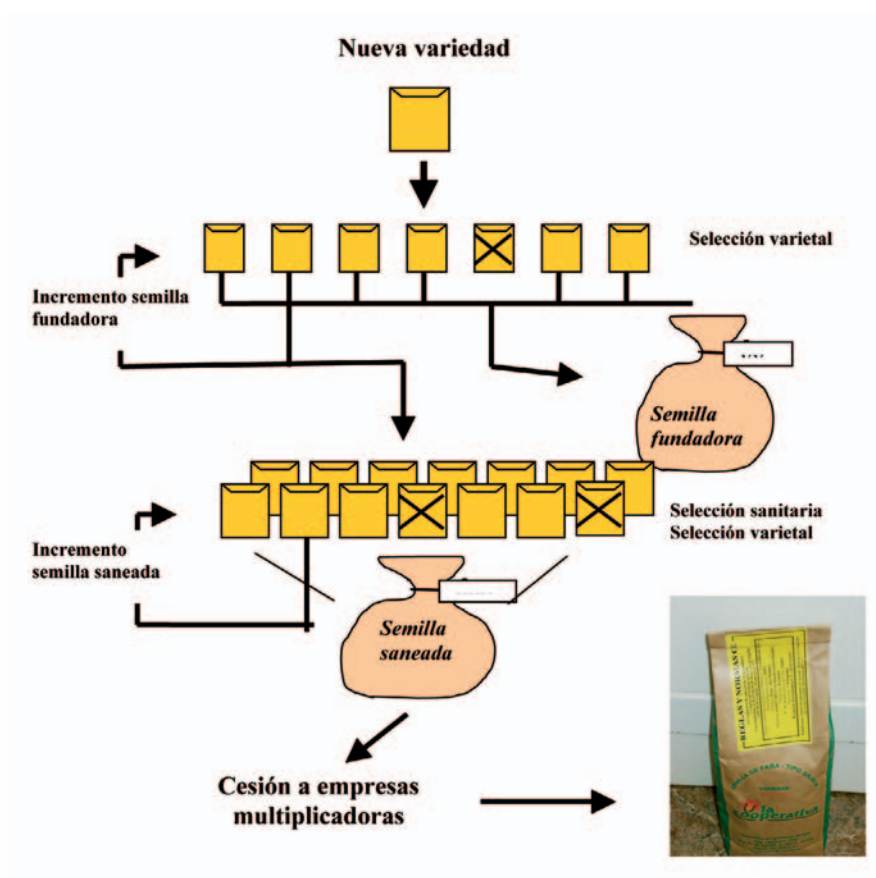


Figura 1. Esquema general mostrando el proceso de obtención de semilla saneada siguiendo un método genealógico. Fase de obtención de semilla fundadora y fase de obtención de semilla saneada. Semilla de siembra (categoría estándar) comercializada en 2004 de la variedad *Andecha*.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En 1994 se iniciaron los trabajos para la obtención de semilla saneada de la variedad *Andecha*. De las aproximadamente 250 plantas se obtuvieron 26 Kg de semilla, de los cuales 18 pasaron todos los controles de calidad realizados y constituyeron el primer prebase de *Andecha*.

En años posteriores (1995 y 1996) se volvió a obtener semilla saneada de esta variedad mejorando los rendimientos en Kg de semilla saneada producida. En el año 1998 se realizó el primer cultivo bajo estas condiciones de la variedad *Cimera*, que se repitió en 2002 para obtener mayor cantidad de semilla (13 Kg). En el año 1999 se obtuvo semilla saneada de la variedad *Xana*, consiguiendo aproximadamente 9 Kg de semillas a partir de 58 plantas. La semilla saneada tanto de las variedades comerciales *Andecha* y *Xana* (2002) como de *Cimera* (2003) ha sido transferida al sector a través de dos cooperativas asturianas autorizadas para su multiplicación y comercialización (Boletín Oficial del Principado de Asturias, 5-4-2002).

El método genealógico presenta el inconveniente de que es necesario manejar las plantas individualmente. Sin embargo, tiene la ventaja de que un error en la identificación varietal o una contaminación identificada a tiempo en una de las descendencias evita desechar todo un lote de multiplicación. Así mismo, este método permite verificar la ausencia de patógenos (transmitidos por semilla) o las características varietales de un individuo mediante el análisis de sus descendientes. Por otra parte, este método permite mantener la identidad varietal con relativamente poco esfuerzo y riesgo, dado que al tratarse de una especie esencialmente autógama (Ferreira *et al.*, 2000), las pérdidas de identidad varietal generalmente son debidas a un deficiente manejo del material que ocasionan contaminaciones mecánicas. Por esta razón, sólo se multiplica una variedad en cada ciclo de cultivo y fuera de temporada de modo que se evite el riesgo de polinización cruzada y de contaminación mecánica. En las diferentes multiplicaciones, la identificación de plantas fuera de tipo ha sido muy escasa y más bien podría atribuirse a modificaciones fisiológicas debidas a exceso de abonado, escasa luminosidad,...etc. Actualmente en el proceso de identificación varietal se han incorporado un juego de marcadores moleculares ligados a genes de interés que permiten diferenciar inequívocamente las diferentes líneas desarrolladas en el SERIDA (Pañeda *et al.*, 2002; Campa *et al.*, 2004).

En cuanto a la identificación de patógenos en el proceso de obtención de semilla saneada, los resultados se muestran en el cuadro 1, que pone de manifiesto la presencia de patógenos graves para el cultivo en los materiales analizados, como son los potyvirus (BCMV y BCMNV), patógenos responsables de importantes mermas en el cultivo. Generalmente las parcelas de productores de faba granja, en mayor o menor medida, presentan síntomas de estos potyvirus. En este punto también cabe señalar que, las multiplicaciones previas bajo condiciones controladas en las que se obtiene la semilla fundadora facilitan la obtención de un lote de semilla saneada dado que se trata de materiales con menor presencia de patógenos y contaminaciones varietales que los obtenidos a partir de materiales procedentes de multiplicaciones en campo.

Cuadro 1. Obtención de semilla pre-base de las variedades *Andecha*, *Cimera* y *Xana* (1994-1999). Resultados analíticos de las plantas madre respecto a virus y bacterias

ANÁLISIS	+ POTYVIRUS	+ CMV	+ TSWV	+ P.S.PHAS.	TOTAL PLANTAS
PRE-BASE DE ANDECHA (1994)					
Población partida	15/473	9/412	5/411	-	253
Control 1	1/253	0/253	0/253	-	253
Controles 2/3	0/250	0/250	0/250	0/250	250
PRE-BASE DE ANDECHA (1995)					
Población partida	0/253	2/253	1/253	17/253	233
Control 1	0/233	0/233	0/233	0/233	199
Control 2 *	0/199	-	-	-	224
Control 3	0/48				
PRE-BASE DE ANDECHA (1996)					
Población partida**	0/359	0/359	-	1/359	329
Control 1	0/321	-	-	2/321	327
Control 2	0/327	-	-	0/327	
Control 3	0/148	1/71	-	0/100	
PRE-BASE DE ANDECHA (1998)					
Población partida	0/157	55/158	-	38/158	84
Control 1	0/70	0/70	-	0/70	84
Control 2	2/84	1/84	2/84	0/84	79
Control 3	0/411	3/179	0/179	0/179	
PRE-BASE DE CIMERA (1998)					
Población partida	2/125	14/125	5/33	1/125	118
Control 1	4/118	3/118	42/118	0/118	74
PRE-BASE DE XANA (1999)					
Población partida	0/75	5/75	-	13/75	57
Control 1	0/57	9/57	-	9/57	39
Control 3	0	0		0	

La malla utilizada en el sellado del invernadero fue malla anti-trips y no anti-pulgón como estaba previsto en un principio debido a la detección de plantas afectadas por TSMV en 1994. Aunque este virus no ha vuelto a producir problemas serios en judía, si sigue afectando a cultivos hortícolas en el Principado de Asturias. La hipótesis sobre la que se trabajó fue que la contaminación, en el caso de la judía en el SERIDA, podía deberse a la presencia de plantas ornamentales utilizadas en uno de los Proyectos de Investigación que se llevaban a cabo. La puesta en marcha del proceso de producción de semilla de siembra tipo faba granja ha sido largo y laborioso. Por una parte, estaban las dudas por parte de empresas productoras de semilla acerca de la demanda o rentabilidad y, por otra parte, las opiniones en el sector de que esta producción debía realizarse en la región. Por ello, inicialmente se ha trabajado sobre la posibilidad de mejorar el procedimiento tradicional, es decir, que los agricultores obtengan su propia semilla de siembra, pero partiendo de un material saneado y buscando un procedimiento de multiplicación que al cultivador le permita obtener su semilla de siembra en buenas condiciones. Esta estrategia es similar a la “Producción Artesanal de Semilla” que tiene lugar en algunos países latinoamericanos (Lépiz, 1996). Uno de los problemas más importantes para implantar. Controles 1 y 2 en pre-floración. Control 3 en post-cosecha. * de 177 análisis realizados para WmMVII, AMV y TBRV, se detectó un positivo para TBRV. ** de 205 análisis realizados para los virus antes citados, se detectó un positivo para WmMVII.

este método de producción de semilla, es que la cantidad de material a suministrar por el obtentor de la variedad (SERIDA) sería muy grande si se pretendiese llegar a todos los productores, por lo que únicamente se podría realizar a través de algunas asociaciones que canalizasen esa semilla entre sus asociados. Otro de los problemas de este mecanismo radica en la ausencia de controles sanitarios y varietales en el proceso (salvo la habilidad del multiplicador) lo que puede conducir a la producción de semilla similar a la destinada para consumo. Por estas razones, se optó por qué asociaciones de productores de faba granja asturiana o cooperativas actuasen como empresas multiplicadoras. Por esta vía, en la campaña 2004 ya está disponible semilla de siembra en categoría estándar de las variedades *Andecha* y *Xana*, y se espera que la variedad Cimera sea comercializada en 2005.

La puesta en marcha en Asturias, de la producción de semilla de siembra de faba constituye un paso importante para mejorar la rentabilidad del cultivo, así como para abrir un proceso fácilmente adaptable a otras zonas productoras de judías grano. Un proceso similar podría ser adaptado, con ligeras modificaciones, a otras especies para la obtención de semilla en el marco de una producción ecológica y la recuperación de variedades locales de interés.

4 ► BIBLIOGRAFÍA

- **CAMPA, A.; FERNÁNDEZ, J.; FERREIRA, J. J.; GIRÁLDEZ, R. 2004**
Análisis de la segregación de proteínas de semilla en líneas recombinantes de judía común (*Phaseolus*

vulgaris L.). *II Congreso de mejora genética de plantas*. 21-24 Septiembre, León.

• **CUBERO, J. I. 1999**

Introducción a la mejora genética vegetal. Ediciones Mundi Prensa, Madrid. 365pp

• **FERREIRA, J. J.; ALVAREZ, E.; FUEYO, M. A.; ROCA, A. Y GIRÁLDEZ, R. 2000**

Determination of the outcrossing rate of *Phaseolus vulgaris* L. using seed protein markers. *Euphytica* 113:259-263.

• **FUEYO, M. A. 1991**

Guía práctica para el cultivo de la faba granja asturiana (*Phaseolus vulgaris* L.). Consejería de Agriculturas, Principado de Asturias. 27 pp

• **GARCÍA - ESTEVA, A.; KOHASKI - SHIBATA, J.; BACA, G. A. Y ESCALANTE - ESTRADA, J. A. S. 1996**

Yield and dynamics of growth in bean (Phaseolus vulgaris L.) grown in soil or in hydroponics. Ann. Report. Bean Improv. Coop. 39:225-226.

• **GONZÁLEZ, A. J.; MENDOZA, M. C.; TELLO, J. 2004**

Microorganismos patógenos transmitidos por semilla de judía tipo faba granja asturiana. Saneamiento de semilla. Ed. SERIDA y KRK, Oviedo, España. 160pp

• **GONZÁLEZ, A. J. 2003**

Desinfección de semilla de judía (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo faba granja asturiana con antifúngicos y antibacterianos. Bol. San. Veg. MAPA. 29:461-470.

• **GONZÁLEZ, A. J. 2000**

Microbiota patógena en semilla de judía tipo faba granja asturiana. Obtención de semilla saneada. Tesis doctoral, Universidad de Oviedo. 132 pp.

• **LÉPIZ, R. 1996**

Métodos alternativos para una producción sostenible de semilla de los nuevos cultivares de frijón. En: Taller de mejoramiento de frijón para el siglo XXI. Eds S.P. Singh y O. Voysest. CIAT, Cali;Colombia. 449-454.

• **LEYVA, A., PAZ - ARES, J. 2000**

Los retos de la agricultura en el siglo XXI. En: La biotecnología aplicada a la agricultura. SEBIOT & EUMEDIA S.A: 25-37

• **PAÑEDA, A.; MÉNDEZ DE VIGO, B.; RODRÍGUEZ, C.; GIRÁLDEZ, R. Y FERREIRA, J. J. 2002**

Identificación de nuevas variedades de judía asistida por marcadores moleculares. Actas de Horticultura N° 34, Congreso de Mejora Genética de Plantas, Almería. 351-356.

OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL DEL PULGÓN CENICIENTO DEL MANZANO CON INSECTICIDAS DERIVADOS DEL NEEM

MIÑARRO, M. Y DAPENA, E.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)

Apartado 13. 33300 Villaviciosa (Asturias)

E-mail: mminarro@serida.org / enriquedf@serida.org

RESUMEN

Se han realizado estudios de campo en plantaciones ecológicas de manzano para mejorar la estrategia de control del pulgón ceniciento *Dysaphis plantaginea* Pass. (Homoptera: Aphididae) con insecticidas derivados de neem. Los objetivos fueron: (1) comparar la efectividad de cinco insecticidas comerciales (Align, Azaneem, Neem, Neem-A-Oil y NeemAzal-T/S) y (2) determinar el mejor momento de aplicación y el número de aplicaciones requeridas para un control satisfactorio del pulgón. Sólo NeemAzal-T/S controló satisfactoriamente las poblaciones y los daños del pulgón. Align y Neem-A-Oil controlaron la infestación y el daño en una plantación pero no en la otra, donde las poblaciones del pulgón eran más elevadas. La aplicación de NeemAzal-T/S antes de floración (estados fenológicos D₃ y E₂) redujo significativamente la infestación y el daño. La aplicación tras la floración (estado H) disminuyó la infestación más lentamente, de modo que el nivel de daño fue alto y no significativamente diferente del testigo. No se establecieron diferencias significativas entre una o dos aplicaciones. Se concluye que con una aplicación de NeemAzal-T/S antes de floración se puede controlar satisfactoriamente el pulgón ceniciento, aunque dos aplicaciones espaciadas podrían ser requeridas cuando las poblaciones son elevadas. Los otros productos no garantizan el control, aunque Align y Neem-A-Oil podrían controlar el pulgón ceniciento cuando sus poblaciones son bajas.

PALABRAS CLAVE: CONTROL SOSTENIBLE, *DYSAPHIS PLANTAGINEA* Y NEEMAZAL - T/S

1 ► INTRODUCCIÓN

El pulgón ceniciento *Dysaphis plantaginea* Pass. (Homoptera: Aphididae) es una plaga clave de manzano en los primeros años de cultivo que deforma hojas, brotes y frutos. Este pulgón es controlado mediante la aplicación de aficidas, aunque recientemente han aparecido casos de resistencia (Delorme *et al.*, 1998). En agricultura ecológica se suele aplicar rotenona para su control, aunque su eficacia se reduce considerablemente cuando el pulgón enrolla las hojas. Así pues, resulta necesaria la búsqueda de alternativas eficaces.

Los productos derivados del árbol del neem *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) pueden ser una buena herramienta para el control de este pulgón (Schulz *et al.*, 1997; 2000; Miñarro y Dapena, 2002). No obstante, aún hay cuestiones que resolver para optimizar la eficacia del empleo de estos productos en el control del pulgón ceniciento:

- El pulgón ceniciento ha sido controlado con éxito mediante la aplicación de NeemAzal-T/S (e.g. Schulz *et al.*, 1997; 2000) mientras que con Align y Ain los resultados han sido menos satisfactorios (Miñarro y Dapena, 2002).
- Resulta necesario determinar en qué estado fenológico es más eficaz su aplicación. Por otra parte, la estrategia recomendada es una aplicación de NeemAzal-T/S cuando las fundatrices están en estado larvario (Schulz *et al.*, 2000), aunque con una sola aplicación podría haber resurgimiento de las poblaciones de este pulgón (Kienzle *et al.*, 1997; Schulz *et al.*, 2000).

Así pues, el objetivo de este trabajo ha sido responder a estas dos preguntas: (1) ¿Son todos los derivados comerciales de neem eficaces? y (2) ¿Cuál es el mejor momento para la aplicación de NeemAzal-T/S y cuántas aplicaciones son necesarias?

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos fueron realizados en la primavera de 2003 en dos plantaciones comerciales de producción ecológica situadas en Sariego y Pruvia, ambas en Asturias.

Comparación de productos comerciales de Neem

Se comparó la eficacia de cinco insecticidas de neem: Align (3,2% de azadiractina, Sipcam Inagra), Azaneem (1% de azadiractina, PBCF), Neem (concentración de azadiractina no especificada, Biagro), Neem-A-Oil (0,3% de azadiractina, Agrimor) y NeemAzal-T/S (1% de azadiractina, Agrichem). Todos eran concentrados emulsificables y fueron aplicados con

una mochila de tratamientos a las dosis recomendadas: Align (1 ml/l de agua), Azaneem (3 ml/l de agua), Neem (1,5 ml/l de agua), Neem-A-Oil (3 ml/l de agua) y NeemAzal-T/S (3 ml/l de agua). Se hizo un ensayo en la plantación de Pruvia sobre la variedad 'Reineta Blanca de Canadá' y otro en la de Sariego sobre la variedad 'Collaos' (Cuadro 1).

Momento y número de aplicaciones de NeemAzal-T/S

Se comparó la eficacia de seis tratamientos en la variedad 'Collaos': 1 aplicación de NeemAzal-T/S en estado fenológico D₃ (D₃) (10 de abril), 1 aplicación en estado E₂ (E₂) (16 de abril), 1 aplicación en estado H (H) (30 de abril), 2 aplicaciones, una en D₃ (10 de abril) y otra en E₂ (16 de abril) (D₃/E₂), 2 aplicaciones, una en E₂ (16 de abril) y otra en H (30 de abril) (E₂/H) y 2 aplicaciones de NeemAzal-T/S, una en H (30 de abril) y otra en I (8 de mayo) (H/I).

Ensayo	Plantación	Diseño* (nº repeticiones)	1ª aplicación (estado)	2ª aplicación (estado)	Cantidad (l/árbol)
Comparación productos	Pruvia	5 al azar	11 abril (E ₁)	8 mayo (I)	0,7 y 1
Comparación productos	Sariego	6 al azar	16 abril (E ₂)	30 abril (H)	1,2
Momento y nº aplicaciones	Sariego	5 al azar	**	**	0,7-1

Cuadro 1. Descripción de los ensayos. * La parcela elemental en Sariego fue de un árbol. En Pruvia fue de tres árboles de los que se muestreó el del medio. ** Ver epígrafe 2 de material y métodos.

Control de la infestación y el daño

Para valorar la eficacia sobre la infestación y el daño de pulgón ceniciento se marcaron 10 brotes por árbol antes del comienzo del ensayo. La infestación en cada brote se evaluó según las siguientes categorías: (0) – sin pulgón; (1) – 1 a 5 pulgones; (2) – 6 a 25 pulgones; (3) – 26 a 125 pulgones; y (4) – 126 a 625 pulgones. El nivel de daño en cada brote se señaló como: (0) – sin daño; (1) – ligero enrollamiento lateral de la hoja; (2) – comienzo de enrollamiento; (3) – típica deformación causada por este pulgón; (4) – 2 a 5 hojas con deformación típica; y (5) – más de 5 hojas con deformación típica.

Análisis

Para cada árbol muestreado, se hizo una media del valor obtenido en cada uno de los 10 brotes tanto para la infestación como para el nivel de daño. Estas medias fueron comparadas en cada fecha de muestreo mediante Análisis de Varianza (ANOVA) y la Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (test LSD).

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación de productos comerciales de Neem

En Pruvia los árboles sufrieron una gran infestación de pulgón ceniciento (Figura 1) y el ensayo tuvo que ser suspendido 40 días después de la primera aplicación de los insecticidas debido a la amenaza de una reinfestación de los árboles sin pulgón desde los árboles testigo y/o aquéllos en los que el tratamiento no funcionó correctamente. En el último control se establecieron diferencias significativas entre los productos, tanto para la infestación ($F = 4,456$; g.l. = 5, 24; $P < 0,01$) como para el daño ($F = 4,312$; g.l. = 5, 24; $P < 0,01$) (Figura 1).

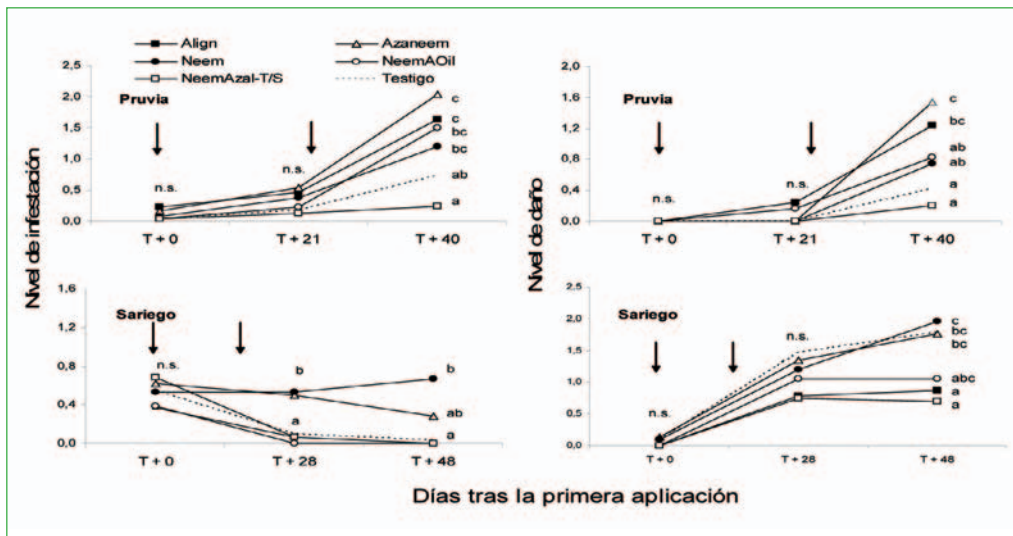


Figura 1. Comparación de la efectividad de cinco derivados de neem sobre la infestación y el daño de pulgón ceniciento. Las flechas indican el momento de las aplicaciones. Líneas con la misma letra para cada fecha no son significativamente diferentes para $P < 0,05$.

En este momento, sólo NeemAzal-T/S controló las poblaciones de pulgón, aunque los niveles de infestación y de daño no fueron significativamente diferentes de los del testigo. El resto de productos presentaron los niveles de infestación y daño superiores a los del testigo, resultando significativamente más altos en los tratamientos con Azaneem y Align. En Sariego también hubo diferencias en la infestación, que fueron significativas 28 días después de la primera aplicación ($F = 3,082$; g.l. = 5, 30; $P < 0,05$) y marginalmente significativas en el último control ($F = 2,452$; g.l. = 5, 30; $P = 0,056$) (Figura 1). El nivel de daño fue diferente en el último control ($F = 3,142$; g.l. = 5, 30; $P < 0,05$). NeemAzal-T/S, Align y Neem-A-Oil controlaron el pulgón y disminuyeron el nivel de daño respecto al control, aunque solamente

los dos primeros lo disminuyeron significativamente. Al igual que en el presente trabajo, experiencias previas mostraron que NeemAzal-T/S controla satisfactoriamente el pulgón ceniciento (Schulz *et al.* 1997, 2000) y que Align reduce las poblaciones y los daños en unos casos pero no en otros (Miñarro y Dapena, 2002). Las plantaciones de Pruvia y Sariego se diferenciaron en el nivel de infestación de pulgón (Figura 1). Align y Neem-A-Oil controlaron el pulgón en Sariego, donde la población de pulgón fue menor, pero no en Pruvia, donde la población fue elevada (Figura 1). Así pues, la eficacia de estos dos productos comerciales podría depender del nivel de infestación del pulgón ceniciento. Además, la segunda aplicación en Pruvia no se pudo realizar hasta casi un mes después de la primera (Figura 1) por causas meteorológicas, lo que también podría haber contribuido a disminuir la eficacia de alguno de los insecticidas.

Diferencias en la efectividad de preparados de neem han sido observadas para otros artrópodos (El Shafie y Basedow, 2003; Liang *et al.*, 2003) y podrían ser explicadas por la interacción entre la azadiractina y otros componentes del aceite de neem o los emulgentes (El Shafie and Basedow, 2003) o el hecho de que estos productos contienen numerosos ingredientes con diferente bioactividad y proporciones (Isman, 1997).

Momento y número de aplicaciones de NeemAzal-T/S

La eficacia de los extractos de neem se reduce considerablemente si se aplican cuando las fundatrices han alcanzado el estado adulto (Schulz *et al.*, 2000), por lo que resulta preciso determinar el momento óptimo de su aplicación.

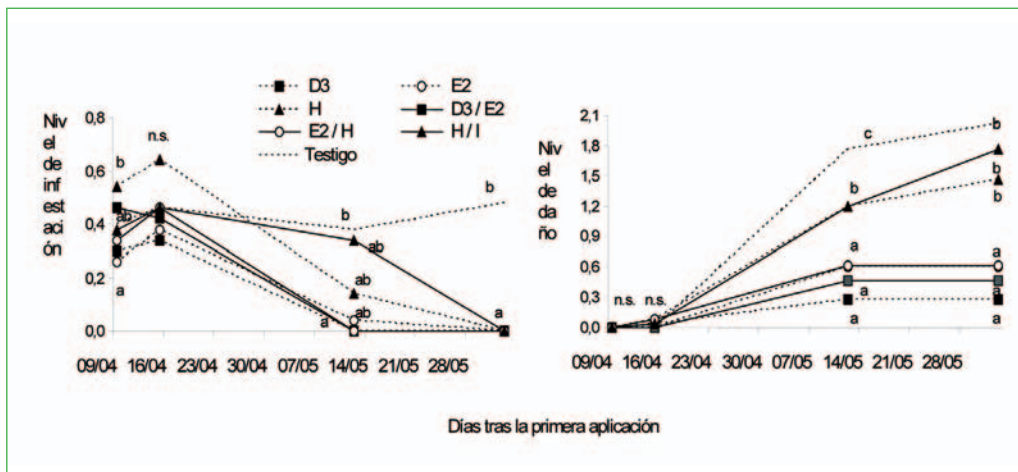


Figura 2. Comparación de la efectividad de una y dos aplicaciones de NeemAzal-T/S en distintos estados fenológicos sobre la infestación y el daño de pulgón ceniciento. Líneas con la misma letra para una determinada fecha no son significativamente diferentes para $P < 0,05$.

Todos los tratamientos controlaron las poblaciones de pulgón, aunque el control fue más lento cuando el NeemAzal-T/S fue aplicado después de floración (estado fenológico H) (Figura 2). Consecuentemente, sólo los tratamientos previos a la floración (i.e. estados D3 y E2) redujeron significativamente el daño en los dos últimos controles (Figura 2). En este ensayo, donde la infestación de pulgón no fue muy elevada (Figura 2) no se establecieron diferencias significativas entre una o dos aplicaciones. No obstante, en plantaciones con mayor nivel de pulgón o si la primera aplicación se realiza tarde, dos aplicaciones podrían ser necesarias para eliminar el pulgón y evitar reinfestaciones (Kienzle *et al.*, 1997; Schulz *et al.*, 2000).

4 ▶ CONCLUSIONES

Una aplicación de NeemAzal-T/S antes de floración controla satisfactoriamente las poblaciones y los daños del pulgón ceniciento, aunque quizás dos aplicaciones podrían ser necesarias para asegurar un buen control cuando la infestación es elevada. Otros productos no garantizan el control, aunque Align y Neem-A-Oil podrían controlar el pulgón ceniciento en determinadas condiciones.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los propietarios de las fincas su colaboración en los ensayos, a las casas comerciales la cesión de los productos y al proyecto INIA RTA02-50-C2 la financiación.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **DELORME, R.; AUGE, D.; TOUTON, P.; VERGNET, C. Y VILLATTE, F. 1998**

La résistance des pucerons aux insecticides. Enquête 1997. En: 1er Colloque transnational sur les lutttes biologiques, intégrée et raisonnée. Bilan et perspectives au regard d'expériences régionales et européennes. Lille, 375-384.

- **EL SHAFIE, H. A. F. Y BASEDOW, T. 2003**

The efficacy of different neem preparations for the control of insects damaging potatoes and eggplants in the Sudan. *Crop Protection* 22, 1015-1021.

Isman, M.B. 1997. Neem and other botanical insecticidas: barriers to commercialization. *Phytoparasitica* 25 (4), 339-344.

- **KIENZLE, J.; SCHULZ, C. Y ZEBITZ, C. P. W. 1997**

Two years of experience with the use of NeemAzal in organic fruit orchards. En: H. Kleeberg y C.P.W. Zebitz (Eds) *Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones V*, 27-31.

Liang, G.M., Chen, W., Liu, T-X. 2003.

Effects of three neem-based insecticides on diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Crop Protection* 22, 333-340.

• **MIÑARRO, M. Y DAPENA, E. 2002**

Eficacia de Rotenona y dos extractos de Neem en el control del pulgón ceniciento del manzano. En: E. Dapena, J.L. Porcuna (Eds) Libro de actas del V Congreso de la SEAE y I Congreso Iberoamericano de Agroecología, 837-845.

• **SCHULZ, C.; KIENZLE, J. Y ZEBITZ, C. P. W. 1997**

Effects of different NeemAzal-formulations on apple aphids and *Aphis fabae* Scop. En: H. Kleeberg y C.P.W. Zebitz (Eds) Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones V, 81-92.

• **SCHULZ, C.; KIENZLE, J. Y ZEBITZ, C. P. W. 2000**

Effect of NeemAzal-T/S on development of *Dysaphis plantaginea* Pass.: Consequences for application and experiences in practice. En: H. Kleeberg y C.P.W. Zebitz (Eds) Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones VI, 17-20.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE *Brennandania lambi* (Krczal) (Acari: Pygmephoridae) EN CULTIVOS DE CHAMPIÑÓN

NAVARRO, M. J.⁽¹⁾; **GEA, F. J.**⁽¹⁾; **ESCUDERO, A.**⁽²⁾ Y **FERRAGUT, F. J.**⁽³⁾

⁽¹⁾ Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del Champiñón (CIES)
C/ Peñicas, s/n. 16220 Quintanar del Rey (Cuenca)
E-mail: mjnavarro.cies@dipucuenca.es

⁽²⁾ Protección Vegetal. IRTA - Fundación Mas Badia
La Tallada D'Empordá. 17134 Girona

⁽³⁾ Dpto. Ecosistemas Agroforestales. Universidad Politécnica de Valencia
Camino de Vera, 14. 46022 Valencia

RESUMEN

El ácaro miceliófago *Brennandania lambi* se estableció en España como plaga de los cultivos de champiñón *Agaricus bisporus* en la primavera de 1996, causando elevadas pérdidas de cosecha. Desde entonces la plaga no ha desaparecido manifestándose con mayor intensidad durante primavera y verano.

Tras el estudio de la biología de la plaga (fuentes de infestación, dinámica poblacional, etc.) se ha establecido que el ácaro accede a las explotaciones durante el desarrollo del ciclo de cultivo. La entrada se produce gracias a las moscas del champiñón, que también son plaga para el cultivo. El principal vector forético del ácaro es el fórido *Megaselia halterata*, que es la mosca mayoritariamente detectada en nuestras champiñoneras.

Entre los mecanismos de control recomendados se encuentra la utilización de barreras físicas (mallas antitrips, tubos de luz negra) para impedir la entrada de dípteros, principalmente durante los primeros momentos del ciclo, con el fin de evitar una proliferación excesiva de las poblaciones de ambas plagas (ácaro y mosca).

Se recomienda la alternancia de especie cultivada en las épocas de mayor incidencia de la plaga, utilizando para ello *A. bitorquis*. Se ha observado un diferente comportamiento de *B. lambi* con esta especie, no causando descensos de producción.

PALABRAS CLAVES: FUENTES DE INFESTACIÓN, MOSCAS DEL CHAMPIÑÓN, FORESIS, *MEGASELIA HALTERATA* Y *AGARICUS BITORQUIS*

1 ► INTRODUCCIÓN

El hongo principalmente cultivado en La Manchuela es el champiñón *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach, aunque durante primavera y verano se cultiva también otra especie, *A. Bitorquis* (Quélet) Saccardo, debido a que tolera temperaturas y concentraciones de dióxido de carbono más elevadas.

Hasta la primavera de 1996 los problemas sanitarios de las champiñoneras de la comarca, en cuanto a plagas se refiere, se limitaban a la presencia de elevadas poblaciones de moscas, fóridos y esciáridos, que se alimentan de micelio de champiñón, causando pérdidas de cosecha. Sin embargo, en la primavera de ese año (1996) se produjo una nueva situación, caracterizada por importantes descensos de producción (en algunos casos, incluso, la pérdida completa de la cosecha), siempre asociados a la eliminación del micelio de los sustratos de cultivo y a la manifestación, en la superficie de los paquetes, de elevadas concentraciones de ácaros de pequeño tamaño (unas 200 micras de longitud). Estos ácaros se sitúan erguidos sobre la superficie del carpóforo, dándole un aspecto erizado; esta posición erguida está directamente relacionada con el comportamiento de dispersión de algunas especies de ácaros foréticos. El ácaro fue identificado como *Brennandania lambi* (Acari: Pygmephoridae) y se diferencia morfológicamente de otros ácaros pigmefóridos presentes en los cultivos de champiñón, entre otras cosas, por carecer de uña terminal en el primer par de patas, característica fácilmente apreciable al microscopio (Ferragut, Gea y García-Morrás, 1997).

La aparición de *B. lambi* en Castilla-La Mancha supone la primera cita de este ácaro en el continente europeo (Ferragut, Gea y García-Morrás, 1997). *B. lambi* es un ácaro miceliófago que se alimenta exclusivamente de micelio de *Agaricus*, lo que justifica los elevados daños ocasionados en las explotaciones (Gao y Zou, 2001). Su temperatura óptima de desarrollo es de 28 °C, condiciones en las que completa su ciclo de vida en tan sólo 10 días; en condiciones de menor temperatura (18 °C) el ciclo puede prolongarse hasta los 23 días (Clift y Toffolon, 1981a, b). Un ácaro hembra pone una media de 57 huevos de los que eclosionan casi el 100%; por lo tanto, a esta temperatura el ácaro duplica su población en 2 días y medio (Gao y Zou, 2001). Sin embargo, *B. lambi* no sobrevive a condiciones extremas de temperatura; se consigue la muerte de huevos, larvas y adultos tras 1 hora a 50 °C o tras 24 h a 35 °C ó a 10 °C bajo cero (Wu y Zhang, 1993a).

En China se determinó que la fuente de infestación era el micelio comercial contaminado (Wu y Zhang, 1993b), por lo que los esfuerzos para erradicar la plaga se centraron en su desinfección sometiéndolo a condiciones de congelación (Wu y Zhang, 1993a). En Australia, sin embargo, se demostró que eran las moscas las que constituían la principal vía de dispersión de este ácaro forético, por lo que la eliminación de los dípteros fue considerada como la mejor medida de control (Clift y Larsson, 1987).

A la hora de plantear este trabajo se propusieron los siguientes objetivos:

- ▶ Estudio del micelio comercial, el compost pasteurizado y la mezcla de materiales de cobertura como posibles fuentes de infestación de las explotaciones por *B. lambi*.
- ▶ Estudio de la dinámica poblacional de *Brennandania* en las champiñoneras, con el fin de conocer dónde, cuándo y con qué frecuencia se manifestaba la plaga en las mismas.
- ▶ Estudio de las moscas del champiñón, con la identificación de las especies y el estudio de su dinámica poblacional y del papel forético que desempeñan en la dispersión de *B. lambi*.
- ▶ Seguimiento de las poblaciones de las plagas en explotaciones de *Agaricus bitorquis*, ya que existían indicios de que *B. lambi* no se manifestaba sobre esta especie de champiñón.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se desarrollaron desde marzo de 1998 hasta septiembre de 1999, lo que comprende seis periodos estacionales. En cada uno de los periodos descritos se realizó el seguimiento de dos procesos de elaboración de compost, uno de ellos desarrollado en Casasimarro y el otro, en Quintanar del Rey (Cuenca). El compost así elaborado fue inoculado con micelio de *A. bisporus* y trasladado a diferentes explotaciones para su cultivo. El seguimiento del ciclo productivo se realizó en dos de estas explotaciones, estudiando las poblaciones del ácaro y de las moscas del champiñón. Es decir, el trabajo comprende el seguimiento de 12 procesos de compostaje (2 por periodo estacional) y de 24 ciclos productivos de *A. bisporus* (4 por periodo).

Por otra parte, en el verano de 1998 y en la primavera y el verano de 1999 se realizó además el seguimiento de tres procesos de compostaje, esta vez en Madrigueras (Albacete), con el fin de estudiar la incidencia de la plaga en la otra especie de champiñón, *A. bitorquis*. Se realizó el control de su ciclo productivo en seis explotaciones diferentes, con la misma metodología que en el caso de *A. bisporus*.

Estudio de las fuentes de infestación

Para llevar a cabo el estudio de las fuentes de infestación se propuso la prospección de ácaros en los diferentes materiales empleados: micelio comercial, mezcla de cobertura y compost pasteurizado. En el caso del micelio, la prospección se realizó mediante su incubación en tubos de ensayo a 25 °C durante 21 días, tras los cuales se procedió a su observación bajo

lupa binocular. En cuanto a la mezcla de cobertura y al compost pasteurizado, la extracción de ácaros se realizó mediante embudo de Berlesse durante 24 horas y el recuento e identificación se hizo, así mismo, bajo lupa binocular.

Dinámica poblacional de *Brennandania lambi* en explotaciones de *A. bisporus*

Para el estudio de la dinámica poblacional de *B. lambi* se propuso, por un lado, la valoración de la incidencia estacional del ácaro en las explotaciones, la evolución de sus poblaciones a lo largo del ciclo productivo, su distribución en el interior de la explotación y también dentro de los paquetes de cultivo.

El primero de los parámetros, la incidencia estacional, está contemplado con el seguimiento de los diferentes ciclos a lo largo de los 18 meses que duraron los muestreos. En cuanto al resto de los puntos, se diseñó la siguiente metodología. En cada una de las explotaciones se eligieron para el estudio tres paquetes situados en localizaciones diferentes: entrada, zona media y zona posterior, próxima a la abertura posterior de ventilación. En cada uno de estos paquetes se recogían muestras a lo largo de los 70 días que duraba el ciclo de cultivo. Los días de muestreo se hacían coincidir con: el final de la etapa de incubación (día 20 aprox. desde el inicio del ciclo); la inducción de la fructificación (día 30); y la cosecha de la primera (día 40), tercera (día 55) y quinta floradas (día 70). La recogida de muestras del compost y de la tierra de cobertura se hizo de forma independiente, con lo que se realizaba un seguimiento de la población de ácaros en cada uno de los sustratos de cultivo. Cada una de las muestras recogidas fue sometida, por duplicado, al proceso de extracción descrito anteriormente.

Estudio de las moscas del champiñón

Para realizar el estudio de la dinámica poblacional de las moscas se colgaron placas adhesivas amarillas para la captura de individuos adultos en los tres puntos descritos anteriormente para la recogida de muestras, dos días antes del inicio del ciclo. Una vez retiradas se procedía, en el laboratorio, a la identificación y recuento de los individuos capturados. Para completar el estudio se realizó también la prospección de los estados inmaduros de los dípteros, según el método de Fordyce y Cantelo (1981), en las muestras de compost y cobertura recogidas.

Por otra parte, para conocer el papel de estas moscas en la dispersión forética de *B. lambi*, se colocó, en cada una de las explotaciones, un tubo de luz negra en la zona del fondo, próximo a la abertura de ventilación; en algunos casos este tubo estaba recubierto por un plástico transparente. Bien el plástico o bien la zona de la pared cercana al tubo se rociaba periódicamente con una solución de bendiocarb y azúcar; debajo del tubo, en el suelo, se colocaba un plástico que recogía las moscas muertas tras entrar en contacto

con el insecticida. Cada día de muestreo, un máximo de 48 moscas eran transportadas al laboratorio donde se procedía a su identificación y, en su caso, al recuento e identificación de los ácaros que transportaban. Gracias a este trabajo se pudo establecer, en cada etapa del ciclo, el porcentaje de moscas de cada especie que transportaba ácaros y el número de individuos de *B. lambi* transportado por cada mosca portadora (carga media).

Incidencia de las plagas en *A. bitorquis*

Por último, y como otro de los objetivos propuestos, se realizó un estudio de la presencia de moscas y ácaros en explotaciones de cultivo de *A. bitorquis*, comparando los resultados con los obtenidos en los de *A. bisporus* desarrollados simultáneamente. La metodología de trabajo fue igual a la descrita en los tres apartados anteriores.

3 ► RESULTADOS

Estudio de las fuentes de infestación

Como resultado de los análisis realizados se puede decir que no se detectó la presencia de ácaros *B. lambi* en ninguna de las muestras de micelio comercial, ni de cobertura, ni de compost pasteurizado analizadas, aunque en las muestras de compost se encontraron puntualmente algunos individuos de *B. mesembrinae* o *Histiostoma* spp (Navarro *et al.*, 2004).

Dinámica poblacional de *Brennandania lambi* en explotaciones de *A. bisporus*

A la hora de estudiar la incidencia estacional de plaga, se ha establecido que *B. lambi* se detecta en las explotaciones en todos los periodos estudiados, aunque con muy pequeña presencia durante el invierno (Navarro *et al.*, 2004).

En cuanto a la evolución de la plaga en el interior de la explotación (Figura 1), los resultados muestran que durante las etapas iniciales la presencia de *B. lambi* en los sustratos examinados no es significativa; sin embargo, tras la cosecha de los primeros champiñones (primera florada: F1) empiezan a detectarse ácaros en las muestras de compost de la zona posterior; en estos momentos el cultivador no es consciente de la presencia de los ácaros ya que la producción es normal. Tras la cosecha de la tercera florada (F3) los niveles poblacionales se incrementan significativamente en esta zona, detectándose ácaros en las muestras de compost y de cobertura; también se aprecia la presencia de la plaga en la zona cercana a la puerta; además, el cultivador comienza a detectar pérdidas en la producción. La población sigue aumentando con el desarrollo del ciclo de cultivo, llegando, en condiciones

extremas, a manifestarse en forma de agregados en la superficie de los paquetes de cultivo a lo largo de toda la explotación, lo que se traduce en la pérdida total de la cosecha.

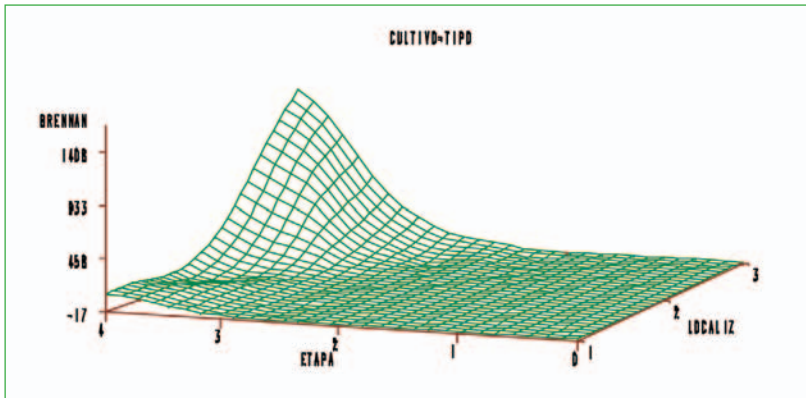


Figura 1. Evolución de la plaga a lo largo del ciclo de cultivo en las diferentes localizaciones de una explotación. Etapas: 0-incubación, 1-Inducción, 2-primer florada, 3-tercera florada y 4-quinta florada; Localizaciones: 1-entrada, 2-media y 3-posterior.

Si se considera que los ácaros detectados inicialmente en el compost corresponden a las primeras generaciones desarrolladas en el interior de los paquetes de cultivo, conociendo el régimen de temperaturas que ha sufrido este sustrato desde que entró en la explotación y la duración del ciclo de vida de *B. lambi* a diferentes temperaturas se puede predecir el momento de entrada de la plaga en la explotación. Así pues, como resultado de este trabajo se establece que ésta se produjo aproximadamente durante la aplicación de la cobertura. La distribución de la población en el interior de la explotación indica que la infestación se hace a través de las aberturas de ventilación, principalmente la situada en la parte posterior de la explotación, aunque la puerta de acceso al local supone una segunda vía. Esto hace sospechar que son las moscas las que actúan como vectores de *B. lambi* en las champiñoneras castellano-manchegas.

Estudio de las moscas del champiñón

Las moscas capturadas fueron identificadas como el fórido *Megaselia halterata* (Wood) y el esciárido *Lycoriella auripila* (Winnertz), con un claro predominio del fórido frente al esciárido, en una proporción 4:1. En cuanto al papel forético de ambas especies de moscas, el porcentaje medio de fóridos portadores de ácaros es siempre superior al de esciáridos; en algunos casos, incluso, no se detectó la existencia de ningún esciárido portador. De otra parte, el número medio de *B. lambi* transportado por cada mosca portadora, o lo que es lo mismo, la carga media, es también superior para *M. halterata* en todos los ciclos estudiados.

Todos estos resultados señalan a *M. halterata* como el principal vector de dispersión de *B. lambi* en las explotaciones de champiñón de Castilla-La Mancha. El estudio de las poblaciones de esta mosca se realiza considerando los mismos factores utilizados para el estudio de las poblaciones del ácaro; es decir, incidencia estacional, evolución a lo largo del ciclo de cultivo y distribución en la explotación.

En relación a la incidencia estacional, el trabajo realizado permite establecer que *M. halterata* se detecta en el interior de las explotaciones a lo largo de todo el año, aunque las poblaciones son más elevadas en primavera y otoño (Navarro *et al.*, 2000). Sin embargo, no se detecta variación estacional en los parámetros foréticos considerados. El tamaño de la carga (próximo a 2 ácaros/mosca) presenta valores comparables en todos los periodos considerados; en cuanto al porcentaje de moscas portadoras, los datos son también comparables durante todo el año, excepto en el invierno, en el que se detectan valores inferiores. En resumen, la única incidencia que puede tener la climatología en la dispersión de *B. lambi* se debe a la mayor o menor presencia de *M. halterata* en las explotaciones, que, como se ha establecido, se incrementa durante la primavera y el otoño.

Así pues, centrando el estudio en la evolución a lo largo del ciclo de cultivo, la Figura 2 recoge los valores medios de adultos e inmaduros de *M. halterata* calculados para cada etapa del ciclo.

En este punto es necesario resaltar que este comportamiento se mantiene en todas las localizaciones de la explotación, aunque siempre los valores detectados en la parte posterior fueron muy superiores al resto. En el caso de los adultos se observa un pequeño incremento en el número de capturas durante las etapas de cobertura e inducción de la fructificación, seguido de otro más pronunciado que el anterior y que se detecta a partir de la cosecha de la primera florada. Previamente a este incremento se observa un aumento en el número de inmaduros, lo que indica que los adultos capturados proceden, al menos en parte, de los sustratos de cultivo, y que corresponden a la aparición de la primera generación de moscas desarrollada íntegramente en el interior de la explotación. Teniendo en cuenta estudios previos sobre el ciclo de vida de *M. halterata* en condiciones similares, se puede afirmar que estas moscas proceden de las puestas de huevos realizadas en el momento de la cobertura. De otra parte, el segundo incremento de inmaduros detectado en torno a la F5 presume la aparición de una segunda generación de moscas en la explotación, que sería más dañina que la anterior, pero que no se produce debido a la finalización del ciclo productivo.

Además, en la etapa de cobertura, que es cuando se detecta la primera entrada de moscas en la explotación, el porcentaje de fóricos portadores es considerable, como también lo es el valor de la carga media transportada (Figura 3); hay que destacar además el incremento de los dos parámetros foréticos en las etapas finales del ciclo. De entre los fóricos que entran en la explotación en el momento de la cobertura, atraídos por el olor del micelio activo, un 20% transporta ácaros, con un valor medio de carga de 2 ácaros por mosca. Estas moscas realizan sus puestas en los paquetes de cultivo, momento que aprovechan los ácaros para

desprenderse del vector e infestar los sustratos, mayoritariamente el compost ya que es el que presenta micelio de champiñón (alimento para el ácaro).

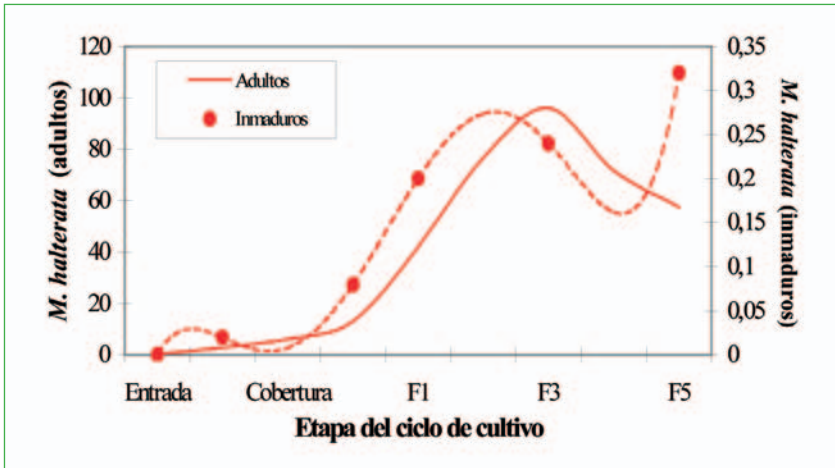


Figura 2. Adultos de *M. halterata*, capturados por placa y día, y número y tendencia (—) de inmaduros del fórido detectado en los sustratos de cultivo en las diferentes etapas del ciclo

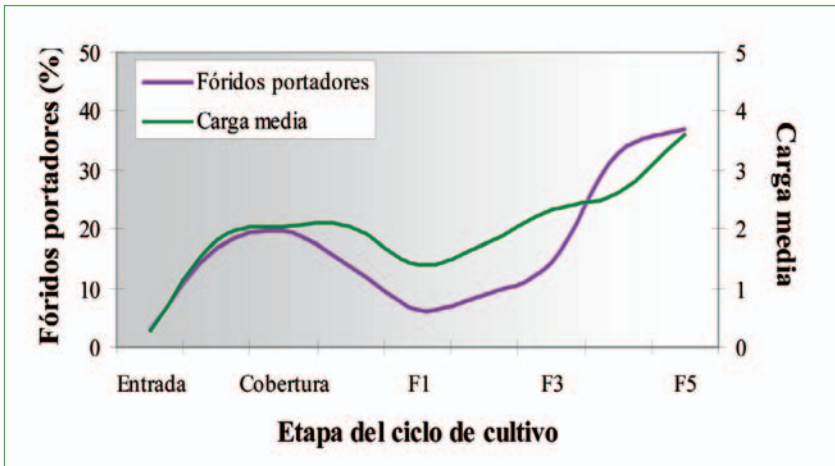


Figura 3. Evolución del porcentaje de fóridos portadores y de la carga media (número de ácaros transportado por mosca portadora) a lo largo del ciclo de cultivo.

En las etapas de inducción-F1 se detecta una entrada masiva de moscas del exterior, debido a la ventilación de las explotaciones, a la vez que se produce la aparición de la primera generación de moscas desarrollada en el interior de los paquetes. Como las

moscas emergen desde la cobertura, y en este momento la plaga de ácaros se encuentra mayoritariamente instalada en el compost, el porcentaje de moscas portadoras y el tamaño de la carga disminuyen considerablemente. Sin embargo, en torno a F3, etapa en que ya se detectan niveles importantes de ácaros en la cobertura, las moscas que emergen de los paquetes de sustrato se cargan de ácaros, con lo que se observa un incremento en el porcentaje de fóridos portadores así como en el tamaño de la carga. En las etapas finales del ciclo (F4-F5), la plaga se manifiesta en gran número en la superficie del paquete de cultivo, por lo que no sólo las moscas emergentes de los sustratos sino también las que entran desde el exterior de la explotación tienen más probabilidad de transportar ácaros, por lo que ambos parámetros foréticos se incrementan considerablemente, llegando a duplicarse (40% con 4 ácaros por mosca). Tras la finalización del ciclo, las moscas presentes en la explotación irán a colonizar cultivos próximos, atraídas por el micelio activo de nuevos ciclos productivos.

Incidencia de las plagas en *Agaricus bitorquis*

La conclusión más evidente de la prospección de ácaros en los ciclos productivos de *A. bitorquis* es que *B. lambi* no se manifiesta como plaga en esta especie de champiñón cultivado. Dado que se ha establecido que *M. halterata* es la responsable de la infestación de las explotaciones de *A. bisporus*, planteamos que haya podido haber un comportamiento diferencial de estas moscas en las explotaciones de *A. bitorquis*.

Los muestreos realizados en los seis ciclos de *A. bitorquis* seleccionados evidencian la presencia de *M. halterata* en estas explotaciones. Al igual que en el caso de las explotaciones de *A. bisporus* se observa un incremento en el número de capturas en torno a la F1, pico que coincide con un incremento en el número de inmaduros. Sin embargo, en este caso se produce un segundo incremento en los valores en torno a la F4, más acusado que el anterior, y que se debe a la segunda generación de moscas desarrolladas en el cultivo; en el caso de *A. bisporus* este segundo incremento no se observaba debido a la finalización del ciclo. Es más, comparando estadísticamente los datos de moscas obtenidos en las explotaciones de las dos especies de champiñón se observa como, tanto el valor para adultos como el de los inmaduros es muy superior en las explotaciones de *A. bitorquis*.

Pero también podría suceder que la entrada de moscas en las explotaciones de *A. bitorquis* durante las etapas iniciales del ciclo no fuera suficiente para producir la infestación. Así pues, comparando estadísticamente los resultados obtenidos en las etapas pre-cosecha se observa como el número medio de moscas capturado por placa y día en las explotaciones de *A. bitorquis* es superior, siendo similares el porcentaje de moscas portadoras y el tamaño de la carga transportada (Figura 4). Por otra parte, si observamos la evolución de estos datos a lo largo del ciclo productivo se observa que, si bien en el caso de *A. bisporus* los valores se incrementan a partir de la cosecha de la F3, en las explotaciones de *A. bitorquis* se mantienen bajos hasta el final del ciclo. Estos resultados inducen a pensar

que el comportamiento diferencial de *B. lambi* en las explotaciones de *Agaricus* se debe a preferencias alimenticias del ácaro, lo que avala la utilidad del cultivo de *A. bitorquis* a la hora de controlar la propagación de la plaga. Todo ello puede ser de utilidad en las épocas de mayor incidencia de *B. lambi*, épocas en las que, además, se potencia el cultivo de esta especie de champiñón en las explotaciones de Castilla-La Mancha.

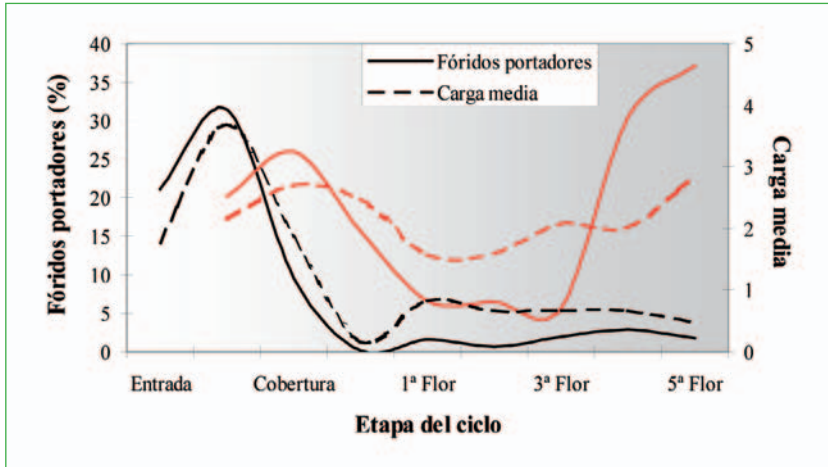


Figura 4. Evolución del porcentaje de *M. halterata* portadores de *B. lambi* (—) y de la carga media transportada por cada fórido portador (- - -) a lo largo del ciclo de cultivo para las dos especies de champiñón cultivado: *Agaricus bisporus* y *Agaricus bitorquis*.

4 ▶ CONTROL

A la vista de los resultados se proponen las siguientes recomendaciones:

- ▶ Es conveniente evitar la entrada de las moscas, y por lo tanto de los ácaros, a la explotación hasta, al menos, el inicio de la ventilación. Para ello se recomienda mantener el local completamente cerrado en las primeras etapas del ciclo, la utilización de mallas antitrips en las tomas de aire, la instalación de luces negras tratadas con insecticida en las cancelas de acceso a los locales de cultivo o en las zonas posteriores de los mismos con el fin de atraer y eliminar a las moscas, etc. Con ello se consigue retrasar la infestación de las explotaciones y minimizar los daños causados por ambas plagas.
- ▶ Se recomienda acortar el ciclo de cultivo, retirando los paquetes tras la cosecha de la tercera florada. En esta situación las pérdidas de producción serían escasas y se evitaría la propagación de las plagas.

- Por último, se propugna el cultivo de *A. bitorquis* en las épocas de mayor incidencia de *B. lambi* ya que, por un lado no manifiesta la plaga y, por otro, ayuda a limitar su propagación entre las explotaciones.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

• CLIFT, A. D. Y LARSSON, S. F. 1987

Phoretic dispersal of *Brennandania lambi* (Krczal) (Acari: Tarsonemida: Pygmephoridae) by mushroom flies (Diptera: Sciaridae and Phoridae) in New South Wales, Australia. Exp. Appl. Acarol. 3, 11-20.

• CLIFT, A. D. Y TOFFOLON, R. B. 1981 A

Biology, fungal host preferences and economic significance of two pygmephorid mites (Acarina: Pygmephoridae) in cultivated mushrooms, New South Wales, Australia. Mushroom Science XI, 245-253.

• CLIFT, A. D. Y TOFFOLON, R. B. 1981 B

Insects and mites associated with mushroom cultivation on three commercial farms near Sydney, N.S.W., Australia. Mushroom Science XI, 537-549.

• FERRAGUT, F.; GEA, F. J. Y GARCÍA - MORRÁS, J. A. 1997

El ácaro del champiñón *Brennandania lambi* (Krczal) (Acari: Pygmephorioidea): introducción en España, importancia económica y separación de especies afines. Bol. San. Veg. Plagas 23 (2), 301-311.

• FORDYCE, C. JR. Y CANELO, W. W. 1981

Technique to extract immature stages of *Lycoriella mali* from mushroom-growing media. J. Econ. Entomol. 74 (3), 253-254.

• GAO, J. R. Y ZOU, P. 2001

Biology, life table and host specificity of the mushroom pest, *Brennandania lambi* (Acari: Pygmephorioidea). Exp. Appl. Acarol. 25, 187-202.

• NAVARRO, M. J.; ESCUDERO, A.; GEA, F. J.; LÓPEZ - LORRIO, A.; GARCÍA - MORRÁS, J. A. Y FERRAGUT, F. 2000

Determinación y abundancia estacional de las poblaciones de dípteros (Diptera: Phoridae y Sciaridae) en los cultivos de champiñón en Castilla - La Mancha. Bol. San. Veg. Plagas 26 (4), 527-536.

• NAVARRO, M. J.; GEA, F. J.; ESCUDERO, A. Y FERRAGUT, F. 2004

El ácaro del champiñón *Brennandania lambi* en Castilla-La Mancha. En: Patronato de Promoción Económica. Diputación Provincial de Cuenca (Eds), Avances en la Tecnología de la producción comercial del champiñón y otros hongos cultivados 2 (Actas de las III Jornadas Técnicas del Champiñón y otros Hongos Comestibles en Castilla - La Mancha), Cuenca, 203-212.

• WU, J. Y ZHANG, Z. Q. 1993 A

Control of *Brennandania lambi* (Acari: Pygmephorioidea) by freezing: evaluation of its efficacy and effects on mushroom growth and yield. Exp. Appl. Acarol. 17, 531-540.

• WU, J. Y ZHANG, Z. Q. 1993 B

Host feeding, damage and control of the mushroom pest, *Brennandania lambi* (Acari: Pygmephorioidea) in China. Exp. Appl. Acarol. 17, 233-240.

CONTROL MECÁNICO DE MALAS HIERBAS EN CULTIVO DE TRIGO DURO

PARDO, G.; VILLA, F.; AIBAR, J.⁽¹⁾; FERNÁNDEZ - CAVADA, S. Y ZARAGOZA, C.

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (DGA)
Apartado 727. 50080 Zaragoza

⁽¹⁾ Escuela Politécnica Superior de Huesca
Carretera de Zaragoza, Km 67. 22071 Huesca

RESUMEN

Para optimizar el uso de una grada de varillas flexibles se efectuaron 2 ensayos en trigo duro (campañas 2002-03 y 2003-04) comparando el efecto de distintas variables de utilización de este apero en el control de malas hierbas, daños al cultivo y producción. Las variables comparadas fueron: número de pases (uno o dos), dirección (paralela o perpendicular a la línea de siembra) y momento de intervención (pre o postemergencia del cultivo). También se incluyeron un tratamiento herbicida y un testigo sin desherbar. El tratamiento en preemergencia no tuvo ningún efecto o resultó contraproducente en el control de la flora arvense. El pase perpendicular ejerció peor control que el paralelo y ocasionó mayores daños, llegándose a obtener similar cosecha (98%) al testigo sin desherbar (100%) en la media de los dos años. Un solo pase paralelo en etapa de ahijado fue la opción con mejor relación eficacia-daño y en cada año, dentro de las opciones mecánicas, obtuvo la mejor cosecha (114%) muy similar a lo obtenido con el herbicida (que consiguió el mejor control de malas hierbas). Con un segundo pase se logró incrementar el control de malas hierbas en relación a un único pase (sobre todo si fue perpendicular al primero), pero no se obtuvo una cosecha mucho mayor (107%). Estos resultados son similares a los obtenidos anteriormente en cultivo de cebada. No obstante, la escarda mecánica raramente está justificada con una alternativa adecuada en ambiente semiárido.

1 ► INTRODUCCIÓN

En sistemas ecológicos de producción, donde no está permitida la aplicación de herbicidas, es necesario buscar alternativas para evitar el perjuicio que las malas hierbas causan a los cultivos. En esos casos resulta fundamental extremar las medidas preventivas: empleo de semillas limpias, o la limpieza márgenes, acequias y de los aperos, especialmente las cosechadoras. Asimismo es necesario tener en cuenta los métodos agronómicos para manejos de flora arvense: rotación adecuada de cultivos, realizar el laboreo del suelo en el momento justo, sin dejar que las malas hierbas generen semillas, incrementar la dosis de siembra, retrasar la fecha de la misma, efectuar falsa siembra, o utilizar variedades competitivas con la flora arvense. Sin embargo en ocasiones la infestación se presenta y es necesario recurrir a los métodos directos de actuación. Hoy en día para cultivo de cereal la escarda mecánica se presenta como la única medida directa de control con el cultivo ya implantado que puede llevarse a la práctica. En nuestro país se han realizado ensayos de dos tipos: mediante el cultivo en líneas agrupadas, labrando la entrelínea del cultivo para eliminar las malas hierbas (Lacasta y Meco, 1996) o, si el cultivo esta implantado en toda la superficie, utilizando una grada de varillas flexibles.

Con este apero se efectúan labores someras en toda la superficie del terreno, de tal manera que la eliminación de las malas hierbas se produce por desarraigo y corte de las mismas, aunque según algunos autores (Jones *et al.*, 1995), el principal efecto se debe a que son enterradas. Habrá que estudiar el efecto conjunto de la relación eficacia en el control-daño al cultivo (Rasmussen, 1991), porque para lograr un mejor control de la flora arvense se necesita, generalmente, hacer un gradeo más profundo, o incrementar el número de éstos, y ello acarrea mayores daños al cultivo (Rasmussen y Rasmussen, 1995). La selectividad del método viene determinada fundamentalmente por la diferencia del sistema radicular y/o porte relativo del cultivo y la mala hierba, debiendo tener ésta un estado menos desarrollado que aquel para que el tratamiento sea efectivo y selectivo hacia el cultivo.

En nuestro país los tratamientos con grada han consistido fundamentalmente en la realización de un único pase durante el ahijado del cereal en zonas semiáridas (Lacasta *et al.*, 1997; Moyano *et al.*, 1998; Zaragoza *et al.*, 1999; Lezáun *et al.*, 2001). Sin embargo, se sabe que son muchos los factores que influyen en el control mecánico de las malas hierbas. Los más relevantes son: el cultivo y la forma de implantarlo (distancia entre líneas, profundidad de siembra) las especies a controlar, las etapas de desarrollo de ambos, el tipo de suelo y su estado de humedad, las condiciones climáticas posteriores y, por supuesto, los parámetros intrínsecos al modo de efectuar la labor (Böhrnsen, 1993). Teniendo en cuenta este último aspecto, se considera interesante ensayar distintas modalidades de la regulación de la grada de varillas flexibles para optimizar su uso, como son: número de pases, dirección, así como el momento de intervención (pre o postemergencia del cultivo), ensayos realizados en otros países y sólo parcialmente en España por Cirujeda y Taberner (2001), principalmente sobre *Papaver rhoeas* y por Pardo *et al.* (2004a) en cultivo de cebada. En este trabajo se exponen los resultados de dos ensayos con cultivo de trigo duro complementado los resultados

obtenidos por Pardo *et al.* (2004a) en cultivo de cebada. Se estudiaron distintas modalidades en la regulación de una grada de varillas flexibles en cuanto a su efecto sobre el control de la flora arvense y la producción en un cultivo de cebada.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Localización de los ensayos

El ensayo se implantó en la localidad de Montañana, (41°43' N , 2° 52' W y la altura 225 m sobre el nivel del mar) sobre un campo de regadío en una parcela con suelo de textura franca (Cuadro 1).

Tabla 1. Análisis de suelo de los ensayos hasta 30 cm de profundidad

GRANULOMETRÍA	
Arena total (0.05-2mm)%	37,75
Limo grueso (0.02-0.05mm)%	9,44
Limo fino (0.002-0.2mm)%	39,64
Arcilla (<0.002mm)%	13,17
FERTILIDAD	
pH al agua 1:2.5	8,15
Salinidad (C.E. 1:2.5) dS/m a 25 °C	0,33
Materia orgánica %	3,37
Fósforo Olsen, ppm.	57
Potasio (extracto acetato amónico) ppm	428
Carbonatos totales %	32,9
CATIONES DE CAMBIO	
Magnesio %	2,37

La precipitación y temperatura mensual durante el desarrollo del ensayo se muestra en la Figura 1.

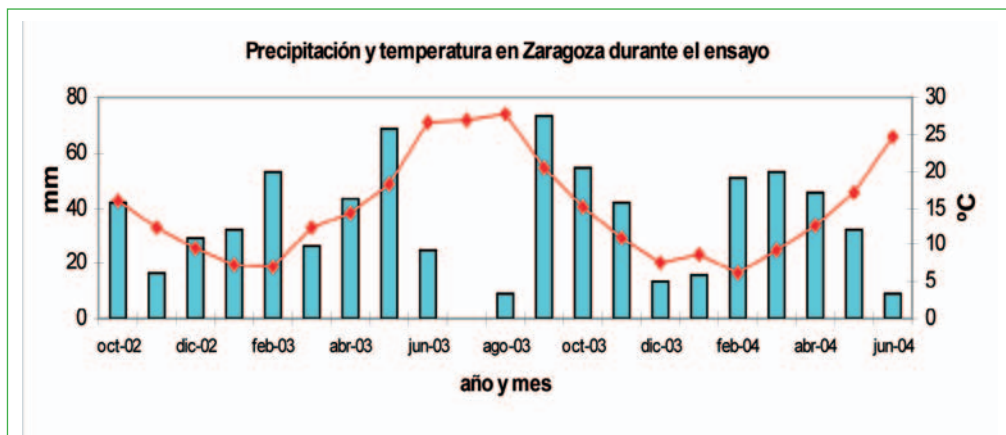


Figura 1. Precipitación (mm) y temperatura (°C) en Zaragoza durante el ensayo.

Siembra y operaciones de cultivo

La siembra se efectuó en noviembre en 2002-03 y en enero en 2003-04. El abonado consistió en 120-60-60 ambos años.

El nitrógeno se repartió en fondo y cobertera. Se regó solo una vez, cuando se consideró necesario, pero nunca tras una labor de escarda mecánica, tratando maximizar la eficacia de estas labores. La cosecha se efectuó en junio-julio.

Tabla 2. Características de los ensayos de regulación de grada de varillas flexibles

AÑO	FECHA SIEMBRA	DENSIDAD (kg/ha)	VARIEDAD	ESPECIES ARVENSES DOMINANTES
02-03	15/11/02	175	"Mellaria"	<i>Sinapis arvensis</i> , <i>Diplotaxis erucoides</i> <i>Capsella bursa-pastoris</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>Gallium aparine</i> , <i>Anacyclus clavatus</i> y <i>Taraxacum officinalis</i>
03-04	20/1/04	200	"Ionio"	<i>Chenopodium vulvaria</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> , <i>Sinapis arvensis</i> , <i>Veronica hederifolia</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>Malva</i> spp. y <i>Capsella bursa-pastoris</i>

Descripción del apero

El apero utilizado para los distintos tratamientos fue una grada (4,5 m anchura trabajo) de varillas flexibles (marca Hatzenbichler St. Andrä, Austria), descrita en Pardo *et al.* (2004a).

Descripción de los ensayos y tratamientos efectuados

El diseño elegido fue de bloques al azar con tres repeticiones y parcela elemental de 90 m². Se ensayaron 8 tratamientos: 6 con grada y se incluyó un tratamiento con herbicida, apropiado a la flora arvense y su estado fenológico, y un testigo sin ningún desherbado.

Los criterios en la elección de las labores fueron:

- **Momento de intervención**
Preemergencia o ahijado
- **El número de pases**
Uno y dos (ambos en la misma fecha o con intervalo de 5 días).
- **La dirección**
Paralela o perpendicular a las líneas de siembra.

En el Cuadro nº 3 se resumen las labores efectuadas en las dos localidades.

Cuadro 3. Resumen de los tratamientos llevados a cabo en los ensayos de eficacia de la grada

Nº TRATAMIENTO	Nº PASES	DIRECCIÓN	FECHA 2002-2003	FECHA 2003-2004
1	1	Paralela*	4 /12	9/2
2	1	Paralela	14/2	4/3
3	1	Perpendicular	14/2	4/3
4	2	Paralela	14/2	4/3
5	2	Paral y perp	14/2	4/3
6	2	Paralela**	14/2 y 28/2	4/3 y 22/3
7	Tratamiento herbicida		21/2	14/4
8	Testigo sin ninguna labor		-	-

* en preemergencia. ** 15 días entre cada pase de grada

Todos los pases se efectuaron en ahijamiento del cereal, (21-22 en la escala de Zadoks *et al.*, 1974) salvo el segundo pase del tratamiento nº 6 que se encontraba en fase de elongación del tallo (30) y el tratamiento nº 1 que se realizó en preemergencia. En las parcelas tratadas con herbicida se utilizó en 2003: MCPA 40% 2 l/ha (Agroxone de Syngenta) y en 2004: 2,4-D Éster isotílico 60% a una dosis de 1 l/ha (Primma Din de Agrodan).

Para valorar el efecto de los distintos tratamientos se efectuaron conteos de plantas de malas hierbas a los 15-20 días del último tratamiento de grada y se calculó el porcentaje de control basándose en la flora arvense presente en los testigos. Posteriormente se realizaron controles de biomasa seca de cultivo y flora arvense en la fase del espigado del cereal para valorar la eficacia y la selectividad de cada tratamiento efectuado en las últimas fases de crecimiento de cereal. La cosecha se efectuó en junio-julio con medida de la humedad del grano. Los datos obtenidos se extrapolaron a kg/ha con 14% de humedad.

Los datos se procesaron con el paquete estadístico Systat 7.0 y la separación de las medias se efectuó mediante el test LSD. Hubo ocasiones en que datos referentes a densidades y biomasa de malas hierbas no se distribuyeron normalmente y entonces se normalizaron con la transformación $\sqrt{y + 0,5}$.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia del ajuste de la grada sobre el control de flora arvense

La grada no ejerció control alguno sobre *S. arvensis*, ni *R. crispus* (ni en los tratamientos consistentes en dos pases) ya que se encontraban más desarrolladas y enraizadas que el cereal en el momento de las labores (salvo en el tratamiento de preemergencia). Los tratamientos mecánicos con grada son inefectivos para situaciones en que las malas hierbas se desarrollen más rápidamente que el cultivo, porque no se podrán eliminar sin arrancar éste.

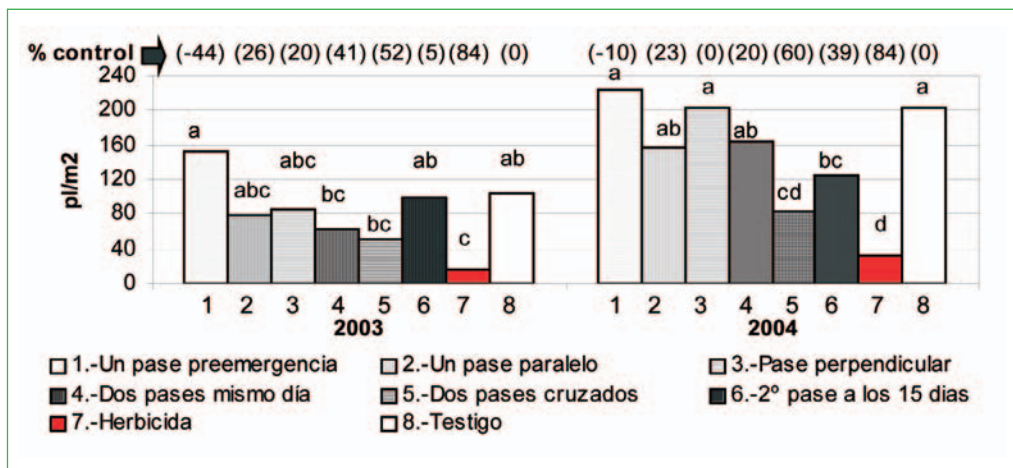


Figura 2. Densidad total de malas hierbas anuales y porcentaje de control tras las labores de escarda. Barras con letras distintas en cada año difieren significativamente en el test LSD p < 0,05

Los resultados de la figura 2 muestran el escaso control que los distintos tratamientos mecánicos de desherbado han ejercido, sólo el herbicida consiguió reducir de forma significativa la flora arvense en 2003. En el siguiente año los tratamientos 5 y 6 (consistentes en dos pases) si consiguieron reducir la flora arvense de forma significativa, aunque no de forma tan clara como el herbicida. Pardo *et al.* (2004a) en cultivo de cebada tampoco obtuvo controles significativos de malas hierbas con tratamientos mecánicos en 3 ensayos similares, aunque si lo obtuvo en otros dos, sobre todo en tratamientos consistentes en dos pases, frente a un solo pase.

A continuación pasamos a analizar los resultados según las variables analizadas:

- **Momento de intervención**

El pase en preemergencia (1) no resultó efectivo, pues en ambos años y en el momento de los conteos hubo mayor presencia de malas hierbas incluso que en las parcelas sin desherbar. Pardo *et al.*, (2004a) también la consideran una opción poco interesante por el escaso control ejercido, a pesar de que teóricamente las plántulas de malas hierbas estarían recién emergidas y serían muy sensibles a los gradeos (Lezaún *et al.*, (2001).

Sin embargo, Cirujeda y Taberner (2001) señalan que un pase muy temprano puede estimular la nascencia de nuevas malas hierbas, y que en ocasiones y trascurrido un periodo de tiempo, hace que aparezca mayor número que si no se hubiera realizado labor alguna, resultando desde este punto de vista, un tratamiento contraproducente, como parece ser nuestro caso.

- **Número de pases**

Los tratamientos consistentes en dos pases, fueron el 4 (mismo día y paralelos), el 5 (mismo día cruzados) y el 6 (paralelos con intervalo de 15 días). En teoría al aumentar el número de pases se conseguiría mayor control, pero en estos resultados sólo el tratamiento de los dos pases cruzados (5) consiguió un efecto suplementario sobre el un único pase (2) en 2004 con diferencias significativas. El efecto combinado de la labor paralela y perpendicular en la misma fecha ha resultado la más efectiva, en cuanto a control, de los tratamientos mecánicos ensayados en los dos años. Sin embargo, repetir el pase en la misma dirección, en la misma o diferente fecha, no resultó tan efectivo, como se aprecia en la figura 2.

Los resultados del tratamiento 6 son coincidentes con los observados por Bárberi *et al.* (2000), que tampoco redujeron de forma clara la biomasa arvense con dos pases (uno en ahijado del cereal y otro en elongación del tallo) frente a un único pase, en la mayoría de sus ensayos.

Estos autores consideran que las malas hierbas que sobreviven al primer gradeo no podrán ser eliminadas en el segundo, pues generalmente, todavía se encontraran más desarrolladas.

• Dirección

En 2003 la figura 2 muestra un control muy parecido entre pases paralelo y perpendicular (2 vs 3) tal y como encontró Rydberg en 1994. En cambio, en 2004 el control conseguido por esta modalidad de gradeo fue nulo. Pardo *et al.* (2004a) también observaron un peor control de la flora arvense con pase perpendicular que paralelo en tres de los cinco ensayos en cultivo de cebada. Rasmussen y Svenninggsen (1995) afirman que posteriormente al ahijado, la púa de la grada es guiada entre las líneas del cereal, donde precisamente se hallan las malas hierbas, por lo que haciendo la labor perpendicular a las líneas de siembra no puede lograrse este efecto.

En cuanto al efecto de las labores a más largo plazo (Figura 3) sobre la biomasa de malas hierbas, se aprecia una tendencia similar a lo observado en cuanto a número de malas hierbas, por lo que se puede decir que la tendencia se ha mantenido en el tiempo.

Lo más destacado es que la infestación en parcelas tratadas en preemergencia se incrementado todavía más con relación al resto de tratamientos en 2003 y se ha atenuado algo en 2004. Las importantes lluvias primaverales, sobre todo en 2004, han perjudicado al control mecánico en mayor medida que al químico, y el control efectivo a la hora del espigado ha sido escaso en muchos tratamientos.

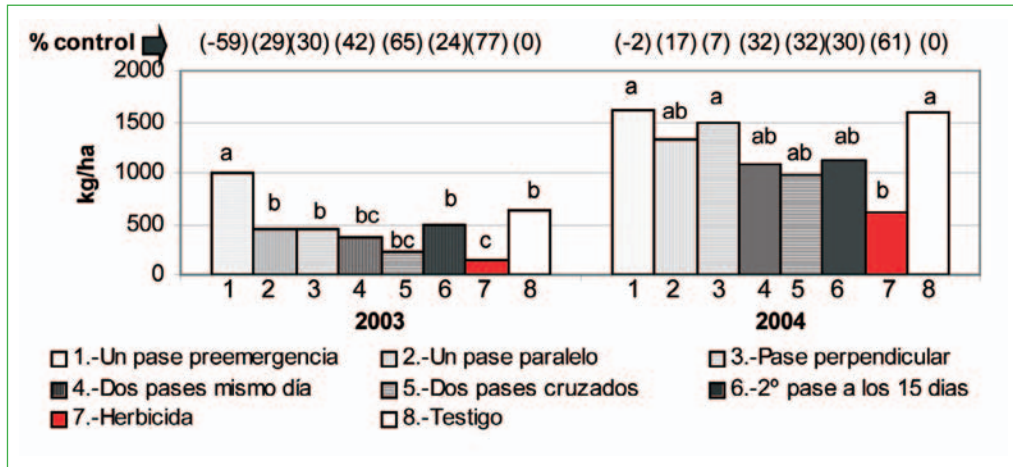


Figura 3. Biomasa de malas hierbas (kg/ha) según los tratamientos efectuados. Barras con letras distintas en cada año difieren significativamente en el test LSD $p < 0,05$

Influencia del ajuste de la grada en la selectividad hacia el cultivo

Se ha observado en el apartado anterior que al aumentar el número de pases se eliminan, en algunos tratamientos, más malas hierbas, con lo que se consigue reducir su

efecto competitivo sobre el cultivo. Como aspecto negativo, es de esperar que aumenten los daños directos sobre éste. Por consiguiente el crecimiento del cultivo vendrá determinado por el efecto neto de estos dos aspectos. La figura 4 muestra la biomasa del cereal en etapa de espigado donde ya se ha tenido que reflejar ese efecto. En ella no se aprecian diferencias significativas, ya que ni siquiera el buen comportamiento del herbicida (suprimiendo la flora arvense, sin daños aparentes al cultivo) consiguió incrementar el crecimiento del cultivo de forma significativa.

En ambos años el tratamiento perpendicular resultó la peor opción, parece ser que al hecho de no suprimir correctamente las malas hierbas se une el de ocasionar más daños al cultivo. Al efectuar el pase perpendicular a las líneas de siembra la púa de la grada impacta frontalmente con la línea de cultivo produciéndose mayor número de plantas desarraigadas. Por el contrario esta línea de cultivo protegería a la mala hierba por lo que no parece un tratamiento muy recomendable.

En cambio en el tratamiento 5 (pase paralelo y cruzado) aunque es de esperar que se produjeran todavía mayores daños, el hecho de eliminar más malas hierbas (figuras 2 y 3) permitiría un mejor crecimiento posterior y siendo uno de los tratamientos con mayor presencia de cereal.

Los dobles pases (4,5 y 6), aunque en general suprimieron mejor las malas hierbas no incrementaron el crecimiento del cultivo en relación a la labor de un único pase (2). El segundo pase controló mayor número de malas hierbas, pero también ocasionó mayores daños al cultivo.

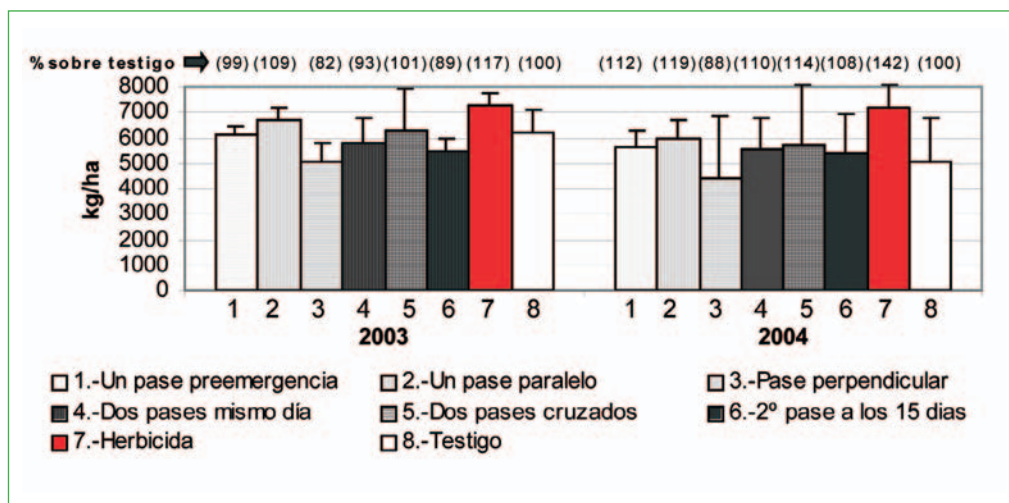


Figura 4. Biomasa de cultivo (kg/ha) según los tratamientos efectuados. Entre paréntesis porcentaje sobre el testigo. Las líneas verticales indican la desviación típica. Sin diferencias significativas en el test LSD ($p < 0,05$)

Influencia del ajuste de la grada en la producción de grano

En 2003 y 2004 la cosecha producida mediante los gradeos siguió la tendencia de la biomasa recogida en el muestreo previo, con menos oscilaciones entre los distintos tratamientos. El tratamiento nº 2 ha resultado el más productivo en ambos años (dentro de las opciones mecánicas), aunque las diferencias no fueron significativas. Pardo *et al.* (2004a) ya recomendaron un único pase en estado de ahijado como la opción con mejor relación eficacia daños que permitió en la mayoría de los ensayos sobre cebada la mejor cosecha. En nuestro caso, y a pesar de no ser tan efectivo en el control de malas hierbas como el tratamiento químico, ha obtenido prácticamente la misma cosecha que éste. La otra opción más interesante sería la de efectuar dos pases cruzados el mismo día, pues aunque la cosecha es ligeramente menor, permite controlar mayor número de malas hierbas por lo que teóricamente redundará en una menor presencia de malas hierbas en campañas siguientes.

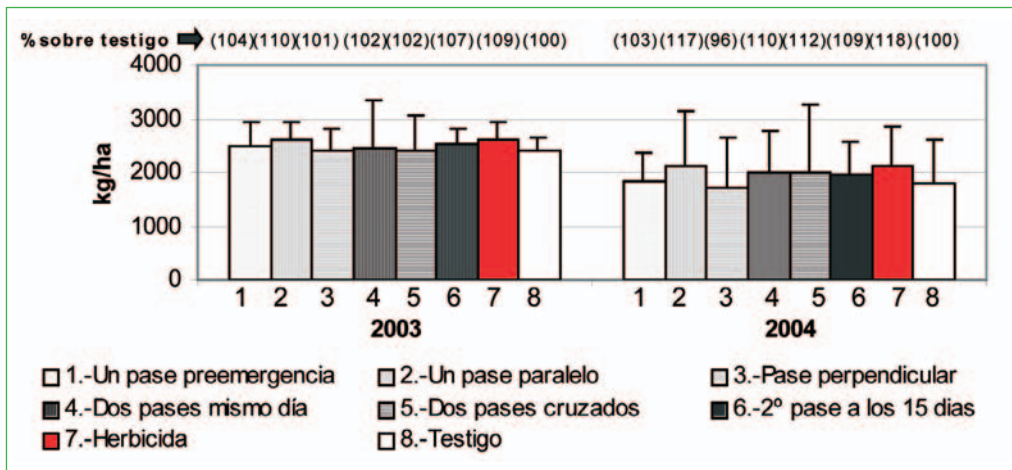


Figura 5. Producción de cebada según los tratamientos efectuados. Entre paréntesis porcentaje sobre el testigo. Las líneas verticales indican la desviación típica. Sin diferencias significativas en el test LSD ($p < 0,05$)

4 ► CONCLUSIONES

La eficacia de la grada en el control de las malas hierbas fue muy baja contra perennes (*R. crispus* L.) y, en general, cuando sobrepasaron el estado de plántula (sobre todo contra *S. arvensis*), aun incrementando el número de los pases. El tratamiento en preemergencia es contraproducente para el control de las malas hierbas ya que estimula nuevas germinaciones. El pase perpendicular a las líneas de siembra apenas controló las malas hierbas, mientras que produjo mas daños al cultivo, que se desarrolló peor que en el testigo.

La eficacia sobre malas hierbas dicotiledóneas en estado de plántula fue mayor cuando se dieron dos pases. En el caso de efectuar dos pases cruzados, la eficacia es comparable a la lograda por el herbicida. Sin embargo, un mejor control no supuso mayor cosecha como norma general, porque aumentan también los daños ocasionados al cultivo, predominando sobre el efecto beneficioso de eliminar las malas hierbas.

De las regulaciones de la grada propuestas se concluye que un único pase paralelo a las líneas de siembra, en estado de ahijado del cereal (12, 13 de Zadoks *et al*, 1974) fue el tratamiento más adecuado en las condiciones ambientales ensayadas, con mejor relación eficacia-daños y en ambos años ha sido el tratamiento mecánico que ha obtenido una mejor cosecha (un 14% más que el testigo sin desherbar), similar a la obtenida cuando se aplicó herbicida. Estos resultados coinciden básicamente con los encontrados en cultivo de cebada (Pardo *et al.*, 2004a).

No obstante, es necesario decir que las diferencias de producción, entre los tratamientos que tenían mayor y menor presencia de malas hierbas (pase en preemergencia y herbicida (figura 3), no han sido significativas, con lo que se deduce que la infestación de malas hierbas, sobre todo en 2003, no fue suficiente para que afectara de forma clara a la producción. Por tanto, en nuestro ensayo ni los tratamientos mecánicos ni el químico estarían justificados desde este punto de vista, como se ha demostrado en ensayos realizados en una alternativa de cultivos en zonas semiáridas (Pardo *et al.*, 2004b).

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **BARBERI, P.; SILVESTRI, N.; PERUZZI, A. Y RAFFAELLI, M. 2000**

Finger-harrowing of durum wheat under different tillage systems. *Biological Agriculture and horticulture*, 17: 285-303.

- **BÖHRNSEN, A. 1993**

Several years results about mechanical weeding in cereals. In *Proceedings of the 4th International IFOAM Conference. Non-chemical weed control*, Dijon, France, 93-99.

- **CIRUJEDA, A. Y TABERNER, A. 2001**

Control mecánico de *Papaver rhoeas* resistente a herbicidas mediante grada de varillas flexibles. *Actas del Congreso 2001 de la Sociedad Española de Malherbología*, 87-90.

- **JONES, P. A.; BLAIR, A. M. Y ORSON, J. H. 1995**

The effect of different types of physical damage to four weed species. *Brighton Crop Protection Conference-Weeds-1995*: 653-658.

- **LACASTA, C. Y MECO, R. 1996**

Cultivo en líneas agrupadas: recuperación de un manejo tradicional del secano *Actas del 2º Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, Pamplona, 449-457.

- **LACASTA, C.; GARCÍA MURIEDAS, G.; ESTALRICH, E. Y MECO, R. 1997**

Control mecánico de adventicias en cultivos herbáceos del secano. *Actas Congreso 1997 de la Sociedad*

Española de Malherbología, 37-40.

- **LEZAUN, J. A.; LAFARGA, A. Y ARMESTO, A. P. 2001**

Control de las malas hierbas por métodos no químicos. Navarra Agraria, 120: 31-36.

- **MOYANO, A.; BENITO, M.; CARRAMIÑANA, N. Y CIRIA, P. 1998**

Control mecánico de malas hierbas y su efecto sobre la producción de cebada y trigo en Soria. Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, 129-134.

- **PARDO, G.; VILLA, F.; AIBAR, J.; FERNÁNDEZ - CAVADA, S. Y ZARAGOZA, C. 2004 A**

Control mecánico de malas hierbas en cultivo de cebada. ITEA Vol. 100:1, 19-34.

- **PARDO, G.; AIBAR, J.; CIRIA P.; CRISTÓBAL M. V.; DE BENITO, A.; ESTALRICH E.; GARCÍA MARTÍN, A.; GARCÍA MURIEDAS, G.; LABRADOR, C.; LACASTA C.; LAFARGA, A.; LEZAÚN, J. A.; MECO R.; VILLA, F. Y ZARAGOZA, C. 2004 B**

Influencia del tipo de fertilización y desherbado en una rotación de cereales en secano. ITEA .Vol. 100:1, 34-50.

- **RASMUSSEN, J. 1991**

Optimising the intensity of harrowing for mechanical weed control in winter wheat. Brighton crop protection conference, 177-184.

- **RASMUSSEN, J. 1993**

The influence of harrowing used for post-emergence weed control on the interference between crop and weeds. 8th EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application", Braunschweig 1993, 209-217.

- **RASMUSSEN, J. Y RASMUSSEN, K. 1995**

A strategy for mechanical weed control in spring barley. 9th European Weed Research Society Symposium Budapest, 557-564.

- **RASMUSSEN, J. Y SVENNINGSEN, T. 1995**

Selective weed harrowing in cereals. Biological Agriculture and Horticulture, 12: 29-46.

- **RYDBERG, T. 1994**

Weed harrowing-the influence of driving speed and driving direction on degree of soil covering and the growth of weed and crop plants. Biological Agriculture and Horticulture, 10: 197-205.

- **ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T. Y KONZAK, C. F. 1974**

A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14: 415-421.

- **ZARAGOZA, C.; AIBAR, J.; CAVERO, J.; CIRIA, P.; CRISTOBAL, V.; DE BENITO, A.; ESTALRICH, E.; GARCIA - MARTIN, A.; GARCIA - MURIEDAS, G.; LABRADOR, J.; LACASTA, C.; LEZAUN, J. A.; MATEO, D.; MECO, R.; MOYANO, A.; NEGRO, M. J.; SOLANO, M. L.; VILLA, F. Y VILLA, I. 1999**

Type of fertilization and weed control in barley under dryland conditions in Spain. 11th EWRS Symposium, Basel. pag 113.

MANEJO ECOLÓGICO DE NEMATODOS FORMADORES DE NÓDULOS DEL GÉNERO *Meloidogyne* EN ZONAS HORTÍCOLAS DE URUGUAY

**PIEDRA BUENA, A.; LÓPEZ-PÉREZ, J. A.; DÍEZ - ROJO, M. A.; ESCUER, M.; ROBERTSON, L.;
DE LEÓN, L. Y BELLO, A.**

Dpto. de Agroecología. Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC)
C/ Serrano, 115. duplicado. 28006 Madrid
E-mail: antonio.bello@ccma.csic.es

RESUMEN

Se diseñó un bioensayo, utilizando como hospederos diferenciales pimientos sensibles a *Meloidogyne incognita* cvs Sonar y Lamuyo Rojo, pimientos resistentes cvs Charleston Belle y Carolina Wonder, tomate sensible cv. Marmande, tomate resistente cv. Nikita, tabaco cv. North Carolina 95, algodón cv. Deltapine 61 y fresa cv. Camarosa, con el fin de caracterizar la virulencia de 11 poblaciones de *M. incognita* y una población de *M. arenaria* de distintas zonas hortícolas de Uruguay. Las plantas fueron cultivadas en macetas, en cámara a 25 ± 1 °C y 16 hs de luz durante 35-45 días. El bioensayo permitió distinguir cuatro grupos de virulencia: 1) virulento a tomate resistente, 2) virulento a pimiento resistente, 3) virulento a ambos cultivos resistentes, y 4) no virulento a ninguno de estos cultivos resistentes. La fresa no fue parasitada por ningún aislado. La selección de virulencia fue mayor en los monocultivos, uso de cultivares resistentes y poblaciones altas del nematodo. Se diseñaron estrategias ecológicas de manejo de los nematodos para cada localidad, incluyendo: rotaciones de cultivos, biofumigación-solarización, manejo agronómico de la resistencia, cultivos trampa, cubiertas vegetales y fertilización equilibrada.

PALABRAS CLAVE: *MELOIDOGYNE INCOGNITA*, *M. ARENARIA*, TOMATE, PIMIENTO Y PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

1 ► INTRODUCCIÓN

Uruguay es el único país sudamericano que se encuentra íntegramente en la zona subtropical templada, entre los 30° y 35° de latitud sur. La temperatura media anual es de 17,5 °C, variando desde 20 °C en la zona Noreste hasta 16 °C en la costa atlántica. Las precipitaciones totales anuales fluctúan en promedio entre los 1000 mm sobre las costas del Río de la Plata y los 1400 mm hacia el noreste, en la frontera con Brasil. Se caracterizan por su extremada irregularidad y variabilidad. La humedad relativa media anual se halla entre 70-75% en todo el país. La insolación anual es en promedio de 2.500 horas, con un máximo de 2.600 horas en Salto y un mínimo de 2.300 horas en la costa oceánica. Las variaciones espaciales de temperatura, precipitaciones y otros parámetros son pequeñas en el territorio, y la proximidad del mar atenúa los cambios térmicos y aporta humedad al ambiente. De acuerdo con lo expuesto, al territorio continental del Uruguay le corresponde un clima mesotérmico, húmedo y subhúmedo, con inviernos benignos y veranos calurosos (Severova, 1997; Dirección Nacional de Meteorología, 2003).

La actividad hortícola del Uruguay ocupa 113.159 ha (0,7% de la superficie agropecuaria total), aportando un valor bruto de producción (VBP) del 7% del VBP total agropecuario del país. Dentro de la actividad hortícola, la superficie bajo cubierta representa apenas el 2% de la superficie, pero alcanza el 67% del VBP hortícola (DIEA, 2002; DIEA-JUNAGRA-PREDEG, 2002). Las regiones de mayor concentración de esta actividad se localizan al Sur (Montevideo, Canelones y San José) y en el Litoral Norte (Salto y Bella Unión) del país, aunque también existen otras áreas fuera de las zonas mencionadas donde los cultivos son principalmente patata y sandía. En el Noreste, fundamentalmente en el departamento de Tacuarembó, existe una zona de incipiente desarrollo de la horticultura protegida, favorecida entre otras cosas por los altos niveles de insolación (Aldabe Dini, 2000; DIEA, 2000; DIEA-JUNAGRA-PREDEG, 2002).

Los principales problemas sanitarios en hortalizas son producidos por patógenos de la parte aérea, generalmente hongos y bacterias que se ven favorecidos por las condiciones de elevada humedad ambiental que ocurren en forma natural, así como también existen problemas de plagas fitófagas, especialmente en veranos secos. Por otra parte, los problemas producidos por patógenos de suelo han cobrado importancia en los últimos años debido a la práctica del monocultivo, a las condiciones ambientales de mayor temperatura y humedad en los cultivos bajo protección, al uso intensivo de pesticidas, así como a la utilización indebida de los cultivares resistentes.

Entre los patógenos edáficos de mayor importancia en los cultivos hortícolas intensivos se encuentran los nematodos formadores de nódulos (género *Meloidogyne*), habiéndose identificado *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica*. Estos patógenos ha sido una de las causas principales de la introducción del bromuro de metilo (BM) como desinfectante de suelos para algunos cultivos de la zona Litoral Norte del país. Sin embargo, se debe destacar que el uso de este agroquímico en la agricultura uruguaya es de carácter excepcional (De León, 2002).

Existen diversos métodos de control de las poblaciones de *Meloidogyne*, siendo el más utilizado la desinfección química, tanto por su eficacia como por su facilidad de uso y bajo costo relativo. Los desinfectantes químicos pueden ser fumigantes, como el bromuro de metilo, 1,3-D (dicloropropeno) + cloropicrina, dazomet y metam sodio, o compuestos no volátiles, entre los cuales están los nematicidas organofosforados (etopofos y fenamifos) y carbamatos (aldicarb y oxamil).

Actualmente la prohibición de algunos, como el bromuro de metilo, la pérdida de efectividad de otros sobre ciertos patógenos y parásitos, especialmente nematodos formadores de nódulos, y la presión de los consumidores por una producción de alimentos con menor uso de agroquímicos, ha llevado a plantear alternativas al control químico. Dichas alternativas incluyen: desinfección de suelos con vapor de agua, solarización, biofumigación y manejo de la materia orgánica, uso de sustratos artificiales, distintas prácticas culturales (rotaciones, cultivos asociados, manejo del agua y la fertilización, uso de coberturas vegetales), utilización de organismos antagonistas y de cultivares resistentes (MBTOC, 1995; Rodríguez-Kábana, 1996).

De estas alternativas, una de las más prometedoras es el uso de variedades con genes de resistencia. Presenta como ventajas su efectividad en el control de los nematodos, sin ser contaminante del ambiente o de los productos a consumir, por lo que puede ser utilizada en sistemas de cultivo ecológico. Además, no es costosa ni requiere técnicas especiales para su aplicación. Actualmente existen variedades de tomate y pimiento con genes de resistencia disponibles para uso comercial. Por otra parte, entre las desventajas que presenta el uso de estos cultivares se puede señalar, en primer lugar, que no es posible obtener plantas que posean genes de resistencia frente a la amplia gama de patógenos que las atacan. Además, con frecuencia las características agronómicas de las variedades resistentes son inferiores a las de las variedades tradicionales, aunque esto puede superarse (y de hecho se hace) a través del injerto.

Finalmente, y no por ello menos importante, un problema que surge del uso de estos cultivares es su pérdida de efectividad, ya sea por condiciones del ambiente o de la planta que vuelven susceptible al cultivo, o por adquisición de virulencia por parte de las poblaciones del nematodo. Entre las condiciones ambientales que afectan esta relación planta-nematodo se ha observado que a temperaturas del suelo superiores a los 28 °C las raíces de las plantas con gen de resistencia se comportan como susceptibles (Trudgill, 1991; Ornat *et al.*, 1999; Thies y Fery, 2000, 2002).

En cuanto a la adquisición de virulencia por parte de los nematodos, ha sido citada por numerosos investigadores (Janssen *et al.*, 1998; Tzortzakakis *et al.*, 1998, 1999; Ornat *et al.*, 2001; Pedrosa y Moura, 2001; Castagnone-Sereno, 2002a, b; Lacasa *et al.*, 2002). El cultivo reiterado de plantas resistentes conduce a la selección de biotipos virulentos dentro de las poblaciones, los cuales son capaces de parasitar a los cultivares con genes de resistencia. Teniendo en cuenta la importancia de las variedades con genes de resistencia

como alternativas al control químico, se hace necesario contar con pruebas que permitan determinar la virulencia de las poblaciones de nematodos presentes, de modo de utilizar esta información para diseñar el manejo de los cultivos. En forma tradicional se suele utilizar el bioensayo de hospederos diferenciales de Carolina del Norte (Hartmann y Sasser, 1985) (Cuadro 1), que incluye los siguientes hospederos: algodón cv. Deltapine 61, tabaco cv. North Carolina 95, pimiento cv. Early California Wonder, sandía cv. Charleston Gray, cacahuete cv. Florerunner y tomate cv. Rutgers. Este bioensayo permite separar las cuatro especies más importantes de *Meloidogyne* (*M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla*) y sus razas, pero puesto que no incluye plantas con genes de resistencia, no es posible utilizarlo para determinar virulencia.

Cuadro 1. Bioensayo de hospederos diferenciales de Carolina del Norte para distinguir las razas de las especies de *Meloidogyne* más comunes (Hartmann y Sasser, 1985)

	ALGODÓN	TABACO	PIMIENTO	SANDÍA	CACAHUETE	TOMATE
<i>M. incognita</i>						
Raza 1	-	-	+	+	-	+
Raza 2	-	+	+	+	-	+
Raza 3	+	-	+	+	-	+
Raza 4	+	+	+	+	-	+
<i>M. arenaria</i>						
Raza 1	-	+	+	+	+	+
Raza 2	-	+	-	+	-	+
<i>M. javanica</i>						
	+	+	-	+	-	+
<i>M. hapla</i>						
	-	+	+	-	+	+

(-) hospedador resistente, (+) hospedador sensible

Por otra parte, los métodos moleculares disponibles tampoco son capaces de identificar la virulencia (Tzortzakakis *et al.*, 1999; Semblat *et al.*, 2000; Semblat y Castagnone-Sereno, 2001; Castagnone-Sereno, 2002b), aunque se han identificado proteínas o genes asociados a la virulencia de los nematodos (Castagnone-Sereno *et al.*, 1995; Fargette *et al.*, 1996; Castagnone-Sereno *et al.*, 1997; Semblat *et al.*, 2001; Xu *et al.*, 2001).

Ante esta situación se ha diseñado un bioensayo para la determinación de la virulencia de las poblaciones de nematodos que incluye hospederos diferenciales (tomate y pimiento) con genes de resistencia.

2 ▶ MATERIAL Y MÉTODOS

Identificación del nematodo

Se obtuvieron de muestras de suelo y de raíces de plantas afectadas por *Meloidogyne* spp. provenientes de fincas hortícolas de las diferentes zonas productivas de Uruguay. En la zona Sur se tomaron muestras en Montevideo (Montevideo), San José (San José) y San Jacinto (Canelones). En la zona Litoral Norte se tomaron muestras en Salto (Salto) y Bella Unión (Artigas), mientras que en la zona Noreste se tomaron muestras de Tacuarembó (Tacuarembó). Las hembras de *Meloidogyne* se extrajeron de las raíces y se las sometió al procedimiento de Taylor y Netscher (1974) para la obtención de cortes perianales, cuya observación bajo el microscopio óptico permitió la identificación de las especies de *Meloidogyne* presentes en las muestras (Orton Williams, 1973). Posteriormente, la identificación morfológica fue confirmada a través de técnicas moleculares, realizando un análisis de isoenzimas combinando PCR y electroforesis en gel (Esbenshade y Triantaphyllou, 1985, 1990).

Bioensayo

Después de identificar las especies presentes en cada muestra se comenzó la aplicación del bioensayo para determinar la virulencia de las poblaciones. Para ello se prepararon macetas de 300 cc de volumen con tierra estéril, en cada una de las cuales se plantó un tomate sensible a nematodos cv. Marmande de 15 días de edad y con dos hojas verdaderas. Cada maceta fue inoculada con una masa de huevos para obtener “poblaciones puras” (aislados provenientes de una hembra), realizando un pequeño hueco próximo al tallo de la planta, e introduciendo la masa de huevos. Se realizaron 5 a 8 repeticiones de cada población, utilizando en cada repetición una masa de huevos distinta. En algunos casos se utilizó directamente el suelo de las muestras (“población original”) en lugar de obtener poblaciones puras a partir de masas de huevos, debido a los bajos niveles de población del nematodo en la muestra. Las macetas se mantuvieron en cámara de crecimiento con temperatura de 25 ± 1 °C y fotoperíodo de 16 hs de luz durante 40-45 días, de modo que el nematodo pudiera completar su ciclo. Transcurrido este período se observaron las raíces de tomate y se determinó el índice de nodulación utilizando la escala de Bridge y Page (1980), que va desde 0 (raíces sin nódulos), a 10 (sistema radicular destruido, cubierto de nódulos, y planta generalmente muerta). Después de esta primera determinación sobre tomate sensible se comenzó a cultivar las demás plantas del bioensayo. El bioensayo diseñado para la determinación de virulencia incluyó los siguientes hospederos diferenciales: pimientos sensibles a *Meloidogyne* (cvs Sonar y Lamuyo Rojo), pimientos con genes de resistencia (cvs Charleston Belle y Carolina Wonder), tomate sensible (cv. Marmande), tomate con gen de resistencia (cv. Nikita), tabaco (cv. North Carolina 95), algodón (cv. Deltapine 61) y fresa (cv. Camarosa). Las plantas se cultivaron en condiciones de 25 ± 1 °C de temperatura y fotoperíodo de 16 hs de luz por períodos de 35-45 días, después de los cuales se determinó el índice de nodulación con la escala de Bridge y Page (1980).

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de las especies

Los datos obtenidos del estudio de los cortes perineales y de la confirmación de las especies con análisis moleculares se muestran en el Cuadro 2, donde se presentan las especies de *Meloidogyne* identificadas en cada zona.

Cuadro 2. Especies de *Meloidogyne* identificadas en cada zona

ZONA	ESPECIE	Nº MUESTRAS
Salto (Salto)	<i>M. incognita</i>	2
Bella Unión (Artigas)	<i>M. incognita</i>	2
Tacuarembó (Tacuarembó)	<i>M. incognita</i> , <i>M. arenaria</i>	4
Montevideo (Montevideo)	<i>M. incognita</i>	1
San José (San José)	<i>M. incognita</i>	1
San Jacinto (Canelones)	<i>M. incognita</i>	1



Figura 1. Distribución de las especies de *Meloidogyne* encontradas en Uruguay

Como se puede observar, *M. incognita* se encuentra extendida en todo el país, mientras que *M. arenaria* sólo fue encontrada en Tacuarembó (Fig. 1). No se ha detectado *M. javanica* en ninguna de las muestras, a pesar de que Esbenshade y Triantaphyllou (1985) la han identificado en el país, aunque sin especificar la localidad.

Bioensayo

Los datos obtenidos se muestran en el Cuadro 3. Los hospederos utilizados se designan con una S cuando son sensibles a *Meloidogyne* (pimiento cvs Lamuyo Rojo y Capino, tomate cv. Marmande) y con una R cuando poseen genes de resistencia (pimiento cvs Charleston Belle y California Wonder, tomate cv. Nikita). Se ha tomado como respuesta positiva (+) cuando el índice de nodulación observado era en general ≥ 5 en la escala de Bridge y Page (1980), y como respuesta negativa (-) cuando el índice era en general < 5 . Los biotipos se han definido como: Tomate (no virulento ni a tomate ni a pimientos con genes de resistencia a *Meloidogyne*), Mi (virulento a tomate con gen de resistencia *Mi*), Pimiento (virulento a pimiento con genes de resistencia a *Meloidogyne*) y Pimiento-Mi (virulento a tomate y a pimiento con genes de resistencia a *Meloidogyne*). Además, se les asigna el número correspondiente a la raza, determinada con el test de Hartmann y Sasser (1985). En algunas poblaciones en que la especie no ha sido confirmada por métodos moleculares los aislados se presentan como *Meloidogyne* sp.

El análisis de los resultados obtenidos, si se realiza por localidades, muestra que en Salto todos los aislados son virulentos a tomate con genes de resistencia, cultivo de gran importancia en la zona, en donde los cultivares con genes de resistencia se utilizan desde hace varios años. Cuando se ha encontrado virulencia frente a pimiento con genes de resistencia aparentemente ha sido provocado por el cultivo reiterado de estas plantas en el ensayo de laboratorio. La respuesta frente al algodón puede estar relacionada al hecho de que hace algunos años este cultivo era habitual en la zona y puede haber seleccionado poblaciones de *M. incognita* capaces de parasitarlo. En Bella Unión, donde el cultivo de mayor importancia es el pimiento, seguido del cultivo de tomate, es donde aparecieron aislados virulentos a los dos cultivos con genes de resistencia, a excepción de una población que no fue virulenta frente a ninguno de los dos.

Por otra parte, tanto en Tacuarembó como en la zona Sur los sistemas hortícolas son menos intensivos y especializados, practicando más las rotaciones de cultivos. Además, en el caso de Tacuarembó, son suelos que se han incorporado en forma reciente a la actividad hortícola y que realizan un manejo ecológico de los cultivos. Esto ha ejercido menor presión de selección sobre las poblaciones de *Meloidogyne*, lo cual se pone de manifiesto por la escasa proporción de poblaciones virulentas encontradas en ambas localidades. Sólo aparece virulencia a tomate con genes de resistencia en una población de Tacuarembó y en una población de San Jacinto, y virulencia a pimiento con genes de resistencia en una población de Tacuarembó.

Cuadro 3. Caracterización de los aislados del género *Meloidogyne* de Uruguay en función de su respuesta frente a los hospederos diferenciales utilizados

AISLADO	N° AISL.*	PIMIENTO		TOMATE		TABACO	ALGODÓN	FRESA
		S	R	S	R			
Salto (<i>M. incognita</i>)								
<i>M. incognita</i> - Pimiento 1-Mi	1	+	+	+	+	-	-	-
<i>M. incognita</i> - 1 Mi	4	+	-	+	+	-	-	-
<i>M. incognita</i> - Pimiento 3-Mi	3	+	+	+	+	-	+	-
<i>M. incognita</i> - 3 Mi	7	+	-	+	+	-	+	-
<i>Meloidogyne</i> sp.	2	Virulenta a tomate resistente						
Bella Unión (<i>M. incognita</i>)								
<i>M. incognita</i> - Pimiento 1-Mi	1	+	+	+	+	-	-	-
<i>M. incognita</i> - Pimiento 3-Mi	2	+	+	+	+	-	+	-
<i>M. incognita</i> - 3 Mi	1	+	-	+	+	-	+	-
<i>Meloidogyne</i> sp.	1	Avirulenta a tomate y pimiento resistentes						
Tacuarembó (<i>M. incognita</i> + <i>M. arenaria</i>)								
<i>M. incognita</i> - Tomate 1	2	+	-	+	-	-	-	-
<i>M. incognita</i> - Pimiento 1	1	+	+	+	-	-	-	-
<i>M. incognita</i> - 2 Mi	1	+	-	+	+	+	-	-
<i>M. incognita</i> - Tomate 3	1	+	-	+	-	-	+	-
<i>M. arenaria</i> -Tomate 1	2	+	-	+	-	+	-	-
Zona Sur (<i>M. incognita</i>)								
<i>M. incognita</i> - Tomate 1	5	+	-	+	-	-	-	-
<i>Meloidogyne</i> sp.	1	Virulenta a tomate resistente						

* Número de aislados que han manifestado el biotipo

En Tacuarembó la caracterización de las poblaciones fue más difícil pues las respuestas frente a los hospederos eran con frecuencia inconsistentes. Como ocurre con el algodón en Salto, la realización del cultivo de tabaco en Tacuarembó en años anteriores puede haber seleccionado poblaciones de nematodos capaces de parasitarlo, las cuales mantienen esta capacidad a través de la “memoria del suelo”.

En San Jacinto la aparición de biotipos virulentos a tomate con genes de resistencia puede deberse a la similitud del sistema de producción de esta localidad con el sistema hortícola intensivo de Salto: tomate como cultivo principal, e introducción de cultivares resistentes. Es interesante destacar que la fresa no fue parasitada por ninguna de las poblaciones de Uruguay que han sido sometidas al bioensayo, por lo cual podría ser incluida en un sistema de rotación de cultivos como planta no hospedera.

El análisis de los resultados también puede realizarse por grupos de virulencia, donde se pueden distinguir cuatro grupos: 1) virulento a tomate con gen *Mi*, 2) virulento a pimiento con genes de resistencia, 3) virulento a pimiento y a tomate con genes de resistencia, y 4) avirulento a ambos cultivos con genes de resistencia. En el grupo 1) se encuentran los biotipos de *M. incognita* Mi 1 y Mi 5 (Salto), Mi 3 (Salto y Bella Unión) y Mi 2 (se necesita confirmar con nuevos ensayos) (Tacuarembó), además de un biotipo de *Meloidogyne* sp. en San Jacinto. En el grupo 2) se encuentra el biotipo Pimiento 1 de *M. incognita* (Tacuarembó), mientras que las poblaciones del grupo 3) se encontraron en Salto y Bella Unión, siendo los biotipos Pimiento 1-Mi y Pimiento 3-Mi de *M. incognita*. Por otra parte, en el grupo 4) se encontraron los biotipos de *M. incognita*: Tomate 1 (Tacuarembó, Montevideo, San José), Tomate 2 y Tomate 3 (Tacuarembó), de *M. arenaria*: Tomate 1 (Tacuarembó), y un biotipo de *Meloidogyne* sp. en Bella Unión.

Para poder controlar las poblaciones de nematodos, un manejo ecológico del sistema de producción debería incluir rotaciones de cultivos, un uso adecuado de los cultivares resistentes, prácticas tendientes a disminuir las poblaciones de nematodos antes de realizar los cultivos, como la biofumigación con solarización, la utilización de cultivos trampa, y el uso de coberturas vegetales, que al disminuir la temperatura del suelo brindan condiciones que son menos favorables para el desarrollo del nematodo, así como un abonado adecuado, que puede inducir cierta tolerancia de las plantas frente al parásito.

En Salto y Bella Unión se propone un sistema de manejo incluyendo un cultivo de tomate o pimiento en verano, y hortalizas poco sensibles a nematodos durante el invierno, como por ejemplo crucíferas o cebolla. No se recomiendan las hortalizas de hoja, que podrían actuar además como plantas trampa, puesto que tradicionalmente no son cultivadas en estas localidades. En el verano siguiente se pueden plantar cultivares de tomate o pimiento con genes de resistencia. Al terminar el cultivo de verano de cada año se recomienda un período de biofumigación con solarización, en el cual se pueden utilizar materiales orgánicos que se encuentran fácilmente disponibles en la zona tales como estiércol de vaca y oveja, restos de cosecha, especialmente crucíferas, y subproductos de la industria alimentaria, principalmente en Bella Unión, donde hay una planta de verduras congeladas.

El uso de coberturas vegetales puede ser una práctica complementaria interesante para los cultivos de verano. En las fincas con altos niveles de infestación se recomienda realizar un barbecho blanco (sin presencia de malas hierbas), aplicando posteriormente una biofumigación con solarización antes de plantar cultivos poco sensibles. En este caso, una

alternativa es incluir a la fresa en la rotación de cultivos. Los cultivos muy sensibles (por ejemplo, cucurbitáceas) sólo deben realizarse sobre parcelas sin presencia de nematodos o donde las poblaciones son muy bajas, siendo recomendable que después de realizar este cultivo, las plantas sean arrancadas de raíz para tener un efecto de plantas trampa, aunque si el ciclo de cultivo es largo esta práctica pierde efectividad.

En Tacuarembó el manejo sería similar a Salto y Bella Unión, aunque en esta zona las rotaciones están más restringidas. Por ello, es necesario apoyarse en otras prácticas, como los períodos de barbecho y la desinfección de suelos a través de la biofumigación con solarización, con el fin de disminuir las poblaciones de nematodos. Los materiales orgánicos que se pueden utilizar para la biofumigación son principalmente estiércoles de oveja y vaca, así como restos de cosecha. Se debe poner especial atención en evitar el uso reiterado de cultivares con genes de resistencia para no seleccionar biotipos virulentos.

En la zona Sur la propuesta de manejo se basa en las rotaciones de cultivos, que incluirían crucíferas y/o hortalizas de hoja durante el invierno, seguidas de un cultivo poco sensible o un cultivar con genes de resistencia durante el verano. Al final del cultivo de verano se recomienda realizar una biofumigación con solarización. Los materiales orgánicos más abundantes en esta zona son los restos de cosecha, el estiércol de cerdo y la gallinaza. El manejo de la fertilización y el uso de coberturas vegetales son prácticas complementarias que contribuirán a disminuir las poblaciones de nematodos.

En todos los casos se debe poner especial atención en evitar el uso reiterado de cultivares con genes de resistencia para no seleccionar biotipos virulentos. El aporte de materia orgánica que se realiza con la biofumigación también tiene otros beneficios para los cultivos: favorece la presencia de enemigos naturales de los patógenos, aporta nutrientes a las plantas y mejora las propiedades físicas y químicas de los suelos, que a su vez redundan en una menor incidencia de enfermedades (lo que supone un gasto menor en productos fitosanitarios), una mayor eficiencia en el uso del agua y una menor necesidad de aporte de nutrientes de síntesis.

4 ► CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten afirmar que el ensayo de huéspedes diferenciales diseñado puede ser utilizado para determinar la virulencia de poblaciones de nematodos del género *Meloidogyne*, siendo posible utilizarlo ampliamente, puesto que no es costoso ni requiere personal entrenado aplicarlo.

Los aislados virulentos se han encontrado en zonas de monocultivo y donde se utilizan cultivares resistentes, confirmando que la realización de un mismo cultivo en forma reiterada ejerce una presión de selección tal sobre las poblaciones de nematodos que

provoca la aparición de biotipos virulentos, especialmente cuando el cultivar posee genes de resistencia. Además, este efecto sobre las poblaciones se puede mantener a largo plazo, como consecuencia de la “memoria del suelo”. Este riesgo se reduce cuando las poblaciones del *Meloidogyne* son bajas.

Se proponen estrategias de manejo ecológico adaptadas a las características de cada zona. En general se propone un cultivo de tomate o pimiento en verano, y hortalizas poco sensibles a nematodos durante el invierno. Algunas de estas plantas de invierno pueden actuar además como plantas trampa. En el verano siguiente se pueden plantar cultivares de tomate o pimiento con genes de resistencia. Al terminar el cultivo de verano de cada año se recomienda un período de biofumigación con solarización, en el cual se pueden utilizar materiales orgánicos que se encuentren fácilmente disponibles en cada zona (estiércoles, gallinaza, restos de cultivos, residuos de la industria alimentaria).

El uso de coberturas vegetales puede ser una práctica complementaria interesante para los cultivos de verano, especialmente en la zona Noreste y Litoral Norte, mientras que en la zona Sur es posible apoyarse en las rotaciones de cultivos, donde la inclusión de la fresa es una alternativa interesante. En la zona Norte, más especializada, se debe hacer un buen aprovechamiento de los períodos de barbecho. En las fincas con altos niveles de infestación se recomienda realizar un barbecho blanco (sin presencia de malas hierbas), aplicando posteriormente una biofumigación con solarización antes de plantar cultivos poco sensibles. En todos los casos se recomienda realizar un abonado equilibrado de los cultivos.

5 ► AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto INIA OT 03-006-C7-6: “Optimización y desarrollo de alternativas al bromuro de metilo: Usos críticos. Biofumigación”, y del proyecto AGL2002-04040-C05-01 AGR-FOR del Ministerio de Ciencia y Tecnología de España: “Mejora del suelo con el uso de restos de cultivos. Metabolismo del suelo y su efecto biofumigante”. Ana Piedra Buena es becaria de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI).

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALDABE DINI, L. 2000**

Producción de hortalizas en Uruguay. Ed. Epsilon, Montevideo, 269 pp.

- **BRIDGE, J., PAGE, S. L. J. 1980**

Estimation of root-knot nematodes infestation levels using a rating chart. Tropical pest management 26, 296-298.

- **CASTAGNONE - SERENO, P. 2002 A**

Genetic variability of nematodes: a threat to the durability of plant resistance genes? *Euphytica* 124, 193-199.

• **CASTAGNONE - SERENO, P. 2002 B**

Genetic variability in parthenogenetic, root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., and their ability to overcome plant resistance genes. *Nematology* 4, 605-608.

• **CASTAGNONE - SERENO, P.; ABAD, P.; BAKKER, J.; WILLIAMSON, V. M.; GOMMERS, F. J. Y DALMASSO, A. 1997**

Genetic and molecular strategies for the cloning of (A) virulence genes in sedentary plant-parasitic nematodes. En: Fenoll, C., F.M.W. Grundler, S.A. Ohl. Cellular and molecular aspects of plant-parasitic nematode interactions, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 167-175.

• **CASTAGNONE - SERENO, P.; ROSSO, M. N.; BONGIOVANNI, M. Y DALMASSO, A. 1995**

Electrophoretic analysis of near-isogenic avirulent and virulent lineages of the parthenogenetic root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 47, 293-302.

• **DE LEÓN, L. 2002**

Non chemical alternatives to methyl bromide in Uruguay. Conferencia Internacional de alternativas al bromuro de metilo. Sevilla, 5 al 8 de Marzo de 2002. 367-369.

• **DIEA 2002. CENSO GENERAL AGROPECUARIO 2000**

Versión electrónica. http://www.mgap.gub.uy/Diea/CENSO2000/censo_general_agropecuario2000.htm

• **DIEA - JUNAGRA - PREDEG 2002**

Boletín informativo: Encuesta hortíregión caudal en la zona litoral norte del país. Año 2001. Trabajos especiales N° 26. Versión electrónica. <http://207.3.127.35/Diea/Trabajos20Especiales/Te26/TE26.Default.htm>

• **DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA 2003**

Estadísticas climatológicas del Uruguay. http://www.meteorologia.com.uy/caract_climat.htm

• **ESBENSHADE, P. R. Y TRIANTAPHYLLOU, A. C. 1985**

Use of enzyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology* 17, 6-20.

• **ESBENSHADE, P. R. Y TRIANTAPHYLLOU, A. C. 1990**

Isozyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology* 22, 10-15.

• **FARGETTE, M.; PHILLIPS, M. S.; BLOK, V. C.; WAUGH, R. Y TRUDGILL, D. L. 1996**

An RFLP study of relationships between species, populations and resistance-breaking lines of tropical species of *Meloidogyne*. *Fundamental and Applied Nematology* 19, 193-200.

• **HARTMAN, K. M. Y, SASSER, J. N. 1985**

Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal-pattern morphology. In: Barker, K.R., C.C. Carter, J.N. Sasser. (Eds). An advanced treatise on *Meloidogyne*, Vol. II. Methodology. North Carolina State University Graphics, Raleigh, 69-77.

• **JANSSEN, G. J. W.; SCHOLTEN, O. E.; VAN NOREL, A. Y HOOGENDOORN, C. J. 1998**

Selection of virulence in *Meloidogyne chitwoodi* to resistance in the wild potato *Solanum fendleri*. *European Journal of Plant Pathology* 104, 645-651.

• **LACASA, A.; GUERRERO, M. M.; GUIRAO, P. Y ROS, C. 2002**

Alternatives to methyl bromide in sweet pepper crops in Spain. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. Sevilla, España. 5-8 de marzo de 2002. Proceedings, 172-177.

• **MBTOC 1995**

Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee. 1995 Assessment. Montreal protocol on

substances that deplete the ozone layer. UNEP, Nairobi, Kenia, 304 pp.

• **ORNAT, C.; VERDEJO - LUCAS, S. Y SORRIBAS, F. J. 2001**

A population of *Meloidogyne javanica* in Spain virulent to the Mi resistance gene in tomato. *Plant Disease* 85, 271-276.

• **ORTON WILLIAMS, K. J. 1973**

Meloidogyne incognita. C.I.H. Descriptions of Plant Parasitic Nematodes, Set 2, N° 18, 4 pp.

• **PEDROSA, E. M. R. Y MOURA, R. M. 2001**

Effect of continuous growing of resistant soybean genotypes on *Meloidogyne arenaria* race 1 reproduction. *Fitopatologia Brasileira* 26, 93-94.

• **RODRÍGUEZ- KABANA, R. 1996**

Alternatives to methyl bromide (MB) soil fumigation. In: Bello, A.; González, J.A.; Arias, M.; Rodríguez-Kábana, R. (eds.) Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. Gráficas Papallona S.C.V., Valencia, 17-34.

• **SEMBLAT, J. P.; BONGIOVANNI, M.; WAJNBERG, E.; DALMASSO, A.; ABAD, P. Y CASTAGNONE - SERENO, P. 2000**

Virulence and molecular diversity of partenogenetic root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. *Heredity* 84, 81-89.

• **SEMBLAT, J. P. Y CASTAGNONE - SERENO, P. 2001**

Lack of correlation between (α)virulence and phylogenetic relationships in root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Genetics, Selection, Evolution* 33 (Supplement 1), S45-S57

• **SEVEROVA, V. 1997**

Clima del Uruguay. Dirección Nacional de Meteorología, Uruguay.

http://www.rau.edu.uy/uruguay/geografia/Uy_c-info.htm

• **TAYLOR, D. P. Y NETSCHER, C. 1974**

An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica* 20, 268-269.

• **THIES, J. A. Y FERY, R. L. 2000**

Heat stability of resistance to *Meloidogyne incognita* in Scotch Bonnet peppers (*Capsicum chinense* Jacq.). *Journal of Nematology* 32, 356-361.

• **THIES, J. A. Y FERY, R. L. 2002**

Heat stability of resistance to southern root-knot nematode in bell pepper genotypes homozygous and heterozygous for the N gene. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 127, 371-375.

• **TRUDGILL, D. L. 1991**

Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. *Annual Review of Phytopathology* 29, 167-192.

• **TZORTZAKAKIS, E. A.; BLOK, V. C.; PHILLIPS, M. S. Y TRUDGILL, D. L. 1999**

Variation in root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) in Crete in relation to control with resistant tomato and pepper. *Nematology* 1, 409-506.

• **TZORTZAKAKIS, E. A.; TRUDGILL, D. L. Y PHILLIPS, M. S. 1998**

Evidence for a dosage effect of the Mi gene on partially virulent isolates of *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology* 30, 76-80

• **XU, J.; NARABU, T.; MIZUKUBO, T. Y HIBI, Y. 2001**

A molecular marker correlated with selected virulence against the tomato resistance gene Mi in *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria*. *Phytopathology* 91, 377-382.

ASOCIACIÓN DE LEGUMINOSA CON CEREAL

Implicaciones sobre la producción y el control de plagas en el cultivo de la lenteja (*Lens culinaris*, Medikus)

PÉREZ ANDUEZA, G.⁽¹⁾ Y DE LOS MOZOS PASCUAL, M.⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad Católica de Ávila. Dpto. Agroforestal y Ambiental
C/ Los Canteros, s/n. 05005 Ávila
E-mail: guillermo.perez@ucavila.es

⁽²⁾ Centro de Investigación Agraria de Albaladejito
Carretera de Toledo - Cuenca, Km. 174. 16194 Cuenca
E-mail: mde@jccm.es

RESUMEN

Se presentan los resultados de tres años consecutivos de experiencias de asociación de cultivos (leguminosa - cereal) en la provincia de Cuenca (región de Castilla - La Mancha, España Central). Durante los dos primeros años se estudiaron diferentes combinaciones de lenteja con cebada en cultivo mixto, para determinar las mejores mezclas en términos de producción y ganancias. El tercer año se dedicó al estudio de la influencia del policultivo sobre la abundancia de los principales grupos de insectos plaga de la lenteja y sus enemigos naturales, en diferentes asociaciones con cebada (cultivo mixto y cultivo en bandas) y colza (cultivo en bandas).

Tras analizar la influencia que tuvieron las diferentes asociaciones ensayadas sobre los componentes del rendimiento de ambos cultivos, la mejor combinación resultó ser la formada por lenteja más 50% de cebada el primer año y 10% el segundo. En cuanto a las implicaciones sobre el control de plagas en lenteja, se detectó una menor abundancia de fitófagos en el cultivo mixto, que se mostró tanto más eficaz cuanto mayor fue la dosis de cebada empleada. Además, las densidades poblacionales de enemigos naturales en asociación de cultivos, fueron muy similares si no superiores a las del monocultivo.

PALABRAS CLAVE: ASOCIACIÓN DE CULTIVOS, LENTEJA, CASTILLA - LA MANCHA, RENDIMIENTO Y CONTROL DE PLAGAS

1 ► INTRODUCCIÓN

La asociación de cultivos es una práctica agronómica tradicional, que en la actualidad se mantiene en numerosos países tropicales y subtropicales. Generalmente los policultivos presentan ventajas sobre los monocultivos en términos de cosecha, calidad y tolerancia frente a factores bióticos y abióticos, siendo una práctica interesante para asegurar la sostenibilidad de las explotaciones agrarias en zonas desfavorecidas, además de contribuir a mantener la biodiversidad en los agroecosistemas (Altieri, 1994; Nicholls y Altieri, 2002; Domínguez *et al.*, 2002). Por ello, encaja bien con los principios de la Agroecología, tanto por su influencia sobre los factores reductores de cosecha como por la mejora de la fertilidad de los suelos, sobre todo con el cultivo de leguminosas. Respecto al cultivo de la lenteja, la asociación con otras especies vegetales (cebada, trigo, mostaza, colza o lino) es una práctica habitual en los países productores del Asia central (Saxena, 1981). Se han realizado numerosas experiencias asociando lenteja con mostaza (Bhattarai *et al.*, 1988; Aktar *et al.*, 1993a), lino (Aktar *et al.*, 1993b) y cebada (Islam *et al.*, 1991), obteniéndose mejores resultados económicos con el cultivo asociado que con el monocultivo.

Uno de los aspectos más destacables de la asociación de cultivos es su relación con el control de plagas de artrópodos, ya que existen numerosas evidencias de que los problemas fitosanitarios son más graves en sistemas de monocultivo que en policultivo (Helenius, 1991). Alrededor del 50% de los casos estudiados hasta ahora en todo el mundo, presentaron una disminución de la densidad de plagas gracias a la diversificación de cultivos y en el resto de los casos el efecto no fue concluyente (Helenius, 1990). Dos son las hipótesis que se barajan para explicar estos hechos: la de la “concentración de recursos”, que sugiere que la menor concentración de recursos tróficos en agroecosistemas diversificados podría influir en la capacidad de los insectos plaga para encontrar su planta hospedadora o colonizarla satisfactoriamente (Bach, 1980; Kareiva, 1983; Letourneau y Altieri, 1999), y la hipótesis de los “enemigos naturales”, que propone que podría existir una alta mortalidad de fitófagos causada por la mayor densidad poblacional de enemigos naturales en agroecosistemas diversificados (Sheehan, 1986; Letourneau, 1987; Russell, 1989).

El cultivo de la lenteja tiene gran importancia socioeconómica en Castilla-La Mancha, donde se concentra la mayor producción europea de esta legumbre, cultivándose generalmente de forma artesanal y con escasos aportes agroquímicos. Uno de los principales factores que disminuyen la producción son las plagas de insectos, siendo un cultivo que presenta además una gran diversidad de enemigos naturales (Pérez Andueza *et al.*, 1998b,c; Pérez Andueza *et al.*, 2004). Por otra parte, en esta región ha sido tradicional la asociación de cultivos de leguminosas (yero, veza) con cereales (avena) para aprovechamiento forrajero (Caballero y García, 1996), no siendo tan habitual el uso de la lenteja (Pérez Andueza *et al.*, 1998a), a pesar del gran valor proteico de su paja utilizada en algunas comarcas como alimento del ganado. Por ello, se planteó el presente trabajo con un doble objetivo: en primer lugar estudiar la influencia del cultivo asociado sobre los componentes del rendimiento y la producción en lenteja, y en segundo lugar analizar el efecto ejercido por el policultivo

sobre las plagas y la fauna útil asociada, tratando de determinar cual de las dos hipótesis mencionadas, o ambas ya que pueden ser complementarias, se ajusta mejor para explicar la incidencia de los principales grupos de insectos plaga y enemigos naturales del cultivo de la lenteja en diferentes condiciones de asociación con cereal (cebada) y oleaginosa (colza) (Pérez Andueza *et al.*, 2002).

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se llevaron a cabo entre los meses de febrero (siembra) y julio (recolección) de los años 1996, 1997 y 1998 en la finca experimental del Centro de Investigación Agraria de Albaladejito (Cuenca; coordenadas UTM 30TWK684367, altitud 880 m), perteneciente a la Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Los ensayos de los dos primeros años fueron destinados al estudio del efecto sobre el rendimiento del cultivo mixto lenteja-cebada a diferentes dosis de siembra. El ensayo del tercer año se destinó a estudiar la influencia de la asociación de cultivos (lenteja-cebada-colza) sobre las poblaciones de los principales grupos de insectos plaga y enemigos naturales del cultivo de la lenteja. Los tres cultivos elegidos (lenteja, cebada y colza) son representativos de la zona (Cuenca, España Central) así como del sistema agrario de secano predominante en la misma.

En los ensayos de las dos primeras campañas (Pérez Andueza *et al.*, 1998a), la siembra se realizó con sembradora de microparcelas sobre rastrojo de cereal, empleando las variedades Lyda (lenteja) y Volga (cebada de ciclo corto) mezcladas, con las siguientes dosis de siembra: lenteja 100 kg/ha tanto en el monocultivo como en las mezclas; cebada 160 kg/ha en el monocultivo y 16 kg/ha (10%), 48 kg/ha (30%), 80 kg/ha (50%) y 112 kg/ha (70%) en las mezclas. Se realizaron labores de cultivador, chisel, cultivador con rulo y rulo en preemergencia, además de una escarda manual a finales de abril. La recolección fue simultánea para ambos cultivos y realizada manualmente, al igual que la trilla, mientras que para la limpieza y separación de semillas se empleó una máquina limpiadora-separadora de precisión. En ningún momento se aplicó producto químico alguno (fertilizante o fitosanitario) ni riego artificial.

El campo de ensayo se planteó (Pérez Andueza *et al.*, 1998a) con parcelas elementales de 12 m² y 6 tratamientos: 100% lenteja (LENTEJA), 100% lenteja + 10% cebada (MIXTO 10), 100% lenteja + 30% cebada (MIXTO 30), 100% lenteja + 50% cebada (MIXTO 50), 100% lenteja + 70% cebada (MIXTO 70) y 100% cebada (CEBADA). El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Se analizaron los siguientes componentes del rendimiento para cada cultivo: plantas por metro lineal de lenteja/cebada, altura de la planta de lenteja/cebada, número de ramificaciones de lenteja/cebada, número de vainas fértiles de lenteja, número de espigas por metro lineal de cebada, porcentaje de vainas dobles de lenteja, número de granos por espiga de cebada, peso de 100 semillas de lenteja/cebada y rendimiento de parcela completa de lenteja/cebada. Los datos fueron

analizados estadísticamente mediante ANOVA y test de Tukey (nivel de significación del 5%). Además se calculó la Relación de Superficie Equivalente (RSE), que es la suma de los rendimientos relativos de ambos cultivos (LER o Land Equivalent Ratio), el beneficio bruto, el equivalente de lenteja (Beneficio Bruto/precio lenteja) y las ganancias para las distintas mezclas (Beneficio Bruto x $[RSE-1] / RSE$) (Willey, 1979).

El ensayo de la tercera campaña (Pérez Andueza *et al.*, 2002) se llevó a cabo en una parcela de 1,5 ha, cuyo diseño estadístico fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, con los siguientes tratamientos: monocultivo de lenteja (LENTEJA), cultivo en bandas de lenteja con cebada (LEN-CEBADA), cultivo en bandas de lenteja con colza (LEN-COLZA), cultivo mixto de lenteja con un 10% de cebada (MIXTO 10), cultivo mixto de lenteja con un 50% de cebada (MIXTO 50), completándose el ensayo con monocultivo de cebada y monocultivo de colza para análisis de los mismos componentes del rendimiento de lenteja y cebada citados anteriormente y cálculo de la producción de colza. El tamaño de las bandas (6 m de ancho) estuvo motivado por la maquinaria disponible, tanto para la siembra como para la recolección (sembradora y cosechadora de microparcels con barras de 3 m). La elección de las variedades y dosis de cultivo mixto, con cebada (Volga) y colza (Maisa) de ciclo corto para adecuarse al ciclo de la lenteja (Lyda), estuvo fundamentada en los ensayos de las campañas precedentes (Pérez Andueza *et al.*, 1998a). Se realizó una escarda manual a principios del mes de junio.

En cuanto al muestreo de artrópodos en lenteja (Pérez Andueza *et al.*, 2002), se llevó a cabo con dos técnicas: aspirador para la fauna aérea (D-Vac), recogiendo los insectos directamente en alcohol, y trampas de caída (Pitfall), con mezcla de agua, formol y etilenglicol, para recolectar la fauna epigea. Respecto al primer método, se realizaron 10 aspiraciones por cada 180 m² (1 parcela de monocultivo o 2 bandas), aproximadamente cada 10 días desde que hubo masa vegetativa (8 muestreos). Respecto al segundo, se colocaron dos trampas por cada 180 m² recogiendo aproximadamente cada 15 días desde la nascencia (8 muestreos). Los taxones analizados en el presente trabajo se detallan en Pérez Andueza *et al.* (2002). El análisis de los datos, previamente transformados a $\log(x+1)$, se llevó a cabo mediante ANOVA y comparación de medias mediante el test de Tukey (nivel de significación del 5%). Los datos presentados son la media para cada tratamiento del número acumulado de formas móviles (estados juveniles y adultos) en todas las fechas de muestreo.

3 ► RESULTADOS

Los rendimientos obtenidos en los dos primeros años de ensayos (Cuadros 1 y 3), con el mismo diseño estadístico, fueron radicalmente diferentes tanto en los monocultivos como en las diferentes mezclas ensayadas, presentando el segundo año cosechas muy pobres de lenteja, lo que redundó en unos resultados económicos algo desfavorables para el policultivo, a diferencia del primer año donde fueron más favorables que en los monocultivos (Cuadro 5).

Cuadro 1. Efecto del cultivo mixto (lenteja-cebada) sobre el rendimiento y sus componentes en lenteja en las dos primeras campañas de ensayo (1 y 2)

DOSIS DE SIEMBRA	NÚMERO PLANTAS/m		ALTURA (cm)		NÚMERO RAMIFICACIONES		NÚMERO VAINAS/PLANTA		% VAINAS DOBLES		PESO 100 SEMILLAS (g)		RENDIMIENTO (kg/ha)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
LENTEJA	33.75 a	28.50 a	34.17 a	21.55 a	5.25 a	4.30 a	17.67 a	11.10 a	7.50 a	4.00 a	5.09 a	5.10 a	855.82 a	521.12 a
MIXTO 10	25.87 a	25.37 a	31.85 a	20.20 b	4.00 b	2.70 b	6.02 b	4.95 b	9.12 a	3.75 a	5.24 a	5.09 a	468.20 b	234.66 b
MIXTO 30	29.25 a	25.12 a	30.97 a	21.15 a	3.07 b	2.30 bc	6.07 b	2.60 b	10.12 a	2.25 a	5.36 a	5.16 a	294.65 c	81.95 c
MIXTO 50	32.00 a	29.00 a	31.25 a	17.50 c	3.00 b	2.25 bc	6.67 b	2.10 b	11.75 a	3.25 a	5.40 a	5.13 a	306.17 c	55.36 c
MIXTO 70	31.50 a	29.50 a	31.05 a	17.50 c	2.37 b	2.00 c	5.00 b	2.15 b	10.00 a	2.75 a	5.21 a	5.01 a	217.05 c	43.99 c

Valores seguidos por la misma(s) letra(s) en cada columna no difieren para un nivel de significación del 5%

Cuadro 2. Efecto de la asociación de cultivos (lenteja-cebada-colza) sobre el rendimiento y sus componentes en lenteja en la tercera campaña de ensayo

DOSIS DE SIEMBRA	NÚMERO PLANTAS/m		ALTURA (cm)		NÚMERO RAMIFICACIONES		NÚMERO VAINAS/PLANTA		% VAINAS DOBLES		PESO 100 SEMILLAS (g)		RENDIMIENTO (kg/ha)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
LENTEJA	43.81 a	43.81 a	29.75 a	29.75 a	3.10 a	3.10 a	7.65 ab	7.65 ab	0.50 a	0.50 a	4.75 a	4.75 a	517.14 a	517.14 a
LEN-COLZA	44.31 a	44.31 a	30.80 a	30.80 a	3.15 a	3.15 a	7.80 a	7.80 a	0.00 a	0.00 a	4.51 a	4.51 a	396.05 ab	396.05 ab
LEN-CEBADA	45.19 a	45.19 a	30.55 a	30.55 a	3.25 a	3.25 a	6.30 bc	6.30 bc	0.75 a	0.75 a	4.81 a	4.81 a	375.15 b	375.15 b
MIXTO 10	43.00 a	43.00 a	30.15 a	30.15 a	2.27 b	2.27 b	5.10 c	5.10 c	0.00 a	0.00 a	4.53 a	4.53 a	251.20 bc	251.20 bc
MIXTO 50	40.31 a	40.31 a	34.00 a	34.00 a	2.10 b	2.10 b	5.55 c	5.55 c	0.50 a	0.50 a	4.49 a	4.49 a	186.62 c	186.62 c

Valores seguidos por la misma(s) letra(s) en cada columna no difieren para un nivel de significación del 5%

Cuadro 3. Efecto del cultivo mixto (lenteja-cebada) sobre el rendimiento y sus componentes en cebada en las dos primeras campañas de ensayo (1 y 2)

DOSIS DE SIEMBRA	NÚMERO PLANTAS/m		ALTURA (cm)		NÚMERO RAMIFICACIONES		NÚMERO ESPIGAS/PLANTA		NÚMERO GRANOS/ESPIGA		PESO 100 SEMILLAS (g)		RENDIMIENTO (kg/ha)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
MIXTO 10	5.00 c	5.25 d	71.02 ab	69.15 a	7.57 a	6.15 a	36.12 d	34.00 d	25.52 a	20.85 a	3.31 ab	3.31 a	1373.90 c	982.16 c
MIXTO 30	12.12 c	12.75 c	71.12 ab	67.70 a	4.40 b	4.60 b	54.12 c	45.25 c	24.15 ab	20.60 a	3.33 ab	3.23 a	1900.60 b	1315.69 b
MIXTO 50	18.25 bc	16.87 c	72.70 a	67.85 a	4.50 b	3.70 bc	63.25 bc	48.75 c	22.32 b	18.20 b	3.11 b	3.12 b	2104.12 ab	1396.21 b
MIXTO 70	28.50 ab	25.50 b	69.75 ab	66.45 a	3.55 b	2.85 c	76.12 ab	58.25 b	21.25 bc	17.75 b	3.13 b	3.11 b	2318.30 ab	1516.55 a
CEBADA	35.62 a	35.25 a	65.42 b	61.30 b	3.17 b	3.00 c	88.50 a	75.00 a	18.87 c	17.35 b	3.37 a	3.24 a	2553.72 a	1615.15 a

Valores seguidos por la misma(s) letra(s) en cada columna no difieren para un nivel de significación del 5%

Cuadro 4. Efecto de la asociación de cultivos (lenteja-cebada-cola) sobre el rendimiento y sus componentes en cebada en la tercera campaña de ensayo

DOSIS DE SIEMBRA	NÚMERO PLANTAS/m		ALTURA (cm)		NÚMERO RAMIFICACIONES		NÚMERO ESPIGAS/PLANTA		NÚMERO GRANOS/ESPIGA		PESO 100 SEMILLAS (g)		RENDIMIENTO (kg/ha)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
MIXTO 10	8.75 c	8.75 c	58.15 a	58.15 a	3.85 a	3.85 a	23.62 c	23.62 c	22.10 a	22.10 a	3.32 a	3.32 a	441.02 b	441.02 b
MIXTO 50	26.06 b	26.06 b	59.00 a	59.00 a	3.10 ab	3.10 ab	56.50 b	56.50 b	16.90 ab	16.90 ab	3.31 a	3.31 a	1176.99 a	1176.99 a
LEN-CEBADA	41.31 a	41.31 a	51.90 ab	51.90 ab	2.00 b	2.00 b	91.37 a	91.37 a	16.95 ab	16.95 ab	3.59 a	3.59 a	1606.80 a	1606.80 a
CEBADA	42.25 a	42.25 a	48.90 b	48.90 b	2.45 b	2.45 b	104.37 a	104.37 a	15.90 b	15.90 b	3.63 a	3.63 a	1643.98 a	1643.98 a

Valores seguidos por la misma(s) letra(s) en cada columna no difieren para un nivel de significación del 5%

Cuadro 5. Análisis de rendimientos y ganancias para el cultivo mixto lenteja-cebada en las dos primeras campañas de ensayo (1 y 2)

DOSIS DE SIEMBRA	RENDIMIENTO RELATIVO						BENEFICIO BRUTO (€/ha)		EQUIVALENTE DE LENTEJA (KG/HA)		GANANCIAS (€/ha)	
	LENTEJA (L)		CEBADA (C)		RSE (L+C)		1	2	1	2	1	2
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
LENTEJA	1.00	1.00	—	—	1.00	1.00	424.31	248.63	855.82	521.12	—	—
MIXTO 10	0.55	0.45	0.54	0.61	1.09	1.06	412.11	242.59	831.20	508.47	34.03	13.73
MIXTO 30	0.34	0.16	0.74	0.81	1.08	0.97	395.07	214.09	796.83	448.73	29.26	-6.62
MIXTO 50	0.36	0.11	0.82	0.86	1.18	0.97	427.44	212.10	862.12	444.56	65.20	-6.56
MIXTO 70	0.25	0.08	0.91	0.94	1.16	1.02	411.31	222.69	829.59	466.76	56.73	4.37
CEBADA	—	—	1.00	1.00	1.00	1.00	334.54	214.81	674.75	450.24	—	—

Precio medio (€/100 kg) percibido por los agricultores (Serv. Estadística MAPYA): lenteja 49,58 (1996) y 47,71 (1997); cebada 13,10 (1996) y 13,30 (1997). Equivalente lenteja = Beneficio bruto / precio lenteja; Ganancias = Beneficio bruto x (RSE-1) / RSE

Cuadro 6. Análisis de rendimientos y ganancias para la asociación de cultivos (lenteja-cebada-coiza) en la tercera campaña de ensayo

DOSIS DE SIEMBRA	RENDIMIENTO RELATIVO		BENEFICIO BRUTO (€/ha)		EQUIVALENTE DE LENTEJA (kg/ha)		GANANCIAS (€/ha)		
	CEBADA (C)		RSE (L+C)	1	2	1	2	1	2
	1	2	1	2	1	2	1	2	
LENTEJA	1.00	—	1.00	214.77	517.14	—	—	—	—
MIXTO 10	0.48	0.27	0.75	156.36	376.50	-52.12	-52.12	—	—
MIXTO 50	0.36	0.71	1.07	216.39	521.04	14.16	14.16	—	—
CEBADA	—	1.00	1.00	193.99	467.11	—	—	—	—

Precio medio (€/100 kg) percibido por los agricultores (Serv. Estadística MAPYA): lenteja 49,58 (1996) y 47,71 (1997); cebada 13,10 (1996) y 13,30 (1997). Equivalente lenteja = Beneficio bruto / precio lenteja; Ganancias = Beneficio bruto x (RSE-1) / RSE

El tercer año de ensayos (Cuadros 2 y 4), con un diseño completamente diferente y con parcelas de gran tamaño, arrojó unos resultados de producción pobres similares a los de la segunda campaña, tanto para la lenteja como para la cebada, con ganancias muy pequeñas agudizadas por la fuerte bajada de precios de ese año (Cuadro 6).

En este ensayo, el cultivo en bandas se comportó estadísticamente igual que el monocultivo, tanto en el caso de la cebada como en el de la colza. Al igual que los otros dos cultivos, la producción de colza estuvo muy por debajo de lo que es habitual en la zona (800 kg/ha), con 415,96 kg/ha en el monocultivo y 493,44 en el cultivo en bandas, no presentando diferencias significativas. De la colza no se analizaron los componentes del rendimiento y los cultivos en bandas no se incluyen en el análisis económico, ya que no es posible aplicarles la misma metodología de la RSE. En primer lugar se analiza por separado la influencia de la asociación sobre cada cultivo, con el fin de discernir los posibles efectos de la competencia inter e intraespecífica sobre el rendimiento. En segundo lugar, se realiza un estudio económico con el fin de discutir la posible viabilidad de esta técnica de cultivo. Por último, se analiza el efecto del policultivo sobre las plagas de la lenteja y sus enemigos naturales.

Efecto del policultivo sobre la lenteja

De los 7 parámetros analizados los dos primeros años (Cuadro 1), se han dado diferencias significativas en ambos en rendimiento, número de ramificaciones y número de vainas fértiles por planta, y sólo el segundo año en altura. En general, a medida que aumentamos la cantidad de cebada en la mezcla, las plantas de lenteja pierden altura y disminuye su número de ramificaciones así como el número de vainas por planta, mientras que el peso de las semillas y el porcentaje de vainas dobles no varía significativamente. El número de plantas por metro lineal es también similar en todos los tratamientos, debido a que la dosis de siembra de lenteja fue siempre la misma. El rendimiento del monocultivo casi duplica ambos años al de la mezcla MIXTO10 y es entre 3 y 4 veces el de las otras mezclas (entre las que no hay diferencias significativas) la primera campaña y entre 6 y 12 veces la segunda. La mezcla MIXTO 50 rompe la tendencia lógica de disminución de la producción a medida que aumentamos la dosis de cebada el primer año, no así el segundo. Los resultados del tercer año para los cultivos mixtos (Cuadro 2) son similares a los de las campañas previas, presentándose diferencias significativas en los mismos parámetros y con tendencias similares. Es de destacar que prácticamente en todos los componentes analizados, los cultivos en bandas se comportaron significativamente igual que el monocultivo, aunque con valores menores en rendimiento.

Efecto del policultivo sobre la cebada

Todos los componentes analizados presentaron diferencias significativas los dos primeros años (Cuadro 3). En general, a menor cantidad de cebada en la mezcla, las plantas del cereal

presentan mayor altura, más ramificaciones y más granos por espiga. Por el contrario, el número de plantas por metro y número de espigas por metro disminuyen, ya que son claramente dependientes de la dosis de siembra. El peso de 100 semillas no presenta una tendencia lineal, siendo el mayor valor el correspondiente al monocultivo y los menores los de las mezclas MIXTO 50 y MIXTO 70. Respecto al rendimiento, aún habiendo diferencias significativas ambas campañas, el aumento desde la mezcla MIXTO 10 hasta el monocultivo fue gradual, no rompiendo la tendencia ninguno de los tratamientos. El rendimiento en las mezclas ha estado muy por encima de lo esperado basándonos en el porcentaje de las dosis de siembra, ya que un 10%, 30%, 50% y 70% de semillas de cebada produjeron el 54%, 74%, 82% y 91% respectivamente de la producción del monocultivo el primer año, y el 61%, 81%, 86% y 94% respectivamente el segundo año. También el tercer año los cultivos mixtos se comportaron de un modo similar (Cuadro 4), observándose las mismas tendencias que en las campañas previas, con diferencias significativas en los mismos parámetros excepto en el peso de 100 semillas. Al igual que ocurría en lenteja, el cultivo en bandas se comportó significativamente igual que el monocultivo, aunque en este caso con valores de producción muy parecidos.

Estudio de rendimientos y ganancias

Los resultados económicos fueron muy variables al comparar los tres años (Cuadros 5 y 6). En la primera campaña, al igual que en la tercera, un 50% de cebada no disminuyó excesivamente la producción de lenteja (36% del rendimiento del monocultivo ambos años), proporcionando además buenas cosechas de cereal (82 y 71% respectivamente). Sin embargo, el segundo año vino marcado por las paupérrimas producciones de lenteja, de ahí que la mejor combinación (MIXTO 10) resultó ser la única que rondó el 50% del rendimiento del monocultivo, presentando además una producción de cebada interesante (61% de la del monocultivo) teniendo en cuenta la escasa dosis de siembra. El equivalente de lenteja nos indica que para obtener el mismo beneficio bruto con un monocultivo de lenteja que con el policultivo, sería necesario producir entre 4 y 7 kg más de lenteja por hectárea en el primer caso (MIXTO 50), mientras que en el segundo (MIXTO 10) el equivalente es mejor en el monocultivo. Por otra parte, el RSE (índice de la eficacia de aprovechamiento de la tierra) nos indica que para producir lo mismo con el monocultivo en 1 ha que con las mejores mezclas de policultivo, el primer año necesitaríamos 0,18 ha adicionales (MIXTO 50), el segundo 0,06 ha (MIXTO 10) y el tercero 0,07 (MIXTO 50), obteniendo además unas ganancias de 65,20 €/ha el primer año, 13,73 el segundo y 14,16 el tercero.

- **Efecto sobre las plagas de la lenteja y sus enemigos naturales**

Al analizar los insectos plaga capturados con D-Vac (Cuadro 7), se observa una tendencia marcada de disminución de las densidades poblacionales de todos los grupos estudiados, desde el monocultivo hasta el cultivo mixto, pasando por el cultivo en bandas que presentó una situación intermedia.

Cuadro 7. Análisis de grupos funcionales de plagas y enemigos naturales capturados con aspirador de fauna aérea (D-Vac)

	PULGONES	TRIPS	PLAGAS HOJAS	PLAGAS SEMILLAS	PLAGAS RAÍCES	TOTAL PLAGAS	DEPRE-DADORES	PARASI-TOIDES	TOTAL EN. NAT.
LENTEJA	1983.25 a	1515.50 a	3635.25 a	25.00 a	35.50 a	3695.75 a	334.00 a	126.50 a	460.50 a
LENTEJA-COLZA	2071.25 a	891.50 a	3055.00 ab	33.50 a	23.50 a	3112.00 ab	218.25 a	105.75 a	324.00 a
LENTEJA-CEBADA	1840.50 a	1096.50 a	3085.50 ab	35.50 a	24.00 a	3145.00 ab	284.50 a	140.50 a	425.00 a
MIXTO 10	1511.00 ab	942.75 a	2568.50 ab	28.75 a	18.75 a	2616.00 ab	257.25 a	126.75 a	384.00 a
MIXTO 50	1181.00 b	866.00 a	2159.75 b	15.25 b	17.50 a	2192.50 b	245.25 a	123.00 a	368.25 a

Datos numéricos representan la media para cada tratamiento del n° acumulado de formas móviles. Con letras aquellas columnas donde se dan diferencias significativas entre tratamientos. Valores seguidos por la misma(s) letra(s) en cada columna no difieren para un nivel de significación del 5%.

Cuadro 8. Análisis de grupos funcionales de plagas y enemigos naturales capturados con trampas de caída (Pitfall)

	PLAGAS RAÍCES	DEPREDAADORES	PARASITOIDES	TOTAL EN. NAT.
LENTEJA	11.25 a	336.00 a	30.75 a	366.75 a
LENTEJA-COLZA	12.25 a	285.00 a	29.25 a	314.25 a
LENTEJA-CEBADA	15.25 a	343.75 a	30.25 a	374.00 a
MIXTO 10	12.25 a	345.75 a	31.75 a	377.50 a
MIXTO 50	11.75 a	362.75 a	32.75 a	395.50 a

Datos numéricos representan la media para cada tratamiento del n° acumulado de formas móviles. Valores seguidos por la misma(s) letra(s) en cada columna no difieren para un nivel de significación del 5%.

Agrupando los insectos plaga según los órganos de la planta que atacan (Cuadro 7), se detectaron diferencias significativas para pulgones de la familia Aphididae (*Acyrtosiphon pisum*, *Aphis craccivora*, *Therioaphis trifolii*), para el grupo de plagas que atacan a las hojas (conjunto de chupadores de savia –Aphididae, Cicadellidae, Psyllidae, Miridae–, chupadores de epidermis –Thripidae–, minadores –Agromyzidae– y masticadores –Noctuidae–), para las plagas de semilla (Bruchidae, *Bruchus lentis*) y para el total de insectos plaga, con disminución de las densidades poblacionales a medida que se diversifica el agroecosistema, misma tendencia observada en los trips de la familia Thripidae (*Thrips tabaci*, *Thrips angusticeps*) y en las plagas de raíces (Curculionidae, *Sitona* spp) pero sin diferencias significativas. Los insectos plaga de raíces capturados con Pitfall (Cuadro 8) tampoco presentaron diferencias significativas entre tratamientos ni tendencia apreciable. En cuanto a los enemigos naturales, dentro de las familias de depredadores sólo se detectaron diferencias significativas para los heterópteros Anthocoridae, con mayor población en monocultivo y menor en MIXTO 50, en relación con la tendencia indicada por sus presas preferentes (trips).

En el resto de taxones, especialmente los capturados con trampas de suelo, se han obtenido densidades poblacionales iguales o incluso superiores en los tratamientos diversificados, aunque sin diferencias significativas (Cuadros 7 y 8). Respecto a los himenópteros parasitoides, tanto los capturados con D-Vac como con trampas Pitfall (Cuadros 7 y 8), tampoco se detectaron diferencias significativas, aunque en varios casos siguieron la tendencia de los depredadores de mayor abundancia en los cultivos asociados. Para las plagas de semilla (*Bruchus lentis*), se analizaron otros parámetros (número de puestas, porcentaje de infestación en vainas, porcentaje de infestación en granos y pérdida de peso) para confirmar las diferencias detectadas en el muestreo de adultos, no detectándose diferencias significativas en ningún parámetro, por lo que dichas diferencias podrían deberse al método de muestreo (D-Vac), posiblemente no muy adecuado para esta plaga.

4 ► DISCUSIÓN

La producción en lenteja presentó una gran diferencia entre el monocultivo y las mezclas con menos cebada (MIXTO 10 y MIXTO 30) los tres años, lo que no coincide con los datos de Islam *et al.* (1991), donde la producción es similar en el monocultivo y en dichas combinaciones. En nuestros agroecosistemas la competencia interespecífica parece más intensa que en otras zonas productoras como el sureste asiático, ya que con dosis muy bajas de cebada la producción de lenteja decae en gran medida. En ensayos con otras asociaciones como lenteja-mostaza llevados a cabo en la misma zona, los resultados fueron más próximos a los nuestros (Aktar *et al.*, 1993b). Otros parámetros en los que se reflejó la competencia interespecífica, con diferencias significativas los tres años de estudio, fueron la altura de la planta, el número de ramificaciones y el número de vainas fértiles, ya que la planta de lenteja parece adquirir un mayor desarrollo en ausencia del cereal, que resulta muy competitivo para la leguminosa incluso en dosis bajas. La combinación MIXTO 50 dio

el mejor resultado en la primera y tercera campaña utilizando el índice de RSE, con el 36% de la producción del monocultivo ambos años, dando incluso un rendimiento de lenteja por encima de lo esperado en relación con otras mezclas, lo que podría explicarse por los varios parámetros en que dicha asociación obtuvo los mejores resultados especialmente el primer año (Pérez Andueza *et al.*, 1998a). En la segunda campaña la mejor combinación fue MIXTO 10, claramente debido a la pobrísima producción de lenteja en las mezclas con más cebada (MIXTO 30, 50 y 70) que apenas alcanzaron el 15% de la producción del monocultivo, cuando en las otras dos campañas estuvieron entre el 25 y el 36%.

El rendimiento en cebada presentó los tres años un gradiente de incremento muy relacionado con el aumento de la dosis de siembra, difiriendo también en este caso nuestros resultados de los de Islam *et al.* (1991), según los cuales la producción de cebada en la mezcla MIXTO 50 fue muy pobre respecto al monocultivo, mientras que en nuestros ensayos supuso entre un 71 y un 82% del monocultivo. En la otra campaña, donde la mejor mezcla fue MIXTO 10, la producción de cebada contribuyó de forma importante ya que alcanzó el 61% del rendimiento del monocultivo, bastante por encima de los resultados de las otras dos campañas (entre el 27 y el 54%). En la cebada el factor que parece más influyente sobre el rendimiento y sus componentes es la competencia intraespecífica, a diferencia de la lenteja en la que parece dominar la interespecífica. Esto puede constatarse los tres años de ensayos en los parámetros de altura de la planta, número de ramificaciones y número de granos por espiga, donde los valores superiores se dan en las asociaciones con menor dosis de cebada, aunque también habría que valorar el posible efecto beneficioso de la leguminosa sobre el desarrollo del cereal (Pérez Andueza *et al.*, 1998a).

Respecto al estudio económico realizado las tres campañas, destacó el valor obtenido por las producciones de cebada con muy buenos resultados respecto a las dosis sembradas, lo que también podría estar relacionado con el efecto benéfico de la leguminosa sobre el cereal, compensando así la importante disminución en rendimiento de la lenteja por la competencia interespecífica, sobre todo el segundo y tercer año, menos favorables además meteorológicamente para la leguminosa. En cuanto a la mejor combinación, nuestros resultados no coinciden con los de Islam *et al.* (1991), ya que en sus condiciones la peor combinación resultó ser MIXTO 50 (la mejor en nuestro primer y tercer año) y la mejor MIXTO 30 (con el peor índice de RSE en nuestros ensayos del primer y segundo año). Sin embargo, en otro trabajo en que se asociaron lenteja y lino en la misma zona del sureste asiático, la mejor mezcla fue de 100+50 (Aktar *et al.*, 1993a). La discrepancia con los resultados obtenidos en la experiencia antes citada, podría deberse a las diferencias climáticas entre un agroecosistema del sureste asiático y uno mediterráneo, aunque otro factor decisivo podría ser la aplicación de abonado realizada en dicho experimento (Pérez Andueza *et al.*, 1998a). Por otra parte, los datos de Islam *et al.* (1991) son producto de una sola campaña, mientras que nuestros resultados se han obtenido después de tres años de ensayos, si bien bastante diferentes meteorológicamente. Aunque los beneficios económicos del policultivo frente al monocultivo no fueron excesivos en ninguna de las campañas (entre 14 y 65 €/ha según los años), el interés de esta práctica no debe valorarse solamente desde un punto de vista monetario, ya que entran en juego otros aspectos

difíciles de cuantificar, como el aumento de biodiversidad, el aprovechamiento más eficiente de la tierra o la mejora de los suelos (Pérez Andueza *et al.*, 1998a). Además, al valorarse exclusivamente el grano, se ha desechado el valor de la paja para alimento del ganado, que en determinadas zonas de nuestra región adquiere precios importantes, aunque normalmente se desecha. Esta podría ser una alternativa interesante para este tipo de práctica agronómica, que ya se utiliza tradicionalmente con otras leguminosas (Caballero y García, 1996).

En el ensayo de cultivos asociados de la tercera campaña, se detectó una menor abundancia de fitófagos en las parcelas de cultivo mixto, lo que ya ha sido significada por otros autores (Bach, 1980; Kareiva, 1983), apoyando por tanto nuestro estudio la “hipótesis de la concentración de recursos” según la cual la menor concentración de recursos tróficos en agroecosistemas diversificados, podría interferir en la capacidad de los insectos plaga para encontrar su planta hospedadora. En nuestro ensayo, el monocultivo y el cultivo en bandas se han comportado estadísticamente de forma similar, tanto en lo que concierne a los rendimientos como a la abundancia de la entomofauna, lo que sugiere que el ancho de banda elegido (6 m), motivado por la barra de siembra disponible, era excesivo para crear unas condiciones en las que ambos cultivos interaccionasen agronómicamente, o bien para crear unas condiciones microclimáticas (temperatura, humedad, sombra, barrera contra el viento) distintas entre los tratamientos, que permitiesen detectar diferencias en la abundancia de insectos tanto fitófagos como depredadores o parasitoides. Sin embargo, el cultivo mixto sí se ha mostrado eficaz para impedir la colonización de los insectos plaga, especialmente en las parcelas sembradas con mayor dosis de cebada (MIXTO 50), donde se han dado diferencias significativas sobre todo en los grupos más abundantes, como los pulgones, que se alimentan de las hojas de la lenteja (Pérez Andueza *et al.*, 2002). En cuanto a los enemigos naturales estudiados, pertenecientes a 10 familias de depredadores y 16 de parasitoides (Pérez Andueza *et al.*, 2002), no podemos confirmar totalmente la “hipótesis de los enemigos naturales” como en otros trabajos similares (Risch *et al.*, 1982; Tonhasca, 1993). Dicha hipótesis postula que podría existir una alta mortalidad de fitófagos causada por la mayor densidad poblacional de enemigos naturales en agroecosistemas diversificados. Sin embargo, en nuestro estudio las densidades poblacionales en cultivo mixto han sido muy similares si no superiores (trampas Pitfall) a las del monocultivo y cultivo en bandas, observándose por tanto una desviación de la tendencia lógica según la cual debería existir mayor abundancia de enemigos naturales en aquellas parcelas con mayor abundancia de fitófagos. Esto podría explicarse por el efecto beneficioso de la diversificación vegetal del agroecosistema, que provee unas condiciones microclimáticas más adecuadas para la entomofauna, traducándose en refugio, comida y presas u hospedadores alternativos para los enemigos naturales (Cromartie, 1981; Andow, 1991).

Aparte de las posibles ventajas agronómicas de esta técnica de cultivo ya mencionadas, su contribución a un control de las plagas más eficaz sería de gran interés tanto ecológica como económicamente, siendo una posibilidad factible a nivel práctico según los estudios realizados, dentro de una estrategia de manejo del hábitat (Alomar, 2003; Landis *et al.*, 2000) y en un contexto agroecológico (Altieri, 1994; Risch *et al.*, 1983). No obstante, esta

práctica agronómica debe valorarse en su justa medida, considerándola como una opción más para mejorar los recursos en aquellas zonas agrícolas más desfavorecidas.

5 ▶ CONCLUSIONES

Según nuestros experimentos y en unas condiciones de agroecosistema de secano en la España central, las mejores combinaciones a efectos de rendimiento y ganancias en el cultivo mixto lenteja-cebada, fueron las compuestas por 100% lenteja + 50% cebada (2 campañas) y 100% lenteja + 10% cebada (1 campaña), si bien este segundo resultado podría achacarse a las bajas producciones de lenteja debido a condiciones meteorológicas adversas. Aunque la producción de la leguminosa disminuye de forma importante en cultivo mixto, sobre todo por efecto de la competencia interespecífica, se compensa por el valor añadido del cereal, cuyo buen desarrollo en cultivo mixto parece más dependiente de la competencia intraespecífica, sin descartar el posible efecto beneficioso de la leguminosa. El cultivo en bandas y el monocultivo no difirieron en cuanto al rendimiento en los diferentes tratamientos ensayados. Respecto al ensayo para determinar la influencia que tiene la diversificación del agroecosistema sobre la incidencia de los insectos fitófagos, los resultados apoyan la primera hipótesis (“concentración de recursos”), con mayor abundancia en las parcelas de monocultivo y cultivo en bandas (estadísticamente iguales) y menor en las de cultivo mixto. En cuanto a los enemigos naturales, el análisis de la varianza no detectó diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, los tratamientos diversificados presentaron igual abundancia de enemigos naturales que los menos complejos, pero con poblaciones de fitófagos mucho más bajas, rompiendo así la tendencia lógica. Este hecho podría explicarse por el efecto beneficioso de la diversificación del agroecosistema sobre la fauna útil, apoyando nuestros resultados, aunque sólo sea parcialmente, la segunda hipótesis (“enemigos naturales”).

6 ▶ AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se llevó a cabo gracias a una beca de investigación predoctoral del INIA y a la financiación del Servicio de Investigación Agraria (proyecto PT/22-CH) de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Agradecemos muy especialmente la colaboración del personal del Centro de Albaladejito, tanto en las tareas de campo como de laboratorio.

7 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **AKTAR, M. S.; HAQUE, M. F. Y RAHMAN, A. R. M. S. 1993A**
Effect of mixed cropping lentil and linseed at various seeding ratios. *Lens Newsletter* 20(1), 39-42.

• **AKTAR, M. S.; SHAMSUDDIN, A. M.; ISLAM, N. Y RAHMAN, A. R. M. S. 1993 B**

Effect of mixed cropping lentil and mustard at various seeding ratios. *Lens Newsletter* 20(1), 36-39.

• **ALOMAR KURZ, O. 2003**

Control biológico por conservación y gestión del hábitat. En: P. Díaz, D. Díaz, C. Lucini, G. Pérez-Andueza, T. Santamaría (Eds.), III Congreso Nacional de Entomología Aplicada. Universidad Católica de Ávila, Ávila, 101-106.

• **ALTIERI, M. A. 1994**

Biodiversity and pest management in agroecosystems. Haworth Press, Nueva York.

• **ANDOW, D. A. 1991**

Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36, 561-586.

• **BACH, C. E. 1980**

Effects of plant density and diversity on the population dynamics of a specialist herbivore, the striped cucumber beetle, *Acalymna vittata*. *Ecology* 61, 1515-1530.

• **BHATTARAI, A. N.; BHARATI, M. P. Y GYAWALI, B. K. 1988**

Factors which limit the productivity of cool season food legumes in Nepal. En: R.J. Summerfield (Ed.), *World Crops: Cool Season Food legumes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 217-228.

• **CROMARTIE, W. J. 1981**

The environmental control of insects using crop diversity. En: D. Pimentel (Ed.), *Handbook of pest management in agriculture*. CRC Press, Boca Ratón, 3, 223-251.

• **DOMÍNGUEZ - GENTO A.; ROSELLÓ - OLTRA, J. Y AGUADO - SÁEZ, J. 2002**

Diseño y manejo de la diversidad vegetal en agricultura ecológica: asociaciones y rotaciones de cultivos, cubiertas vegetales silvestres y abonos verdes, setos vivos. Phytoma España, Valencia.

• **CABALLERO GARCÍA DE ARÉVALO, R. Y GARCÍA ROMERO, C. 1996**

Cultivo y utilización de la asociación veza-cereal en Castilla-La Mancha. CSIC-Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Madrid.

• **HELENIUS, J. 1990**

Studying the effects of intercropping on the number of insect pests and the levels of damage: a conceptual model. *Proceedings '89 IPM in tropical and subtropical cropping systems* 3, 859-864.

• **HELENIUS, J. 1991**

Insect numbers and pest damage in intercrops vs. monocrops: concepts and evidence from a system of faba bean, oats and *Rhopalosiphum padi* (Homoptera, Aphididae). *Journal of Sustainable Agriculture* 1(3), 57-80.

• **ISLAM, M. N.; PAUL, R. K. Y CHOUDHURY, R. U. 1991**

Effect of mixed cropping lentil with barley at different seeding rates. *Lens Newsletter* 18(1/2), 24-26.

• **KAREIVA, P. 1983**

Influence of vegetation texture on herbivore populations: resource concentration and herbivore movement. En: R.F. Denno y M.S. McClure (Eds.), *Variable plants and herbivores in natural and managed systems*. Academic Press, San Diego, 259-289.

• **LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D. Y GURR, G. A. 2000**

Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45, 175-201.

• **LETOURNEAU, D. K. 1987**

The enemies hypothesis: tritrophic interactions and vegetational diversity in tropical agroecosystems. *Ecology* 68, 1616-1622.

• **LETOURNEAU, D. K. Y ALTIERI, M. A. 1999**

Environmental management to enhance biological control in agroecosystems. En: T.S. Bellows, T.W. Fisher (Eds.), *Handbook of Biological Control: Principles and Applications*. Academic Press, San Diego, 319-353.

• **NICHOLLS, C. Y ALTIERI, M. 2002**

Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 65, 50-64 (<http://agroeco.org/brasil/material/catie.htm>).

• **PÉREZ ANDUEZA, G.; GUTIÉRREZ GAÑÁN, J. A. Y DE LOS MOZOS PASCUAL, M. 1998 A**

Efecto sobre el rendimiento del cultivo mixto lenteja-cebada a diferentes dosis de siembra. En: *Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural (Actas II Congreso de la SEAE)*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Barcelona, 459-466 (<http://www.agroecologia.net/congresos/pamplona/42.pdf>).

• **PÉREZ ANDUEZA, G.; DE LOS MOZOS PASCUAL, M. Y PORTILLO RUBIO, M. . 1998 B**

Variación estacional de los principales grupos de insectos plaga y enemigos naturales asociados al cultivo de la lenteja (*Lens culinaris*, Medikus) en Castilla-La Mancha. *Boletín Sanidad Vegetal-Plagas* 24 (Adenda al nº 4), 955-974.

• **PÉREZ ANDUEZA, G.; DE LOS MOZOS PASCUAL, M.; PORTILLO RUBIO, M.; GUTIÉRREZ GAÑÁN, J. A. Y HERNÁNDEZ COLLADO, M. 1998 C**

Seasonal incidence of lentil insect pests and their associated auxiliary fauna in Central Spain. *Proceedings 3rd European Conference on Grain Legumes*, 498.

• **PÉREZ ANDUEZA, G.; DE LOS MOZOS PASCUAL, M.; ACEBRÓN LINUESA, E. Y CARDO MAESO, N. 2002**

Influencia de la asociación de cultivos (Leguminosa—Cereal—Oleaginosa) sobre las poblaciones de los principales grupos de insectos plaga y enemigos naturales del cultivo de la lenteja (*Lens culinaris*, Medikus) en España Central. *Boletín Sanidad Vegetal-Plagas* 28 (4), 505-517.

• **PÉREZ ANDUEZA, G.; DE LOS MOZOS PASCUAL, M. Y PORTILLO RUBIO, M. . 2004**

Plagas clave de la lenteja (*Lens culinaris*, Medikus) en Castilla-La Mancha (España Central): pérdidas de producción e influencia sobre los componentes del rendimiento. *Boletín Sanidad Vegetal-Plagas* (en prensa).

• **RISCH, S. J., WRUBEL, R. Y ANDOW, D. 1982**

Foraging by a predaceous beetle, *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae), in a polyculture: effects of plant density and diversity. *Environmental Entomology* 11, 949-950.

• **RISCH, S. J., ANDOW, D. Y ALTIERI, M. A. 1983**

Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions and new research directions. *Environmental Entomology* 12, 625-629.

• **RUSSELL, E. P. 1989**

The enemies hypothesis: a review of the effect of vegetational diversity on predatory insects and parasitoids. *Environmental Entomology* 18, 590-599.

• **SAXENA, M. C. 1981**

Agronomy of lentils. En: C. Webb, G. Hawtin, (Eds.), *Lentils*. CAB-ICARDA, Londres, 111-129.

• **SHEEHAN, W. 1986**

Response by specialist and generalist natural enemies to agroecosystem diversification: a selective review. *Environmental Entomology* 15, 456-461.

• **TONHASCA, A. 1993**

Effects of agroecosystem diversification on natural enemies of soybean herbivores. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 69, 83-90.

• **WILLEY, R. W. 1979**

Intercropping, its research needs. Part 1. Competition and yield advantage. *Field Crop Abstracts* 32, 1-13.

EFECTO DE LA SOLARIZACIÓN, BIOFUMIGACIÓN Y BIOSOLARIZACIÓN SOBRE UNA FRACCIÓN DE LA MICROBIOTA FÚNGICA DEL SUELO DEL OLIVAR

**REYES, J. M.⁽¹⁾; DE CARA, M.⁽¹⁾; DIÁNEZ, F.⁽¹⁾; SANTOS, M.⁽¹⁾; SEGURA, J. M.⁽¹⁾; BLANCO, R.⁽¹⁾;
SÁNCHEZ, J. A.⁽²⁾ Y TELLO, J.⁽¹⁾**

⁽¹⁾ Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
Cañada de San Urbano, s/n. 04120 Almería
E-mail: jtello@ual.es

⁽²⁾ Dpto. de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Almería
Cañada de San Urbano, s/n. 04120 Almería

RESUMEN

Con el fin de controlar *Verticillium dahliae*, agente causal de la verticiliosis del olivo se han ensayado la solarización, biofumigación y biosolarización (combinación de ambos métodos) y demostrar el poder desinfectante de estos métodos al mismo tiempo que se utilizan residuos de almazara de la zona (hojas de olivo) como material biofumigante. Para ello se analizaron las poblaciones de microorganismos de *Fusarium*, *Pythium* y *Phytophthora*, en el suelo de un olivar joven de ocho años, afectado por seca de ramas y árboles completos, antes y después de los tratamientos, comparando con parcelas testigo sin tratar. Para la aplicación de la biosolarización alrededor de cada árbol se enterró la materia orgánica citada a razón de 50 litros/m², se regó a saturación (semejante a la biofumigación), cubriéndose con una lámina de polietileno transparente durante seis semanas (semejante a la solarización sola). Los resultados mostraron como la biosolarización y solarización redujeron las poblaciones de esos géneros de hongos con respecto al testigo sin tratar, y por el contrario la biofumigación incrementa rápidamente las poblaciones de aquellos organismos con alta capacidad saprofitaria. Los métodos para el estudio de poblaciones de *V. dahliae* en el suelo en la actualidad no son fiables y tendrán que ser mejorados.

PALABRAS CLAVE: RESIDUOS DE ALMAZARA, SECA DEL OLIVO, MICROBIOTA Y MATERIA ORGÁNICA

1 ► INTRODUCCIÓN

En este trabajo se ha evaluado la solarización, biofumigación y biosolarización como métodos de desinfección de un suelo encaminados a controlar la verticiliosis o seca en el olivar. Se trata por tanto de comparar un método de control físico como es la solarización, un método biológico, la biofumigación, y la combinación de ambos métodos: la biosolarización.

Se conoce por solarización al método de desinfección de suelos basado en el aumento de las temperaturas de los mismos hasta niveles letales para los microorganismos, logrando una esterilización biológica de los suelos. Se aplica colocando láminas de polietileno transparente sobre un suelo regado a saturación en los meses de máximas temperaturas y su efecto sólo es notable en las capas superiores del suelo.

La biofumigación utiliza los gases y otros productos resultantes de la biodegradación de las enmiendas orgánicas y residuos agroindustriales como fumigantes para el control de los organismos patógenos de vegetales, se contribuye con ello, además, a resolver los problemas ambientales graves que estos productos pueden ocasionar (Bello, 1998).

Incrementa notablemente las poblaciones de microorganismos saprofitos del suelo reduciendo las poblaciones de patógenos por mecanismos de antagonismo y competencia con ellos. Se diferencia del uso de las enmiendas orgánicas en las características de los materiales biofumigantes y en el método de aplicación (Bello *et al.* 1999). Los restos vegetales deben ser frescos, con una relación carbono/nitrógeno elevada e incorporarse al suelo de forma que se composten *in situ*, para lo que es imprescindible un grado adecuado de humedad en los suelos que permita la descomposición de los restos.

La combinación de los dos métodos anteriores se ha denominado biosolarización, y es esterilizante de los microorganismos del suelo debido, por una parte, al efecto desinfectante de las altas temperaturas que se logran con la solarización y, por otra, a la acción de los gases biocidas liberados en la descomposición del material biofumigante, estos son retenidos eficazmente por la lámina de polietileno, lo que mejora su penetración a mayor profundidad en el suelo. Con la solarización inicial se logra un vacío ecológico, al cual se suma el efecto del alto contenido en materia orgánica del suelo que favorece la rápida colonización por organismos saprofitos y antagonistas de los patógenos del suelo.

Se ha utilizado un residuo agroindustrial como material biofumigante que se encuentra en la zona en grandes cantidades, se trata de la hoja de olivo recogida durante la campaña de recolección de la aceituna, residuo que se separa del fruto en las líneas de limpieza primaria, y que constituye un problema para las almazaras por el gran volumen que llega a acumularse al final de la campaña y por la falta de una alternativa que transforme este residuo en un subproducto útil. Trabajos realizados con anterioridad indican que la hoja de olivo es un buen biofumigante (Bello *et al.* 2003). Con la elección de la hoja de olivo se busca un doble objetivo, por un lado probar su efecto como biofumigante, y por otro

lado dar una salida a un residuo que se recoge anualmente en grandes cantidades y que se considera, por parte de muchos técnicos, como una importante fuente de inóculo de hongos patógenos, por tanto es preciso probar si la reutilización de la hoja es fitosanitariamente segura para el cultivo del olivar.

Se ha evaluado la influencia que estos tratamientos de desinfección de los suelos han tenido sobre una fracción de la microbiota fúngica de los suelos tratados, en concreto cómo afecta a las poblaciones del género *Fusarium* y Pythiaceae presentes en los suelos del cultivo del olivo.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Elección de la parcela para realizar los ensayos de desinfección del suelo

Los ensayos de desinfección se realizaron en una finca próxima a la localidad de Canena (Jaén), conocida como “La Casería”, apropiada por las razones que a continuación se exponen:

- Tamaño adecuado: 2,5 ha, y unos 500 olivos, toda ella en terreno homogéneo
- Presencia de abundantes problemas de seca de olivos, y desarrollo irregular de los árboles a consecuencia de esto.
- Olivar joven, plantado en 1995, con un marco real a 7 x 7 metros y a un solo pie, aunque por problemas de seca algunos presentan hasta 2 ó 3 pies
- Instalación de riego por microdifusión en la parcela.
- Buen acceso y cercana a Canena (a unos 6 km).
- Predisposición por parte de los dueños a que se realizasen los ensayos en ella.

Elección del material biofumigante

Se eligió un material biofumigante que cumplía los siguientes requisitos: barato, de fácil disponibilidad en los meses de verano y abundante en la comarca.

La hoja de olivo, al ser un residuo de las almazaras resulta ser un material muy abundante en la zona, e incluso muy barato. Esta hoja procede de las líneas de limpieza primaria del fruto situadas tras la recepción en las almazaras, es un residuo que se recoge muy abundantemente en aquellas zonas en las que se recoge la aceituna del suelo por barrido, y sobre todo aquellos años en los que la recolección se alarga con motivo de las lluvias, como ocurrió en la campaña 2002/03.

Es costumbre en la zona que durante la campaña de recolección estos restos se retiren de las almazaras y se amontonen en un lugar habilitado para ello, para luego repartir la hoja por el campo en los meses estivales, momento óptimo para realizar los tratamientos.

Trabajos de campo

- **Preparación del terreno**

El sistema de manejo del suelo en la finca “La Casería” era el no laboreo con cubierta vegetal. Para la realización del trabajo se labró el terreno en una superficie correspondiente a los 90 olivos sobre los que se iban a realizar los ensayos. Para las labores se utilizó la grada de discos a una profundidad aproximada de 20 cm enterrando los restos de la cubierta vegetal.

Los noventa olivos elegidos para la aplicación de los tratamientos se dividieron en quince parcelas elementales de seis árboles cada una, de forma que cada uno de los tratamientos se pudiera ensayar sobre tres parcelas elementales, lo que permite el tratamiento estadístico de los resultados. Las parcelas se sortearon al azar, antes de comenzar con los tratamientos en campo, y se marcaron las parcelas correspondientes a cada tratamiento con cuerdas de distintos colores. Los árboles se nombran por un código que nos permita conocer su ubicación dentro de la finca.

A1-a	A1-b	B1-a	B1-b	C1-a	C1-b	D1-a	D1-b		
A1-c	<u>A1-d</u>	B1-c	<u>B1-d</u>	C1-c	<u>C1-d</u>	D1-c	<u>D1-d</u>	E1-a	E1-b
A1-e	A1-f	B1-e	B1-f	C1-e	C1-f	D1-e	D1-f	E1-c	<u>E1-d</u>
A2-a	A2-b	B2-a	B2-b	C2-a	C2-b	D2-a	D2-b	E1-e	E1-f
A2-c	<u>A2-d</u>	B2-c	<u>B2-d</u>	C2-c	<u>C2-d</u>	D2-c	<u>D2-d</u>	E2-a	E2-b
A2-e	A2-f	B2-e	B2-f	C2-e	C2-f	D2-e	D2-f	E2-c	<u>E2-d</u>
A3-a	A3-b	B3-a	B3-b	C3-a	C3-b	D3-a	D3-b	E2-e	E2-f
A3-c	<u>A3-d</u>	B3-c	<u>B3-d</u>	C3-c	X	D3-c	<u>D3-d</u>	E3-a	E3-b
A3-e	A3-f	B3-e	B3-f	X	<u>C3-d</u>	D3-e	D3-f	E3-c	<u>E3-d</u>
				C3-e	C3-f			E3-e	E3-f

Figura 1. Esquema del diseño de distribución de tratamientos de desinfección del suelo del olivar para las distintas parcelas objeto de ensayo. Las muestras de suelo se extrajeron de los olivos subrayados y con el subíndice “d”.

Biosolarización (parcelas A1, A2 y C3), Solarización (parcelas A3, B2 y D1), Biofumigación (parcelas B1, D2 y E3), Biofumigación+harina (parcelas B3, C1 y E2), Testigo (parcelas C2, D3 y E1), Marras:X

El nombre permite fijar por la primera letra (A, B, C, D ó E) la columna en la que esta situada la parcela a la que pertenece el árbol, y por el primer número (1, 2 ó 3) la fila en la que se encuentra la parcela. Los subíndices (a, b, c, d, e, f) sitúan la posición de cada árbol dentro de la parcela (véase Figura 1).

Los tratamientos ensayados fueron: Solarización: 6 semanas (Solar), Biofumigación con hoja de olivo (Biof), Biofumigación con hoja de olivo más alcorque con harina de maíz (Bio+Hari), Biosolarización con hojas de olivo y 6 semanas de solarización (Bio+Sol) y testigo sin ningún tratamiento.

- **Trabajos realizados por tratamiento**

Para todos los tratamientos excepto la solarización y testigo, se necesitaba transportar a la finca el material biofumigante, es decir la hoja de olivo. Esta se llevó a la finca en camiones y se repartió en cada una de las parcelas sometidas a alguno de estos tratamientos a razón de 12 m³ de hoja por parcela, lo que supone unos 2 m³ de hoja por árbol, que se repartieron alrededor de cada uno de ellos en una superficie aproximada de 40 m², es decir a razón de 50 litros/m².

La hoja se incorporó al suelo mediante un primer pase con la grada de discos y posteriormente varios pases de rotavator para lograr una mejor homogeneización de los restos con el suelo. Para conseguir que la superficie del terreno estuviera lo más homogénea posible, característica muy deseable para las parcelas en las que se iba a cubrir la superficie con la lámina de polietileno, se dio una labor de ruleo que dejó la superficie lisa y compactada.

En las parcelas destinadas al tratamiento de biofumigación + alcorque con harina de maíz, se procedió a extraer la tierra de alrededor del tronco de cada uno de los árboles en un radio de 40 a 50 cm, y hasta una profundidad aproximada de unos 40 cm. Sobre el alcorque realizado en cada árbol, se añadieron 10 kilos de harina de maíz y se mezcló con la tierra extraída del alcorque, tras esto, se tapó el alcorque y se dejó el terreno a nivel. Una vez realizados estos trabajos a lo largo de julio, fue necesario dar un primer riego, condición indispensable para que se activaran los procesos de degradación de la materia orgánica.

En las parcelas sometidas a los tratamientos de biofumigación, biofumigación + harina de maíz y testigo se dio un riego inicial de 102 l/m², regando una superficie alrededor de cada árbol de 20 m² (2040 litros/olivo). En las parcelas destinadas a biosolarización y a solarización se dio un riego a razón de 170 l/m² sobre una superficie de 20 m² (3400 l/olivo), fue un riego más abundante porque estas parcelas sólo iban a regarse en una ocasión. Este primer riego se dio el 24 de julio del 2003 y a partir de este momento se puede considerar que empiezan los procesos de desinfección del suelo.

Justo tras terminar de regar las parcelas destinadas a solarización y biosolarización, se colocaron 2 láminas de polietileno transparente de 200 micras de 2,20 m de ancho y 5,20

de largo sobre la superficie del terreno, una lámina a cada lado del olivo quedando el tronco entre medias y se unieron ambas capas con ayuda de cinta adhesiva de empaquetar, los bordes exteriores del plástico, se cubrieron con tierra, de forma que quedara la lámina lo más tensa posible (Figura 2). La superficie final de terreno cubierta por plástico fue de unos 20 m², superficie suficiente, ya que el porte de los olivos era pequeño.



Figura 2. Parcela de olivar D1, sometida a solarización. Obsérvese el sistema de unión de las dos capas de film plástico, mediante cinta adhesiva de empaquetar, orientado en dirección este-oeste, y con la capa que está en el lado norte montando sobre la que está en el lado sur, con el fin de evitar el efecto de los vientos dominantes.

Las parcelas sometidas a biofumigación, biofumigación+harina de maíz y testigo, se regaron en otras dos ocasiones, a las dos semanas del primer riego y a las cuatro semanas. Las láminas de polietileno colocadas para los tratamientos de solarización y biosolarización se retiraron a las seis semanas de su colocación, presentando el terreno un contenido en humedad aun elevado.

Toma de muestras para el análisis microbiológico de suelos

- **Toma de muestras para el análisis de suelos previa a los tratamientos**

Antes de comenzar con los tratamientos de desinfección se tomaron muestras de los suelos de las distintas parcelas marcadas con el fin de detectar la presencia en la finca

de *Phytophthora* y de cuantificar las poblaciones de las distintas especies de *Fusarium* presentes en los suelos.

Para la toma de muestras, se eligió de cada parcela un olivo, que coincide con el subíndice “d” marcado en el croquis de distribución de los tratamientos para cada parcela elemental (Figura 1). Alrededor del olivo elegido se tomaron cuatro muestras a una profundidad comprendida entre 15 a 20 cm, y se mezclaron en la misma bolsa, la cual se marcó con el código de la parcela a la que pertenecía el árbol.

Al cambiar de olivo, la azada se limpiaba con ayuda de una espátula, y se rociaba con alcohol al que se prendía fuego, para evitar contaminaciones entre las muestras consecutivas.

- **Toma de muestras para análisis de suelos tras los tratamientos**

El mismo día de la retirada de la lámina de polietileno en aquellas parcelas sometidas a los tratamientos de solarización y biosolarización, el día 6 de septiembre, se procedió a la toma de muestras de suelo para el análisis microbiológico, siguiendo la misma técnica que en la toma de muestras inicial.

- **Procesado de muestras de tierra para el análisis fúngico de suelos**

Con las muestras de suelo recogidas antes de comenzar los ensayos y una vez transcurridas seis semanas desde el inicio de los mismos, se procedió a su procesado en el laboratorio. En estas muestras, lo que se pretendía es determinar la presencia o ausencia en la finca de *Phytophthora* como género que es capaz de producir podredumbres radiculares en olivos con problemas de encharcamiento, y por otro lado analizar la microbiota fusárica de los suelos, para observar la evolución desde el momento previo a los tratamientos, hasta unas seis semanas tras comenzar estos, esta evolución es útil para comprobar como se comportan los hongos del suelo frente a los distintos ensayos, constituyendo su análisis un método de bondad del tratamiento utilizado.

Para el análisis de *Phytophthora* spp, no se requiere de ningún procesado de la muestra de suelo, éste se guardó en bolsas de plástico cerradas para que conservaran la humedad hasta el momento del análisis. Para el análisis de la Fusaria del suelo, las muestras se dejaron secar al aire durante una semana, sobre bandejas de plástico. Una vez secas, se procedió a triturar el suelo y pasarlo por un tamiz de 200 micras, cada muestra se guardó en un bote de 200 cc hasta el momento de su análisis.

Análisis de suelos para detectar la presencia de *Phytophthora*

Según indican Tello, Varés y Lacasa (1991) este análisis se basa en introducir una “trampa” en el suelo problema, para que sea colonizada lo más selectivamente posible por el hongo

buscado. Se utilizaron como trampas vegetales pétalos de clavel inmaduros. Para analizar cada muestra problema se usaron 5 placas de Petri de 90 mm de diámetro. Sobre cada una de ellas se depositó el volumen de media cucharilla de café rasa de tal manera que el suelo no cubriera el fondo de la placa y dejara pasar la luz del microscopio a través de la misma. A continuación se pusieron sobre el suelo cinco pétalos de clavel inmaduros, uno a uno con la ayuda de unas pinzas, de un capullo cerrado y fresco.

Finalmente se añadieron a cada placa 20 ml de agua para que la delgada película que se forma impidiera, al menos en parte, que los pétalos de clavel fueran contaminados por la microbiota no productora de zoosporas.

La lectura de las placas se hizo a los cinco días después. Este es tiempo suficiente como para, si los hay, observar la presencia de esporangios de *Phytophthora* en los bordes de los pétalos de clavel sin que haya interferencia notable de otros microorganismos. Este sistema es adecuado para detectar la presencia de hongos productores de zoosporas, como también *Pythium* spp. Se afirmaría presencia cuando se observara al menos un esporangio en al menos un pétalo, mientras que se afirmó ausencia cuando no se observó ningún esporangio en ningún pétalo.

Medio de cultivo utilizado en el análisis de la Fusaria del suelo

Para cuantificar la presencia de Fusaria en el suelo, antes de los tratamientos de biofumigación, biosolarización, biofumigación + harina, solarización y del testigo y una vez transcurridas 6 semanas desde el inicio de estos tratamientos, para comprobar así la evolución en el número de colonias, se utilizó el medio de cultivo KOMADA (Komada 1975; modificado por Tello, Varés, Lacasa, 1991).

Análisis del sustrato para conocer su microbiota fusárica

A la hora de analizar estos suelos, de cada muestra, se aportó una pequeña porción de suelo tamizado a cuatro botes de plástico con tapadera de 150 ml, y se procedió a pesarlos en una balanza de precisión, anotando su peso hasta el cuarto decimal.

Para cada uno de estos botes marcados con el código de la muestra más un subíndice: “a”, “b”, “c”, o “d”, en cada bote, se prepararon cuatro placas de petri de material plástico y 90 ml de diámetro, en las que se anotó el mismo código del bote del que iban a contener la alícuota de suelo. Por cada muestra inicial, el total de placas preparadas fue de 16.

El suelo problema, fue añadido directamente al medio de cultivo Komada fundido para el análisis selectivo de *Fusarium*; selectivo en el sentido de que los hongos del género *Fusarium* crecen más rápido que el resto de los microorganismos presentes.

Por cada repetición se utilizaron cuatro placas de Petri espolvoreándose, con la ayuda de una microespátula, una pequeña cantidad de suelo sobre el medio fundido previamente vertido. Unos suaves movimientos permiten la homogeneización de la tierra en el medio de cultivo. La operación se repitió 16 veces, tantas como placas de Petri necesita la muestra problema.

Finalizado el análisis, se pesan nuevamente los botes de las cuatro repeticiones. La diferencia entre el peso inicial y final, será la tierra analizada. En el caso de analizar varias muestras, la microespátula se flameó con alcohol al cambiar de muestra de tierra, pero no entre cada repetición.

Solidificado el medio de cultivo, las placas de Petri se incubaron en un recinto a 25-28°C. El tiempo de incubación puede oscilar entre seis y diez días. Las colonias, agrupadas por especies, obtenidas en cuatro placas de Petri (una repetición) se sumaron y se anotaron en estadillos. La simple división del número de colonias de cada *Fusarium*, obtenidas en cada repetición, por el peso de suelo seco gastado en el análisis proporciona el número de unidades formadoras de colonias por gramo de suelo seco (UFC/g). El resultado final se expresa, para la tierra problema, como la media de unidades formadoras de colonias de cada especie en las cuatro repeticiones acompañada de su desviación típica o error típico de la media.

3 ► RESULTADO Y DISCUSIÓN

Resultados del análisis de suelos para detectar *Phytophthora*

En el análisis de las muestras de suelo anteriores a los tratamientos, se observó que no aparece *Phytophthora* en ninguno de las muestras analizadas. Sin embargo destaca la presencia generalizada de *Pythium* spp, en todos los suelos.

En el análisis de las muestras tomadas a las seis semanas del inicio de los tratamientos, se observó como la presencia de *Pythium* de tipo esférico sigue siendo generalizada en la mayor parte de los suelos, si bien ahora aparecen tres suelos en los que no se detecta presencia de este hongo.

Los suelos en los que no se detectó presencia de *Pythium*, corresponden a las muestras BioSol A1, Solariz A3 y BioSol C3. Es decir corresponden dos de ellas a suelos sometidos a biosolarización y una a bolarización. En el análisis de estas mismas parcelas antes de los tratamientos, *Pythium* aparecía en los tres suelos, colonizando el 100% de los pétalos.

De la anterior observación se deduce, que el efecto de la solarización alternada con la biofumigación o sola, ha sido capaz de eliminar o al menos reducir en parte las poblaciones

de *Pythium* viables sobre estos suelos. Este hecho no se puede extrapolar para el resto de parcelas tratadas con solarización o biosolarización, puesto que en ellas si que se encontró presencia de *Pythium*.

El agua utilizada para el riego del olivar, está libre de hongos productores de zoosporas, como se comprobó tras su análisis. Curiosamente, se detectó en una de las muestras de suelo, procedente del tratamiento de biofumigación+alcorque con harina de maíz, marcada como parcela C1, *Phytophthora* en dos placas, junto a un tipo de *Pythium* filamentoso que tampoco apareció en ninguna de las restantes placas.

La especie de *Phytophthora* encontrada pertenece al grupo VI, dentro de la clasificación de este género (Tello, comunicación personal 2004). Se puede ver como ésta no aparecía antes del tratamiento en el suelo de la misma parcela ni en ningún otro.

El hecho de que aparezca *Phytophthora* en una de las parcelas en las que se realizó el alcorque con harina de maíz, junto al aporte de hoja de olivo, tratamiento al que no han respondido nada bien algunos de los árboles sometidos al mismo, hace pensar que este hongo esté asociado a dichos síntomas. *Phytophthora* está descrita como patógeno en olivar por Trapero y Blanco (1998).

Puede que este hongo sea un hospedante habitual del suelo de la finca, si bien no causa problemas a los olivos normalmente, pero al realizar un alcorque alrededor del tronco, rellenarlo con harina de maíz, y regar abundantemente tras esto, este hongo encuentre unas condiciones idóneas para su desarrollo, es decir una alta humedad (se comprueba por observaciones en campo, que la harina enterrada retiene gran cantidad de agua durante mucho tiempo) y una temperatura alta. Este hecho puede derivar en el aumento de las poblaciones de este hongo en el suelo, de forma que al estar tan cerca de la zona radicular del olivo (recordar que el alcorque está alrededor de todo el tronco, y la harina está en una profundidad entre 20 y 40 cm) pueda causar podredumbres sobre las raíces del mismo, lo que puede afectar notablemente al árbol.

Resultados del análisis de Fusaria en medio Komada

El análisis de la Fusaria de suelo sobre medio de cultivo Komada indicó como todas las muestras iniciales de suelo tienen un contenido total en especies del género *Fusarium* muy próximo, lo que demuestra que son suelos muy homogéneos respecto al contenido microbiológico de los mismos (Figura 3).

El análisis de las muestras recogidas tras los tratamientos manifiesta la existencia de una gran variación en la Fusaria total del suelo entre los tratamientos que se consideran distintos. Tratamientos similares como pueden ser biofumigación y biofumigación+harina o solarización y biosolarización muestran resultados similares (Figura 3).

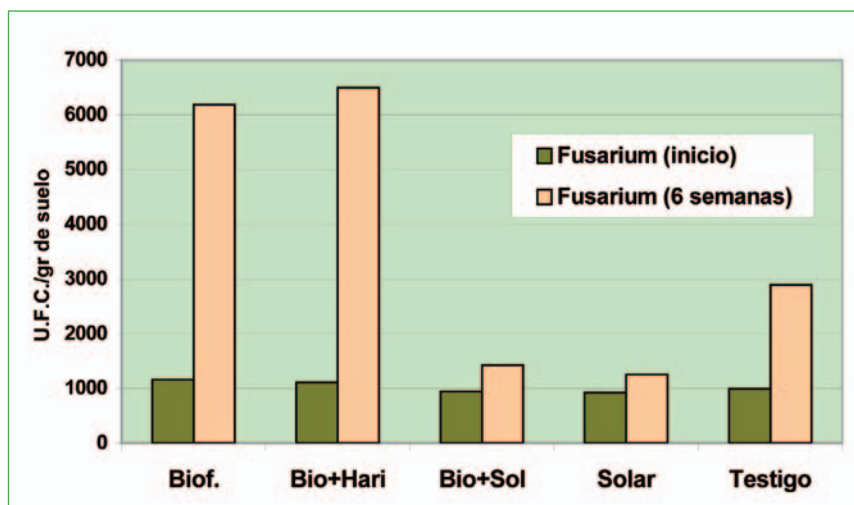


Figura 3. Parcela de olivar D1, sometida a solarización. Obsérvese el sistema de unión de las dos capas de film plástico, mediante cinta adhesiva de empaquetar, orientado en dirección este-oeste, y con la capa que está en el lado norte montando sobre la que está en el lado sur, con el fin de evitar el efecto de los vientos dominantes. Véase apartado II.3 y 4. Evolución de las poblaciones totales del género *Fusarium* detectadas en el suelo de los olivos sometidos a los diferentes tratamientos de desinfección del suelo. Biofumigación (Biof), Biofumigación+harina (Bio+Hari), Biofumigación+solarización (Bio+Sol), Solarización (Solar). De cada tratamiento, las barras de la izquierda muestran las poblaciones antes de los tratamientos y las barras de la derecha 6 semanas después de los tratamientos. (Véase apartado III.2.)

En todos los suelos se observó una tendencia al aumento del número de UFC con respecto al estado inicial, pero el hecho de que el testigo muestre esta misma tendencia, indica que esta evolución es natural y es posible que en ella estén implicados factores como la época del año, la temperatura del suelo, el contenido de humedad del suelo etc.

De los tratamientos ensayados, aquellos en los que se utilizó la película de polietileno para aumentar la temperatura del suelo, es decir la solarización y la biosolarización son los que tienen un menor aumento en el número de UFC con respecto al momento anterior a los tratamientos. Como se observa en el Cuadro 1, los suelos tratados con estos métodos son los que tienen las menores poblaciones de *Fusaria*, muy por debajo de las poblaciones existentes en el Testigo.

Los tratamientos de biofumigación y su variante con harina de maíz, aumentan considerablemente las poblaciones de *Fusaria* con respecto al estado previo a los tratamientos y con respecto al resto de tratamientos siendo el número de UFC de *Fusarium* muy superior al contabilizado en las parcelas testigo. Los mejores tratamientos desinfectantes del suelo han sido la solarización y la biofumigación, que son los que muestran las poblaciones más bajas de fusaria total de entre todos los tratamientos ensayados. Los tratamientos de desinfección consistentes en la biofumigación, en lugar de reducir las poblaciones de fusaria, las aumentan

considerablemente, pero es normal, ya que esta técnica selecciona a aquellos individuos con alta capacidad saprofitaria y los eleva a niveles en los que pueden competir con los patógenos de suelo mediante mecanismos de competición y antagonismo.

En el suelo se encontraron tres especies distintas de *Fusarium*, ninguna de ellas actúa como patógeno sobre olivo, comportándose como saprofitos que descomponen la materia orgánica del suelo. Las especies encontradas han sido *F. oxysporum*, *F. solani* y *F. roseum*.

Como se observa en el Cuadro 1, el número de UFC de las especies *F. oxysporum* y *F. solani* son muy bajas si se comparan con las poblaciones de *F. roseum* y su evolución entre el estado inicial y tras los tratamientos apenas se ve alterada por los mismos.

La especie *F. roseum* es la que aumentó de modo más patente tras los tratamientos, en particular tras la biofumigación sus poblaciones se disparan. *F. roseum* es una especie con una alta capacidad saprofitaria, y el incremento de materia orgánica en los suelos contribuye directamente al aumento de sus poblaciones en el suelo.

Cuadro 1. Poblaciones de *F. oxysporum* en el suelo del olivar en medio semiselectivo Estado previo a los tratamientos de desinfección (inicio) y seis semanas después. Biofumigación (Biof), Biofumigación+harina (Bio+Hari), Biofumigación+solarización (Bio+Sol), Solarización (Solar). Resultados expresados en unidades formadoras de colonias por gramo de suelo seco.

UFC G-1 DE SUELO	BIOF.	BIO+HARI	BIO+SOL	SOLAR	TESTIGO
<i>F. oxysporum</i> (inicio)	157	194	84	58	164
<i>F. oxysporum</i> (6 semanas d)	149	173	225	166	138
<i>F. solani</i> (inicio)	5	56	133	32	25
<i>F. solani</i> (6 semanas d)	82	183	74	37	29
<i>F. roseum</i> ^y (inicio)	999	865	726	840	808
<i>F. roseum</i> ^y (6 semanas d)	5948	6138	1123	1053	2725

^y *sensu* Messian y Cassini (1968)

Es de destacar, por la importancia que tiene este hecho, que en el análisis de la Fusaria del suelo en medio de cultivo semi-selectivo Komada, han aparecido algunas colonias de *Verticillium* sp. lo cual puede indicar que este hongo esté presente en el suelo en grandes cantidades.

El aislamiento de las colonias de *Verticillium*, se ha hecho en el análisis de las muestras C2, D2 y E2, recogidas todas tras la realización de los tratamientos, y que proceden cada una de un tratamiento distinto: C2, parcela testigo; D2, parcela sometida a biofumigación, E2, parcela sometida a biofumigación + harina de maíz.

El hecho de que el medio Komada sea semi-selectivo para los hongos del género *Fusarium*, quiere decir que sobre este medio, este género de hongos se desarrolla a mayor velocidad que los hongos de otros géneros, lo cual no quiere decir que estos no se desarrollen. De hecho, conocemos que el género *Verticillium* se puede desarrollar sobre el medio de cultivo Komada y se ha identificado durante el desarrollo de los ensayos, si bien la velocidad de crecimiento de sus colonias es mucho menor a la velocidad de crecimiento de las colonias de *Fusarium*.

Los análisis de Fusaria habitualmente se leyeron entre los siete días siguientes a la realización del cultivo. Se ha comprobado que el crecimiento de *Verticillium* sobre medio Komada es lento, y en una semana su desarrollo es mínimo. De esto se deduce que si bien *Verticillium* es muy probable que esté en muchos de los suelos muestreados, el hecho de que las lecturas de las placas se realizaran en un tiempo insuficiente para el desarrollo, ha impedido que se identificara este hongo en el resto de las muestras en las que estuviera presente.

4 ► CONCLUSIONES

Los tratamientos con mayor poder desinfectante han sido la solarización seguida de la biofumigación, tratamientos que redujeron notablemente las poblaciones de la Fusaria del suelo con respecto a las poblaciones encontradas en el testigo.

La biofumigación elevó la presencia de la microbiota fusárica medida, ya que estos tratamientos seleccionan a aquellos individuos con una alta capacidad saprofitaria.

La biosolarización es un método de desinfección de suelos efectivo, que no causa daños en los olivos, como podría pensarse por el aumento de las temperaturas del suelo que se logra. Es un método no curativo sobre olivos enfermos, puesto que al ser *V. dahliae* un hongo vascular, que se encuentra en el interior de los árboles, queda aislado del efecto de los tratamientos de desinfección de suelos, aunque se nota una mejoría de los árboles enfermos tras el tratamiento, como resultado de la mejora agronómica que se logra en el suelo con la incorporación de la materia orgánica.

Es un método útil para la desinfección de suelos antes de la plantación del olivar o cualquier otro cultivo susceptible, sobre todo en suelos con un historial de cultivo que hagan sospechar la presencia del hongo en el suelo en cantidades importantes, como es

el caso de suelos cultivados previamente con algodón. Es una alternativa viable para la desinfección de suelos previa a la reposición de marras de olivos muertos a consecuencia de la verticiliosis.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **BELLO, A. 1998**

Biofumigation and integrated pest management, pp 99-126. En: Bello, A.; González, J. A.; Arias, M. y Rodríguez-Kábana, R., (Eds). Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. Phytoma-España, DG XI EU, CSIC, Valencia, España.

- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A.; DÍAZ - VIRULICHE, L.; SANZ, R. Y ARIAS, M. 1999**

Bio-fumigation and local resources as methyl bromide alternatives. Abstracts 3rd International Workshop "Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries, 7-10 December, Heraclion, Creta, Grecia, 17p.

- **BELLO, A.; DÍAZ - VIRULICHE, L.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A. Y GARCÍA ÁLVAREZ, A. 2003**

Evaluación de nuevos biofumigantes, pp 371-466. En: Bello, A.; López-Pérez, J. A. y García Álvarez, A., (Eds). Biofumigación en Agricultura Extensiva de Regadío. Mundi-Prensa. Alicante, 670pp.

- **MESSIAEN, C. M. Y CASSINI, R. 1968**

Recherches sur la fusarioses IV: La systématique des *Fusarium*. Ann. Epiphyt, 19:387-454.

- **REYES REYES, J. M. 2004**

Aplicación de ensayos de biofumigación y biosolarización con residuos de almazara para el control de problemas de suelo en olivar. EPS. Ingeniero Técnico Agrícola. Universidad de Almería. Proyecto Monográfico Fin de Carrera. 339 pp.

- **TELLO, J.; VARÉS, F. Y LACASA, A. 1991**

Análisis de muestras, pp 39-48. En: Manual de laboratorio. Diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos. M.A.P.A., Madrid, 485 pp.

- **TRAPERO, A. Y BLANCO, M. A. 1999**

Enfermedades del olivo, pp 476-532. En: D. Barranco, R. Fernández-Escobar, L. Rallo, (Eds). El cultivo del olivo 3^a ed. Mundi-Prensa. Madrid, 701 pp

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE LA SOLARIZACIÓN, BIOFUMIGACIÓN Y BIOSOLARIZACIÓN EN EL OLIVAR

REYES, J. M.⁽¹⁾; DE CARA, M.⁽¹⁾; DIÁNEZ, F.⁽¹⁾; SANTOS, M.⁽¹⁾; SEGURA, J. M.⁽¹⁾; BLANCO, R.⁽¹⁾; SÁNCHEZ, J. A.⁽²⁾ Y TELLO, J.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
Cañada de San Urbano, s/n. 04120 Almería
E-mail: jtello@ual.es

⁽²⁾ Dpto. de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Almería
Cañada de San Urbano, s/n. 04120 Almería

Se ha evaluado en campo la respuesta de los olivos enfermos frente a métodos de desinfección de suelo de tipo físico, biológico y combinación de ambos (solarización, biofumigación y biosolarización, respectivamente), encaminados a controlar la verticiliosis o seca del olivo, una de las enfermedades más graves que afecta a este cultivo (agente incitante *Verticillium dahliae*). Se presenta la influencia de dichos tratamientos sobre el desarrollo del cultivo. En una finca con 90 olivos de ocho años gravemente afectados por seca de ramas y árboles completos, se ensayaron los tratamientos mencionados utilizando como materia orgánica biofumigante hojas de olivo, tres repeticiones por tratamiento y parcelas testigo. Se evaluó el crecimiento de los olivos, tamaño de frutos, etc. y el efecto herbicida de la desinfección. Previamente el patosistema *V. dahliae* y olivo fue estudiado, buscando métodos fiables de detección de dicho hongo. Paralelamente se comprobó la evolución de las poblaciones de microorganismos. No hubo daños en los olivos con la biosolarización y solarización como podía pensarse por el aumento de temperatura del suelo que se logra. Estos métodos no son curativos sobre los olivos enfermos por *V. dahliae* pero sí tienen efecto herbicida, produciendo un fruto de mayor calibre y peso.

PALABRAS CLAVE: *VERTICILLIUM DAHLIAE*, MATERIA ORGÁNICA BIOFUMIGANTE, OLIVO Y HERBICIDA

1 ► INTRODUCCIÓN

La verticiliosis del olivo, es considerada hoy en día por parte de los agricultores como la enfermedad más grave que afecta a este cultivo, por los daños que produce sobre la planta y por la falta de una metodología de control que sea eficaz.

Se distinguen dos complejos sintomatológicos denominados “Apoplejía” y “Decaimiento lento”. La apoplejía consiste en una muerte rápida de ramas o de la planta completa. Suele producirse durante el otoño o invierno. Las hojas quedan adheridas, aunque en árboles muy jóvenes pueden desprenderse. El decaimiento lento aparece principalmente en primavera. El síntoma más característico es la desecación y momificado de las inflorescencias, que permanecen adheridas, en tanto que las hojas se desprenden. La superficie de las ramas afectadas adquiere con frecuencia un color morado peculiar y, en ocasiones, se produce una coloración marrón o rojiza en los tejidos vasculares. Las plantas jóvenes pueden morir a consecuencia de la infección y los árboles suelen mostrar unas ramas afectadas y otras aparentemente sanas. La raíz de las plantas afectadas sólo muere ocasionalmente, por lo que en la mayor parte de los casos el olivo rebrota normalmente y en los años siguientes puede manifestar de nuevo la enfermedad (Trapero y Blanco, 1999).

En la lucha contra esta enfermedad, se han probado ciertos métodos de control, si bien con resultados inciertos, entre ellos desinfecciones químicas del suelo para lo cual se ha recomendado la utilización Bromuro de Metilo + Cloropicrina, y de Metam-Sodio + Solarización para evitar problemas de replantación. También se han dado recomendaciones sobre la desinfección física del suelo por medio de la solarización (Katan y De Vay, 1991), y la utilización de cultivares con cierto nivel de resistencia al patógeno (Trapero y Blanco; 1999).

En este trabajo se han evaluado en campo métodos de desinfección de suelos encaminados a controlar la verticiliosis en el olivar: un método de control físico como es la solarización, un método biológico: la biofumigación, y la combinación de ambos métodos: la biosolarización.

La solarización es un método de desinfección de suelos que se basa en el aumento de las temperaturas del suelo hasta niveles letales para los microorganismos, logrando una esterilización biológica de los suelos. Consiste en la colocación de láminas de polietileno transparente sobre un suelo regado a saturación en los meses de máximas temperaturas. Es un método esterilizante de los microorganismos del suelo debido a las altas temperaturas que se logran pero su efecto sólo es notable en las capas superiores del suelo.

La biofumigación utiliza los gases y otros productos resultantes de la biodegradación de las enmiendas orgánicas y residuos agroindustriales como fumigantes para el control de los organismos patógenos de vegetales, se contribuye con ello, además, a resolver los problemas ambientales graves que estos productos pueden ocasionar (Bello, 1998).

Es un método que incrementa notablemente las poblaciones de microorganismos saprofitos del suelo reduciendo las poblaciones de patógenos por mecanismos de antagonismo y competencia con ellos.

La biofumigación se diferencia del uso de las enmiendas orgánicas en las características de los materiales biofumigantes y en el método de aplicación (Bello *et al.* 1999). Estos deben ser restos vegetales frescos, con una relación carbono/nitrógeno elevada debiendo incorporarse al suelo de forma que se composten in situ, para lo que es imprescindible un grado adecuado de humedad en los suelos que permita la descomposición de los restos. Bello *et al.* (2003) señalan que la hoja de olivo es un buen biofumigante y será una materia orgánica que utilizaremos en el presente trabajo.

La combinación de ambos métodos, la biosolarización, también es un método esterilizante de los microorganismos del suelo al igual que la solarización. Sin embargo, a esta acción desinfectante hay que sumar la acción de los gases biocidas liberados en la descomposición del material biofumigante, estos son retenidos eficazmente por la lámina de polietileno, lo que mejora su penetración a mayor profundidad en el suelo. Tras el vacío ecológico inicial que se logra con la solarización, el alto contenido en materia orgánica del suelo favorece la rápida colonización por organismos saprofitos antagonistas de los patógenos del suelo.

Se ha evaluado la influencia que estos tratamientos de desinfección de los suelos han tenido sobre el desarrollo del cultivo, crecimiento de los árboles, producción, efecto sobre la germinación de las malas hierbas. En otros trabajos, complementarios de este, se ha abordado el estudio microbiológico de los suelos desinfectados, así como la influencia de los mismos sobre las propiedades físico-químicas del suelo.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Elección de la parcela para realizar los ensayos

Los trabajos se realizaron en una finca próxima a la localidad de Canena (Jaén), conocida como “La Casería”, se consideró apropiada para esto por las razones que a continuación se exponen:

- Tamaño adecuado: 2,5 ha, y unos 500 olivos, toda ella en terreno homogéneo.
- Presencia de abundantes problemas de seca de olivos, y desarrollo irregular de los árboles a consecuencia de esto.
- Olivar joven, plantado en 1995, con un marco real a 7 x 7 metros y a un solo pie, aunque por problemas de seca algunos presentan hasta 2 ó 3 pies.
- Instalación de riego por microdifusión en la parcela.

- Buen acceso y cercana a Canena (a unos 6 km).
- Predisposición por parte de los dueños a que se realicen los ensayos en ella.



Figura 1. Parcela con olivo sometida a solarización. Obsérvese el sistema de unión de las dos capas de film plástico, mediante cinta adhesiva de empaquetar.

Elección del material biofumigante

El material biofumigante a elegir debía cumplir una serie de requisitos: ser barato, de fácil disponibilidad en los meses de verano, presente en la comarca, abundante y apto para utilizarlo como material biofumigante.

La hoja de olivo, al ser un residuo de las almazaras resulta ser un material muy abundante en la zona, e incluso muy barato. Esta hoja procede de las líneas de limpieza primaria del fruto situadas tras la recepción en las almazaras, es un residuo que se recoge muy abundantemente en aquellas zonas en las que se recoge la aceituna del suelo por barrido, y sobre todo aquellos años en los que la recolección se alarga con motivo de las lluvias, como ocurrió en la campaña 2002/03.

Es costumbre en la zona que durante la campaña de recolección estos restos se retiren de las almazaras y se amontonen en un lugar habilitado para ello, para luego repartir la hoja por el campo en los meses estivales, momento óptimo para realizar los tratamientos. Con la elección de la hoja de olivo se busca un doble objetivo, por un lado probar su efecto como

biofumigante, y por otro lado dar una salida a un residuo que se recoge anualmente en grandes cantidades y que se considera, por parte de muchos técnicos, como una importante fuente de inóculo de hongos patógenos, por tanto es preciso probar si la reutilización de la hoja es fitosanitariamente segura para el cultivo del olivar.

Trabajos de campo

• Preparación del terreno

El sistema de manejo del suelo en la finca “La Casería” era el no laboreo con cubierta vegetal, para la realización de los trabajos, se labró el terreno en una superficie correspondiente a los 90 olivos sobre los que se iban a realizar los ensayos. Las labores se realizaron con la grada de discos a una profundidad aproximada de 20 cm enterrando los restos de la cubierta vegetal.

Los 90 olivos elegidos para la realización de los tratamientos se dividieron en 15 parcelas elementales de 6 árboles cada una, de forma que cada uno de los tratamientos se pudiera ensayar sobre 3 parcelas elementales, lo que permite el tratamiento estadístico de los resultados. Los tratamientos ensayados fueron: Biofumigación con hoja de olivo (Biof), Biofumigación con hoja de olivo más alcorque con harina de maíz (Bio+Hari), Biosolarización con hojas de olivo y 6 semanas de solarización (Bio+Sol), Solarización: 6 semanas (Solar) y testigo sin tratamiento.

Las parcelas se sortearon al azar, antes de comenzar con los tratamientos en campo, y se marcaron las parcelas correspondientes a cada tratamiento con cuerdas de distintos colores. Los árboles se nombran por un código que nos permita conocer su ubicación dentro de la finca. El nombre permite fijar por la primera letra (A, B, C, D o E) la columna en la que esta situada la parcela a la que pertenece el árbol, y por el primer número (1, 2 o 3) la fila en la que se encuentra la parcela. Los subíndices (a, b, c, d, e, f) sitúan la posición de cada árbol dentro de la parcela (véase esquema en “Efecto de la solarización...” de Reyes *et al* de 2004)

• Trabajos realizados por tratamiento

Para los tratamientos de Biofumigación, Biofumigación + harina de maíz y Biosolarización, se necesitaba transportar a la finca el material biofumigante, es decir la hoja de olivo. Esta se llevó a la finca en camiones y se repartió en cada una de las parcelas sometidas a alguno de estos tratamientos a razón de 12 m³ de hoja por parcela, lo que supone unos 2 m³ de hoja por árbol, que se repartieron alrededor de cada uno de ellos en una superficie aproximada de 40 m², es decir a razón de 50 litros/m².

La hoja fue incorporada al suelo mediante un primer pase con la grada de discos y posteriormente varios pases de rotavator para lograr una mejor homogeneización de los

restos con el suelo. Para que la superficie del terreno estuviera lo más homogénea posible, característica muy deseable para las parcelas en las que se iba a cubrir la superficie con la lámina de polietileno, se dio una labor de rulo que dejó la superficie lisa y compactada.

En las parcelas destinadas al tratamiento de Biofumigación + alcorque con harina de maíz, se procedió a extraer la tierra de alrededor del tronco de cada uno de los árboles en un radio de 40 a 50 cm, y hasta una profundidad aproximada de unos 40 cm. Sobre el alcorque realizado en cada árbol, se añadieron 10 kilos de harina de maíz y se mezcló con la tierra extraída del alcorque, tras esto, se tapó el alcorque y se dejó el terreno a nivel.

Una vez realizados estos trabajos a lo largo de julio, era necesario dar un primer riego, condición indispensable para que se activaran los procesos de degradación de la materia orgánica.

En las parcelas sometidas a los tratamientos de Biofumigación, Biofumigación + harina de maíz y testigo se dio un riego inicial de 102 l/m², regando una superficie alrededor de cada árbol de 20 m² (2040 l/olivo). En las parcelas destinadas a Biosolarización y a Solarización se dio un riego a razón de 170 l/m² sobre una superficie de 20 m² (3400 l/olivo), fue un riego más abundante porque estas parcelas sólo iban a regarse en una ocasión. Este primer riego se dio el 24 de julio del 2003 y a partir de este momento se puede considerar que empiezan los procesos de desinfección del suelo.

Justo tras terminar de regar las parcelas destinadas a Biosolarización y a Solarización, se colocaron las láminas de polietileno transparente de 200 micras. Se dispusieron dos bandas de plástico de 2,20 m de ancho y 5,20 m de largo sobre la superficie del terreno, una lámina a cada lado del olivo quedando el tronco entre medias y se unieron ambas capas con ayuda de cinta adhesiva de empaquetar, los bordes exteriores del plástico, se cubrieron con tierra, de forma que quedara la lámina lo más tensa posible (Figura 1). La superficie final de terreno cubierta por plástico era de unos 20 m², superficie suficiente, debido al pequeño porte de los olivos. .

Las parcelas sometidas a Biofumigación, Biofumigación+Harina de maíz y Testigo, se regaron en otras dos ocasiones, a las dos semanas del primer riego y a las cuatro semanas. Las láminas de polietileno colocadas para los tratamientos de Solarización y Biosolarización se retiraron a las seis semanas de su colocación, presentando el terreno un contenido en humedad aún elevado.

Evaluación de los resultados de los tratamientos de desinfección

Para evaluar la influencia de los tratamientos sobre la finca, se tomaron datos sobre:

La germinación de malas hierbas en la zona de influencia de los tratamientos, para lo

cual se muestreó cada una de las parcelas sometidas a los distintos tratamientos con una cuadrícula de 30 x 40 cm, tomando datos sobre las especies encontradas, densidad por m², y tamaño de las plantas.

Para el crecimiento en longitud de los brotes se tomaron medidas del crecimiento de 5 brotes de todos los árboles, en el periodo comprendido entre octubre y noviembre. En la cosecha final se tomaron datos sobre la cosecha de cada árbol de forma individual, a nivel de parcela, se estudió el número de frutos por kilo, el calibre medio de los frutos. A nivel de tratamiento se analizó el rendimiento graso.

El número de frutos por kilo, se calculó contando el número de frutos que entraban en un kilo de aceitunas tomadas de la cosecha recogida en cada parcela elemental.

Para el calibrado de los frutos se midió el diámetro de 100 frutos recogidos al azar para cada una de las parcelas objeto de estudio y para tres parcelas elegidas en el resto de la finca cultivada en secano. Los frutos se van agrupando por intervalos variables de calibres, y en ellos se mide el diámetro ecuatorial del fruto. El rendimiento graso se analizó para una muestra tomada por cada tratamiento de desinfección, en un laboratorio especializado en grasas.

Para conocer el efecto que sobre los microorganismos del suelo habían tenido estos tratamientos de desinfección, se realizó un estudio microbiológico de los suelos, comparando el efecto entre las muestras de suelo recogidas antes de comenzar los tratamientos, y a las seis semanas del inicio de estos. En concreto el estudio se centró en el análisis cuantitativo del género *Fusarium*, utilizando para ello el medio de cultivo semi-selectivo Komada (Komada, 1975, modificado por Tello, Varés, Lacasa, 1991) y de los géneros *Pythium* y *Phytophthora* mediante el análisis con trampas vegetales (Tello, Varés, Lacasa, 1991), en concreto pétalos de clavel (Datos no presentados en esta comunicación). Para conocer la influencia que sobre las propiedades físico-químicas de los suelos había tenido la incorporación de la hoja de olivo al suelo, se realizó un estudio edafológico comparando si existían diferencias con respecto a otros sistemas de cultivo como el no laboreo con cubierta vegetal continuada, el laboreo enterrando los restos de una cubierta vegetal y el no laboreo a suelo desnudo. (Datos no presentados en esta comunicación).

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia de los tratamientos sobre la germinación de las malas hierbas

Se comprobó en campo el efecto herbicida de los tratamientos de desinfección utilizados, hecho que se muestra en la Figura 2.

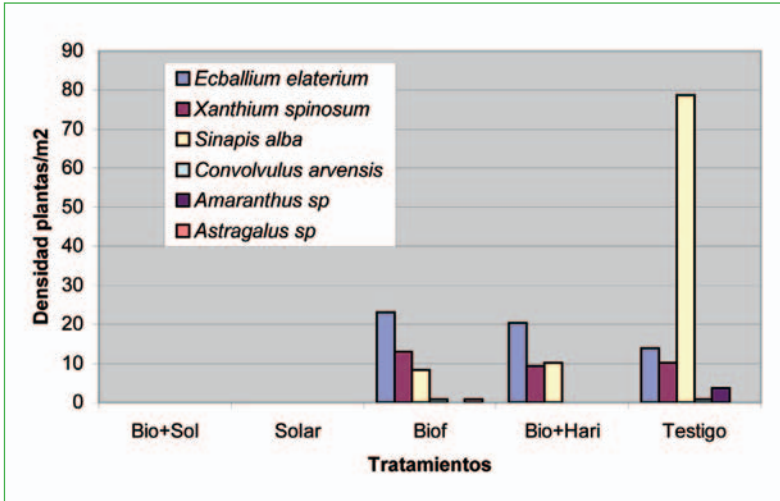


Figura 2. Efecto herbicida de los tratamientos de desinfección de suelo. Influencia sobre la distribución de especies vegetales expresado en plantas/m².

Los tratamientos de Solarización y Biosolarización tuvieron un efecto herbicida total dos semanas después de la retirada de los plásticos, momento en el que se realizó el muestreo. Los tratamientos de Biofumigación y su variante con harina de maíz, tuvieron un efecto herbicida parcial, puesto que redujeron significativamente las poblaciones de malas hierbas con respecto al Testigo.

La Figura 2, muestra la distribución en especies tras los tratamientos. Se observa como aunque en el número final de plantas/m² la Biofumigación reduzca significativamente las poblaciones de malas hierbas, al estudiar las poblaciones por especies, se comprueba que dos de ellas, *Ecballium elaterium* (pepinillos del diablo o cohombros amargos) y *Xanthium spinosum* (Caillos o cadillos), no se vieron alteradas por estos tratamientos, aumentando incluso las poblaciones con respecto al Testigo.

Sin embargo una especie de crucífera: *Sinapis alba*, si que se mostró bastante sensible a la Biofumigación reduciéndose enormemente las poblaciones de ésta. El resto de especies aparecieron en muy pequeño número, por lo que no indican una tendencia definida.

Influencia de los tratamientos sobre el crecimiento de los brotes

Las medidas del crecimiento de los brotes de los olivos de cada una de las parcelas estudiadas, nos mostraron que el mayor crecimiento se alcanzaba en los árboles sometidos al tratamiento de Biosolarización, seguido de la Solarización y de la Biofumigación, como se observa en la Figura 3.

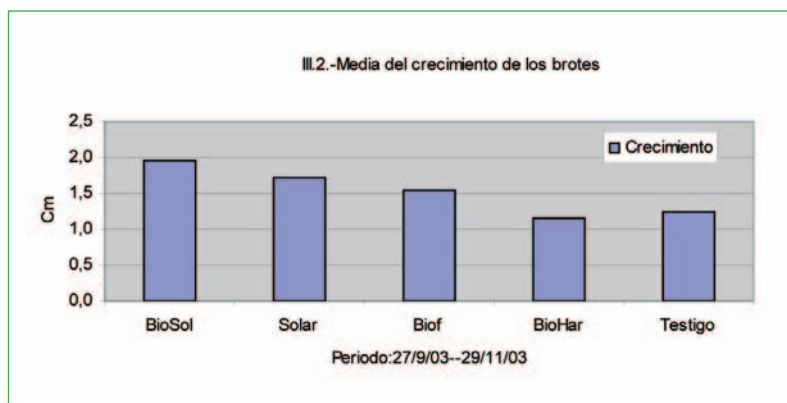


Figura 3. Media del crecimiento de los brotes de olivo para cada uno de los tratamientos de desinfección de suelos ensayado.

Sin embargo, los árboles del tratamiento de Biofumigación + harina de maíz, tuvieron el menor crecimiento, incluso por debajo del Testigo. Si bien en ninguno de los casos las diferencias entre los tratamientos fueron significativas.

En la Figura 3 se observa como los árboles del tratamiento de Biofumigación + harina de maíz son los que presentaron un menor crecimiento de brotes. Esto apoya a las observaciones de campo, en las que se comprueba que los árboles no han respondido nada bien a este tratamiento, secándose desde el primer momento algunos árboles, y causando defoliaciones en otros. La mala respuesta al tratamiento se debe al alcorque con harina de maíz, ya que los árboles sometidos a biofumigación sin harina, han respondido bien al tratamiento, y no se ha observado nada aún (8 meses después) que indique lo contrario.

Influencia de los tratamientos sobre la cosecha de los olivos

La diferencia entre el tamaño de los distintos árboles dentro de cada una de las parcelas es la principal causa de variación en la cosecha final de las distintas parcelas, este hecho hace que la media de la cosecha por parcela para cada tratamiento no sea indicadora de la influencia de los tratamientos sobre la cosecha. Para evaluar la influencia de los tratamientos sobre la cosecha final, se ha recurrido a la medida de otros parámetros: peso medio por fruto, calibre medio de los frutos y rendimiento graso. Se incorpora aquí la medida de estos parámetros además de para todos los tratamientos estudiados para el resto de árboles de la finca, cultivados en secano.

- **Peso medio por fruto**

Los tratamientos de desinfección para los cuales se logró un mayor peso de las aceitunas

fueron aquellos en los que se colocó la película de polietileno, es decir la Solarización y la Biosolarización, seguidos del de Biofumigación según se observa en la Figura 4.

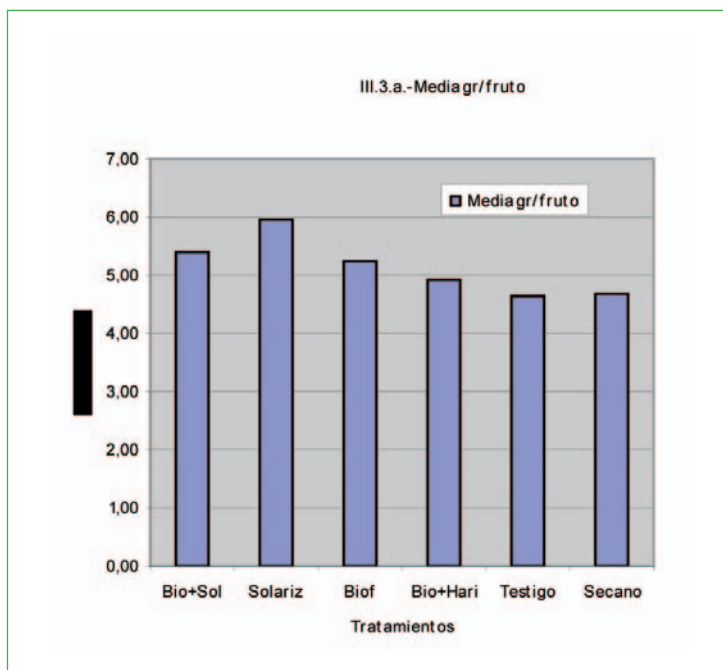


Figura 4. Influencia de los tratamientos de desinfección de suelo del olivar sobre el peso de la aceituna cosechada.

- **Calibre de los frutos**

Los frutos procedentes de las parcelas sometidas a Solarización seguidas de las sometidas a Biosolarización y a Biofumigación fueron los que alcanzaron un mayor calibre según se observa en la Figura 5. Se ordenan de acuerdo al orden observado en el peso de los frutos.

- **Rendimiento graso**

Los tratamientos de Solarización y Biosolarización que son con los que se logró un mayor tamaño y calibre de los frutos son los que tienen un contenido graso más bajo, puesto que el contenido en agua de estos frutos es mayor.

Los frutos tomados de las parcelas en secano son los que tienen el mayor rendimiento graso, seguidos de los procedentes de la Biofumigación+ harina (Figura 6), pero esto último se debe a la mala respuesta de los árboles al alcorque con harina de maíz, en el cual han aparecido notables problemas en el desarrollo de algunos árboles.

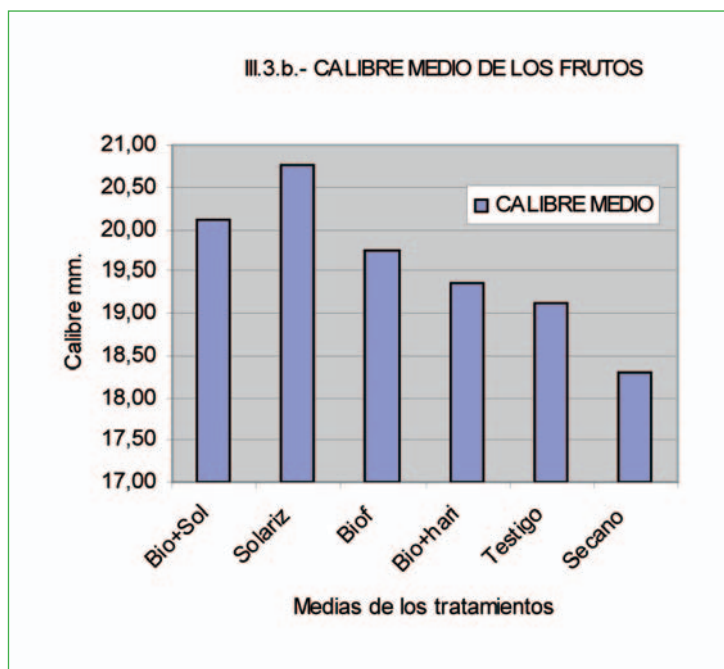


Figura 5. Influencia de los tratamientos de desinfección de suelo sobre el calibre de la aceituna cosechada .

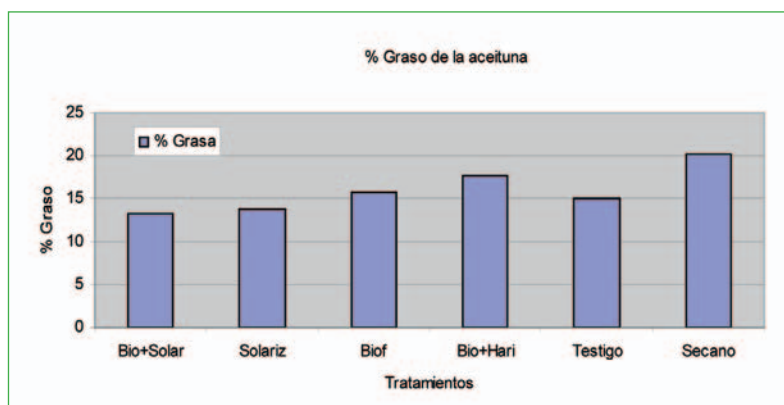


Figura 6. Influencia de los tratamientos de desinfección de suelo sobre el Rendimiento Graso de la aceituna cosechada.

Estudio del coste de los tratamientos de desinfección

Para el análisis de los costes de cada tratamiento, hay que tener en cuenta una serie de labores preparatorias del terreno comunes a todas las parcelas, y sobre este coste mínimo

para el testigo ir sumando los costes que supone la realización de la biofumigación para los tres tratamientos en la que se utiliza esta y la de colocación de la película plástica para los dos tratamientos en los que se utiliza.

El material biofumigante es gratuito, pero el transporte hasta la finca supone un coste elevado si se hace por medios ajenos, coste que se reduce notablemente si se hace por medios propios. Igual ocurre con las labores de reparto de la hoja y enterrado de esta.

El otro coste importante es el de la colocación de plástico, puesto que la lámina de polietileno transparente de 200 micras es muy barata 0,04 €/m². Cuando no se tiene en cuenta los gastos de colocación del plástico porque lo realiza el propio agricultor, los costes finales de este proceso se reducen enormemente (Figura 7).

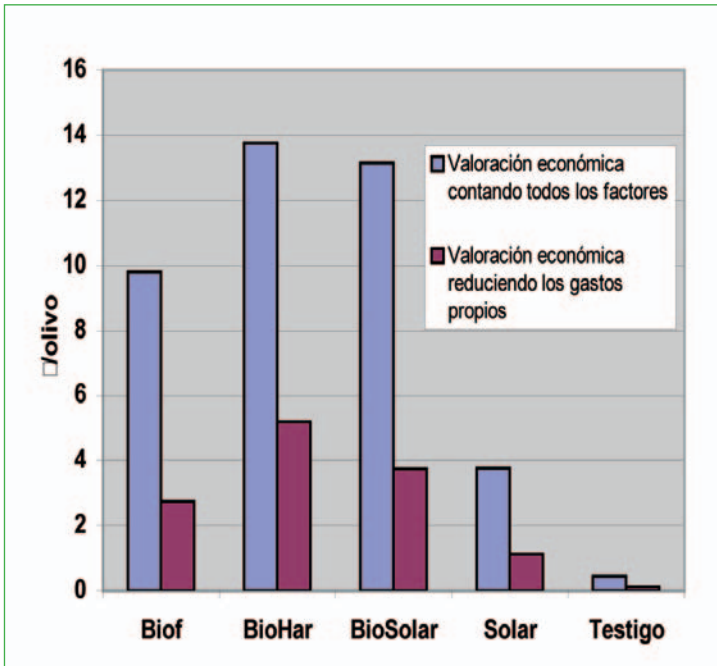


Figura 7. Estudio de costes de los tratamientos de desinfección de suelos. Izda: Coste de los tratamientos teniendo en cuenta todos los factores. Dcha: Coste de los tratamientos descontando los gastos propios.

4 ► CONCLUSIONES

Los tratamientos de Solarización y Biosolarización resultaron tener un efecto herbicida total a las dos semanas de la retirada de las láminas de polietileno. Los tratamientos de

Biofumigación y su variante con harina de maíz redujeron significativamente la germinación de malas hierbas con respecto al tratamiento Testigo.

Los olivos sometidos a los tratamientos de Biosolarización, Solarización y Biofumigación tuvieron un crecimiento mayor al Testigo, el tratamiento de Biofumigación + harina de maíz provocó problemas en el desarrollo de algunos árboles por lo que el resultado final del crecimiento fue inferior al testigo.

La cosecha media por parcela para cada tratamiento no mostraba la influencia que estos habían tenido sobre la misma debido a la gran heterogeneidad entre los árboles dentro de una misma parcela. El estudio de otras variables nos permitió comprobar como:

La Solarización, seguido de la Biosolarización, Biofumigación y Biofumigación + Harina de maíz produjeron un aumento en el peso de los frutos y en el calibre con respecto al Testigo. El rendimiento graso muestra una tendencia de a mayor calibre del fruto menor contenido en aceite porque aumenta el contenido en agua del fruto. Los resultados aquí presentados son semejantes a los obtenidos en diversas partes del planeta, en cultivos herbáceos.

La novedad que se aporta es que sobre cultivos leñosos, y en especial el olivo, se encuentra una escasa información escrita al respecto. Entre las razones esgrimidas para esta deficiencia experimental en especies leñosas, está la sospecha entre muchos técnicos de que estos tratamientos al suelo puedan dañar las plantas por el aumento de la temperatura del suelo por ejemplo. Esto tiene una cierta razón en los resultados aquí presentado, y es el hecho de que el tratamiento de biofumigación+harina de maíz fue mortal para alguna de las plantas, pero no lo fue así en el resto de los tratamientos, que no causaron daños a los olivos.

La biosolarización es un método no curativo sobre olivos enfermos, puesto que al ser *V. dahliae* un hongo vascular, que se encuentra en el interior de los árboles, queda aislado del efecto de los tratamientos de desinfección de suelos, aunque se nota una mejoría de los árboles enfermos tras el tratamiento, como resultado de la mejora agronómica que se logra en el suelo con la incorporación de la materia orgánica.

El coste final de los tratamientos realizados por el beneficio agronómico que supone para los árboles y por resolver un problema agroindustrial como es la acumulación de residuos de almazara, no se considera caro cuando se utilizan los medios propios para la realización de los trabajos.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

• BELLO, A. 1998

Biofumigation and integrated pest management, pp 99-126 In: A. Bello, J. A.

- **GONZÁLEZ, M.; ARIAS, R. Y RODRÍGUEZ - KÁBANA, Eds.**
Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. Phytoma-España, DG XI EU, CSIC, Valencia, España.
- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A.; DÍAZ - VIRULICHE, L.; SANZ, R. Y ARIAS, M. 1999**
Bio-fumigation and local resources as methyl bromides alternatives. Abstracts 3rd International Workshop "Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries", 7-10 December, Heraclion, Creta, Grecia, 17 p.
- **BELLO, A.; DÍAZ - VIRULICHE, L.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A.; GARCÍA ÁLVAREZ, A. 2003**
Evaluación de nuevos biofumigantes. Pag 371-466. En: A. Bello, J. A. López-Pérez, A. García Álvarez, (eds) Biofumigación en Agricultura Extensiva de Regadío. Mundi Prensa. Alicante. 670 pp.
- **KATAN, J. Y DE VAY, J. E., (Eds) 1991**
Soil Solarization. CRC Press. Boca Raton, EEUU. 267pp.
- **REYES REYES, J. M. 2004**
Aplicación de ensayos de Biofumigación y Biosolarización con residuos de almazara para el control de problemas de suelo en olivar. EPS. Ingeniero Técnico Agrícola. Universidad de Almería. Proyecto Monográfico Fin de Carrera. 339 pp.
- **TELLO, J; VARÉS, F. Y LACASA, A. 1991**
Análisis de muestras, pp 39-48. En: Manual de laboratorio. Diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos. M.A.P.A., Madrid, 485 pp.
- **TRAPERO, A. Y BLANCO, M. A., 1999**
Enfermedades del olivo, pp 476-532. In: D. Barranco, R. Fernández -Escobar, L. Rallo, (eds). El cultivo del olivo 3ª ed. Mundi -Prensa. Madrid. 701 pp.

DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD CELULASA DEL COMPOST DE ORUJO DE VID

SANTOS, M.⁽¹⁾; DIÁNEZ, F.⁽¹⁾; VALENZUELA, J. L.⁽²⁾ Y TELLO, J.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
Carretera Sacramento, s/n. 04120 La Cañada de San Urbano (Almería)
E-mail: msantos@ual.es

⁽²⁾ Dpto. de Biología Vegetal, Botánica y Ecología Universidad de Almería
Carretera Sacramento, s/n. 04120 La Cañada de San Urbano (Almería)

RESUMEN

Existe un grupo importante de hongos y bacterias que presentan efectos antagonicos con otros microorganismos y esta acción puede ser aprovechada como una forma de control biológico de patógenos vegetales. Un tipo de interacción directa entre los microorganismos antagonistas y el patógeno es el parasitismo. Generalmente, en este tipo de relación están implicadas enzimas extracelulares tales como la quitinasa, la celulasa y proteasas, entre otras, que rompen la estructura de los hongos a los cuales parasita. En este trabajo estudiamos la actividad celulasa existente en los extractos acuosos del compost agotado de orujo de vid, y de algunos microorganismos presentes en el mismo, y que han mostrado un antagonismo claro frente a *Pythium aphanidermatum*.

Los extractos acuosos del compost se obtuvieron mediante agitación vigorosa del compost en agua destilada en proporción 1/3 (p/v) durante 1 día, 1 semana y 2 semanas. Alícuotas de 600 µl de cada una de las condiciones, fueron añadidas a pocillos de 1 cm. de diámetro, practicados en placas de Petri que contenían como medio de cultivo exclusivamente carboximetilcelulosa y agar. Dichas placas se incuban a 25°C y 30°C durante 48 h. Se realizan 5 repeticiones para cada ensayo y condición. La actividad celulasa se observa tras dos lavados de la placa con rojo Congo al 0,5% (15 min.) y con NaCl 1M (15 min.).

Asimismo, dos aislados obtenidos del compost de orujo de vid, *Aeromonas hydrophila* y *Aspergillus parasiticus*, que presentaban un fuerte antagonismo frente a *Pythium aphanidermatum in vitro* se incubaron en agitación (150 rpm), ambos en medio PD (Patata glucosa) y PM (glucosa se sustituye por carboximetilcelulosa) a 25°C. Alícuotas de los cultivos y sus extractos microfiltrados fueron añadidos igualmente a placas de Petri con carboximetilcelulosa.

Los resultados obtenidos nos muestra que la microbiota presente en el compost presenta alta actividad celulasa en los extractos obtenidos. Asimismo, tanto *Aeromonas* como *Aspergillus*, fuertes inhibidores del crecimiento fúngico de *Pythium*, presentan una elevada actividad de esta enzima en los cultivos y extractos, salvo para *Aeromonas* cuya actividad se pierde una vez microfiltrado el medio de cultivo, aún siendo inducida la producción de celulasa con carboximetilcelulosa. Para ambos casos, la actividad fue mayor a 30°C.

PALABRAS CLAVE: CONTROL BIOLÓGICO, *PYTHIUM* Y EXTRACTOS ACUOSOS DE COMPOST

1 ► INTRODUCCIÓN

El control biológico actualmente ocupa un lugar importante dentro de las prácticas de manejo de enfermedades de las plantas causadas por los patógenos fúngicos del suelo, principalmente de los géneros *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium*, *Phytophthora* y *Fusarium*, entre otros. Existen diversos métodos de control biológico de enfermedades de las plantas. Uno de ellos es el empleo de microorganismos antagonistas que disminuyen la densidad de inóculo o reducen las actividades de los patógenos que provocan enfermedad. Este antagonismo microbiano frente a los patógenos ocurre normalmente en la naturaleza en los llamados suelos supresores en los que no se desarrollan las enfermedades debido a la presencia de uno o varios antagonistas en dichos suelos. Bacterias, actinomicetos y hongos pueden producir antibióticos, metabolitos tóxicos o enzimas que pueden inhibir el crecimiento vegetativo, la germinación de esporas o la esporulación del patógeno, lisar el micelio o esporas o bien competir con él por una fuente limitada y necesaria para el desarrollo de la infección. Materia orgánica rica en compuestos celulósicos favorecen el desarrollo de microorganismos que pueden lisar las paredes celulares del micelio de hongos tales como *Phytophthora* o *Pythium*.

Las celulasas son sintetizadas por una variedad de microorganismos tanto por bacterias (Han & Callihan 1974; Crawford & McCoy 1972; Stutzenberger 1972; Okeke & Paterson 1992), como hongos (Ceroni y Gutiérrez-Correa 1988; Barbosa & de Queiroz 1996; Castellanos *et al.* 1999), cuando crecen en sustratos celulósicos. Las especies de hongos celulolíticos más frecuentemente estudiadas pertenecen al género *Trichoderma* por ser los mejores productores de celulasas. Sin embargo otros géneros y especies de hongos tales como *Aspergillus* (Svistova 1984; Bastawde 1992), *Cladosporium* (Abrha & Gashe 1992), *Fusarium* (Murali *et al.* 1994), *Penicillium* (Keskar 1992), *Neurospora crassa* (Yazdi *et al.* 1990), también producen celulasas. El compost ha demostrado tener en muchos casos el potencial supresor frente a enfermedades, así como sus extractos acuosos que pueden ser sustitutos de los fungicidas sintéticos (Zhang *et al.*, 1998). El conocimiento de los mecanismos a través de los cuales se produce el control biológico por acción del compost o sus extractos acuosos es necesario para incrementar el rendimiento de dicho poder supresor. El objetivo principal de este trabajo es determinar la actividad celulasa del compost de orujo de vid así como de los microorganismos aislados del mismo y que son antagonistas *in vitro* frente a *Pythium aphanidermatum*

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Medios y microorganismos

Los dos aislados obtenidos del compost de orujo de vid y que han mostrado un elevado antagonismo frente a *Pythium aphanidermatum* son *Aspergillus parasiticus* y *Aeromonas hydrophila* (datos no publicados). Para detectar la actividad celulasa de ambos

aislados, se cultivaron en los medios de cultivo líquido patata-dextrosa (PD) y patata-carboximetilcelulosa (PC), ambos azúcares al 2% de concentración. Los matraces con 200 ml de medio de cultivo se inocularon con 1 disco de cultivo de 72 h de crecimiento para el caso de *Aspergillus*, y con una colonia aislada para el caso de *Aeromonas*. La incubación se realizó con agitación orbital a 150 rpm y a 25°C durante 36 h (bacteria) y 72 h (hongo). Tras el tiempo de incubación se tomaron muestras del cultivo. Asimismo, se centrifugaron a 10000 rpm durante 15 minutos, y los sobrenadantes se esterilizaron mediante microfiltración a través de membranas estériles de 0,22 µm de tamaño de poro (Millipore®). Tanto los cultivos como los microfiltrados fueron utilizados para determinar la actividad celulasa.

Obtención de los extractos acuosos para la determinación de la actividad celulasa y su efecto supresor frente a *Pythium aphanidermatum*

Para la obtención de los extractos acuosos del compost (CWEs) de orujo de vid se añaden 100 g de compost a un matraz Erlenmeyer de capacidad 1 L, con 300 ml de agua destilada estéril (proporción 1/3 p/v). Se agita en agitador orbital a 150 rpm a 25°C durante 1 día, 1 semana y 2 semanas. A continuación, se filtra por una tela (muselina) para eliminar el exceso de materia de gran tamaño, como son las semillas de uva, fragmentos de madera y otros componentes del propio compost. A partir de aquí, se siguen diferentes procedimientos en función de las condiciones ensayadas: F: filtrado exclusivamente con la muselina; C: esterilizado mediante microfiltración; E: esterilizado a 120°C durante 30 minutos. La obtención del extracto F, se obtiene tras el filtrado de la suspensión por la muselina. Para la obtención del extracto C, y posterior a la filtración con la muselina, se centrifuga a 10000 rpm durante 10 minutos para eliminar exceso de materia orgánica y evitar posteriormente, la colmatación de los filtros. El extracto que queda después de la centrifugación se esteriliza por microfiltración a través de membranas estériles de 0,22 µm de tamaño de poro (Millipore®). Los extractos esterilizados por microfiltración fueron previamente sometidos a filtrados preparativos a través de prefiltros de tamaño mayor de poro (Millipore® AP20 y AP15). Para la obtención del extracto E, y posterior a la filtración con la muselina, se esteriliza en autoclave a 120°C durante 30 minutos, para la inactivación de todos los componentes. La esterilidad de los extractos, tanto los obtenidos por microfiltración como los esterilizados en autoclave, se comprobó mediante la adición de 1 ml de los mismos a una placa con PDA (tres repeticiones por extracto y condición), incubándose las placas a 25°C durante 2 días. Con este pequeño experimento se determinó la necesidad de la filtración previa con la muselina a la esterilización con autoclave, ya que se observaba un elevado crecimiento bacteriano, en caso de no realizar la filtración previa.

El efecto supresor de los extractos acuosos del compost frente a *Pythium aphanidermatum* se analizó añadiendo el extracto acuoso a medio PDA a tres concentraciones (5, 10 y 15%, v/v). Un disco de micelio de 0,5 cm de diámetro se colocó en el centro de la placa. Todas las placas se incubaron a 25°C y oscuridad por 3 días, tras lo cual se midió el crecimiento radial del hongo.

Determinación de la actividad celulasa

La actividad celulasa se determinó en los extractos acuosos del compost y así como en los cultivos de los microorganismos que dan positivo en el ensayo de antagonismo frente a *Pythium aphanidermatum*. Para el ensayo de la actividad celulasa se ha utilizado el método de difusión en gel de agar, basado en la decoloración de la carboximetilcelulosa (CMC) teñida con rojo congo ante la acción de la enzima (Teather and Word, 1982). En placas de Petri se vierte agar 1,7% que contiene 0,5% de CMC. Se practica con un sacabocados un pocillo en el centro de la placa y se vierten 600 µL del extracto acuoso. Se realizan 5 repeticiones para cada condición y por duplicado para incubar las placas durante 48 h a 25 y 30°C.

Posteriormente, se lavan las placas con agua para retirar el exceso de extracto que no ha difundido y se inundan con una solución de rojo congo al 0,01% durante 15 minutos. Finalmente se aclara el agar con una solución de NaCl 1 M durante 15 minutos. El ensayo es semicuantitativo y la actividad del enzima se denota por el cambio de color que aparece en el agar como consecuencia de la degradación de la CMC (Ghose, 1987).

3 ▶ RESULTADOS

La actividad hidrolizante de los cultivos y extractos acuosos del compost fue comprobada en medio de cultivo que contenía 0,5% de CMC. En la tabla 1, se muestra la actividad celulasa detectada en los extractos acuosos del compost. Se observa un descenso en la actividad a medida que aumenta el tiempo de incubación. Esto ocurre tanto en los extractos filtrados como microfiltrados, llegando en estos últimos casos, a ser nula a partir de los 7 días de incubación.

Tabla 1. Actividad media de la enzima celulasa en el extracto de compost de orujo de vid, filtrado y microfiltrado

TIEMPO/TA DE INCUBACIÓN	AGUA	EXTRACTO FILTRADO	EXTRACTO MICROFILTRADO	EXTRACTO ESTÉRIL
1 día/25°C	0±0	32,9±5,7	16,6±0,7	0±0
7 días/25°C	0±0	29,8±2,2	0±0	0±0
14 días/25°C	0±0	27±1,2	0±0	0±0
1 día/30°C	0±0	40±6,9	19,9±1,6	0±0
7 días/30°C	0±0	33,3±4,5	0±0	0±0
14 días/30°C	0±0	32,7±5,2	0±0	0±0

Por otra parte, la actividad celulasa es mayor a 30°C, detectándose la misma tendencia a medida que se incrementa el tiempo de incubación. Como es de esperar la actividad celulasa es más baja en los extractos microfiltrados que en los filtrados.

Los cultivos de *Aspergillus* y *Aeromonas* obtenidos a partir del medio suplementado con glucosa o carboximetilcelulosa, tuvieron marcada actividad lítica sobre la CMC (Tabla 2), siendo igualmente ésta mayor cuando las placas eran incubadas a 30°C. Destacar sobre todo de los resultados obtenidos, que no se detecta actividad celulasa en los cultivos microfiltrados de *Aeromonas hydrophila*. La incubación de la bacteria con el medio patata-CMC, no induce la producción de celulasas extracelulares, lo que indica que la actividad celulasa de esta bacteria termófila se debe a enzimas presente posiblemente en la membrana.

Tabla 2. Actividad media de la enzima celulasa de *Aspergillus parasiticus* y *Aeromonas hydrophila*

DIÁMETRO MEDIO DE ACTIVIDAD CELULASA (CM)							
Aislado/Ta de incubación	Agua	Cultivo (glu)	Extracto (glu)	Extracto estéril (glu)	Cultivo (CMC)	Extracto (CMC)	Extracto estéril (CMC)
<i>Aspergillus parasiticus</i> (25°C)	0±0	19,4±1,3	17,5±0,8	0±0	ND	ND	ND
<i>Aspergillus parasiticus</i> (30°C)	0±0	24,1±1,1	18,8±1,4	0±0	ND	ND	ND
<i>Aeromonas hydrophila</i> (25°C)	0±0	22,5±2,1	0±0	0±0	28,5±1,5	0±0	0±0
<i>Aeromonas hydrophila</i> (30°C)	0±0	47,4±4,6	0±0	0±0	31,4±0,9	0±0	0±0

Los resultados indican claramente el potencial que presenta el compost de orujo de vid así como los microorganismos analizados en este ensayo y que son fuertemente antagonistas de *Pythium aphanidermatum*, para producir enzimas capaces de degradar componentes de la pared celular de oomicetos.

La penetración o la degradación de la pared celular se observa frecuentemente durante el micoparasitismo, siendo responsable enzimas tales como la β -1,3-glucanasas, quitinasas, celulasas y proteasas producidas por microorganismos antagonistas (Haran *et al.*, 1996; Vázquez-Garcidueñas *et al.*, 1998). La manipulación genética de una cepa de *Trichoderma longibrachiatum* Rifai, incrementando el número de copias del gen *egl1*, que codifica para

una β -1,4-endoglucanasa, incrementa la actividad de esta enzima, lo que se traduce en un aumento de la supresividad que ejerce *Trichoderma* sobre *Pythium ultimum*, debida a la degradación de su pared celular (Migheli *et al.*, 1998). La caracterización de los compuestos presentes en los extractos acuosos del compost de orujo de vid, tales como antibióticos, sideróforos, enzimas lisogénicas y componentes volátiles, es fundamental para comprender los diferentes mecanismos que implican los fenómenos de supresividad.

4 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ABRHA, B. Y GASHE, B. A. 1992**
Cellulase production and activity in a species of *Cladosporium*. *World J. Microbiol. and Biotech.* 8: 164-166.
- **BARBOSA, E. Y QUEIROZ, M. A. 1996**
Cellulolytic fungi isolated from processed oats. *Rev. de Microb. Sao Paulo.* 27(1): 7-9.
- **BASTAWDE, K. B. 1992**
Cellulolytic enzymes of a thermotolerant *Aspergillus terreus* strain and their action on cellulosic substrates. *World J. Microbiol. and Biotech.* 8: 45-49.
- **CASTELLANOS, P.; LANCHO, A.; RENGIFO, M. Y VILCHES, L. 1999**
Biosíntesis de celulasa: Aislamiento de cepas celulolíticas. VIII Reunión Científica del ICBAR. Lima. pág. 67.
- **CERONI, A. Y GUTIERREZ - CORREA M. 1988**
Producción de celulasas por hongos: estudios cinéticos en hongos silvestres. *Boletín de Lima* 55:13-20.
- **CRAWFORD, D. L. Y Mc COY, E. 1972**
Cellulases of *Thermomonospora fusca* and *Streptomyces thermodiastaticus*. *Appl. Microbiol.* 24(1): 150-152.
- **GHOSE, T. K. 1987**
"Measurement of cellulose activities". *Pure and Appl. Chem* 59:257-268.
- **HAN, Y. W. Y CALLIHAN, C. D. 1974**
Cellulose fermentation: Effect of substrate pretreatment on microbial growth. *Appl. Microbiol.* 27(1):159-165.
- **HARAN, S.; SCHICKLER, H.; OPPENHEIM, A. Y CHET, I. 1996**
Diferential expression of *Trichoderma harzianum* chitinases during mycoparasitism. *Phytopathology* 86: 980-985.
- **KESKAR, S. S. 1992**
Cellulase production by *Penicillium janthinellum*. *World J. Microbiol. and Biotech.* 8: 534-535.
- **MIGHELI, Q.; GONZÁLEZ - CANDELAS, L.; DEALESSI, L.; CAMPONOGARA, A. Y RAMÓN - VIDAL, D. 1998**
Transformants of *Trichoderma longibrachiatum* overexpressing the β -1,4-endoglucanase gene *egl1* show enhanced biocontrol of *Pythium ultimum* on cucumber. *Phytopathology* 88: 673-677.
- **MURALI, H. S.; MOHAN, M. S.; MANJA K. S. Y SANKARAN, R. 1994**
Cellulolytic activity of four *Fusarium* spp. *World J. Microbiol. and Biotech.* 10: 487.
- **OKEKE, B. C. Y PATERSON, A. 1992**
Simultaneous production and induction of cellulolytic and xylanolytic enzymes in a *Streptomyces* sp. *World J. Microbiol. and Biotech.* 8: 483-487.
- **STUTZENBERGER, F. J. 1972**
Cellulolytic activity of *Thermomonospora curvata*: Nutritional requirements for cellulase production. *Appl.*

Microbiol. 24(1): 77-82.

• **SVISTOVA, I. D. 1984**

Síntesis de celulasa de *Aspergillus terreus*. Resumen de la sustentación del Grado de candidato en Ciencias Biológicas. Academia de Ciencias. Moscú.

• **TEATHER, R. M. Y WOOD, P. J. 1982**

Use of Congo red-polysaccharide interactions in enumeration and characterization of cellulolytic bacteria from the bovine rumen. Appl. Environ. Microbiol. 43:777-780.

• **VÁZQUEZ - GARCIDUEÑAS, S.; LEAL - MORALES, C. A. Y HERRERA - ESTRELLA, A. 1998**

Análisis of the β -1,3-glucanolytic system of the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. Applied and Environ. Microbiol. 64:1442-1446.

• **YAZDI, M. T.; WOODWARD, J. R. Y RADFORD, A. 1990**

The cellulase complex of *Neurospora crassa*: activity, stability and release. Journal of General Microbiology. 136: 1313-1319.

• **ZHANG, W.; HAS, D. Y.; DICK, W. A.; DAVIS, K. R. Y HOITINK, H. A. J. 1998**

Compost and compost water extract-induced systemic acquired resistance in cucumber and *Arabidopsis*. Phytopathology 88:450-454.

EVALUACIÓN DE LA BIOSOLARIZACIÓN CON RESTOS DE COSECHA EN UN CULTIVO DE TOMATE RAF EN UN ABRIGO DE MALLA EN EL CAMPILLO DE GATA (Níjar, Almería)

**SEGURA, J. M.; DE CARA, M.; DIÁNEZ, F.; REYES, J. M.; GARCÍA - GÁMEZ, I.; MARTÍNEZ, R. E.;
SANTOS, M.; BOIX, A. Y TELLO, J.**

Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
Carretera Sacramento s/n. 04120 Almería
E-mail: jsv315@alboran.ual.es

RESUMEN

En la zona conocida como Campillo de Gata, limítrofe con el Parque Natural Cabo de Gata-Níjar en Almería, se ha realizado tradicionalmente el cultivo de tomate Raf. Esta variedad no cuenta con genes de resistencia vertical y por lo tanto es susceptible a la infección por parte de numerosos patógenos. Actualmente, en algunas explotaciones se están produciendo mermas muy importantes en la producción de este tomate debido a la incidencia de la traqueomicosis producida por *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*.

A través de este trabajo se intenta difundir los resultados obtenidos con el tratamiento de desinfección de suelo conocido como “Biosolarización”, en el control de la Fusariosis vascular del tomate.

El ensayo se ha realizado en una finca situada en el Campillo de Gata, cerca de la barriada de Pujare (Níjar), en un abrigo de malla y sobre un suelo enarenado.

La “Biosolarización” se ha evaluado valorando la incidencia de la enfermedad antes y después del tratamiento a lo largo de toda la campaña, comparando los resultados con una parcela testigo sin ningún tratamiento y con otra tratada con bromuro de metilo. Para ello se han realizado curvas de la progresión de la enfermedad a lo largo de todo el cultivo contando el total de plantas en cada tratamiento.

También se ha evaluado la variación de la población de Fusaria antes y después de los tratamientos, mediante análisis de suelos, utilizando el medio selectivo, para *Fusarium* spp., llamado Komada.

Los resultados obtenidos demuestran que la “Biosolarización” es un tratamiento válido para el control de la Fusariosis vascular del tomate, y una alternativa firme al bromuro de metilo.

PALABRAS CLAVE: *LYCOPERSICUM ESCULENTUM*, *FUSARIUM OXYSPORUM* FSP. *LYCOPERSICI*, BIOSOLARIZACIÓN Y DESINFECCIÓN DE SUELO

1 ► INTRODUCCIÓN

En la zona conocida como Campillo de Gata, limítrofe con el Parque Natural Cabo de Gata – Níjar en Almería, se ha realizado tradicionalmente el cultivo de tomate *Raf*. Esta variedad no cuenta con genes de resistencia vertical y por lo tanto es susceptible a la infección por parte de numerosos patógenos.

Debido al cultivo intensivo de tomate sobre tomate todas las campañas (ya no se realizan las tradicionales rotaciones de cultivos), durante las últimas campañas, en algunas explotaciones, se están produciendo mermas muy importantes en la producción de este tomate, debido a la incidencia de la traqueomicosis producida por *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* llegando en determinadas explotaciones a un 30% del total de las plantas del cultivo afectadas.

Esta situación está llevando a algunos agricultores a barajar la posibilidad de volver a utilizar el bromuro de metilo para el control de la Fusariosis, en sus explotaciones. Pero esta práctica no es conveniente debido a que el uso del bromuro de metilo está restringido, por su efecto destructor de la capa de ozono estratosférico desde la IV reunión del Protocolo de Montreal en Copenhague (noviembre, 1992) (Bello y Tello, 1998).

Por este motivo, desde el Departamento de Producción Vegetal de la Universidad de Almería, se planteó la posibilidad de evaluar la Biosolarización como una técnica de control de patógenos en el suelo que valiera como alternativa al bromuro de metilo.

La Biosolarización es una técnica que resulta de la combinación de dos técnicas de desinfección de suelo, una es la Biofumigación, que se basa en la utilización de los gases resultantes de la biodegradación de la materia orgánica, que tiene lugar en el suelo, y la otra es la Solarización que utiliza la energía solar en el control de los patógenos del suelo. (Bello y Tello, 1998).

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se ha realizado en una finca cercana a la pedanía nijareña, conocida como Pujaire. La estructura utilizada ha sido un abrigo de malla y cuenta con un suelo enarenado. En la parcela de ensayo se lleva cultivando tomate *Raf* desde hace 9 años campaña tras campaña.

Los tratamientos que se han evaluado son: desinfección con bromuro de metilo, solarización, biosolarización con restos de cosecha de tomate, biosolarización con restos de cosecha de melón, y un testigo, que ha consistido en una parcela sin tratamiento alguno y otra donde se ha realizado una solarización.

La superficie de cada tratamiento ha sido la que se muestra en el Cuadro 1.

Durante la campaña 2002/03 se midió la incidencia de la Fusariosis en el cultivo. Y ya durante la campaña siguiente (2003/04) se volvió a medir la incidencia de la enfermedad para comprobar el efecto de los tratamientos sobre la misma. Las medidas se han realizado contando las plantas con síntomas sobre el total de plantas existentes en cada tratamiento. Los síntomas que se tuvieron en cuenta para constatar que las plantas estaban afectadas por la *Fusariosis* fueron: amarilleamiento de las hojas más viejas, epinastia marcada en las horas centrales del día y los vasos xilemáticos oscurecidos (Messiaen *et al*, 1995). Además se realizaron aislamientos del tallo de algunas plantas con los síntomas para confirmar la presencia de *Fusarium*, en medio de cultivo de patata dextrosa agar (PDA).

Cuadro 1. Superficies y códigos asignados a los ensayos y muestras de suelo de los abrigos de malla

Tratamientos	Superficie	CÓDIGOS	
		Arena	Tierra de cañada
Testigo	76 m ²	Te – A	Te – B
Solarización	76 m ²	Slr – a	Slr – t
Bromuro de metilo	1171 m ²	Br ch – a	Br ch – t
Biofumigación tomate	535 m ²	T – A	T – B
Biofumigación melón	304 m ²	M – A	M – B

Los tratamientos de desinfección del suelo fueron aplicados durante los meses de agosto y septiembre.

El bromuro de metilo fue realizado por un aplicador autorizado, la formulación utilizada fue: 98% de bromuro de metilo y un 2% de cloropicrina, utilizando una dosis de 30 gramos por metro cuadrado. Mientras que las biosolarizaciones fueron realizadas por nosotros. El procedimiento seguido para realizar las biosolarizaciones es el siguiente:

- ▶ En el tomate como material vegetal, se separó la rafia previamente de la planta.
- ▶ Al tratarse de un suelo enarenado se retiró la capa de arena, en la línea donde se plantaría el cultivo futuro, del mismo modo que un retranqueo.
- ▶ En las líneas abiertas se extendieron los restos de cosecha (de tomate y de melón según cada ensayo)

- ▶ Estas líneas volvieron a ser enterradas, y sobre ellas se extendieron las tuberías portagotos.
- ▶ Por último se cubrieron las calles con una lámina transparente de polietileno de 150 galgas, y se regó hasta saturación.
- ▶ Una vez acabado el riego, se dejaron los plásticos 40 días, para que se llevara a cabo el proceso de biofumigación.

Asimismo se dejaron dos parcelas como testigo. En una de ellas solamente se realizó una solarización convencional, con el objeto de determinar el aporte de la solarización y en la otra parcela no se realizó tratamiento alguno salvo un riego en la misma fecha que en las anteriores.

La variación de la población de *Fusarium oxysporum* en el suelo, ha sido evaluada antes y después de cada tratamiento, tomando tres muestras por cada tratamiento, cada una de las muestras, es doble, ya que consta de una submuestra de arena y de otra de tierra de cañada al tratarse de un suelo enarenado.

Las muestras de arena se tomaron de la más profunda, es decir, la que está justo en contacto con la tierra de cañada. Así mismo, la tierra de cañada se tomó a una profundidad de 10 centímetros.

El análisis de los suelos para determinar las poblaciones de *Fusarium*, se hizo mediante la técnica descrita por Tello *et al*, 1991.

Con los análisis de suelo se ha comprobado si existen diferencias significativas antes de realizar los tratamientos en cada muestra de suelo, y después de los mismos, con el fin de comprobar si los tratamientos influyen sobre las poblaciones de *Fusarium* en el suelo.

Los resultados se sometieron a análisis de la varianza (ANOVA), considerando la diferencia mínima significativa con una probabilidad de error de un 5%.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Evolución de la enfermedad**

La incidencia de la enfermedad evaluada en la campaña 2002/03 aparece en la Figura 1. Estas medidas fueron realizadas el 24 de enero, el 9 de febrero, el 23 de febrero y el 9 de marzo de 2003. El cultivo se transplantó el 23 de septiembre de 2002.

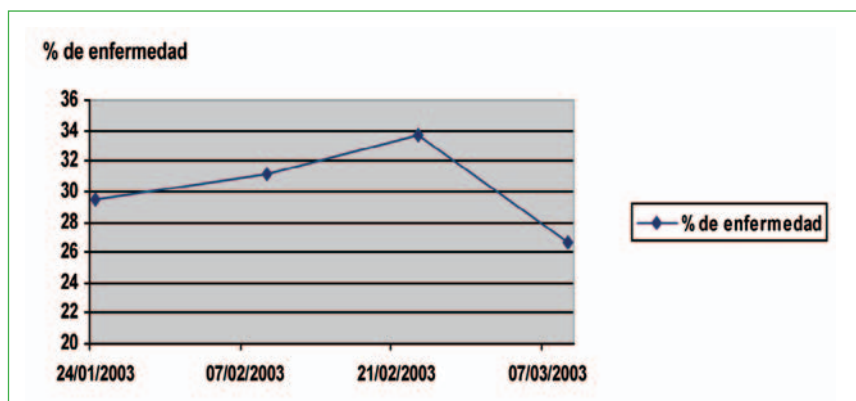


Figura 1. Porcentaje de la enfermedad antes de los tratamientos de Biosolarización

A final de febrero se alcanzó un máximo en el porcentaje de plantas con síntomas de Fusariosis, llegando a un 33,64%. En la parcela donde se aplicó el bromuro de metilo se midió un 7% de enfermedad sobre el total de plantas. Después de los tratamientos, la evolución de la enfermedad en las parcelas donde fueron realizados los tratamientos fue la que se muestra en la Figura 2.

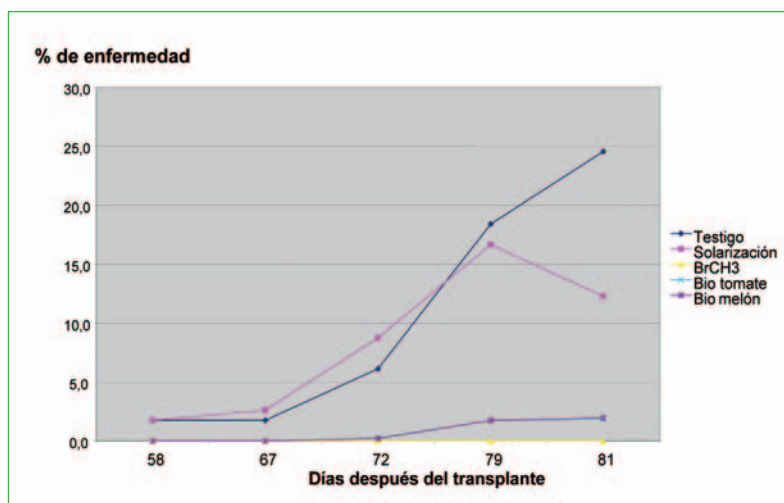


Figura 2. Evolución de la Fusariosis después de cada tratamiento

La gráfica muestra claramente como cada uno de los tratamientos reduce considerablemente la incidencia de la enfermedad sobre el cultivo. Hay que destacar al bromuro de metilo que la reduce de un 7% hasta ser nula, hasta los 81 días después del transplante. La solarización muestra

una evolución similar al testigo en blanco, debido quizás al tratarse de un suelo enarenado y la arena del mismo, actúa de modo similar al plástico, mientras que las biosolarizaciones muestran un retraso en la aparición de la enfermedad y un porcentaje bastante menor frente al testigo. Existen diferencias significativas entre todos los tratamientos evaluados.

• **Evolución de las poblaciones de *Fusarium oxysporum* después de los tratamientos**

Los resultados de los análisis de la arena del enarenado antes y después de realizar los tratamientos son los mostrados por la Figura 3. No existe diferencia entre los tratamientos.

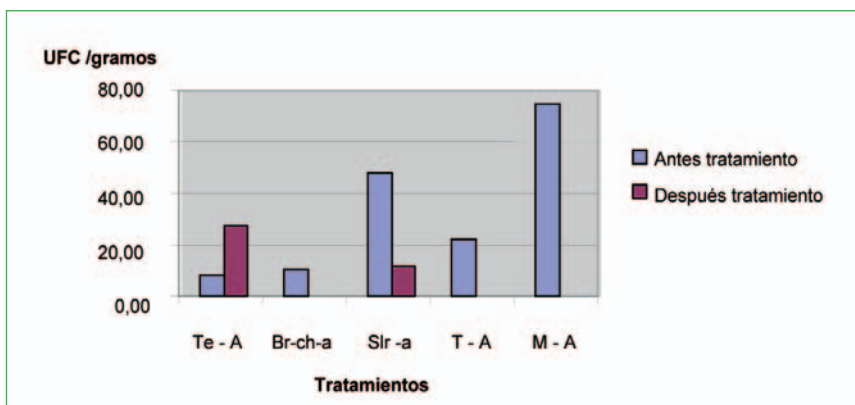


Figura 3. Variación en la densidad de inóculo de *Fusarium oxysporum* en la arena.

Los resultados de los análisis de la tierra de cañada del enarenado antes y después de realizar los tratamientos son los mostrados por la Figura 4.

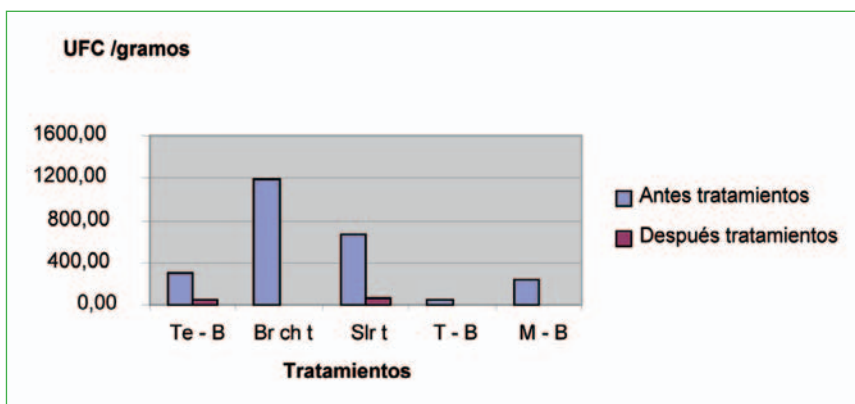


Figura 4. Variación de la densidad de inóculo de *Fusarium oxysporum* en la tierra de cañada.

Existe, relativamente, una baja densidad de *Fusarium oxysporum* en los resultados de los análisis, a pesar de que la incidencia de la enfermedad fuese muy alta. Esto es debido a que cada análisis de suelo sólo se representa así mismo y no nos vale para predecir una infección de *Fusarium oxysporum* (Rodríguez-Molina *et al.*, 2000). Las densidades de inóculo han disminuido considerablemente, el análisis de la varianza nos indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos y los testigos.

4 ▶ CONCLUSIONES

- ▶ Los tratamientos de Biosolarización tanto con restos de melón como con restos de tomate, dan unos resultados satisfactorios en el control de la Fusariosis del tomate, reduciendo considerablemente el porcentaje de incidencia de la enfermedad.
- ▶ La Biosolarización muestra resultados sin apenas diferencias frente al bromuro de metilo, por lo que se trata de una alternativa sanitariamente segura, y respetuosa con la salud de los operarios, para el control de la Fusariosis en tomate.
- ▶ La solarización sola no se muestra muy efectiva en el suelo enarenado, por lo que el efecto de la materia orgánica en la biosolarización es patente.
- ▶ Los resultados obtenidos en los análisis de suelo nos indican que no sería necesario realizar desinfecciones del suelo, ya que entre las densidades de los inóculos de cada tratamiento no existen diferencias significativas, pero este no es un criterio válido, ya que como se ha observado en el apartado de la evolución de la enfermedad sí existen diferencias significativas entre los tratamientos y los testigos.
- ▶ Mediante la técnica de Biosolarización, además, contribuimos a la reutilización de los restos de cosecha, evitando el problema ambiental que ocasiona su abandono.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

A Don Juan Manuel Segura Gálvez, permitiéndonos realizar los ensayos en su finca, además del interés y todos los medios que a nuestro alcance se nos puso a nuestra disposición para llevarlo a cabo.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- BELLO, A. Y TELLO, J. 1998

El bromuro de metilo se suprime como fumigante del suelo. *Phytoma-España* 101,10-21.

• **MESSIAEN, C. M.; BLANCARD, D.; ROUXEL, F. Y LAFON, R. 1995**

Enfermedades de las Hortalizas. INRA, Ed. Mundiprensa. 576 pp.

• **RODRÍGUEZ - MOLINA, M. C.; TELLO, J.; TORÉS VILA, L. M. Y BIELZA, P. 2000**

Micro-scale systematic sampling of soil: heterogeneity in populations a of *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *F. roseum* and *F. moniliforme*. *Phytopathology*, 148: 609-614.

• **TELLO, J.; VARES, F. Y LACASA, A. 1991**

Análisis de muestras. Pp. 39-72 en: Manual de Laboratorio, VV AA. M.A.P.A. Madrid.

ABUNDANCIA ESTIVAL DE INSECTOS HIMENÓPTEROS EN AMBIENTE CITRÍCOLA MEDITERRÁNEO

SELFA, J.⁽¹⁾; **RIBES, A.**⁽¹⁾; **MOTILLA, F.**⁽¹⁾; **GAYUBO, S. F.**⁽²⁾; **TORRES, F.**⁽²⁾; **PUJADE - VILLAR, J.**⁽³⁾;
ROSELLÓ OLTRA, JOSEP⁽⁴⁾ Y **DOMÍNGUEZ, A.**⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Universitat de València, Facultat de Biologia, Departament de Zoologia, Laboratori d'Entomologia
C/ Dr. Moliner, 50. 46100 Burjassot (Valencia)

⁽²⁾ Universidad de Salamanca, Facultad de Biología, Departamento de Biología Animal, Unidad de Zoología
Avda. del Campo Charro, s/n. 37071 Salamanca

⁽³⁾ Universitat de Barcelona, Facultat de Biologia, Departament de Zoologia, Unitat d'Artròpodes
Avda. Diagonal, 645. 08028 Barcelona

⁽⁴⁾ Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació (Generalitat Valenciana), Estació Experimental Agrària de
Carcaixent. Pda. Barranquet, s/n. 46740 Carcaixent (Valencia)

RESUMEN

Con el objetivo de conocer la abundancia y diversidad estival de insectos en ambiente citrícola mediterráneo, se desarrolló una experiencia en la provincia de Valencia entre junio y septiembre de 1999. Se utilizaron dos parcelas, una convencional sometida a la aplicación de abonos y fitosanitarios de síntesis, y otra ecológica mantenida con las normas del Reglamento Europeo para la Producción Ecológica. Los ejemplares fueron recolectados mediante una trampa de barrera tipo "Malaise", a razón de 8 días por mes y para un total de 4 muestras por parcela. De esta forma, sobre el total de insectos obtenidos (11.113 individuos y 10 órdenes), los Hymenoptera (26,7%) constituyeron el segundo grupo más abundante, por detrás de los Diptera (53,5%), y por delante de los Hemiptera (9,7%) y de los Lepidoptera (4,9%). Por su parte, los 2.971 himenópteros capturados se dividieron en 1.439 especímenes para el cultivo convencional y 1.532 para el ecológico, perteneciendo todos al suborden Apocrita y a un total de 9 superfamilias (3 de Aculeata y 6 de Parasitica) y 42 familias (20 y 22, respectivamente). Asimismo, por cultivos y sobre el total de himenópteros conseguidos, destacaron Apoidea (14,7%) y Scelionidae (13,5%) en el convencional, y Vespoidea (17,7%) y Braconidae (8,8%) en el ecológico. Finalmente, a tenor de los resultados obtenidos, podemos concluir que los himenópteros en conjunto son más abundantes en la parcela ecológica, condición que varía cuando se consideran niveles taxonómicos inferiores.

PALABRAS CLAVE : ENTOMOFAUNÍSTICA, TAXONOMÍA, AGRIOS Y COMUNIDAD VALENCIANA

1 ► INTRODUCCIÓN

En un artículo precedente (Selfa *et al.*, 2003), y con el propósito de contribuir a la mejora del conocimiento entomológico, se aportaron los primeros datos globales en ambiente agrícola mediterráneo, comparando la abundancia de los órdenes de insectos presentes en una serie de cultivos sometidos a distintas condiciones de manejo agronómico. El presente manuscrito amplía dicho conocimiento al ofrecer aquellos que corresponden a la abundancia del orden Hymenoptera, si bien de manera concreta para los sistemas de cítricos, y supone el paso previo necesario para conocer finalmente la diversidad entomofaunística asociada a dichos enclaves.

Del orden Hymenoptera (hymen: membrana y ptera: alas) se han descrito, entre otras estimaciones, alrededor de 115.000 especies en todo el mundo (Lasalle y Gauld, 1992). Una aproximación a esta magnitud nos la proporciona la comparación con grupos de mayor categoría sistemática como los mamíferos, representados en todo el mundo por 4.500 especies, las aves por 9.000, los reptiles por 6.000, los anfibios por 2.800, o los peces por 19.000. A pesar de esta cifra tan abrumadora es de suponer que todavía quede buena parte por descubrir y describir, puesto que aparece como uno de los órdenes más ricos y variados en algunos de los ecosistemas más productivos del mundo (Lasalle y Gauld, 1991). Resulta un grupo especialmente diverso en cuanto a morfologías, relaciones tróficas o comportamientos sociales se refiere. Reúne especies fitófagas, carnívoras, fluidófagas o entomófagas pudiendo aparecer como depredadoras, mutualistas, parásitas o hiperparásitas. Abarcan desde las complejas organizaciones de hormigas hasta las solitarias avispas, pasando por los enjambres de abejas que tan alta significación económica tienen para el hombre. Por todo ello, la mayoría de especialistas no dudan en opinar que los componentes de este orden son de gran relevancia en el funcionamiento de los ecosistemas agroforestales.

Según Goulet y Huber (1993), los Hymenoptera quedan distribuidos en torno a 2 subórdenes, 20 superfamilias y 99 familias. El suborden Symphyta, compuesto por 6 superfamilias y 14 familias (2 de ellas de “posición incierta”), supone tan sólo el 5% de las especies conocidas, y alberga a los fósiles más antiguos del orden que pertenecen a la familia Xyelidae del Triásico Medio de Australia y Asia Central (Rasnitsyn, 1980). Son reconocen por tener el abdomen unido anchamente al tórax. El suborden Apocrita, con 14 superfamilias y 85 familias, constituye por tanto el 95% restante, y sus primeros representantes (familia Proctotrupidae) aparecieron en el Jurásico Medio de Asia Central, a partir de un antepasado símfido donde el ovopositor retendría su función primitiva, es decir la de poner huevos, y donde la genitalia masculina sería “ortándrica”, o sea que no rotaría 180° antes de su proyección externa (Gauld y Bolton, 1988). Se distinguen por la presencia de “propodeo” (resulta de la unión del primer segmento del abdomen con el metatórax, de manera que el tórax y abdomen restantes pasan desde ese momento a denominarse, respectivamente, mesosoma y metasoma o gáster), y porque la unión, en este caso propodeo-metasoma/gáster, es estrecha. Los Apocrita pueden dividirse clásicamente en 2 grupos o series: a) los Parasítica (50%), con 11 superfamilias y 48 familias, que alberga a una serie de avispas donde el ovopositor se destina a la puesta de

huevos, y b) los Aculeata (45%), con 3 superfamilias y 37 familias, que reúnen a las hormigas, abejas y avispas típicas, caracterizados por la presencia de un ovopositor transformado en un aguijón picador defensivo.

En la Península Ibérica, utilizando una técnica de captura similar a la del presente trabajo, han aparecido estudios previos destinados a conocer la composición del orden Hymenoptera, aunque siempre se desarrollaron en sistemas no agronómicos (Nieves Aldrey y Rey del Castillo, 1991; Pujade Villar, 1996; Segade *et al.*, 1997). Por tanto, al igual que pasaba con el primer artículo sobre los órdenes de insectos, este manuscrito resulta novedoso para el ámbito agrícola.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Desde el punto de vista biogeográfico (Costa, 1986), las zonas de estudio quedaron encuadradas en: Región Mediterránea, Subregión Occidental, Superprovincia Mediterráneo-Iberolevantina, Provincia Valenciano-Catalano-Provenzal-Balear, Sector Valenciano-Tarraconense, y Subsector Valenciano-Castellonense. Por su parte, bajo el ámbito bioclimático (Costa, *op. cit.*), correspondieron al piso termomediterráneo y a la serie edafófila de la plana cuaternaria valenciana del olmo (*Acantho mollis-Ulmeto minoris sigmetum*).

Los cultivos fueron seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios: disponibilidad, dimensiones, máxima homogeneidad de las variables ambientales, tipo de suelo, características de los campos colindantes, cuidado y vigilancia de las trampas, y vías de acceso.

La parcela convencional se situó en la Estació Experimental Agrària de Carcaixent (València) (UTM 1/100.000: 30SYJ2132, Altitud: 20 m), y la ecológica en la partida municipal de La Casella (Alzira, València) (UTM 1/100.000: 30SYJ2235, Altitud: 5 m). En ambas zonas se cultivaron naranjos y mandarinos y, en cualquier caso, estuvieron acompañadas de otros rodales convencionales de cítricos.

El manejo agronómico de la parcela convencional consistió en un sistema de riego localizado, donde se aplicaron fertilizantes solubles a base de nitrato amónico, nitrato potásico y ácido fosfórico (250 UF N/ha y año, 80 UF P₂O₅/ha y año, 160 UF K₂O/ha y año). Para el control de adventicias se utilizaron los herbicidas glifosato y oxifluorfen.

Los tratamientos fitosanitarios fueron: a) en naranjos, un tratamiento de corrección de carencias con micronutrientes, más dos tratamientos para el control de plagas que incorporaban clorpirifos, piriproxifen, fenbutestan y aceite mineral; b) en mandarinos, se añadió a los anteriores un tratamiento específico para el cuaje y engorde de las frutas a base de ácido giberélico. El trabajo del suelo supuso el pase de la fresadora del tractor dos veces al año. Por último, los restos de poda fueron quemados.

En la parcela ecológica se realizó un riego por goteo. La fertilización se efectuó a través de una aportación al año de estiércol de ganado, en los meses de febrero o marzo, a razón de una dosis de 20 t/ha. La gestión de adventicias se materializó con la siega periódica de las mismas, lo que supuso la existencia de una cubierta permanente. Los tratamientos para el control de plagas se limitaron a la aplicación de aceite mineral en dos momentos, a finales de mayo y a finales de agosto. Para el trabajo del suelo, en ningún momento se pasó la fresadora del tractor. Finalmente, la poda se trituró y se dejó acolchando el suelo.

En ambos cultivos aparecieron diferencias importantes con respecto al desarrollo de la denominada vegetación “nitrófila” o arvense. En el convencional, las adventicias o “malas hierbas” fueron eliminadas al aplicarse los herbicidas. Por su parte, en el ecológico aparecieron especies correspondientes a dos asociaciones típicas de primavera-verano (Folch Guillèn *et al.* 1984), la Setario-Echinocloetum colonae y la Amarantho-Chenopodietum ambrosioidis. La primera está dominada por la “pata de gallo” (*Echinochloa colona*), el “almorejo” (*Setaria* spp.), la “pata de gallina” (*Digitaria sanguinalis*), la “juncia” (*Cyperus rotundus*) y la “verdolaga” (*Portulaca oleracea*), y la segunda por los “bledos” (*Amaranthus* spp., *Chenopodium* spp.). En esta última parcela, la superficie ocupada por las adventicias sobre el total del terreno cultivado estuvo en torno al 90%.

La trampa, de color blanco y con abertura de malla de 0,8 mm, correspondió a al modelo de Townes (1972) modificado por Schroeder *et al.* (1975), que se consiguió a través de la firma comercial londinense Marris House Nets. El color del artilugio fue escogido atendiendo a su supuesta mayor eficacia para la captura de himenópteros (Tomé *et al.*, 2001). Siguiendo las directrices utilizadas por la mayoría de los especialistas, las trampas tuvieron el polo colector orientado hacia la zona abierta de mayor luminosidad (dirección suroeste), y fueron situadas al abrigo de corrientes fuertes de aire en una zona de transición entre los árboles y el espacio abierto.

El muestreo se realizó durante cuatro períodos mensuales de 8 días de duración, a lo largo de junio (17 a 24), julio (15 a 22), agosto (16 a 23), y septiembre (20 a 27) de 1999. La periodicidad de las muestras vino condicionada por el riesgo que existía en la captura excesiva de ejemplares, lo cual podía provocar un esquilmo en las áreas de estudio. El material fue recolectado en medio líquido con alcohol de 70%, manipulado mediante las técnicas entomológicas habituales, identificado utilizando un microscopio estereoscópico Leica MZ6 (de 25x4 aumentos) y siguiendo el criterio de Goulet y Huber (*op. cit.*), y depositado en el Departamento de Zoología de la Universidad de Valencia.

3 ▶ RESULTADOS

Los resultados, tanto numérico como porcentual, correspondientes a los ejemplares capturados durante el presente estudio se presentan en los Cuadros 1-3.

Cuadro 1. Abundancia de los *Hymenoptera Aculeata*

TAXONES	PERIODOS											
	JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		TOTAL			
	C	E	C	E	C	E	C	E	C	%	E	%
Chrysoidea									37	6,2	41	4,7
Bethylidae	2		3		9		3	5	17	2,8	5	0,6
Chrysididae	15	5	3	6		9	2	5	20	3,3	25	2,9
Dryinidae		5		6							11	1,3
Vespoidea									132	21,8	527	61,5
Thiphiidae	12	14	42	15	4	3			58	9,5	32	3,7
Mutillidae	6	2	4	7		21	1	2	11	1,8	32	3,7
Formicidae	16	14	6	25	17	105	11	28	50	8,2	172	20
Pompilidae		63	6	48		53		16	6	1	180	21
Vespidae		4		2		6					12	1,4
Scoliidae	5	16	2	23		58		2	7	1,1	99	11,5
Apoidea									436	72	289	33,8
Colletidae			1				3		4	0,6		
Halictidae	35	80	145	10	42	9	37	3	259	42,8	102	11,9
Anthophoridae		4	2	2	2	2			4	0,6	8	0,9
Megachilidae	2	5	1		2	1	2	2	7	1,1	8	0,9
Apidae	1						1		2	0,3		
Sphecidae	6	2	2	1	1	7			9	1,5	10	1,1
Pemphredonidae	4	6	2	1		3		1	6	1	11	1,3
Astatidae	6	5	16	3		6	2	4	24	3,9	18	2,1
Crabronidae	24	41	48	23	6	28	14	3	92	15,2	95	11
Nyssonidae		4	1			1			1	0,1	5	0,6
Philanthidae	8	22	16	6	2	3	2	1	28	4,6	32	3,7
TOTAL	142	292	300	178	85	315	78	72				
% TOTAL	23,4	34	49,5	20,7	14	36,7	12,9	8,4	605		857	

Cuadro 2. Abundancia de los *Hymenoptera Parasitica I*

TAXONES	PERIODOS														
	JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		TOTAL						
	C	E	C	E	C	E	C	E	C	%	E	%			
Ichneumonoidea												185	22,1	299	44,2
Ichneumonidae	3	15	5	13	9		26	1	34	4	38	5,6			
Braconidae	34	29	74	84	18	116	25	32	151	18,1	261	38,6			
Cynipoidea												12	1,4	13	1,9
Figitidae	2	4	7	7	2		3		12	1,4	13	1,9			
Proctotrupoidea												9	1	12	1,7
Diapriidae	2	5	3	3	2		2	4	9	1	12	1,7			
Platyastroidea												403	48,3	237	35,1
Scelionidae	113	34	210	53	68	106	10	43	401	48	236	35			
Platygastridae	1		1		1				2	0,2	1	0,1			
Ceraphronoidea												23	2,7	9	1,3
Megaspilidae	3		3				2		6	0,7					
Ceraphronidae	5	2	6	5	3	2	3		17	2	9	1,3			

Cuadro 3. Abundancia de los *Hymenoptera Parasitica II*

TAXONES	PERIODOS														
	JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		TOTAL						
	C	E	C	E	C	E	C	E	C	%	E	%			
Chalcidoidea												202	24,2	105	15,5
Chalcididae	2	2	4	11	4	2				10	1,2	15	2,2		
Leucospidae					1					1	0,1				
Eurytomidae	22	3	17		1	1				40	4,8	4	0,6		
Pteromalidae	6	1	10	7	1	9				17	2	17	2,5		
Torymidae	5	1								5	0,6	1	0,1		
Ormyridae	2									2	0,2				
Encyrtidae	35	19	11	2	2	9	4	1		52	6,2	31	4,6		
Aphelinidae	6	1	2	1						8	0,9	2	0,3		
Signiphoridae	1	1				1		1		1	0,1	3	0,4		
Eulophidae	22	2	10	4	3	2	4	2		39	4,7	10	1,5		
Elasmidae	2		1							3	0,3				
Trichogrammatidae	2		1	2						3	0,3	2	0,3		
Mymaridae	7	5	7	6	4	3	2	2		20	2,4	16	2,3		
Eupelmidae		4	1							1	0,1	4	0,6		
TOTAL	276	128	363	198	107	263	81	86							
% TOTAL	33	18,9	43,5	29,3	12,8	38,9	9,7	12,7	834		675				

Así, de los 11.113 insectos repartidos en 10 órdenes, 2.971 pertenecieron a los Hymenoptera (26,7% sobre el total), de manera que 1.439 fueron asignados a la parcela convencional y 1.532 a la ecológica.

De los dos subórdenes que componen el orden Hymenoptera, no se encontró ejemplar alguno correspondiente al Symphyta. De esta forma, por cultivos y sobre el total de himenópteros recolectados (pertenecientes todos ellos al suborden Apocrita), en la parcela convencional predominaron los de la serie Parasítica (28,1%) frente a los de la serie Aculeata (20,4%), mientras que en la ecológica se produjo la situación inversa, con un 28,8% de Aculeata frente al 22,7% de Parasítica. En el global del estudio, los Parasítica (50,8%) superaron ligeramente a los Aculeata (49,2%)

Por su parte, se consiguieron un total de 9 superfamilias, repartidas en 3 de Aculeata y 6 de Parasítica. Siguiendo el mismo criterio expresado con anterioridad, en el cultivo convencional la superfamilia más abundante fue Apoidea (14,7%), seguida de Platygastroidea (13,6%), Chalcidoidea (6,8%), Ichneumonoidea (6,2%) y Vespoidea (4,4%), todas ellas con capturas por encima del centenar de individuos. Por el contrario, en el cultivo ecológico predominó la Vespoidea (17,7%), seguida de Ichneumonoidea (10,1%), Apoidea (9,7%), Platygastroidea (8,0%) y Chalcidoidea (3,5%). Dentro de los Hymenoptera Aculeata aparecieron además los Chrysidoidea, que configuraron la tercera superfamilia en importancia del suborden (Cuadro 1). Asimismo, en los Hymenoptera Parasítica se encontraron también individuos pertenecientes a las superfamilias Ceraphronoidea, Cynipoidea y Proctotrupeoidea, con abundancias claramente inferiores a los restantes grupos (Cuadro 2). En el conjunto de las parcelas, destacaron por cada serie los Apoidea (24,4%) y los Platygastroidea (21,6%).

Finalmente, se obtuvieron un total de 42 familias, 20 de Aculeata y 22 de Parasítica (con 14 pertenecientes a los Chalcidoidea). Así, en el cultivo convencional, y con capturas superiores también al centenar de ejemplares, predominó claramente la Scelionidae (13,5%), seguida por Halictidae (8,7%) y Braconidae (5,1%). Por su parte, en el cultivo convencional la familia más abundante fue Braconidae (8,8%), seguida de Scelionidae (7,9%), Pompilidae (6,1%) y Halictidae (3,4%). Asimismo, debemos resaltar el hecho de que no se capturó ningún ejemplar de Vespidae en la parcela convencional y tan solo 12 en la ecológica, lo cual contrasta con la distinta predominancia que presenta la superfamilia a la que pertenece y da su nombre. De manera global y también por cada serie, predominaron las familias Halictidae (12,1%) y Scelionidae (21,4%).

4 ► DISCUSIÓN

En el presente estudio, atendiendo al número total de capturas, el orden Hymenoptera constituyó el segundo grupo más abundante (26,7%), por detrás de los Diptera (53,5%), y por delante de los Hemiptera (9,7%) y de los Lepidoptera (4,9%). Esta posición secundaria

coincide con lo aparecido precedentemente en Nieves Aldrey y Rey del Castillo (op. cit.) y Pujade Villar (op. cit.), donde los dípteros fueron siempre y con mucho el grupo más numeroso en especímenes, con porcentajes propios del 71,46% y 74,15% frente a 17,78% y 15,28% de los himenópteros, respectivamente. Como se puede apreciar, en nuestro caso la diferencia entre ambos órdenes ha sido mucho menor, debido probablemente a la estacionalidad del muestreo. Por ello, cabría esperar que la diferencia entre ellos hubiera ido en aumento a medida que se hubiera aumentado también el periodo de recolección. Asimismo, indicar que por detrás de los Hymenoptera se sucedieron: en Nieves Aldrey y Rey del Castillo (op. cit.) los Hemiptera (Heteroptera + Homoptera) (4,25%) y los Coleoptera (3,05%), y en Pujade Villar (op. cit.) también los Hemiptera (desglosados igualmente en Heteroptera y Homoptera) (6,39%) y, como en nuestra experiencia, los Lepidoptera (2,02%).

Con respecto a los Symphyta, que estuvieron ausentes en nuestras capturas, indicar que tuvieron una representación bastante significativa en Nieves Aldrey y Rey del Castillo (op. cit.), con un 10,06% del total del orden Hymenoptera, perteneciendo la mayoría de ejemplares a la superfamilia Tenthredinoidea (9,92%) frente a Xyeloidea (0,08%) y Cephoidea (0,06%). Sin embargo, fueron poco numerosos en Segade *et al.* (op. cit.), con un porcentaje del 1,3% sobre el total del grupo, correspondiendo el 1,27% a Tenthredinoidea y el 0,03% a Xyeloidea.

En cuanto a la composición de las series de Apocrita, la Parasítica fue siempre muy superior en abundancia a la Aculeata en cualquiera de los trabajos de referencia, con un 73,56% frente a 16,38% en Nieves Aldrey y Rey del Castillo (op. cit.), y con un 89,8% frente a 8,9% en Segade *et al.* (op. cit.). Respecto de las superfamilias destacaron, por una parte Apoidea (10,81%) e Ichneumonoidea (40,25%), y por otra Vespoidea (5,42%) y de nuevo Ichneumonoidea (34,16%). Asimismo, las familias más abundantes fueron, respectivamente, Apidae (8,61%) y Braconidae (20,14%), y Formicidae (3,94%) e Ichneumonidae (19,4%).

De los cuatro taxones más abundantes, en primer lugar indicaremos que los Apoidea y Platygastróidea supusieron casi la mitad de las capturas en sus respectivas series. Los Halictidae, una familia con especies polinizadoras, representaron también casi la mitad de los Apoidea. Por su parte, los Scelionidae fueron con diferencia el grupo más numeroso lo cual, en opinión de Segade *et al.* (op. cit.), podría ser debido al tipo de hospedadores que parasitan, ninfas de ortópteros y larvas de coleópteros que suelen abundar durante el periodo estival.

En relación con otros grupos, señalar de la serie Aculeata que la composición de los Vespoidea se basó principalmente en las capturas pertenecientes a Pompilidae, Formicidae y Scoliididae. Según lo observado, parece ser que el manejo en condiciones ecológicas, y en particular la presencia de adventicias, favorecerían sus abundancias. Asimismo, de todos ellos debemos destacar a los Formicidae porque, a pesar de tener condición áptera durante nuestro periodo de muestreo, su gran movilidad hizo que pudieran penetrar en la trampa (como ya sabemos, diseñada especialmente para insectos voladores), fenómeno que ya se apreció en anteriores trabajos.

Finalmente, indicar dentro de los Parasitica que los Braconidae fueron mucho más abundantes que la familia Ichneumonidae, lo cual contrasta con lo observado en nuestras anteriores citas de referencia, donde llegaron a ser paritarios (Nieves Aldrey y Rey del Castillo, op. cit.), o incluso claramente inferiores a los segundos (Segade *et al.*, op. cit.).

5 ▶ CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que el estudio ha tenido un carácter estacional, y que por tanto ello nos obliga ser prudentes en nuestras observaciones, podemos concluir lo siguiente:

- ▶ El orden Hymenoptera ha sido más abundante en el cultivo ecológico.
- ▶ Los Hymenoptera Parasitica globalmente han abundado más que los Aculeata, predominando los primeros en la parcela convencional y los segundos en la ecológica.
- ▶ Las familias Halictidae y Scelionidae fueron más abundantes en el cultivo convencional. La gran representación de los Scelionidae condicionó también la representación de los Parasitica en dicho enclave.
- ▶ Las condiciones de manejo ecológico favorecieron, en principio, la proliferación de las familias Pompilidae, Formicidae, Scoliidae y Braconidae.
- ▶ La familia Braconidae ha sido en conjunto más abundante que la familia Ichneumonidae, sobre todo en la parcela ecológica. Asimismo, hemos podido comprobar la hipótesis defendida por la mayoría de autores, de que los Braconidae están mejor representados que los Ichneumonidae en el ambiente agrícola.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **COSTA, M. 1986**
La vegetación en el País Valenciano. Universitat de València, 246 pp.
- **FOLCH GUILLÈN, R.; FRANQUESA, T. Y CAMARASA, J. M. 1984**
Vegetació. En: R. Folch Guillèn (Dir) Història Natural dels Països Catalans. Enciclopèdia Catalana; Barcelona, 7, 329-335.
- **GAULD, I. Y BOLTON, B., (Eds). 1988**
The Hymenoptera. Oxford University Press; Oxford, 332 pp.
- **GOULET, H. Y HUBER, J. T., (Eds). 1993**
Hymenoptera of the world: an identification guide to families. Agriculture Canada; Ottawa, 668 pp.

• **LASALLE, J. Y GAULD, I. 1991**

Parasitic Hymenoptera and the biodiversity crisis. *Redia* 74, 315-334.

• **LASALLE, J. Y GAULD, I. 1992**

Hymenoptera: Their diversity and their impact on the diversity of other organisms. En J. Lasalle, I. Gauld (Eds) *Hymenoptera and Biodiversity*. CAB International; Wallingford, 1-26.

• **NIEVES ALDREY, J. L. Y REY DEL CASTILLO, C.**

Ensayo preliminar sobre la captura de insectos por medio de una trampa «Malaise» en la Sierra de Guadarrama (Madrid) con especial referencia a los himenópteros (Insecta, Hymenoptera). *Ecología* 5, 383-403.

• **PUJADE VILLAR, J. 1996**

Resultados preliminares obtenidos a partir de una trampa Malaise situada en una zona mediterránea pirenaica. *Pirineos* 147-148, 61-80.

• **RASNITSYN, A. P. 1980**

The origin and evolution of hymenopteran insects. *Agriculture Canada*; Ottawa, 191 pp. (Versión inglesa del original en ruso).

• **SCHROEDER, M.; MITCHELL, J. C. Y SCHMID, J. 1975**

Modifications in the Malaise trap. *M.S. Rock Forest & Research Experimental Station* 1, 1-2.

• **SEGADE, C.; ROS FARRÉ, P.; ALGARRA, A.; VENTURA, D. Y PUJADE VILLAR, J.**

Estudio comparativo de las capturas realizadas con trampa Malaise en Andorra con especial atención a los himenópteros (Hymenoptera). *Revista aragonesa de entomología* 7, 71-82.

• **SELF, J.; MOTILLA, F.; RIBES, A.; ROSELLÓ, J. Y DOMÍNGUEZ, A. 2003**

Abundancia de los órdenes de insectos en cuatro sistemas agronómicos mediterráneos. *Phytoma* 151, 24-30.

• **TOMÉ, M. A. M.; GONZÁLEZ, J. A.; GAYUBO, S. F. Y TORRES, F. 2001**

Estudio comparativo sobre la eficiencia de captura de insectos (Arthropoda, Hexapoda) mediante trampas Malaise, en un biotopo arenoso de la submeseta Norte (España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Serie Biológica)* 96(3-4), 231-241.

• **TOWNES, H. 1972**

A light-weight Malaise trap. *Entomological News* 83, 239-247.

DISTRIBUCIÓN DE *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) EN INVERNADEROS DE ALMERÍA

TÉLLEZ NAVARRO, M^a DEL MAR⁽¹⁾; TAPIA PÉREZ, GERVASIO⁽²⁾; LARA ACEBO, LIDIA⁽³⁾ Y VAN DER BLOM, JAN⁽⁴⁾

⁽¹⁾ C.I.F.A. “La Mojonera- La Cañada”. Junta de Andalucía
Autovía del Mediterráneo, Salida 420. Apartado 91. 04700 El Ejido (Almería)
E-mail: conplagas@arrakis.es

⁽²⁾ F.I.A.P.A. Crta. de la Playa, s/n. 04120 La Cañada de San Urbano (Almería)
E-mail: conplagas@arrakis.es

⁽³⁾ Koppert Biological Systems
Avda. Castilla, 154. Apartado 38. La Gangosa 04738 Vícar (Almería)
E-mail: Llara@koppert.es

⁽⁴⁾ COEXPHAL. Dpto. de Control de Plagas. Ctra. de Ronda, 11. 1º. 04004 Almería
E-mail: jvdblom@coexphal.es

RESUMEN

La “mosca tigre” es un depredador polífago, tanto en su estado larvario como en estado adulto, que ha sido identificado en Almería como *Coenosia attenuata* (Diptera, muscidae). Existen indicaciones de que la actuación de la mosca tigre puede ser importante en el control de plagas hortícolas como la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y el minador (*Liriomyza* spp.). El objetivo del proyecto es abrir una puerta a la posibilidad de conservar importantes poblaciones de este enemigo natural de plagas en los invernaderos, mediante la aplicación de medidas culturales específicas.

En el presente trabajo, se estudió la presencia y la distribución de la mosca tigre en las principales zonas invernadas de la provincia de Almería. Seis diferentes zonas fueron distinguidos por semejanza en cuanto a la geografía y ubicación. En cada zona, se realizó un monitoreo de las poblaciones de *C. attenuata* con trampas adhesivas.

Los resultados obtenidos durante la campaña 2003-2004, indican que *C. attenuata* está presente en todas las zonas muestreadas, aunque la mayor cantidad fue capturado en la zona de Berja y Dalías (64% del total).

PALABRAS CLAVE: *COENOSIA ATTENUATA*, *BEMISIA TABACI*, *LIRIOMYZA* SPP, ESCIARIDAE, CONTROL BIOLÓGICO Y CONSERVACIÓN

1 ► INTRODUCCIÓN

Durante la campaña 2000-2001, en la zona de Dalías y Berja, se detectó la presencia de un insecto similar a una mosca común, aunque de menor tamaño, capaz de depredar una gran variedad de insectos voladores, entre los cuales se encuentran la mosca blanca, adultos de minador, así como adultos de la mosca esciárida (Kühne, S. 2000).

Este díptero de la familia Muscidae, conocido comúnmente como “mosca tigre” fue identificado como *Coenosia attenuata* Stein por Rodríguez- Rodríguez y Aguilera (2002).

Su presencia de forma espontánea en los cultivos hortícolas, ha despertado un gran interés dentro del sector dedicado al manejo integrado de plagas, considerándolo como un posible agente de control biológico, que pueda contribuir junto a otros organismos beneficiosos al control de plagas como mosca blanca y minador.

El objetivo del presente trabajo ha sido conocer la presencia y distribución geográfica de este depredador en las principales zona invernadas de la provincia de Almería.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Para determinar la distribución geográfica de la mosca tigre (*C. attenuata*) se han llevado a cabo seguimientos durante un año (2003-2004), realizándose muestreos en las comarcas donde se concentra la mayor parte de la superficie invernada de la provincia de Almería: Campo de Dalías y Campo de Almería- Níjar.

Dentro de estas comarcas se designaron seis zonas, agrupadas por proximidad geográfica y ubicación. Las zonas fueron las siguientes: **Zona 1:** Adra – Balerma - El Ejido; **Zona 2:** Berja - Dalías; **Zona 3:** Vúcar – La Mojonera - Roquetas de Mar; **Zona 4:** La Cañada – El Alquíán – Pechina - Viator; **Zona 5:** San Isidro – Campohermo y la **Zona 6:** Cabo Gata – Ruescas – San José.

En cada zona se seleccionaron 5 invernaderos, escogiéndose aquellos donde se estaba aplicando un control integrado de plagas o en su defecto aquellos donde la presión de tratamientos químicos era baja. En cada invernadero se registró la presencia de mosca tigre mediante la utilización de trampas adhesivas (placas cromáticas amarillas 40x25 cm.), colocándose 4 placas fuera del invernadero y 4 dentro, cuantificando de forma mensual el número de capturas por placa, invernadero y zona. De cada invernadero, se tomaron una serie de datos con respecto a las estructuras físicas y las prácticas culturales de los cultivos.

Para el análisis de los datos se estimó el nº de capturas mensuales por trampa dentro y fuera, por invernadero y zona y se aplicó el Test no paramétrico de Kruskal- Wallis.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los seguimientos realizados durante este primer año indican que la mosca tigre esta presente en todas las zonas invernadas de la provincia de Almería.

En todas las zonas muestreadas, la tendencia general de la poblaciones de la mosca tigre, ha sido una disminución durante los meses estivales, coincidiendo con la época donde la mayoría de los invernaderos se encontraban sin cultivo y muchos de ellos con solarización. Sin embargo a partir de septiembre, cuando se reinicia la actividad dentro de los invernaderos, se vio una recuperación sucesiva del número de moscas capturadas (Figura 1).

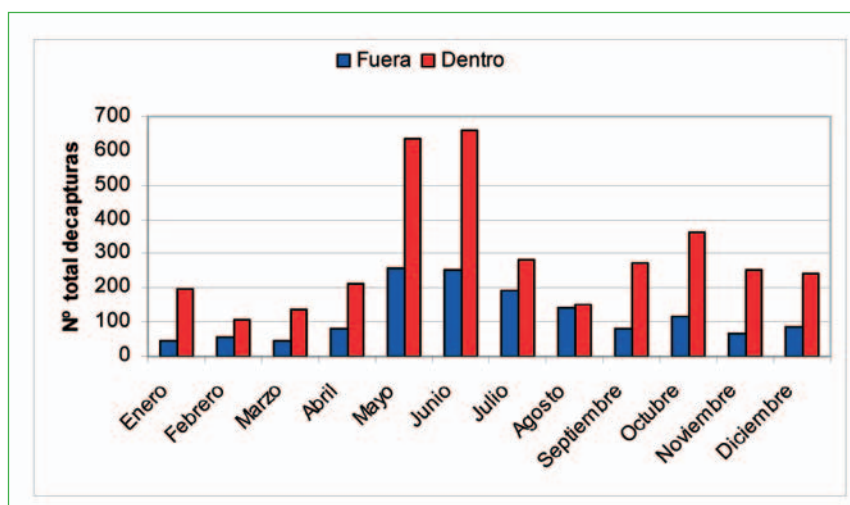


Figura 1. Tendencia general de la poblaciones de la mosca tigre (*Coenosia attenuata*) durante la campaña 2003-2004 en la provincia de Almería.

En la figura 2 se representa el número medio de capturas mensuales, tanto fuera como dentro para cada zona. El análisis de los datos indica que existen diferencias significativas entre zonas (Test K-W. $p \leq 0.05$), siendo la zona de Berja y Dalías donde se ha observado una mayor presencia de este díptero, con 57% y 69% de capturas respectivamente, seguido de la zona comprendida por El Ejido, Adra y Balerma con un 24% y 21%. En el resto de las zonas, es donde menos presencia de mosca tigre se observó con porcentajes entre 1% y el 7% tanto fuera como dentro.

Cuando se compara el nº de capturas de este insecto con respecto al sustrato de cultivo, se observan diferencias significativas entre el cultivo en suelo y otros como enarenado, hidropónico y suelo con cubierta de plástico (Test K-W. $p \leq 0.05$). Esto puede explicar la alta

presencia de este depredador en las zona de Berja-Dalías, dado que en la mayoría de los invernaderos se cultiva sobre un suelo con un alto contenido de arcilla que mantiene bien la humedad y además es practica habitual mezclar los restos de cosecha, incorporándolos al suelo como materia orgánica. Puesto que todas las fases inmaduras de la mosca tigre se desarrolla en sustrato, es posible que estas condiciones sean las mas idóneas para completar su ciclo biológico e instalarse en el cultivo.

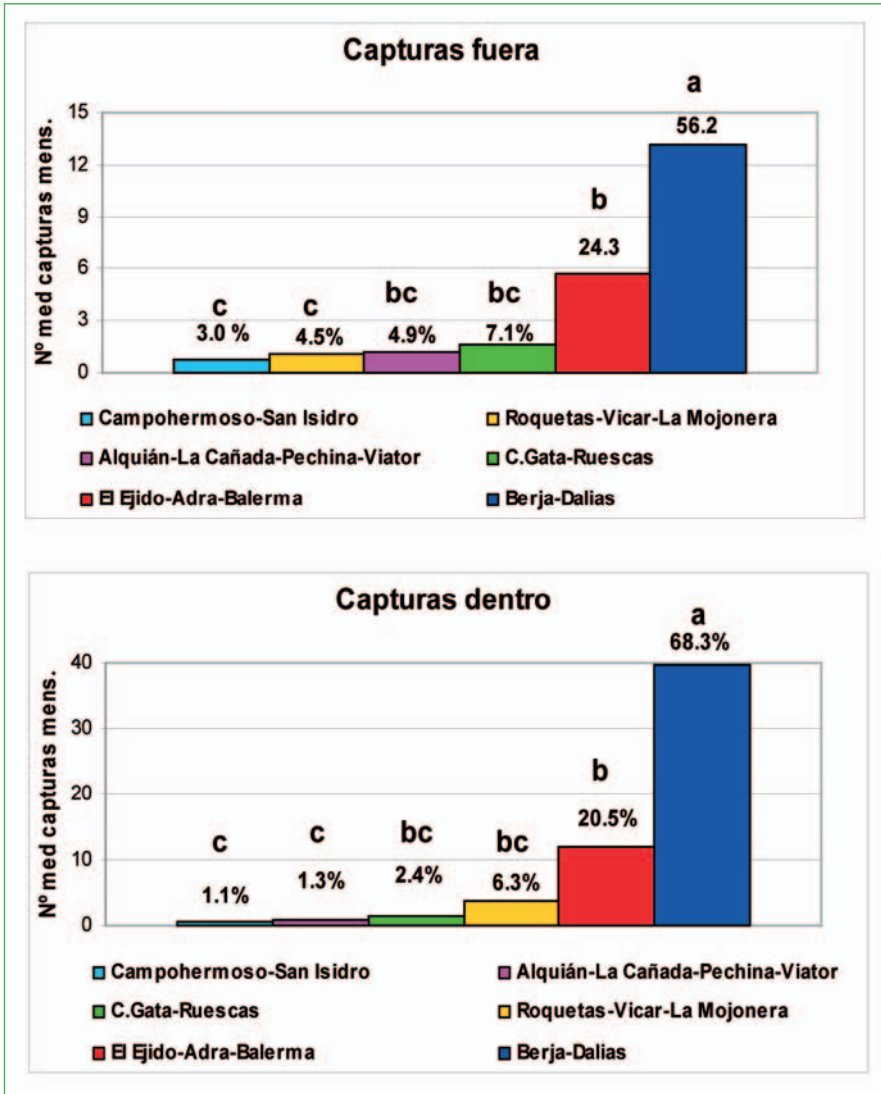


Figura 2. Nº medio de capturas mensuales de adultos de *Coenosia attenuata* dentro y fuera del invernadero en las seis zonas muestreadas. Letras diferente indica diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Otros factores que pueden determinar la alta presencia de este depredador en esta zona, es que en los últimos años se ha producido un importante aumento de la superficie donde se practica el control biológico lo que implica una reducción de los tratamientos químicos que facilitarían su conservación. Los estudios llevados a cabo por Moreschi (1999) en invernaderos indican, que los adultos de *C. attenuata* no aparecen en el periodo durante el que se realizan tratamientos químicos, sin embargo las poblaciones vuelven a estabilizarse siempre que en el periodo entre aplicaciones haya tiempo suficiente que permita que las larvas que se encontraban en el sustrato, protegidas de los tratamientos, se desarrollen hasta alcanzar el estado adulto.

4 ► CONCLUSIONES

El estudio llevado a cabo durante este primer año, ha constatado la presencia de la mosca tigre en las principales zonas invernadas de la provincia de Almería, siendo la zona de Berja y Dalías, la que reúne las condiciones más idóneas para la instalación de *Coenosia attenuata*. Estos resultados, abren una puerta a la posibilidad de conservación de este enemigo natural, de manera que, el siguiente paso será tratar de encontrar aquellas medidas culturales que permitan que este depredador complete su ciclo biológico y pueda establecerse dentro del invernadero.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

• **KÜHNE, S. 2000**

Räuberische Fliegen der Gattung *Coenosia* Meigen, 1826 (Diptera: Muscidae) und die Möglichkeit ihres Einsatzes bei der biologischen Schädlingsbekämpfung. *Studia dipterologica Supplement* 9,1-78.

• **MORECHI, I. 1999**

Predatori del genere *Coenosia* in serre della Lombardia. *L' Informatore Agrario* 55(15), 109-112.

• **RODRÍGUEZ - RODRÍGUEZ, M. D. Y AGUILERA, A. 2002**

Coenosia attenuata, una nueva mosca a considerar en el control biológico de las plagas hortícolas. *PHYTOMA España* 141, 27-34.

DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DE ESPECIES DE PARASITOIDES ESPONTÁNEOS ASOCIADOS A LA PLAGA DEL MINADOR DE HOJA (*Liriomyza spp.*) EN CULTIVO DE JUDÍA

TÉLLEZ NAVARRO, M^a DEL MAR Y YANES FIGUEROA, MACARENA

Centro de Investigación y Formación Agraria “La Mojonera - La Cañada”. Junta de Andalucía
Autovía del Mediterráneo, Salida 420. Paraje de San Nicolas, 04745. La Mojonera (Almería)
Telf.: 950 558014 - 558030 / Fax: 950 558055
E-mail: conplaga@arrakis.es

RESUMEN

Actualmente, la mayor parte de la protección fitosanitaria de los cultivos hortícolas almerienses se basa en la aplicación de productos químicos para el control de los diferentes fitoparásitos. En el caso de los minadores de hoja del género *Liriomyza* son varias la materias activas utilizadas para el control de esta plaga, que de alguna manera pueden frenar la presencia espontánea de diferentes especies de parasitoides que aparecen asociadas a esta plaga.

Por otro lado, el control biológico que se realiza a través de los planes de manejo integrado se basa en la introducción de *Diglyphus isaea*, parasitoide que aparece también de forma natural, con buenos resultados en general.

Sin embargo, en la situación actual de los invernaderos de Almería existe un amplio complejo de enemigos naturales en los diferentes cultivos hortícolas que actúan como parasitoides del minador y de los que apenas se conocen sus posibilidades.

El objetivo de este ensayo ha sido identificar las especies de parasitoides que aparecen asociadas a esta plaga y su distribución estacional en un cultivo de judía bajo plástico durante dos ciclos de cultivo de otoño y uno de primavera. Se han identificado cinco especies de parasitoides, de los cuales *Chrysonotomyia formosa* ha sido el más abundante en los dos ciclos de otoño mientras que en ciclo de primavera *Diglyphus isaea* fue el parasitoide predominante.

PALABRAS CLAVE: *LIRIOMYZA* SPP., PARASITISMO NATURAL, JUDÍA Y *CHRYSONOTOMYIA FORMOSA*

1 ► INTRODUCCIÓN

Las especies de minador (*Liriomyza* spp) de los cultivos hortícolas constituyen una plaga importante, debido a los daños que provocan la actividad alimentaria de sus larvas en las hojas, destruyendo parte de la masa foliar. Cuando la plantación es joven o en caso de semilleros, estos daños pueden llegar a perjudicar el adecuado desarrollo del cultivo (Minkerberg y Lenteren Van, 1986).

Las materias activas específicas utilizadas para el control químico de la especie de minador, aunque en general ejercen un buen control de la plaga, entrañan no solo el riesgo permanente de la rápida aparición de resistencias debido a su uso reiterativo (Parrella *et al.*, 1984) sino que suponen un freno a la aparición espontánea de un complejo de parasitoides asociados a esta plaga, cuya importante presencia ha sido ya puesta de manifiesto por otros autores (Cabello *et al.*, 1994, Alcazar *et al.*, 2000).

Como alternativa al control químico y dentro de los Planes de Manejo Integrado, para el control biológico de minador se están realizando introducciones del parasitoides *Diglyphus isaea*, con buenos resultados en general. Sin embargo, es necesario conocer las posibilidades de otros insectos auxiliares autóctonos que puedan contribuir a mejorar, bien como alternativa o como complemento, el control biológico de los minadores.

El objetivo de este trabajo ha sido identificar y cuantificar la presencia espontánea de las especies de parasitoides asociadas a la plaga del minador en cultivo de judía bajo invernadero tanto en ciclo de otoño como en ciclo de primavera.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en el Centro de Investigación y Formación de Almería, en un invernadero experimental de 600 m² útiles. El cultivo en todas las experiencias fue una judía de enrame tipo Helda, con un marco de plantación de 0.5m x 2m. Los seguimientos se realizaron durante el ciclo de otoño de 2001 y los ciclos de primavera y otoño de 2002.

Para el seguimiento de las especies de parasitoides, en todos los ciclos de cultivo, se dejó que la plaga infectara de forma natural las plantaciones. En el momento en el que se detectó la presencia de la plaga, se iniciaron los muestreos con periodicidad semanal, el tamaño de muestra fue de 25 hojas al azar con presencia de galerías conteniendo larvas de minador suficientemente desarrolladas, realizándose un total de 12 muestreos en cada ciclo.

Las muestras de hoja fueron llevadas al laboratorio y se dejaron evolucionar en una cámara climática de ambiente controlado a 25 °C y fotoperiodo 16L:8O, hasta la emergencia de los adultos. Los adultos emergidos tanto de parasitoides como de minadores, fueron cuantificados

e identificados mediante observación bajo lupa binocular. La tasa de parasitismo activo se estimó como el porcentaje de larvas de minador parasitadas sobre el total de larvas de minador susceptibles de ser parasitadas.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incidencia de la plaga en los dos ciclos de otoño fue muy alta, sin embargo en el otoño de 2001, el grado de parasitación natural fue mucho mayor con un 93%, que en el otoño de 2002 que fue del 66.9%. En el ciclo de primavera de 2001, aunque el porcentaje de parasitismo natural alcanzó valores del 88.1%, la incidencia de la plaga en el cultivo fue muy baja (Tabla 1).

En los dos ciclos de otoño, la especie de minador predominante fue *Liriomyza trifolii* (Burgues), mientras que en el ciclo de primavera, aunque *L. trifolii* fue también la especie más abundante, el 21.7% de los individuos identificados fueron de la especie *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbanch) (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentajes de parasitismo natural durante las campañas de otoño de 2001 y 2002 y la campaña de primavera de 2002

	OTOÑO 2001	PRIMAVERA 2002	OTOÑO 2002
Minadores	519	23	1904
Parasitoides	6948	171	3842
% Parasitismo	93.0	88.1	66.9
% <i>L. trifolii</i>	99.0	78.3	99.9
% <i>L. bryoniae</i>	1.0	21.7	0.1

Las especies de parasitoides identificados fueron *Chrysonotomyia formosa* Westwood, *Diglyphus isaea* (Walker), *Diglyphus minoëus* (Walker), *Opius pallipes* Wesmael y *Cirrospilus vittatus* (Walker).

En los ciclos de otoño la especie más abundante fue *C. formosa*, con un 75.7% en el primer ciclo y un 55.3% en el segundo. Le sigue en importancia *D. isaea* con un 20.2% y un 27.7% respectivamente. El resto de las especies de parasitoides aparecen en porcentajes más bajos, así *D. minoëus* aparece con un 2.9% y un 11.2%, *O. pallipes* con un 0.3% y un 4.8% y *C. vittatus* con un 0.9% y 1.0% respectivamente en cada campaña de otoño (Figura 1).

En el ciclo de primavera, la distribución de las especies varía con respecto a los ciclos de otoño, siendo en este caso la especie más abundante *D. isaea* con un 46.2%, seguido de *C. formosa* con 22.2% (Figura 1).

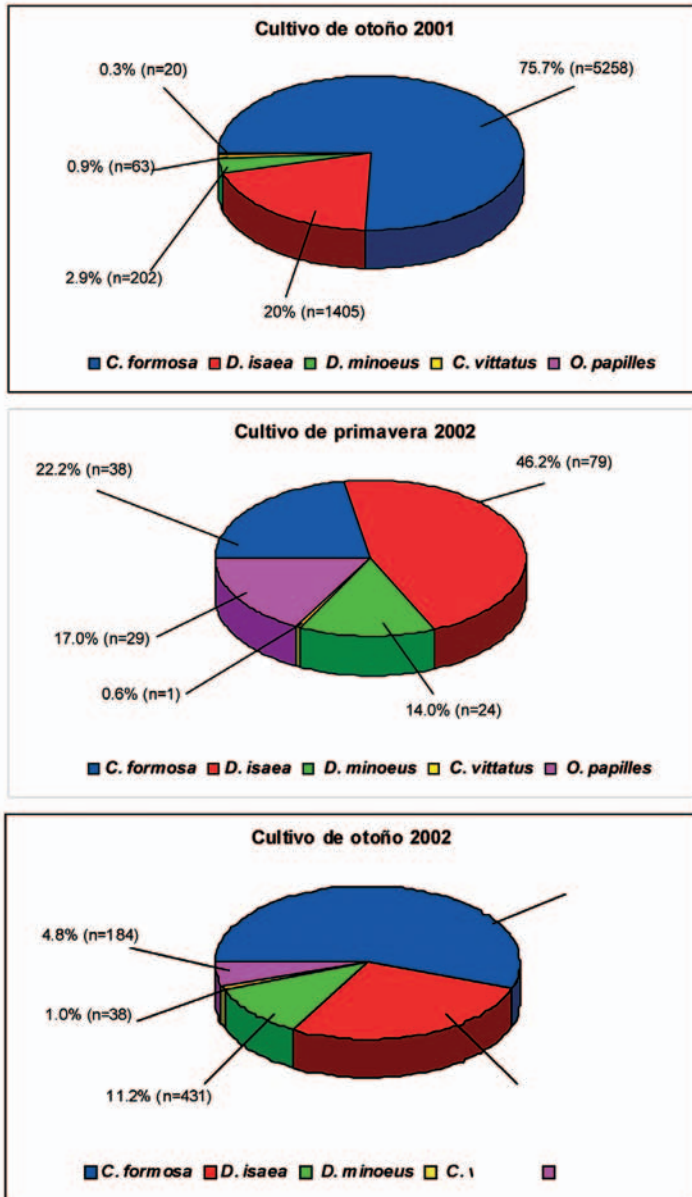


Figura 1. Porcentajes de las diferentes especies de parasitoides identificados con respecto al total de parasitoides durante los ciclos de otoño de 2001 y 2002 y el ciclo de primavera de 2002.

Los resultados obtenidos indican, la importante presencia del parasitoide *C. formosa* principalmente durante los ciclos de otoño. Los seguimientos de parasitismo natural llevados a cabo en otros estudios, indican también que en algunas ocasiones el parasitismo principal es ejercido por este parasitoide, alcanzándose porcentajes de parasitismo del 31.2% en cultivo de judía, (Cabello *et al.*, 1994) y del 79% en cultivo de tomate (Alcázar *et al.*, 2000). Aunque en la actualidad, *D. isaea* ejerza un buen control biológico de la plaga, en algunas épocas del año y bajo determinadas circunstancias, *C. formosa* puede actuar como mejor agente de control.

4 ► CONCLUSIONES

La presencia de enemigos naturales autóctonos, en nuestras condiciones de cultivo, asociados no solo a la plaga del minador, sino a otros fitoparásitos, ponen de manifiesto la importancia de llevar a cabo estudios sobre las posibilidades de esta fauna útil y de esta manera, potenciar el uso de los organismos, que se encuentran presentes en las condiciones de Almería.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALCÁZAR, M. D.; BELDA, J. E.; BARRANCO, P. Y CABELLO, T. 2000**

Lucha Integrada en cultivos hortícolas bajo plástico en Almería. *Vida Rural* 118, 51-55.

- **CABELLO, T.; JÁIMEZ, R. Y PASCUAL, F. 1994**

Distribución espacial y temporal de *Liriomyza* spp y sus parasitoides en cultivos hortícolas en invernaderos del sur de España (Diptera, Agromyzidae). *Boletín Sanidad Vegetal* 20, 445-455.

- **MINKENBERG, O. P. J. M. Y VAN LENTEREN, J. C. 1986**

The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *Liriomyza trifolii* (Diptera; Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. *Agricultural University Wageningen Papers* 86 (2), 1-50.

- **PARRELLA. M. P.; B. KEIL, CLIFFORD Y G. MORSE, JOSEPH 1984**

Insecticide resistance in *Liriomyza trifolii*. *California Agriculture*. 22-23 pp.

ACCIÓN DE LA FLORA EPÍFITA Y DE LA RIZOSFERA EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN CULTIVOS

TOKESHI, HASIME

Consultor
Fundación Mokiti Okada (BRASIL)
E-mail: htokeshi@terra.com.br

RESUMEN

Cada especie de planta en su evolución, bajo una condición edafoclimática específica, seleccionó una microflora benéfica específica. El nivel de importancia de esta microflora es extremadamente elevado para el control biológico de enfermedades. Además de competir por los exudados de las plantas, estos microorganismos son responsables por la producción de auxinas, giberelinas y vitaminas necesarias para la planta, principalmente en las raíces.

La comunicación describe cómo un sistema de agricultura natural y sustentable, basado en el uso de abono verde y Microorganismos Eficientes (EM), logra mantener la productividad agrícola, la rentabilidad y simultáneamente controlar la erosión, reduciendo el tiempo de riego, evitando el ataque de patógenos del suelo, sin usar agrotóxicos, basados en los resultados de algunas experiencias en Brasil y otros lugares. Según éstos resultados, la acción de los microorganismos eficaces (EM) dentro de un sistema de cultivo sustentable, no reemplaza otros manejos de suelo recomendables y saludables, sino que optimiza las prácticas agrícolas de manejo, como la rotación de cultivos, abonos orgánicos, cultivo mínimo, cobertura muerta y control biológico de plagas, que tiende a aumentar sus efectos benéficos.

1 ► INTRODUCCIÓN

Las plantas evolucionaron en condiciones de clima y suelo relativamente constantes en asociación con una microflora epífita y de la rizósfera bastante específica. La coevolución simultánea y asociativa constante generó una interdependencia entre la planta y la microflora como las micorrizas, microorganismos endofíticos, fijación de nitrógeno del aire por simbiosis o asociación en la parte aérea y rizósfera. Esta compleja relación de interdependencia es mantenida por los lixiviados de minerales y compuestos orgánicos excretados por el vegetal que a la vez recibe de los microorganismos simbiotes y asociados, sales minerales, auxinas, giberelinas, citoquininas, vitaminas y aminoácidos. EL crecimiento de estos microorganismos origina la protección contra patógenos por antibiosis, antagonismo, parasitismo, competición por nutrientes lixiviados de la planta y resistencia sistémica inducida o adquirida. Las plantas originarias de suelos ricos desarrollaron un sistema fisiológico que exige altos tenores de nutrientes y las pérdidas de estos por lixiviación en las hojas son extremadamente elevadas. Los trabajos con elementos radioactivos desarrollados por TUKEY (1958, 1971) confirmaron los datos obtenidos por varios autores a más de 150 años. En la Tabla 1 verificamos que las hojas de manzanos pueden lixiviar 80% del potasio en 24 horas de lluvia. Esto ocurre porque estas plantas evolucionaron en suelos ricos en calcio, potasio y boro, y por eso la lixiviación no constituye un problema en muchos casos ayuda a la sobrevivencia de la planta por la eliminación de exceso de sales.

Tabla 1. Estimativas de lixiviación de nutrientes en las plantas

AUTOR	PLANTA	ELEMENTO	CANTIDAD
ARENS (1934)	Remolacha	Cenizas	62 kg/ha equivalente
	24 horas/luvia		31 kg/ha H ₃ PO ₄ 5 kg/ha CaO
DALBO (1956)	Manzana ha/año	Potasio	20 a 30 kg/ha
		Calcio	10,5 kg/ha
		Sodio	9 kg/ha
WALLACE (1930)	Manzana 24 horas	Calcio	50% hoja
		Potasio	80% hoja

Fuente: TUKEY (1971)

La lixiviación de compuestos orgánicos también es común en todas las plantas cultivadas independiente de las condiciones edafoclimáticas de los centros de origen. Esta lixiviación de productos de fotosíntesis ya fue observada hace muchos años como podemos verificar en la Tabla 2.

Tabla 2. Lixiviación de compuestos orgánicos por las plantas

AUTOR	PLANTA	ELEMENTO	CANTIDAD
DALBO (1956)	Manzano	Carbohidratos	800 kg/ha/año
TUKEY et al. (1958)	<i>Phaseolus</i>	Carbohidratos	6% peso hoja/24h.
BLAKEMAN (1970)	Tabaco	Carbohidratos	155-244 mg/l rocío
		Aminoácidos	25-80 mg/l rocío
	<i>Brassica</i>		0.250 mg/cm ²
	<i>Napus</i>		0.054 mg/cm ²
FURNELL (1970)	24 horas	Otros azúcares	0.016 mg/cm ²
		Ác. Total	0.321 mg/cm ²

Fuente: TUKEY (1971)

Los datos actuales indican que en media 10% (DOBEREINER, 1979, HIGA, 1991, LI y LIO, 1986) de los productos de fotosíntesis y sus derivados son lixiviados por las hojas, frutos, tallo y raíces. El nivel de interdependencia de las plantas con microorganismos comprende las micorrizas, bacterias fijadoras de nitrógeno por simbiosis o fijación asociativa. El fenómeno es prácticamente genérico comprendiendo todas las plantas cultivadas o salvajes y en la Tabla 3 presentamos algunas familias y géneros donde la asociación fue comprobada (KLINARCE et al., 1971; LI y LIU, 1986; RUSCHEL, 1979).

Tabla 3. Familias de plantas con aumento de producción por microorganismos epifitos y de la rizosfera

FAMILIAS	GÉNEROS DE PLANTAS	
Gramínea	<i>Saccharum</i> <i>Sorghum</i> <i>Panicum</i> <i>Paspalum</i> <i>Avena</i>	(caña) (sorgo) (colonión) (<i>G. horquilla</i>) (avena)
Papilionaceae	<i>Lucerne</i> <i>Lupinus</i> <i>Vicia</i>	(alfalfa) (haba)
Crucíferas	<i>Brassica</i> <i>Raphanus</i>	(repollo) (rabanito)
Quenopodiáceas	<i>Beta</i>	(remolacha)

Fuente: KLINARCE et al. (1971), MARCHNER, 1995.

La lixiviación de nutrientes por la planta ha estimulado el crecimiento de organismos, risobacterias e hongos promotores de crecimiento y pueden conferir resistencia sistémica adquirida a enfermedades causadas por hongos, bacterias, nematodos, virus y artrópodos. En la figura 1 adaptada de BLAKEMAN (1971) presentamos un esquema por el cual las bacterias, levaduras y hongos promotores de crecimiento y saprofitos creciendo sobre las hojas producen metabolitos o consumen los exudados de la planta e impiden el desarrollo de los patógenos por competición o antagonismo.

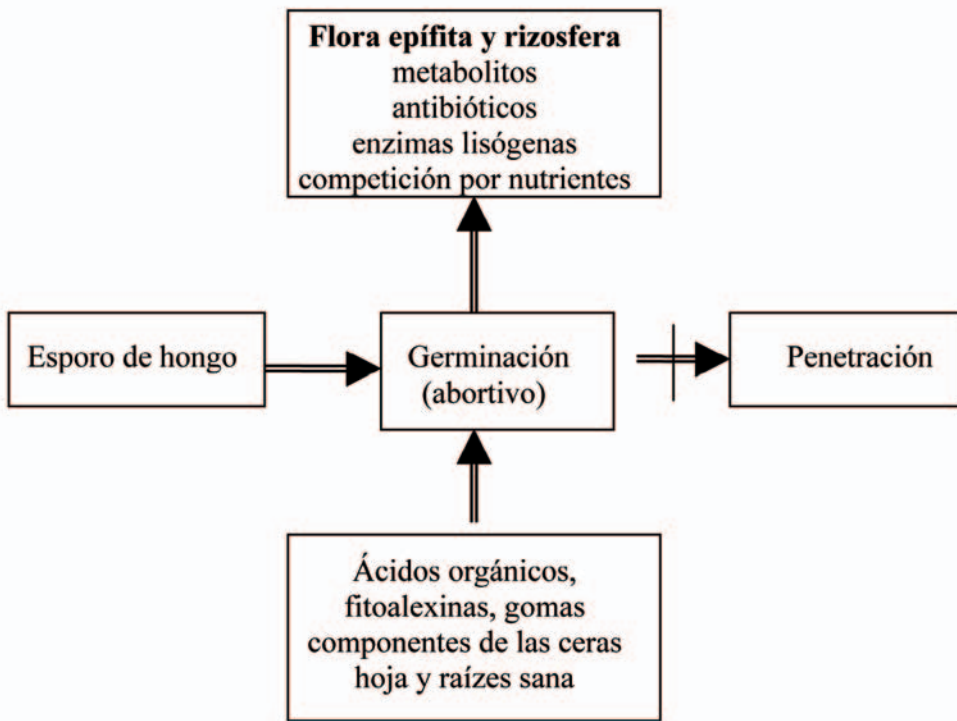


Figura 1. Fuentes de sustancias antimicóticas o bactericidas en la superficie de las hojas y rizosfera de plantas resistentes.

Este tipo de interacción entre la planta y la microflora epífita es uno de los principales métodos de control de los hongos que necesitan de una fuente externa de azúcares para causar infección. Son hongos de este grupo *Botrytis cinerea*, *Sclerotium rolfsii* y *Mycosphaerella melonis*. De acuerdo con la Figura 2 los hongos que necesitan de fuente externa de energía (azucareros) solamente causan infecciones si tienen acceso a los exudados de los órganos vegetales senescentes como flores, polen, frutos abortados, hojas senescentes o exudados de insectos (BLAKEMAN, 1971).

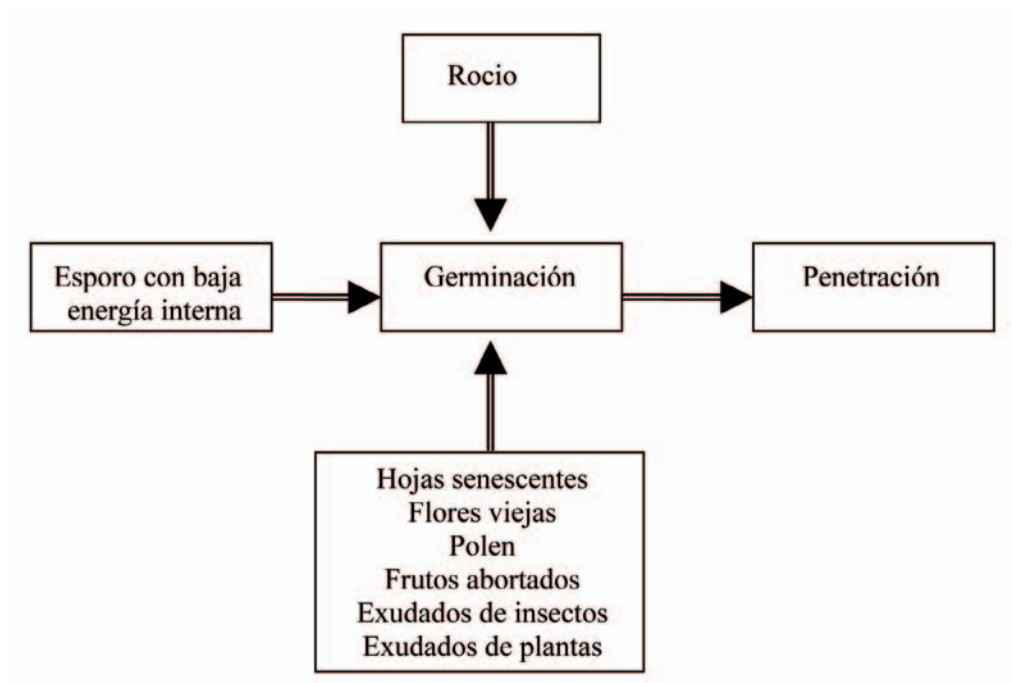


Figura 2. Fuentes de nutrientes para que hongos “del azúcar” causen infección en la superficie de las hojas de plantas.

Tabla 4. Efecto del sustrato externo en la infección por *Botrytis cinerea*

AUTORES	PLANTA Y LOCAL INOCULADO	RESULTADO
BROWN (1922)	Pétalo de flores y hojas de hava	Infección aumenta con los exudados y con adición de nutrientes.
ORELLANA y THOMAS (1962)	Frutos de mamona susceptible y resistente	Susceptibilidad es proporcional a la cantidad de azúcar lixiviado
JARVIS (1962)	Frutos de frutilla y frambuesa	99% de la infección ocurre a partir de restos florales.
CHOU y PERECE (1968)	Pétalos de frutilla y hojas de hava	Gran aumento de infección en presencia de polen de la planta.

Adaptado de BLAKEMAN (1971).

En la Tabla 4 son presentados trabajos que demuestran que el ataque de *Botrytis cinerea* tiene inicio durante la polinización de los frutos y manifiestan las podredumbres en su maduración debido básicamente al aumento de lixiviación de azúcares y pérdida de mecanismo de resistencia. De lo expuesto verificamos que cada especie de planta evolucionó en una condición edafoclimática específica y seleccionó de manera asociativa una microflora benéfica bastante específica.

OEM actúa en las plantas de la misma forma como criatura compañera que es sin embargo capaz de inducir la resistencia sistémica inducida o adquirida como él ya fue mencionado. No se puede por lo tanto cultivar las plantas sin tener en cuenta la microflora a ella asociada.

El nivel de importancia de esta microflora es extremadamente elevado para el control biológico de enfermedades, pues además de competir por los exudados de plantas estos organismos son responsables por la producción de auxinas, giberelinas y vitaminas necesarias para la planta, principalmente en las raíces. Los trabajos de KLINCARE (1971) demostraron la eficiencia de diversas bacterias en producir resistencia sistémica adquirida eficiente contra patógenos. Algunas de las especies y géneros identificados por el autor son presentados en la Tabla 5.

Tabla 5. Especies de bacterias antagonistas a patógenos aislados por KLINCARE (1971)

<i>Pseudomonas cornea</i>	<i>Microbacterium</i>
<i>Pseudomonas rubra</i>	<i>Chromobacterium</i>
<i>Pseudomonas liquefaciens</i>	<i>Sarcina</i>
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Bacillus</i>
	<i>Micrococcus</i>

Por las informaciones anteriores podemos visualizar la siguiente situación:

- ▶ Las plantas evolucionaron en condiciones edafoclimáticas específicas.
- ▶ Este aislamiento e interdependencia con el clima y suelo favoreció la selección de la microflora asociada en beneficio mutuo.
- ▶ El crecimiento del vegetal lixivando en torno de 10% de los productos de fotosíntesis proporcionó la fuente de energía necesaria para la manutención de la microflora asociada.
- ▶ La microflora asociada fijando nitrógeno, y excretando vitaminas, hormonas, sales minerales, aminoácidos y antibióticos, controlan el crecimiento de patógenos y permitió al vegetal la producción de nutrientes necesarios a la microflora asociada.

A partir del momento en que el hombre pasó a domesticar las especies salvajes de plantas cultivadas el desequilibrio biológico entre planta y microflora epífita y de la rizosfera se fueron acentuando. Este desequilibrio aumentó con el uso de irrigación por aspersión, fertilización química desequilibrada y aplicación de defensivos químicos que casi nunca llevan en consideración el hecho de que el crecimiento de la planta es interdependiente de la microflora asociada.

De lo expuesto, verificamos que el manejo de la microflora epífita y de la rizósfera es el medio racional y natural de control de enfermedades de plantas.

2 ► CONCLUSIÓN

Si admitimos que en los centros de origen las plantas evolucionaron en simbiosis o asociación interdependiente con una microflora benéfica que protege la planta del ataque de los patógenos por competición por nutrientes, antagonismo y parasitismo, la planta por otro lado estimula el sistema de asociación interdependiente con los nutrientes de azúcares, aminoácidos y sales minerales necesarios al crecimiento de la microflora simbiote en detrimento de los patógenos.

La ocurrencia de enfermedades puede ser interpretada como un desequilibrio biológico y de nutrición ocasionado en la microflora asociada a la planta generado por prácticas agronómicas que no tienen en cuenta la existencia de la simbiosis y asociación entre la planta y microflora epífita y de la rizosfera.

Como las bacterias fijadoras de nitrógeno necesitan de cobalto, molibdeno, zinc, hierro y azúcares, el nivel y número de elementos esenciales usados actualmente en las fertilizaciones de plantas precisan ser cambiados para favorecer la microflora de fijación asociativa de nitrógeno con la inclusión de cobalto, molibdeno y selenio.

EL uso de agrotóxicos necesita de una re-evaluación para reducir al máximo su interferencia en la microflora simbiote con la planta.

3 ► BIBLIOGRAFÍA

• TOKESHI, H.

Manejo da microflora epífita no controle de doenças de plantas. In: Anais IV Reunião Brasileira sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas. EMBRAPA-CNPDA, Campinas-SP, 1991. p.32-62.

SUPRESIVIDAD *in vitro* DE LA MICROBIOTA FÚNGICA DE VARIOS COMPOST FRENTE A PATÓGENOS DE SUELO

VILLAESCUSA, J.; SANTOS, M.; DIÁNEZ, F.; GARCÍA - GÁMEZ, I.; BLANCO, R.; DE CARA, M.; CASTILLO, P. Y TELLO, J.

Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
La Cañada de San Urbano, s/n. 04120 Almería

RESUMEN

En este trabajo se ha caracterizado la microbiota fúngica de cuatro compost de origen agroindustrial: el alperujo de olivo más cascarilla de arroz, el orujo de vid, el sustrato agotado del cultivo de champiñón más cascarilla de arroz y el residuo industrial del corcho. Dicha caracterización, cuantitativa y cualitativa, se realizó mediante dos análisis de “diluciones sucesivas” de cada compost. Además, se realizó un análisis específico de cada uno de ellos para conocer su posible microbiota fusárica, y un test de detección de *Pythia*eae. Asimismo, se evaluó el potencial antagonista *in vitro* de los hongos aislados en los compost frente a los 6 patógenos fúngicos: *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*, *V. fungicola*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (razas 0 y 1) y *F. oxysporum* f.sp. *Radici* *lycopersici*. Se encontró una elevada población fúngica en tres de los compost, y géneros como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Humicola* o *Trichoderma*, reconocidos agentes de control biológico, fueron aislados. En ninguno de los compost se detectó inóculo de *Pythia*eae. Se detectaron mecanismos de antagonismo como competición, antibiosis y micoparasitismo. Hasta 97 aislados fúngicos demostraron reducir el crecimiento de al menos uno de los patógenos ensayados. Se encontraron antagonistas generales contra los 6 patógenos y específicos contra alguno de ellos en los distintos compost.

PALABRAS CLAVE: SUPRESIÓN, HONGO, CUANTIFICACIÓN, *PYTHIUM* Y *PHYTOPHTHORA*

1 ► INTRODUCCIÓN

Existe un problema ambiental creciente debido a los numerosos tipos de residuos que se acumulan en los campos y en las afueras de las ciudades, sin otra solución más que la quema. Muchos de estos residuos podrían ser reutilizados, tras un proceso de compostaje como abonos, enmiendas o sustratos. Pero los compost pueden presentar una ventaja añadida: la supresión de enfermedades. Se reconoce que la “pudrición de raíz” puede ser controlada tan efectivamente a través del compost como lo es por fungicidas (Hoitink *et al.*, 1991). Compost de cortezas de árboles controlan enfermedades producidas por: *Phytophthora cinnamomi* Rands (Blaker y Macdonald, 1983; Hardy y Sivasithamparam, 1991), *P. citricola* Saw (Hardy y Sivasithamparam, 1991), *Rhizoctonia solani* (Nelson *et al.*, 1983), *Phytophthora* spp. (Sivasithamparam, 1981; Spencer y Benson, 1982), *Pythium ultimum* Trow (Chen *et al.*, 1987), y algunas formas especializadas de *Fusarium oxysporum* (Aviles, 1998; Hoitink *et al.*, 1991). Otros compost de residuos agroindustriales que también han demostrado supresividad son el de orujo de aceituna, frente a la fusariosis vascular del clavel (Pera y Clavet, 1989), y el orujo de uva compostado frente a enfermedades relacionadas con *Pythium aphanidermatum* (Aviles, 1998).

Los mecanismos por los cuales un sustrato es supresivo frente a diferentes patógenos no están siempre claras, pero pueden involucrar factores bióticos y/o abióticos y variar según el patógeno. Sin embargo, en la mayoría de los casos parece que éstos sustratos supresivos actúan principalmente por la presencia en ellos de uno o varios microorganismos antagonistas al patógeno. Además, esta cualidad es posible transmitirla a un sustrato conductivo mediante la adición de una pequeña muestra, siempre y cuando el origen de la supresividad sea biológico.

Son muchos los trabajos de investigación que ponen de manifiesto la eficacia de los hongos como agentes de control biológico frente a microorganismos que causan enfermedades en los cultivos. Actualmente, productos obtenidos a partir de los microorganismos están siendo empleados como plaguicidas (fungicidas, bactericidas, insecticidas y herbicidas) en la protección de los cultivos y diversos metabolitos secundarios fúngicos que son biológicamente activos, están siendo considerados como potentes plaguicidas; estos metabolitos pueden ser utilizados directamente o bien como sustancia base para la síntesis de análogos más potentes. La ventaja de estos compuestos sobre los plaguicidas convencionales radica en que son efectivos a concentraciones muy bajas, no son persistentes y no causan daño al medio ambiente.

En el caso de la utilización de compost para el control de diversas enfermedades, la inoculación controlada del mismo con agentes de control biológico, en la práctica es necesaria para inducir niveles consistentes de supresividad, ya que los compost no suelen poseer diversidad suficiente como para inducir supresión sobre un amplio espectro de patógenos (Hoitink *et al.*, 1991; Hoitink y Boehm, 1999). Otro método de inducir supresividad es por inoculación de determinados antagonistas seleccionados a los suelos o sustratos. Esta

última práctica está especialmente indicada para los compost dado que da consistencia o amplía la supresividad natural, aplicando los antagonistas después de la fase de altas temperaturas en el compostaje (Hoitink *et al*, 1991).

Por lo tanto, conocer la componente microbiológica de cada sustrato, y su potencial antagonista *in vitro*, se presenta necesario para evaluar su potencial supresivo, y también la aptitud de este como sustrato. El aprovechamiento del fenómeno de la supresividad, puede suponer una medida ecológica de control de las enfermedades, tan eficaz como los métodos químicos ya conocidos, respetuosa con el medio ambiente y la salud humana, y que nos acercaría a una agricultura sostenible.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Análisis de microbiota fúngica

Se han estudiado las compostas de residuos orgánicos procedentes de actividades agroindustriales características españolas como son el alperujo de olivo más cascarilla de arroz (ALP), el orujo de vid (OV), el sustrato agotado del cultivo de champiñón más cascarilla de arroz (SACH) y el residuo industrial del corcho (RIC). Con objeto de caracterizar la diversidad morfológica de su microbiota fúngica y, la cuantía de cada población, se realizaron dos análisis de “diluciones sucesivas” de cada uno de los compost.

Para cada análisis se prepararon diluciones decimales sucesivas (p/v) de cada muestra: 10 g de compost fueron diluidos en 90 mL de agua destilada estéril (10^{-1} g/mL) y homogeneizados en agitador magnético durante 20 minutos a 200 rpm. A partir de esta suspensión se realizaron diluciones decimales sucesivas de la muestra, de las cuales, 3 consecutivas fueron analizadas según el compost. El análisis de estas diluciones consistió en tomar 1 mL de cada una de ellas y sembrarlo en una placa de Petri vacía distinta. Seguidamente se llenaron las placas con 10 mL de medio de cultivo Agar Malta (AM) en subfusión (40-45 °C), y se agitó cada placa en horizontal mediante movimientos circulares. Se realizaron 10 repeticiones por dilución y compost con medio AM y otras tantas utilizando como medio de cultivo AM acidificada. La incubación de estas placas se hizo durante 6-8 días a 25-26 °C y en oscuridad.

Una vez incubadas las placas de análisis de las 3 diluciones seleccionadas (mediante un ensayo previo), se procedió a la diferenciación morfológica de las colonias mediante microscopio y a su recuento. Hasta 5 colonias fúngicas fueron purificadas de cada morfología diferenciada. Estos aislados fueron conservados, mediante la suspensión de sus esporas en una solución de glicerol (50%), para realizarse con ellos ensayos de antagonismo *in vitro*, más adelante.

Análisis de microbiota fusárica

Para realizar este tipo de análisis es preciso una cierta preparación de la muestra, la cual, ha de ser desecada a temperatura ambiente durante días, y después triturada a mortero y tamizada a 200 μm . La muestra de cada compost es dividida en 4 submuestras, cuyos análisis se interpretan como otras tantas repeticiones distintas. El análisis de cada submuestra consiste en el llenado de 4 placas de Petri con 10 mL cada una con medio de cultivo Komada (medio selectivo para *Fusarium*) en estado de subfusión. Antes de que este medio de cultivo solidifique, se espolvorea sobre cada una de las 4 placas el volumen de muestra correspondiente a una microespátula, y se agita cada placa sobre una superficie plana mediante movimientos circulares para así uniformizar la siembra.

Las placas de Petri sembradas se incuban a temperaturas de 25-28 °C en condiciones de iluminación continua, ya que así las colonias de *Fusarium* de la misma especie suelen adquirir coloraciones similares, lo que facilita la identificación. La lectura de los resultados se hizo a los 6-10 días tras el análisis. Para el cálculo de las unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) es necesario la pesada de cada submuestra, inmediatamente antes del análisis y después del mismo, con una precisión mínima de 10^{-3} g.

Test de detección de *Pythiaceae*

La presencia/ausencia de *Pythium* y *Phytophthora* en cada compost fue comprobada mediante un test que utiliza trampas vegetales. Este test consiste en poner media cucharilla de muestra en 4 placas de Petri (4 repeticiones) que contienen unos 20 mL de agua corriente. A continuación, se añaden 5 pétalos inmaduros de clavel por placa, los cuales actúan como trampas para “cazar” las zoosporas que producen estos hongos. Los resultados de estos análisis se observan a microscopio a los 2 y 5 días tras el análisis.

Ensayos de antagonismo *in vitro*

Fue evaluado el potencial antagonista *in vitro* de los aislados fúngicos extraídos de los compost de ALP, OV, RIC y SACH frente a 6 patógenos causantes de enfermedades de suelo comunes e importantes como son: *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (razas 0 y 1), *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *Verticillium dahliae*, *Verticillium fungicola* y *Rhizoctonia solani*. Las cepas patógenas utilizadas para estos ensayos fueron aportadas por el Dr. J. C. Tello (Departamento de Producción Vegetal, Universidad de Almería).

Los ensayos consistieron en enfrentamientos individuales, aislado-patógeno, en placas de Petri de 90 mm \emptyset que contenían 10 mL de medio Agar-Malta; las condiciones de siembra fueron las siguientes: 5 cm de separación entre discos para los ensayos con *Fusarium*, 6 cm para los realizados con *Rhizoctonia solani* y 3 cm en caso de los *Verticillium*. La siembra

se realizó mediante discos de 4 mm de diámetro tomados de la zona de crecimiento activo de todos los hongos. Los aislados con una velocidad de crecimiento similar a la de los *Verticillium* se sembraron simultáneamente a estos patógenos, mientras que si su crecimiento fue sensiblemente mayor, el aislado prueba se sembró 7 días después. Los aislados con un crecimiento rápido, similar o algo inferior al de *R. solani*, se sembraron a la vez que el patógeno; si por el contrario su crecimiento era muy lento, se sembró con una semana de antelación al patógeno. Finalmente, si el crecimiento del aislado del compost fue intermedio a estas categorías se sembró con 4 días de antelación a *Rhizoctonia*. Por último, cuando un aislado se enfrentó con alguno de los *Fusarium*, se inoculó con 5 días de antelación si su crecimiento relativo era muy pequeño frente al patógeno; de no ser así, *Fusarium* fue el que se sembró con 2 días de antelación. Todas estas consideraciones pretenden favorecer la expresión del potencial antagonista de los aislados fúngicos, de existir, sin poner en desventaja al patógeno.

Se realizaron 5 repeticiones de cada enfrentamiento y de cada control, desarrollándose el ensayo en estufa, a una temperatura constante de 25 °C y en oscuridad. El crecimiento de los hongos patógenos fue medido periódicamente y, el progreso de los enfrentamientos, seguido hasta la fecha en que los controles llegaron al término de sus placas. Finalmente, se averiguó la existencia de diferencias significativas ($\alpha:0,05$) en el crecimiento de los diferentes patógenos al ser enfrentados con cada "antagonista". Para ello, se aplicó un análisis de la varianza (ANOVA) a los crecimientos medidos.

A parte de la toma de datos de crecimiento, también se determinó la existencia de micoparasitismo de los aislados de cada compost sobre los patógenos mediante observaciones a microscopio.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de los análisis de los compost objeto de estudio en este trabajo, un elevado número de morfologías fúngicas distintas fue diferenciado (Cuadro 1). Ésta cantidad, comprendida entre 8 y 13 para todos los compost, estuvo concentrada en los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* en el de OV (10/13 morfologías), apoyando este resultado el obtenido por Godorecki y Hadar (1990). Los compost de SACH y de ALP

Concentraron también su variabilidad morfológica en estos géneros. En el compost de corcho se aisló una mayor diversidad de géneros que en los demás compost (7 géneros distintos) pero menor número de morfologías (9).

La cuantificación de la población total de hongos en los compost (Figura 1) obtuvo valores similares en las dos determinaciones realizadas (AM - AMa), a excepción de los resultados obtenidos en el compost de orujo vid, con medidas más dispersas.

Cuadro 1. Géneros y número de morfologías por compost

	OV	ALP	RIC	SACH
<i>Aspergillus</i>	5	4	1	3
<i>Gilmaniella</i>	-	-	2	-
<i>Penicillium</i>	5	3	-	5
<i>Doratomyces</i>	-	-	1	-
<i>Gliocladium</i>	-	-	1	-
<i>Trichoderma</i>	-	-	2	1
<i>Humicola</i>	-	-	1	-
Sin Identificar	-	2	-	2
<i>Streptomyces</i>	-	-	1	-
<i>Acremonium</i>	-	1	-	-
<i>Cladosporium</i>	-	1	-	-
<i>Rhizopus</i>	1	-	-	-
<i>Fusarium</i>	2	-	-	-

OV: orujo de vid, **ALP:** alperujo más cascarilla de arroz, **RIC:** residuo industrial de corcho, **SACH:** sustrato agotado del champiñón más cascarilla de arroz. Cada cifra indica el número de morfologías (o géneros no identificados) de cada género en cada compost

Se encontró una elevada microbiota fúngica en los compost, a excepción del SACH, con unos niveles similares a los hallados suelos. La población media de hongos medida fue de unos $1,5 \times 10^7$ de UFC/g en los compost de RIC y OV, poblaciones muy superiores a los niveles de 1×10^4 - 1×10^6 de UFC/g normales en suelos (Integrate Waste Management Board). Incluso mayores que las obtenidas en compost de corcho por Avilés *et al.*, (1997) de 4×10^5 UFC/g, y por Hardy y Sivasitamparam (1989) en compost de cortezas de eucalipto (orden de 104 UFC/g).

Aún así, el compost que más destacó por la elevadísima carga fúngica que soporta fue el de alperujo ($2,7 \times 10^8$ UFC/g), con niveles de población más de 100 veces superior a los normales en suelos. Esta alta capacidad de albergar vida les proporciona a cada uno de ellos, en especial al ALP, un gran potencial para la supresión de enfermedades asociadas a fitopatógenos nutriente-dependientes, especialmente, contra aquellas causadas por patógenos Oomicetos como *Pythium* spp. y *Phytophthora* spp. (Boehm *et al.* 1997). A pesar de ello, este compost de OV “se ha mostrado ineficaz en la supresión in vivo de *Phytophthora parasitica* aunque, si fue efectivo contra *Pythium aphanidermatum*” (Diánez, F., Comunicación Personal).

Al parecer, las características químicas de la materia orgánica de la cual el compost está formado, afectan a la composición genérica de la comunidad fúngica (Hoitink y Boehm, 1999). De tal manera que, aquellos como el orujo de vid, con un contenido alto en azúcares y bajo en celulosa, son colonizados rápidamente por géneros como *Aspergillus* y *Penicillium* (Hadar y Godorecky, 1991) mientras que en aquellos con un elevado contenido en lignocelulosa predomina *Trichoderma* (Kuter *et al.*, 1983).

Los resultados obtenidos corroboran este hecho, apareciendo *Trichoderma* en el compost de corcho, *Aspergillus* estuvo representado por una baja población en este compost y *Penicillium* no llegó a detectarse (Cuadro 1 y Fig. 1). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Avilés *et al.* (1997) excepto en el hecho de que estos si aislaron *Penicillium* en el compost. Asimismo, en el compostado de vid no se aisló *Trichoderma* pero sí *Aspergillus* en gran cantidad (Fig. 1).

En el Cuadro 1 se aprecia cómo, de los compost de champiñón y alperujo, ambos materiales ricos en lignocelulosa por su enmienda con cascarilla de arroz, sólo se aísla *Trichoderma* en el primero pero no en el segundo. Así, propiedades particulares del compost de alperujo podrían estar impidiendo el desarrollo del hongo. También se detectó la presencia de *Gliocladium* en el compost de corcho, coincidiendo esto con la información que proporciona Hoitink y Fahy (1986 b), pero no por Avilés *et al.* (1997), que tampoco confirman la aparición de *Humicola*, género fúngico predominante en el compost de corcho analizado en el presente trabajo (Fig. 1).

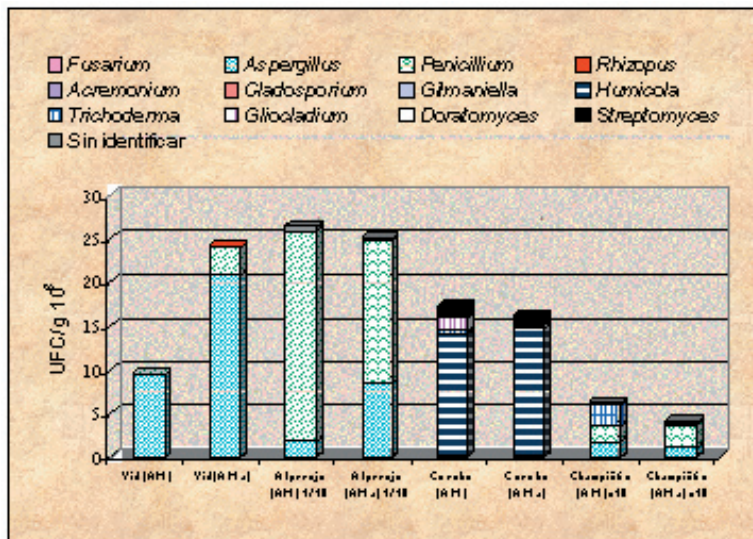


Figura 1. Distribución porcentual de las poblaciones de los géneros encontrados en las extracciones realizadas sobre cada compost. * 1/10 significa que el valor real es 10 veces mayor, y x10 significa que el valor real es 10 veces inferior, tanto numérica como gráficamente. AM: agar-malta, AMa: agar-malt

En la Figura 2 se ofrece una comparativa de los resultados obtenidos en los análisis de microbiota fusárica realizados de los compost. Destacan los bajos niveles de población de *Fusarium* en las compostas de corcho y champiñón, así como la ausencia de *F. oxysporum* en el primero y la mayor diversidad del segundo. Los compost de orujo de vid y alperujo destacan por su mayor contenido en *Fusarium*, particularmente de *F. solani*.

Estos resultados para el compost de corcho no contradicen los obtenidos por Avilés *et al.* (1997) en cuanto que, estos investigadores no detectaron *Fusarium* en ninguno de los residuos compostados de corcho que analizaron, pues la técnica usada por estos, “microbiota total”, es menos específica. De hecho, mientras en el presente trabajo no se detecta tampoco *Fusarium* en el compost de corcho mediante esta técnica de aislamiento general (Cuadro 1), si se detecta cierta cantidad en los análisis realizados mediante la segunda (Figura 2).

El test utilizado para la determinación de *Pythiaceae* no permite de por sí, la cuantificación del inóculo, aunque tampoco lo pretende, pues se trata de un test ausencia/presencia, que permite establecer la necesidad de análisis de cuantificación, más complejos.

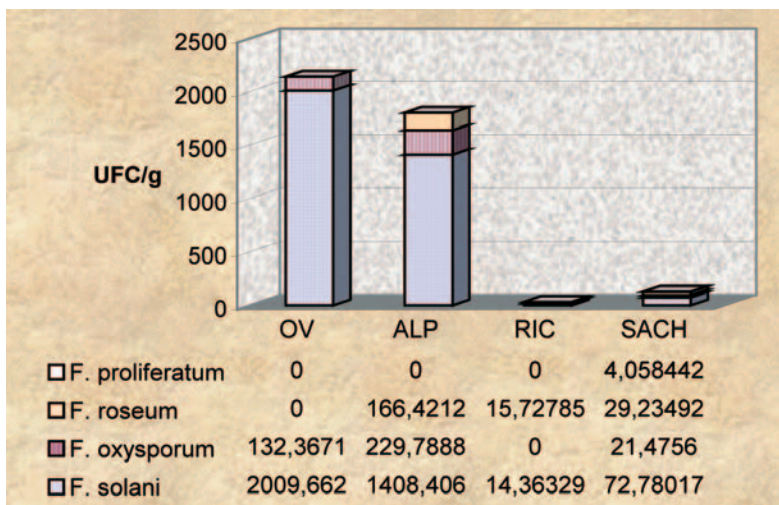


Figura 2. Microbiota fusárica en compost de orujo de vid, alperujo, corcho y champiñón. **OV:** orujo de vid, **ALP:** alperujo más cascarilla de arroz, **RIC:** residuo industrial de corcho, **SACH:** sustrato agotado del champiñón más cascarilla de arroz.

La aplicación de este análisis a los compost no puso de manifiesto la existencia de inóculo alguno de estos géneros. Estos resultados sugieren la inexistencia previa de los mismos en los materiales de partida (no se dispone de análisis previo del material) o bien, la erradicación del inóculo durante el compostaje, la cual viene avalada por (Hoitink *et al.*, 1986a; Bollen *et al.*, 1995). En esta última cita, se realiza un estudio de la supervivencia de *Phytophthora*

cryptogea y *P. infestans* al compostado de residuos vegetales midiendo, no su inóculo, sino su capacidad infectiva frente a plantas susceptibles antes y después del compostaje (concepto parecido a la utilización de pétalos inmaduros de clavel). En cambio, para el compost de corcho, Avilés *et al.* (1997) obtuvieron resultados que por un lado avalan la heterogeneidad del material de partida, en cuanto a su contenido en *Pythium*, y por otro, la incapacidad de 9 meses del compostado realizado para eliminar este inóculo.

En los ensayos de antagonismo realizados con los distintos aislados de cada uno de los 4 compost estudiados en este trabajo, un número variable de ellos redujo o detuvo el crecimiento de cada patógeno. En la Figura 3 se recogen los porcentajes de aislados, respecto del total tomado de cada compost, que inhibieron el crecimiento de cada patógeno en estudio.

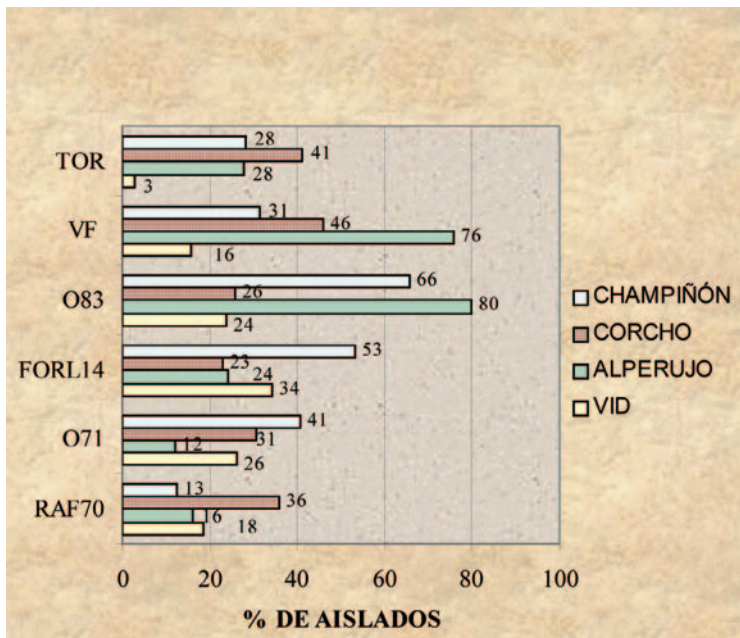


Figura 3. Porcentaje de aislados de cada compost que redujeron el crecimiento de los patógenos de manera significativa. TOR: *Verticillium dahliae*. VF: *Verticillium fungicola*. O83: *Rhizoctonia solani*. FORL14: *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*. O71: *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* raza 1. RAF70: *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* raza 0. Vid: 38 aislados, Alperujo: 26 aislados, Corcho: 39 aislados, champiñón 32 aislados.

En general, el OV mostró los porcentajes de hongos antagonistas más bajos (3-34%) especialmente frente a *Verticillium dahliae* (considerando únicamente la capacidad de inhibir el crecimiento). Al menos el 76% de los aislados del compost de alperujo demostraron antibiosis frente a *Rhizoctonia solani* y *Verticillium fungicola*, mientras que las dos razas de

Fusarium oxysporum f.sp. *lycopersici* fueron las que manifestaron el porcentaje de aislados antagonistas, en este sentido, menor (12-16%). El RIC destacó sin embargo, porque todos los patógenos presentaron un número uniforme de antagonistas (como media el 34% de los aislados), mientras que el compost de champiñón se caracterizó por su alto contenido en antagonistas por antibiosis frente a *Rhizoctonia solani* (66% de aislados), *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (53%) y *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* raza 1 (41%). Entre el 13-31% de los aislados del compost inhibieron significativamente el crecimiento del resto de patógenos.

Así, un total de 97 aislados de los 135 ensayados demostraron reducir estadísticamente o detener el crecimiento de al menos uno de los patógenos. Hasta 18 aislados de los géneros *Aspergillus*, *Streptomyces* (actinomiceto) y *Humicola* extraídos de los distintos compost, demostraron reducir el crecimiento de al menos 5 patógenos. Además, algunos de estos antagonistas generales consiguieron detener a distancia el crecimiento de alguno de los patógenos, p. e.: cWe frente a *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* raza 0 y 1. cWo frente a esta misma raza 0. chANa frente a *Rhizoctonia solani*.

Hoitink y Fahy (1986 b) junto a Nelson *et al.* (1983), Chung y Hoitink (1990), Hadar y Godorecki (1991), Hardy y Sivasithamparm (1991) afirman que *Trichoderma* spp. y *Gliocladium virens* son los agentes que más se relacionan con la supresividad de los compost de cortezas de árboles contra *Rhizoctonia solani*. Kuter *et al.* (1983), Nelson *et al.* (1983) y Tronsmo (1996) afirman que esta supresividad se debe al parasitismo ejercido por estos hongos sobre *Rhizoctonia*. Tronsmo (1996) asegura que *Trichoderma* y *Gliocladium* además pueden actuar por antibiosis y competición. En los resultados obtenidos en el presente trabajo, 10 aislados de *Trichoderma* spp. extraídos tanto del compost de corcho (morfología cTR) como del sustrato agotado de champiñón (chTR), se mostraron competitivos por el medio de cultivo y parasitaron el micelio de *Rhizoctonia*; pero ninguno de los aislados de *Gliocladium* spp. desarrolló alguna cualidad antagonista reseñable frente a éste patógeno. Asimismo, ninguno de los aislados de *Trichoderma* ni de *Gliocladium* de estos compost manifestó antibiosis frente a *Rhizoctonia solani*.

La selección de microorganismos con potencial antagonista, mediante enfrentamientos duales sobre medios de cultivo artificiales ricos, es quizá el método más empleado, pero no es garantía del desarrollo de un fenómeno antagonista, si es que el aislado tiene potencial como tal, ya que en estas condiciones *in vitro* pueden producirse unos metabolitos en detrimento de otros. De esta manera, microorganismos con potencial antagonista, pueden no revelarse como tales, y aquellos que sí lo han hecho en ésta clase de ensayos, no manifestar ésta capacidad por falta de adaptación al nicho ecológico en ensayos sobre sustratos o en condiciones de campo. El antagonista debe poseer además, competitividad en la rizosfera o phyloplano y ser capaz de producir metabolitos activos bajo condiciones naturales. En este trabajo se han perfilado como agentes de control biológico *in vitro* numerosos hongos frente a los patógenos ensayados, algunos de manera específica y otros generalizadamente. Pero la llave para la obtención de sustratos supresivos, que desarrollen un control biológico

reproducibile, está en el mayor conocimiento de las interacciones ecológicas que tienen lugar en el suelo y particularmente en el rizosfera. Esto requiere, no sólo de un estudio en búsqueda de agentes con potencial antagonista, sino además, otros de las interacciones de estos frente a la planta, con la microbiota naturalmente presente en el suelo y con el ambiente.

4 ► CONCLUSIONES

Los compost de vid, alperujo y corcho presentaron poblaciones fúngicas muy superiores a las normales en suelos. El compost de corcho se mostró libre de *Fusarium oxysporum*, mientras que los 3 compostados restantes presentaron poblaciones bajas de esta especie. El compost de orujo de vid mostró una población alta de *Fusarium solani*. Otras especies que se detectaron en los análisis de los compost fueron *Fusarium roseum* y *F. proliferatum*. No se detectó la presencia de inóculo de especies del género *Pythium* ni de *Phytophthora* en ninguno de los 4 compost. El mayor potencial de supresión mediante antibiosis de la microbiota fúngica del compost de vid fue sobre *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*. El compost de alperujo presentó claramente un mayor potencial antagonista contra de *Rhizoctonia solani* y *Verticillium fungicola*. En cambio, el compost de corcho presentó un potencial homogéneo para la supresión de los 6 patógenos. Finalmente, en el compostado de champiñón, el mayor potencial supresor se presenta frente a *R. solani* y *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*. Hasta 97 aislados manifestaron antibiosis frente alguno de los patógenos ensayados, y 10 parasitaron el micelio de *Rhizoctonia solani*. Hasta 18 aislados de los géneros *Aspergillus*, *Streptomyces* (actinomiceto) y *Humicola*, extraídos de los distintos compost, demostraron reducir el crecimiento de al menos 5 de los patógenos.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

• **AVILÉS, M.; CARMONA, E.; ORDOVÁS, J. Y TELLO, J. 1997**

Tentativa de caracterización de la micoflora del residuo industrial del corcho y sus compostados para uso como sustrato de cultivo. Actas de Horticultura, vol 18. II Congreso Iberoamericano y III Congreso de Ciencias Hortícolas. Vilamoura, Portugal.

• **AVILÉS, M. 1998**

El residuo industrial de corcho como sustrato hortícola: su capacidad para regular la expresión de los hongos fitopatógenos de suelo. Tesis Doctoral, Universidad de Almería.

• **BLAKER, N. Y MACDONALD, J. 1983**

Influence of container medium pH on sporangium formation, zoospore release, and infection of rhododendron by *Phytophthora cinamomi*. Plant Disease 67: 259-263.

• **BOEHM, M.; WU, T.; STONE, A.; KRAAKMAN, B. Y IANNOTTI, D. 1997**

Crosspolarized magic-angle spinning ¹³C nuclear magnetic resonance spectroscopic characterization of soil

organic matter relative to culturable bacterial species composition and sustained biological control of *Pythium* root rot. Appl. Environ. Microbiol. 63: 162-168.

• **BOLLEN, G.; VOLKER, D. Y WIJNEN, A. 1995**

Inactivation of soil-borne plant pathogens during small scale of composting of crops residues. Netherlands Journal Plant Pathology. 1:19-30.

• **CHEN, W.; HOITINK, H. Y SCHMITTHENNER, A. 1987**

Factors affecting suppression of *Pythium* damping off in container media amended with composts. Phytopathology 77: 755-760.

• **CHUNG, Y. Y HOITINK, H. 1990**

Interactions between thermophilic fungi and *Trichoderma hamatum* in suppression of *Rhizoctonia solani* damping-off in bark compost-amended container medium. Phytopathology 80: 73-77.

• **GODORECKI, B. Y HADAR, Y. 1990**

Suppression of *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* in container media containing composted separated cattle manure and composted grape marc. Crop. Prot. 9: 271-74.

• **HADAR, Y. Y GODORECKI, B. 1991**

Suppression of germination of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* in compost. Soil. Biol. Biochem. 23: 303-306.

• **HARDY, G. Y SIVASITHAMPARAN, K. 1989**

Microbial chemical and physical changes during composting of a Eucalyptus (*E. calophylla* and *E. diversicolor*) bark mix. Biol. Fertil. Soil, 8: 260-270.

• **HARDY, G. Y SIVASITHAMPARAN, K. 1991**

Suppression of *Phytophthora* root rot by a composted Eucalyptus bark mix. Aust. J. Bot. 39: 153-159.

• **HOITINK, H.; HERR, L. Y SCHMITTHENNER, A. 1986 A**

Survival of some plant pathogens during composting of hardwood tree bark. Phytopathology, 66: 1369-1372.

• **HOITINK, H. Y FAHY, P. 1986 B**

Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. Ann. Rev. Phytopathol. 24, pp. 93-114.

• **HOITINK, H.; INBAR, Y. Y BOEHM, M. 1991**

Status of composted-amended potting mixed naturally suppressive to soilborne diseases of floricultural crop. Plant Disease. 75: 869-873.

• **HOITINK, H. Y BOEHM, M. 1999**

Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. Annu. Rev. Phytopathol. 37: 427-446.

Integrate Waste Management Board [en línea]. California. Compost Microbiology and the soil Food Web, en:< <http://www.ciwmb.ca.gov/publications/Organics/44200013.doc> >. [Consulta: Junio 2004].

• **NELSON, E.; KUTER, G. Y HOITINK, H. 1983**

Effects of fungal antagonist and compost age on suppression of *Rhizoctonia* damping-off in container media amended with composted hardwood bark. Phytopathology 73: 1457-1462.

• **PERA, J. Y CALVET, C. 1989**

Suppression of *Fusarium* wilt of carnation in a composted pine bark and a composted olive pumice. Plant Disease 73: 699-700.

• **SIVASITHAMPARAN, K. 1981**

Some effects of extracts from tree barks and sawdust on *Phytophthora cinnamomi* Rand. Aust. Plant. Pathol. 10: 18-20.

• **SPENCER, S. Y BENSON, D. 1982**

Pine bark, hardwood compost and peat amended effects on development of *Phytophthora* spp. and lupine root rot. *Phytopathology* 72: 346-351.

• **TRONSMO, A. 1996**

Trichoderma harzianum in biological control of fungal diseases. En: Principles and Practice of managing soilborne plant pathogens. Robert Hall (Ed.) APS PRESS. St. Paul. 213-236.

LA BIOFUMIGACIÓN COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA PARA EL CONTROL DE VIRUS Y BACTERIAS FITOPATÓGENOS

ZANÓN, M. J.; VILASECA, J. C.; RODRÍGUEZ, J. M.; HELIODORO, J. S. Y JORDÁ, C.

Unidad de Patología Vegetal, Dpto. de Ecosistemas Agroforestales, E.T.S.I.A., Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera, s/n. 46022 Valencia
E-mail: mjordag@eaf.upv.es

RESUMEN

Los restos de cosecha constituyen un grave problema como foco de plagas y enfermedades, sin descartar su grave impacto ambiental. Por otra parte y desde antiguo, se han considerado dichos restos como fuente de inóculo de estas plagas y enfermedades que pudieron padecer quedando desaconsejado su mantenimiento en el suelo.

La biofumigación surge como una técnica sustitutoria a la aplicación de bromuro de metilo. Las prácticas de biofumigación, desde un punto de vista ecológico, permiten la eliminación de los restos de cosecha incorporándolos al suelo y el efecto de las sustancias volátiles liberadas en su descomposición permiten el control de enfermedades fitopatógenas, todo ello en función de determinados parámetros como la temperatura, los microorganismos implicados, las plantas empleadas y las características del suelo.

Nuestro grupo de trabajo está estudiando el efecto de la biofumigación en material vegetal infectado, de manera controlada, con virus y bacterias fitopatógenos utilizándose para la infección diferentes agentes virales de transmisión mecánica y bacterias de permanencia en restos orgánicos. Durante el proceso se ensayan distintas cantidades de plantas infectadas que se someten a distintas temperaturas durante diferentes periodos de tiempo. En función de estos parámetros se están obteniendo resultados prometedores lográndose el control de los patógenos.

PALABRAS CLAVE: BIODESCOMPOSICIÓN, BROMURO DE METILO Y TRATAMIENTO BIOCIDA

1 ► INTRODUCCIÓN

La problemática del bromuro de metilo y la biofumigación como alternativa

El bromuro de metilo (BM) ha sido el producto químico más ampliamente utilizado para la fumigación del suelo y, aunque su consumo es todavía muy elevado, su uso está disminuyendo como consecuencia de las medidas internacionales que se han tomado para la reducción de sustancias que dañan la capa de ozono. Al mismo tiempo, el BM no tiene un fácil reemplazo de modo que sus alternativas necesitan ser probadas en cuanto a eficacia en el control de plagas así como en la economía y calidad del cultivo. Además el BM ha constituido un componente esencial en las medidas fitosanitarias necesarias para prevenir la introducción y establecimiento de plagas exóticas asociadas con las actividades de exportación e importación. No obstante, por el protocolo de Montreal de 1997, el BM ha sido considerado como uno de los elementos claves en la agronomía moderna por su eficacia como fumigante en el control de enfermedades del suelo (Bello *et al.*, 1997). Este producto debe ser retirado antes del año 2005 en los países desarrollados (Gullino *et al.*, 2003) quedando su uso limitado a unas pequeñas cantidades dedicadas a usos críticos. Entre las diferentes alternativas ensayadas a tal efecto cabe citar la biofumigación, objeto del presente estudio.

La biofumigación es capaz de controlar los patógenos de los vegetales a partir de la acción fumigante de las sustancias volátiles desprendidas en la biodescomposición tanto de la materia orgánica como de los residuos agroindustriales (Bello *et al.*, 2003) con lo que además se resolverían los graves problemas ambientales que estos productos están creando (Bello *et al.*, 1997).

Entre sus ventajas destaca que la biofumigación no tiene efectos negativos ni en la salud de los consumidores ni en el medio ambiente. Tampoco tiene límites de uso dentro de los reglamentos de la producción integrada o de agricultura ecológica y debido al aprovechamiento de los residuos agroindustriales, la producción agrícola obtenida con la aplicación de esta técnica puede tener precios altamente competitivos. Entre sus problemas se encuentra la alta variabilidad de las enmiendas orgánicas así como el hecho de que algunos biofumigantes pueden acumular compuestos peligrosos e incluso aumentar los niveles de algunos patógenos. Por todo esto es necesario el diseño de metodologías que permitan conocer las características tanto fitosanitarias como agronómicas de los materiales a emplear, así como el desarrollo de técnicas de aplicación en campo (Bello *et al.*, 2003).

Uso de restos de cosecha como material de biofumigación

Los restos de cosecha han sido considerados desde antiguo un grave problema como foco de plagas y enfermedades, sin descartar su gran impacto ambiental; son fuente de inóculo de

aquellas plagas y enfermedades que pudieron padecer, de modo que se ha desaconsejado su mantenimiento en el suelo.

El abandono de los cultivos afectados en el campo o el dejarlos depositados sobre el suelo supone un elevado riesgo de contaminación, sin embargo si todo este material vegetal es sometido a un proceso de compostaje se ha comprobado que el riesgo desaparece. La biofumigación consiste en incorporar al suelo estos restos de cosecha produciéndose su descomposición en el interior del mismo.

Por una parte y desde un punto de vista ecológico, las prácticas de biofumigación, empleando dichos restos de cosecha, permiten su eliminación mediante su incorporación al suelo y por otra parte, el efecto de las sustancias volátiles que liberan en su descomposición permite el control de agentes fitopatógenos, en función de determinados parámetros siendo los más importantes la temperatura, los microorganismos implicados, las plantas empleadas y las características del suelo.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a los riesgos anteriormente aludidos, el actual trabajo aborda el estudio de la influencia de la biofumigación sobre virus y bacterias fitopatógenos. Se ha seleccionado un virus muy estable, de fácil transmisión mecánica y de permanencia en el suelo, como es el virus del mosaico del tomate (Tomato mosaic virus, ToMV). Este virus sigue siendo importante por sus continuas apariciones produciendo grandes pérdidas en el cultivo de tomate tanto en las variedades autóctonas, al no poseer genes de resistencia, como sobre los tomates tipo “Cherry” cuya comercialización se ha visto aumentada en los últimos años. En cuanto a bacterias, se ha elegido *Clavibacter michiganensis subs. michiganensis* (Smith) Davis *et al.* debido al incremento que ha sufrido su incidencia en campo y los problemas que por ello se han suscitado. El material infectado con estos agentes fitopatógenos puede permanecer infectivo durante largos periodos de tiempo, incluso años para el ToMV en hoja seca.

Infección controlada del material vegetal

Para la obtención de plantas afectadas con el ToMV se realizó una transmisión mecánica artificial con un aislado de este virus. Para la infección se inoculaban 60 plantas sanas de tomate cuando tenían 4 hojas expandidas. La inoculación se realizó a partir de material infectado con el virus triturando en un mortero esterilizado 1g de este material junto con tampón de inoculación (tampón fosfato Na/K, Ph: 7,2 0,01M + Bisulfito sódico 0,5% + EDTA 0,5%). Se frotaba esta solución en las hojas expandidas que previamente habían sido espolvoreadas con un abrasivo (Carborundum de 600 mesh). Las plantas se mantuvieron en invernadero bajo condiciones de aislamiento.

Para la inoculación controlada de las bacterias se utilizó un aislamiento puro de *C. michiganensis* en medio D2 (10g glucosa, 4g caseína hidrolizada, 2g extracto de levadura, 1g cloruro amónico, 0,3g sulfato de magnesio heptahidratado, 1,2g tris, 15g agar en 1l de agua destilada).

El test de hipersensibilidad previo, para comprobar la fitopatogenicidad de los aislados bacterianos, se realizó en plantas de tabaco inoculando en el envés de las hojas una solución obtenida tras añadir agua fisiológica estéril a las placas de Petri con las colonias bacterianas de 48 horas de crecimiento. En un máximo de 48 horas, tras la infiltración, se observa la reacción de patogenicidad. Una vez comprobado, se procedió a la multiplicación de la bacteria para su posterior utilización en la biofumigación.

La inoculación sistémica de la solución bacteriana se realizó en las axilas de las hojas de plantas sanas de tomate provocando microheridas con la aguja de una jeringuilla, se depositaba una gota de la solución bacteriana y se dejaba reposar durante unos minutos para, posteriormente, cubrir con algodón estéril impregnado con la solución y recubrir con parafilm. De esta forma se obtuvo una infección sistémica en las plantas.

Una vez inoculadas todas las plantas, tanto con virus como con bacterias, se confirmaba la presencia de éstos utilizando la técnica serológica E.L.I.S.A. (Enzyme Linked Immunosorbent Assay). Los antisueros comerciales usados fueron el N° 07056 de Loewe para *C. michiganensis* y el N° 07047 de Loewe para ToMV.

Biofumigación

En esta experiencia se emplearon macetas de 15 cm de diámetro que se prepararon con 500g de substrato a partir de una mezcla de turba y arena gruesa en una proporción de 4 a 1, todo ello autoclavado a 120 °C durante una hora. Se enterraron, independientemente, dentro de dichas macetas plantas infectadas que se trituraron y mezclaron con el substrato en dosis de 5, 10 y 15 g respectivamente. También se prepararon, como testigos negativos y con las mismas dosis, mezclas con planta de tomate sano y sólo substrato. Se establecieron un total de siete lotes que coincidían con las siete semanas de duración del experimento para cada temperatura estudiada. La mitad de las macetas se introdujeron en bolsas de plástico, cerradas herméticamente, para someterlas al proceso de biofumigación (B) evitando la salida de los gases generados en el proceso de descomposición del material vegetal; la otra mitad se dejaron abiertas (NB) (Figura 1). El rango de temperaturas a estudiar será el comprendido entre 25 °C y 45 °C. Una vez preparadas, las macetas se introducían en cámaras acondicionadas con la temperatura adecuada (en este primer estudio 25 °C para el virus y 45 °C para la bacteria). Transcurridas las semanas de estudio, las macetas de cada lote se sacaban de la cámara y en ellas se trasplantaban plantas de tomate totalmente sanas, cuyas semillas eran tratadas por termoterapia (24 horas, 80 °C) y que habían crecido en condiciones controladas de temperatura (a 25 °C) en fitotrón sacándose de éste para trasplantar con 4

hojas adultas. Una vez realizado el trasplante se colocaban en el invernadero en condiciones de aislamiento sanitario. Finalmente, se observaban los síntomas y se procedía a analizar las plantas por serología E.L.I.S.A. En el caso del estudio con virus, las plantas se analizaban al mes mientras que en el caso de las bacterias se esperaban 40 días.

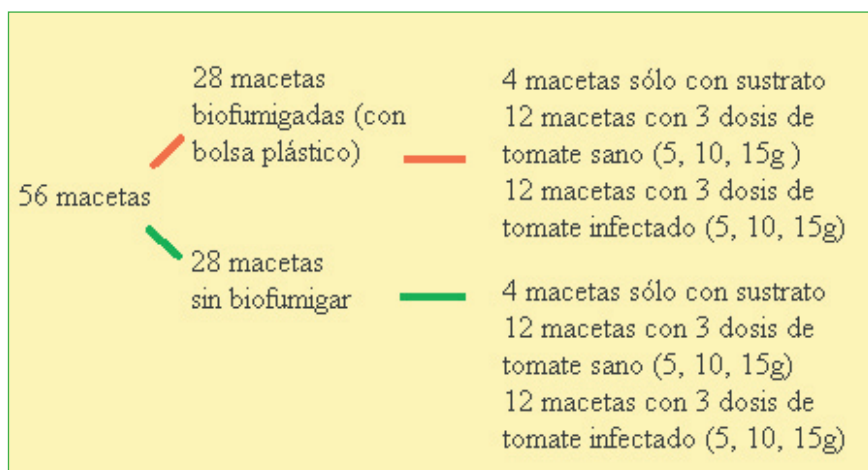


Figura 1. Metodología de biofumigación.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biofumigación

Los siguientes resultados muestran el tiempo de tratamiento necesario, a las temperaturas ensayadas, para controlar la infección de los dos agentes fitopatógenos en estudio.

- **Biofumigación en el control de virus**

Los resultados fueron obtenidos tras someter al material infectado a la temperatura de 25 °C, durante períodos de tiempo comprendidos entre 1 y 7 semanas. Estos resultados se recogen en la Figura 2.

En la Figura 2 se observa que para una semana de tratamiento el porcentaje de infección, tanto en macetas biofumigadas (B) como en las no biofumigadas (NB), es muy elevado, de modo que hasta la quinta semana no desaparece el virus en plantas que crecen sobre material biofumigado y es en la séptima cuando todo el material se libera de la infección para el caso de macetas no biofumigadas.

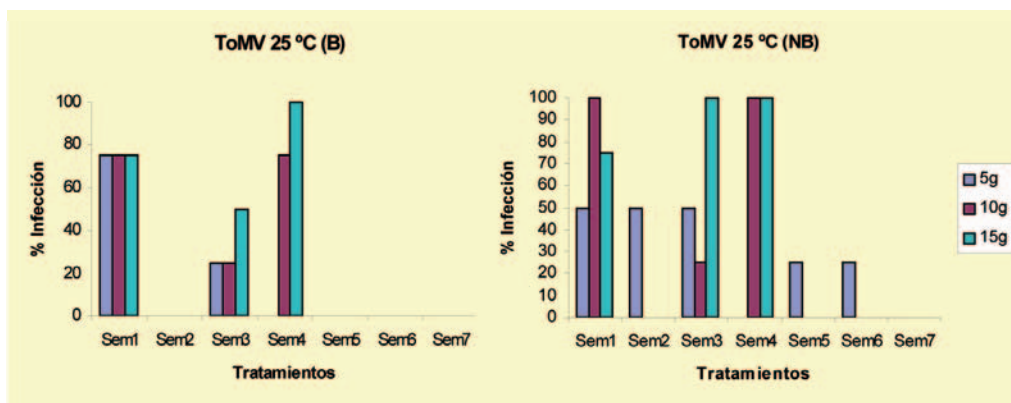


Figura 2. Biofumigación para el control de TomV.

En cuanto a la cantidad de material vegetal infectado utilizado en el experimento no se encuentra una relación lógica entre cantidad utilizada y respuesta de infección en las macetas no biofumigadas ya que, pequeñas cantidades (5g) siguen produciendo infección hasta la semana 6 mientras que dosis mayores (10g y 15g) lo hacen sólo hasta la semana 4. Podría ser una hipótesis de trabajo el atribuir a mayor cantidad de materia orgánica en descomposición un mayor efecto sobre la entidad viral.

Los resultados obtenidos en la segunda semana se consideraron anómalos y se atribuyeron a las condiciones de ensayo, ya que este tratamiento coincidió con unas condiciones ambientales totalmente diferentes a las de las semanas 1, 3 y siguientes.

Hay que tener en cuenta la extraordinaria dependencia en su comportamiento que tienen los virus según las condiciones ambientales a las que están sometidos. A partir de estos resultados podemos afirmar que un tratamiento de cinco semanas a una temperatura de 25 °C controla el virus del mosaico del tomate (ToMV), siempre y cuando se realice biofumigación.

Una temperatura de 25 °C puede considerarse como muy baja atendiendo a las que se pueden alcanzar en nuestros campos, sobre todo en verano y en combinación de biofumigación con solarización donde fácilmente se sobrepasan los 50 °C. Ésto hace que se esté ampliando el rango de temperaturas de nuestros ensayos estando trabajando actualmente con 45 °C para el control de virus, detectándose en las primeras observaciones que el periodo necesario para la desaparición del virus es más corto.

- Biofumigación en el control de bacterias

De acuerdo con lo expuesto anteriormente y debido a ajustes en la realización del ensayo con *C. michiganensis subs. michiganensis* se realizó la biofumigación a 45 °C quedando la opción de 25 °C para su posterior realización.

Los resultados obtenidos para una temperatura de 45 °C se recogen en la Figura 3.

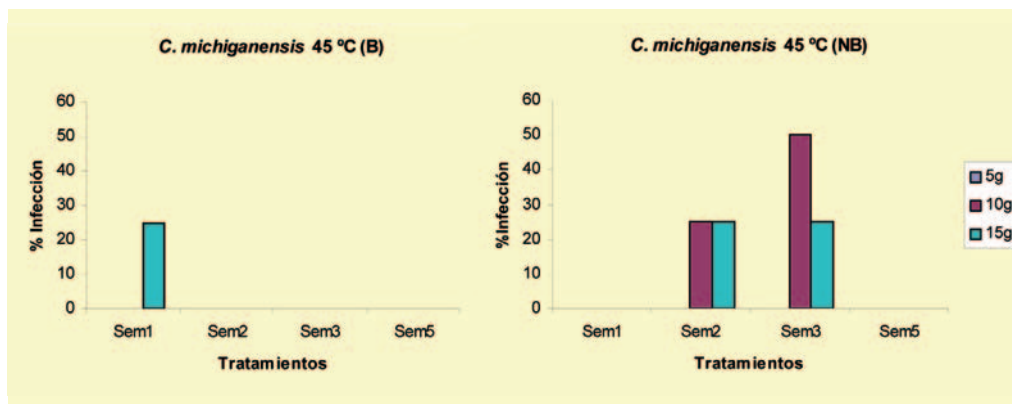


Figura 3. Biofumigación para el control de *C. michiganensis subs. michiganensis*.

En la figura anterior, se observa el progresivo descenso de plantas biofumigadas infectadas comparándose la duración del tratamiento; así, para un tratamiento de 1 semana a 45 °C, sólo una de las plantas que fueron biofumigadas permanece infectada (se correspondía con una dosis de 15g de material infectado). Un tratamiento de dos semanas es suficiente para controlar la bacteria en las plantas biofumigadas y es a partir de la quinta semana de tratamiento cuando desaparece también en el material sin biofumigación.

Cabe destacar el menor crecimiento que mostraron las plantas sobre material infectado hasta la primera semana de tratamiento en comparación con las plantas control; aunque esta diferencia no ha resultado significativa a efectos estadísticos, sí que afectaba a los resultados serológicos pues, en la mayoría de los casos, aún estando la bacteria en suelo y observándose síntomas en dichas plantas, el test E.L.I.S.A. daba negativo. La observación de las raíces mostró zonas dañadas lo que implicaría el menor crecimiento de éstas así como una fitotoxicidad en suelo provocada por la bacteria. A partir de estos resultados podemos afirmar que un tratamiento de 2 semanas a 45 °C controla a la bacteria *C. michiganensis subs. michiganensis* siempre y cuando se realice biofumigación. Se está ampliando tanto el rango de temperaturas en estudio así como los ensayos con nuevas bacterias de gran permanencia en restos vegetales como son *Ralstonia solanacearum* y *Pseudomonas syringae pv. tomato*.

4 ► CONCLUSIONES

- A la 5ª semana de biofumigación a 25 °C se consigue la eliminación del ToMV.

- Si no se realiza biofumigación el material enterrado sigue siendo infectivo hasta la séptima semana.
- A la segunda semana de biofumigación a 45 °C se consigue la eliminación de *C. michiganensis subs. michiganensis*.
- Un tratamiento de 5 semanas libera a todo el material de *C. michiganensis subs. michiganensis*, aunque no se realice biofumigación.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto de investigación AGL2002-04040-C05-OS del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **BELLO, A.; ESCUER, M.; SANZ, R.; LÓPEZ, J. A. Y GUIRAO, P. 1997**
Biofumigación, nematodos y bromuro de metilo en el cultivo del pimiento. En: Posibilidad de alternativas viables al bromuro de metilo en pimiento de invernadero. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. Murcia, 67-108
- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A. Y GARCÍA ÁLVAREZ, A. 2003**
Biofumugación y control de los patógenos de las plantas. En: Biofumigación en agricultura extensiva de regadío. Mundi-Prensa; Alicante, 343-355
- **GULLINO, M. L.; CAMPONOGARA, A.; GASPARRINI, G.; RIZZO, V.; CLINI, C. Y GARIBALDI, A. 2003**
Replacing Methyl Bromide for Soil Desinfestation: The Italian Experience and Implications for Other Countries. Plant Disease Vol. 87 No 9, 1012-1020

BIODIVERSIDAD Y RECURSOS GENÉTICOS

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS CAMPESINAS EN LA HORTICULTURA FAMILIAR DEL ESTADO DE RIO DE JANEIRO (BRASIL)

CARRASCOSA GARCÍA, M.

Ingeniera Agrónoma. PESAGRO-RIO. Empresa Pública de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro
Antiga Estrada Rio-São Paulo, BR 465, km 47. Seropédica (Rio de Janeiro)
E-mail: maria_carrascosa@riseup.net

RESUMEN

Brasil es un país de extensión continental, centro de biodiversidad, en el que las políticas macroeconómicas y agrícolas implementadas favorecen un modelo agroexportador y dependiente. Es uno de los mayores productores mundiales de soja y maíz, lo que le convierte en un mercado estratégico para las grandes corporaciones de semillas. En este contexto, la agrobiodiversidad, el conocimiento campesino y la agroecología, son fundamentales para la sostenibilidad de la agricultura familiar del país. Es por ello que, este estudio, situado en el estado de Rio de Janeiro y centrado en especies hortícolas, tiene como finalidad elaborar un diagnóstico de agrobiodiversidad, conocer el perfil del agricultor autoprodutor de semillas, construir (mediante colectas) un Banco de Semillas Campesinas de cultivares locales y tradicionales de hortalizas para la agricultura familiar y proponer estrategias para la difusión de la agrobiodiversidad y la agroecología entre los pequeños agricultores y consumidores.

Para alcanzar estos objetivos, se ha trabajado junto con agricultores familiares de seis de los municipios con mayor producción de hortalizas y se han visitado las principales experiencias brasileñas con semillas campesinas y variedades locales en agricultura familiar.

Los cultivares locales seleccionados por los agricultores familiares, que han tenido gran importancia en la horticultura del estado, son cultivados todavía por algunos pequeños productores convencionales con pocos recursos económicos. A partir de esta base el trabajo debe continuar, construyendo una red de autoprodutores de semillas, recuperando cultivares y creando espacios de intercambio y formación en agroecología y producción de semillas.

PALABRAS CLAVE: AGROECOLOGÍA, AUTONOMÍA, CONOCIMIENTO CAMPESINO Y VARIEDADES LOCALES

1 ► INTRODUCCIÓN

En la década de los 70, surgieron en el noreste brasileño los primeros proyectos para la difusión del uso de la agrobiodiversidad en agricultura familiar. En aquella época la población sufría, y sigue sufriendo, con las sequías periódicas que castigaban esa región del país, aumentando el hambre y la miseria y dejando a los agricultores sin semillas. Muchas veces no tenían otra alternativa que pedir semillas prestadas a los grandes terratenientes, contrayendo así grandes deudas. En este contexto se crearon los Bancos Comunitarios de Semillas, modelo alternativo de administración colectiva de las semillas necesarias para la siembra basado en el sistema de préstamo y devolución.

A raíz de la formación de estos Bancos, sindicatos rurales, ONGs, asociaciones y movimientos sociales del campo iniciaron un trabajo de recuperación de biodiversidad y autonomía, poniendo en marcha proyectos en diferentes regiones del país. Surgieron redes de venta e intercambio de semillas campesinas y campañas de sensibilización y se iniciaron trabajos de recuperación, caracterización y selección participativas de cultivos locales y tradicionales.

Este estudio se une a la lógica de estas experiencias, centrándose en el estado de Rio de Janeiro (RJ), situado en el sureste del país, donde el 75% de la población vive en la capital (fuente: Censo Demográfico 2000, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE) y la participación del sector agrícola en el Producto Interior Bruto (PIB) es inferior al 1,5% (fuente: Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro CIDE, 2001).

Aproximadamente el 90% de los productores de hortalizas del estado se encuadran en la categoría de agricultores familiares (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar PRONAF citado en Plano Regional de la Reforma Agraria 2003). Debido a la difícil situación económica que viven, su principal objetivo es obtener, a corto plazo, altos rendimientos que se traduzcan en un aumento de la renta familiar. Esto ha provocado la sustitución de los cultivos locales por variedades híbridas. Esta perspectiva de desaparición de cultivos locales compromete la biodiversidad y la sostenibilidad de la agricultura familiar del estado.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivos:

- Contactar con los agricultores familiares que aún producen sus propias semillas de hortalizas,
- Conocer el perfil del agricultor autoprodutor de semillas,
- Recopilar el conocimiento campesino relacionado con la producción de semillas de hortalizas,
- Elaborar un diagnóstico de biodiversidad,
- Colectar semillas de las variedades locales y tradicionales todavía cultivadas para la formación de un Banco de Semillas de hortalizas para la agricultura familiar y/o ecológica que servirá como espacio de difusión de la agrobiodiversidad.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Entrevista y colecta de semillas en RJ

Durante los meses de abril, mayo, julio, agosto del 2003 y enero del 2004, se realizaron viajes a pequeñas comunidades rurales de los municipios de Nova Friburgo, Sumidouro, São José do Vale do Rio Preto, Miguel Pereira, Paty do Alferes y Magé. En cada lugar se buscaron horticultores familiares, ecológicos o convencionales, que producen sus propias semillas. El cuestionario utilizado en las entrevistas realizadas con estos productores está enfocado a recopilar información sobre las características de la explotación, manejo, producción de semillas, cultivares producidos y posicionamiento frente a la pérdida de autonomía y biodiversidad.

Los agricultores entrevistados donaron al Banco semillas de los cultivares que disponían en el momento de la visita. En la colecta han sido prioritarios los cultivares locales y tradicionales de tomate, pimiento, coliflor, boniato, guisantes y judía. La prospección de tomate, pimiento y coliflor se ha considerado indispensable por la gran erosión genética que sufren estas especies provocada por la amplia difusión de los híbridos. Por otra parte, la judía, el guisante y el boniato son cultivos característicos de diferentes zonas del estado. Además de las especies nombradas se han colectado semillas y material de reproducción vegetativo de otras hortalizas de interés agronómico, económico y/o cultural como el “quiabo” (*Abelmoschus esculentus*), “jiló” (*Solanum gilo*), judía “de corda” (*Vigna unguiculata*), “cará” (*Dioscorea alata*), “maxixe” (*Cucumis anguria*) y “chuchu” (*Sechium edule*). Las entradas se almacenaron en la cámara de semillas de la Estación Experimental de Seropédica (EES) de la PESAGRO-RIO y posteriormente, en la siguiente fase del proyecto, se multiplicaron, en cultivo ecológico, y caracterizaron.

Visita a las principales experiencias brasileñas con semillas campesinas

Durante el mes de marzo del 2004 se realizó un viaje por diferentes estados para conocer las iniciativas existentes. En los estados sureños de Rio Grande do Sul y Santa Catarina, se visitaron varios proyectos como BioNatur, la única experiencia de producción y comercialización de semillas ecológicas de hortalizas en Brasil; la Casa de las Variedades Criollas de Ipê, espacio para el intercambio, compra y venta de semillas campesinas; varios asentamientos del Movimiento de los Trabajadores Rurales Sin Tierra (MST); y Anchieta, municipio en el que agricultores y técnicos han realizado un intenso y completo trabajo de recuperación de agrobiodiversidad y sensibilización.

En el noreste, se visitaron los Bancos Comunitarios de Semillas del estado de Paraíba y las Casas Comunitarias de Semillas del estado de Ceará, llamadas de esta manera para desvincularlas de la idea del banco de préstamo de dinero.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contexto de los productores de RJ entrevistados

Han sido entrevistados 31 horticultores familiares, 28 hombres y tres mujeres.

Tan sólo dos de los agricultores entrevistados son ecológicos. Los grupos de productores ecológicos de RJ son relativamente jóvenes y han centrado sus esfuerzos en el aprendizaje o mejora de las técnicas de manejo ecológico y en la creación de circuitos de comercialización alternativos, dejando la autoproducción de semillas para una etapa posterior.

Así, el perfil del autoprodutor de semillas que se desprende de las entrevistas es: pequeño propietario, convencional, de tradición familiar agrícola, poco o nada capitalizado, que desarrolla su actividad productiva sobre menos de 4 ha con poca diversidad de cultivos y vende sus productos en las Centrales de Abastecimiento.

Autonomía en semillas

Los agricultores entrevistados producen semillas de un total de 18 especies diferentes. El 79%, produce semillas de hasta 4 variedades diferentes.

Como se observa en la Figura 1, la producción de semillas campesinas es mayor en especies como guisante y judía donde la presión del mercado sobre las características exigidas en el producto no es muy alta.

Respecto al tiempo que estos agricultores llevan produciendo sus semillas, se observan dos grandes grupos en función de las especies. En el caso de los guisantes, judías, coliflor, mostaza, jiló y quiabo, varía entre 10 y 30 años. En pimiento y tomate, es menor que tres.

El origen de las semillas de coliflor, guisante, judía, boniato, mostaza, quiabo y jiló es familiar o de otro productor amigo. El caso del pimiento y el tomate es particular ya que en estas especies el mercado exige y ofrece variedades híbridas con características muy determinadas. Los desorbitados precios de estas semillas han llevado a varios agricultores a buscar alternativas. Un poco más de la mitad de los agricultores entrevistados salió a buscar cultivares tradicionales en su comunidad. El 40% no encontró y recurrió al comercio, donde compró semillas de alguna variedad tradicional que todavía se produce comercialmente.

La otra mitad de los entrevistados está intentando seleccionar una línea a partir de un híbrido comercial. La dificultad de encontrar cultivares tradicionales en buen estado productivo y la necesidad de beneficios económicos ha llevado a estos agricultores a adoptar esta práctica problemática.

El 32% de los agricultores entrevistados resiembró híbridos de tomate, pimiento y/o pepino una cosecha y vuelve a comprar semillas para la siguiente. Estas semillas no se han tenido en cuenta como campesinas y por tanto no aparecen en los conteos de cultivares.

Cultivares encontrados en RJ

Los agricultores entrevistados, a veces, no conocían el nombre de las variedades que cultivan. Es por ello que se desconoce el nombre de 15 cultivares.

Además de las especies nombradas a continuación, se detectó producción de semillas o material de reproducción vegetativo campesino de un cultivar de nombre desconocido de cada una de las siguientes especies: mostaza, calabaza, maxixe, chuchu, cará, mandioca, maracuyá y maíz.

- **Guisante**

Se han encontrado los cultivares tradicionales Branca, Paulista, Verdinha y Japonesa. Son variedades de enrame para consumo de vainas.

- **Judía**

Los cultivares campesinos encontrados son: Macarrão, Macarrão Branco, Macarrão Grande, Manteiga, Talharim, Manteiga-Talharim, Favorito, Favorito Comprido, Português y Preto. Todas las variedades son de enrame. La parte comestible de las ocho primeras son las vainas. Los cultivares Português y Preto tienen unas vainas muy fibrosas y se consume el grano. El cultivar Macarrão tiene las vainas cortas, de sección circular y formato cilíndrico y el Manteiga las tiene más largas, de sección elíptica y formato achatado (Filgueira, 2000). La variedad Favorito comprado proviene de la selección llevada a cabo por un agricultor de las vainas más largas del cultivar Favorito.

- **Judía de corda**

Se ha detectado producción de semillas campesinas de dos cultivares: Mauá y Paraguay.

- **Coliflor**

Se han encontrado dos cultivares tradicionales: Bola de Neve y Rasterinha. El cultivar Bola de Neve es típico de la región de Nova Friburgo. Proviene de la selección campesina de la variedad comercial Snowball introducida en el estado hace 20 años (Casali, 1983). Un gran número de productores todavía la cultivan por sus óptimos resultados. El cultivar Rasterinha es típico del Brejal. Aguanta poco el calor y da unas cabezas más grandes que el Bola de Neve.

- **Quiabo**

Se ha encontrado autoproducción de semillas del cultivar Santa Cruz 47, que puede considerarse como tradicional. Obtenido por mejoradores de RJ en los años 60, hoy en día se cultiva ampliamente. Se caracteriza por tener una producción precoz, productividad elevada, frutos cilíndricos, de coloración verde claro y con la punta ligeramente curvada (Filgueira, 2000).

- **Jiló**

Se han encontrado los cultivares campesinos Português, Comprido, Redondo y Preto. Cruzando por polinización libre jiló Português y berenjena un agricultor de Nova Friburgo obtuvo el cultivar Redondo, de frutos más grandes que el Português.

- **Tomate**

Los cultivares Pomodoro, Gauchinho, Cereja, Dedo de Dama y Pera son tradicionales del sur del país. El cultivar Santa Clara fue creado a mediados de los años 70. Un agricultor de Nova Friburgo lo describe como de porte indeterminado y alto rendimiento. Se encontró un agricultor ecológico que ha seleccionado con éxito una línea cereza del híbrido Débora mediante los criterios de selección: planta en buen estado sanitario y fruto pequeño.

- **Pimiento**

Los cultivares Margareth, Piabetão amarelo y Piabetão vermelho, son creaciones de dos horticultores japoneses. Se contactó con dos agricultores que están seleccionando una línea del híbrido ampliamente cultivado Magali R. El resultado hasta ahora no es muy positivo debido a problemas de degeneración varietal.

- **Boniato**

Los cultivares tradicionales Roxinha, Roxinha de 3 meses, Cipó y Rosada. Ha sido difícil encontrar bibliografía sobre las características y el histórico de variedades locales y tradicionales de RJ ya que existen muy pocos trabajos escritos sobre estos cultivares. Los nombres dados por los agricultores a los diferentes cultivares se restringen a veces a zonas muy pequeñas o entornos determinados, pudiéndose dar la situación de que variedades con nombres diferentes sean la misma. En los pocos casos en los que se ha encontrado bibliografía sobre los cultivares locales y tradicionales se ha enfrentado este problema de nomenclatura.

Colecta: construcción del banco de semillas

Se han colectado 90 entradas de 13 especies diferentes: 10 de guisante, 17 de judía, 3 de judía de corda, 20 de coliflor, 1 de mostaza, 1 de maxixe, 1 de quiabo, 12 de jiló, 11 de tomate,

5 de pimiento, 8 de boniato, 1 de cará y 1 de maíz. La cantidad de semillas y los cultivares colectados ha dependido del estoque personal del productor donador. El peso de las entradas oscila, en el caso de la coliflor entre 2 y 32 gr y en el de la judía entre 14 y 115 gr.

Métodos de selección campesinos

El 64% de los entrevistados utiliza la selección masal positiva como método de mejora de cultivares. El 20% produce, mediante selección masal negativa, sus propias semillas de especies como el guisante y la judía mayoritariamente. El 16% restante utiliza la selección masal positiva en cultivos de mayor importancia económica y la negativa en otros como la judía, guisante, judía de corda y boniato.

Los criterios de selección utilizados son sencillos y comprenden una visión global de la mejora de cultivares. “Selecciono las plantas y frutos bonitos, los que me gustan” comentan los agricultores entrevistados. La expresión “bonitos y que me gustan” incluye varios criterios específicos como la resistencia a enfermedades, rendimiento, fenotipo, etc. A continuación se especifica la recogida sobre selección de diferentes especies:

- **Coliflor**

Los productores entrevistados no toman precauciones para evitar hibridaciones. En los casos en los que ha habido una disminución en la calidad del cultivar, lo han achacado a cruces con plantas en mal estado olvidadas en el campo. Criterios de selección específicos: cabezas en buen estado, grandes, con hojas pequeñas, plantas sanas.

- **Judía**

Es en esta especie (junto con guisante, judía de corda y boniato) donde los productores realizan la selección más sencilla. Apenas se busca un buen estado sanitario.

- **Tomate**

Los criterios de selección utilizados son: resistencia a enfermedades, fenotipo del cultivar y rendimiento.

- **Pimiento**

Un productor cuenta cómo selecciona : “Me paseo por el campo y marco las plantas que me gustan con una cinta. Cojo las semillas de los primeros pimientos. Cuando éstos están madurando los protejo del agua y los pájaros con un saco de papel”.

Los criterios de selección apuntados son frutos grandes y en buen estado sanitario.

Secado, trilla, limpieza y almacenamiento

El proceso de extracción de semillas, secado, trilla y limpieza que los agricultores entrevistados llevan a cabo es muy sencillo y manual. Ninguno de ellos tiene especiales problemas con las plagas y enfermedades de almacén y por tanto no tratan las semillas.

- **Frutos secos:** judía, judía de corda, guisantes, coliflor, mostaza

La primera parte del secado de las plantas comienza en campo. Posteriormente las cortan y las dejan al sol hasta que terminen de secar (algunos cuelgan las plantas de coliflor o mostaza hacia abajo dentro del almacén). La trilla la realizan frotando las infrutescencias entre las manos o abriendo las vainas y la limpieza la llevan a cabo mediante aventado y posterior tamizado. Guardan las semillas en sacos de tela y en el caso de judías, judías de corda y guisantes en botellas de plástico. Por último las almacenan en un lugar fresco, seco y oscuro. Afirman que el almacén en botellas de plástico evita que los gorgojos se desarrollen por falta de aire.

- **Frutos carnosos:** tomate, pimiento, jiló, quiabo, maxixe, calabaza

Los agricultores entrevistados dejan los frutos madurar bien en el campo y posteriormente extraen las semillas en agua y así separan las que no están en buen estado ya que flotan. Después las secan a la sombra en un lugar seco sin grandes corrientes de aire. Posteriormente las guardan en botes de cristal, botellas de plástico, periódico, latas de metal o en un calcetín y almacenan en un lugar seco, fresco y sombreado. En el caso del tomate encontramos dos métodos diferentes. Un productor coloca los tomates maduros en la batidora y pulsa intermitentemente para separar las semillas sin romperlas, luego las seca a la sombra. El resto las extrae manualmente y antes de secarlas, las fermenta en agua durante tres días.

Duración de la capacidad germinativa

Los agricultores entrevistados utilizan normalmente las semillas del año para tenerlas en condiciones óptimas. Se ha apuntado como comienzo del descenso de la capacidad germinativa, uno o dos años para la coliflor y no menos de tres años para guisante, judía y jiló.

Intercambio y venta de semillas

La producción de semillas campesinas en el seno de una comunidad agrícola garantiza la continuidad de esta práctica. Cuando un productor le da semillas a otro no es solamente el material genético lo que se difunde, sino también los conocimientos campesinos relacionados

con el manejo general y específico del cultivar. Otro canal de difusión de las semillas campesinas es la venta que, además, supone un complemento de la renta de los agricultores familiares.

El 61% de los entrevistados ni intercambia ni vende semillas, producen sólo para su propia utilización. Algunos de ellos no confían en que los agricultores vecinos produzcan semillas de calidad. El 14% que sí intercambia tiene muy claros los objetivos de esta práctica, que sus padres y abuelos siempre realizaban. Por una parte se aseguran de tener dónde volver a por semillas si algún día las pierden y por otra, evitan que degeneren los cultivos mediante un cambio en las condiciones pedoclimáticas y de manejo.

El resto de agricultores entrevistados además de intercambiar, vende semillas de diferentes especies como coliflor, pimiento, guisantes, jiló y judías. El precio de venta de estas semillas campesinas es mucho menor que el de las comerciales. En el caso de la coliflor, por ejemplo, las comerciales suelen ser 40 veces más caras.

Motivos para la autoproducción de semillas

Las razones que llevan a los agricultores entrevistados a producir sus propias semillas son las siguientes:

- Falta de dinero
- Buena relación coste / beneficio de la autoproducción de semillas
- Preferencia por los cultivos que conservan
- Obtener beneficio con la venta
- Curiosidad, espíritu emprendedor

Todos ellos están satisfechos con las variedades que cultivan ya que tienen resultados muy positivos.

Dificultades encontradas en la producción de semillas

En la Figura 2 se muestran los principales problemas enfrentados por los agricultores entrevistados en la autoproducción de semillas.

Variedades locales, tradicionales, campesinas e híbridos

Algunos de los agricultores entrevistados comentan que producían todas o buena parte de sus semillas hasta hace entre 10 y 25 años, momento en el cual pasaron a comprar híbridos por razones de preferencia de mercado y rendimiento.

Con respecto a las diferencias entre los cultivares locales o tradicionales y los híbridos, los agricultores entrevistados apuntan las siguientes:

- No hay diferencias significativas con respecto a la resistencia a enfermedades,
- Los híbridos tienen rendimientos muy altos pero hay algunos cultivares tradicionales y locales que también tienen buenos rendimientos.
- Los híbridos necesitan gran aporte de agrotóxicos para dar buenos resultados,
- Los cultivares locales y tradicionales tienen mejores cualidades organolépticas.

4 ► CONCLUSIONES

El trabajo de recuperación y difusión de la agrobiodiversidad en el estado de RJ es incipiente, sobre todo si se compara con las demás experiencias del país. Hay un potencial importante para continuar trabajando. Por una parte algunos agricultores todavía conservan y utilizan cultivares locales y tradicionales y por otra, existe una demanda de cultivares no híbridos en buen estado productivo. Para alcanzar la autonomía de la agricultura familiar y frenar la creciente erosión genética y cultural es necesario crear estrategias colectivas basadas en los principios agroecológicos que apoyen a los agricultores que producen sus propias semillas y animen a los demás a adoptar esta práctica.

Hay que implementar medidas diferentes y complementarias entre si:

- Construir una red de agricultores familiares autoprodutores de semillas en RJ y organizar grupos locales que servirán como vectores de difusión de la agrobiodiversidad y la agroecología en sus comunidades. Para ello es necesario visitar productores de otros municipios y trabajar junto a agricultores que ya se conocen y grupos existentes.
- Organizar junto con grupos de agricultores una recuperación participativa de cultivares locales y tradicionales en diferentes municipios del estado. En Anchieta, por ejemplo, tras 6 años de aplicar una metodología participativa se han encontrado 70 cultivares de maíz que estaban en vías de extinción.
- Crear espacios de formación en agroecología y producción de semillas. Los cultivares locales y tradicionales de RJ están siendo seleccionados en manejo convencional cuando tienen un gran potencial genético para adaptarse a sistemas agroecológicos autónomos. En este punto sería esencial la puesta en marcha de ensayos demostrativos de cultivares.
- Crear circuitos de comercialización alternativos para los agricultores que producen cultivares locales y tradicionales.

- ▶ Disponibilizar apoyo técnico para los agricultores autoprodutores de semillas.
- ▶ Llevar a cabo una campaña de sensibilización para agricultores y consumidores sobre la importancia y la riqueza de los cultivares locales y tradicionales.
- ▶ Crear espacios para el intercambio y/o venta entre productores de semillas campesinas. Algunas experiencias que ya se han llevado a cabo con éxito en este sentido son: Fiesta Nacional de las Semillas Criollas que se celebra en Anchieta donde se muestra a la sociedad civil todos los trabajos existentes a nivel nacional con semillas campesinas y donde este año unas 25 mil personas intercambiaron semillas de 250 cultivares locales y tradicionales de maíz y 3 mil variedades de otras especies de cereales, hortalizas y plantas medicinales; la Casa de las Variedades Criollas de Ipê que beneficia a unas 150 “familias parceiras” (que producen semillas a escala mayor para garantizar el abastecimiento de la Casa), 350 familias beneficiadas localmente y por lo menos 2.600 de la región sur del país; y los Bancos Comunitarios de Semillas que, en el estado de Paraíba ascienden a 220 distribuidos en 55 municipios con 6.500 familias asociadas.
- ▶ Aprobar una legislación que favorezca la utilización, intercambio y venta de semillas campesinas.
- ▶ Continuar construyendo el Banco de Semillas de hortalizas. Este Banco funcionaría en colaboración con agricultores familiares que multiplicarían en sus explotaciones las diferentes entradas en manejo ecológico.

Las diferentes experiencias existentes en Brasil aportan gran cantidad de ideas que aplicadas en RJ podrían dar resultados muy positivos medio plazo.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

A todos los agricultores que han participado en las entrevistas y en la construcción del Banco de Semillas. A Ivanil Alves dos Santos, Eiser Costa Felipe, Vinicius Vitoi, Denis Monteiro, Pep Roselló, Fabiano Balieiro, Solange Bastos y Miguel Viveiros.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- CASALI, W. D. V., FERREIRA, R. 1983
Cultivares de Brássicas. Informe Agropecuario 13, 25-31.

- **CIDE. ESTIMATIVAS DO PRODUTO INTERNO BRUTO SEGUNDO OS SETORES DE ATIVIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO DE 1996 A 2002**

Rio de Janeiro 2002. <<http://www.cide.rj.gov.br/pages/pib.asp>>. [consulta 5 marzo 2004].

- **FILGUEIRA, F. 2000**

Novo Manual de Oleicultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Universidade Federal de Viçosa, 402 pp.

- **IBGE. CENSO AGROPECUÁRIO DE 1995 A 1996. BRASILIA 1996**

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>>. [consulta 14 diciembre 2003].

- **IBGE. CENSO DEMOGRÁFICO 2000. BRASILIA 2000**

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>>. [consulta 14 diciembre 2003].

- **INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA) 2003**

Plano Regional de Reforma Agraria. Rio de Janeiro, 98 pp.

RECUPERACIÓN DEL CULTIVO DE DOS VARIETADES TRADICIONALES EN ARANJUEZ

**DE LA CUADRA, CELIA⁽¹⁾; VARELA, FEDERICO⁽¹⁾; DE LA ROSA, LUCÍA⁽¹⁾; PASCUAL, HIGINIO⁽²⁾; VERGARA,
GREGORIO⁽²⁾; MAURI, PEDRO⁽²⁾ Y ALONSO, DAVID⁽³⁾**

⁽¹⁾ Centro de Recursos Fitogenéticos del INIA. Apartado 1045. 28800 Alcalá de Henares (Madrid)

⁽²⁾ Instituto Madrileño de Investigación Agraria (IMIA). Apartado 127. 28800 Alcalá de Henares (Madrid)

⁽³⁾ Centro de Desarrollo Rural Aranjuez-Comarca las Vegas (ARACOVE). C/ Infanta 55. 28300 Aranjuez (Madrid)

RESUMEN

Esta comunicación presenta los trabajos efectuados por un equipo multidisciplinar, cuyo objetivo era la recuperación del cultivo y la comercialización de dos variedades tradicionales, de la zona madrileña de Aranjuez-Comarca las Vegas. Estas variedades son el pimiento cuatro cascós de Aranjuez y la lenteja de Colmenar de Oreja.

Los trabajos efectuados comprendieron: la prospección, recolección, multiplicación, caracterización y conservación exsitu de muestras de semillas, los campos de ensayos y los de demostración, la divulgación de beneficios a sectores comerciales, políticos y medios de comunicación locales.

1 ► INTRODUCCIÓN

Los dos grupos más importantes en la clasificación de los recursos fitogenéticos de especies cultivadas son las variedades comerciales modernas y las variedades locales. Las primeras tienen un valor comercial actual y suelen ser el material de partida de los trabajos en mejora, su base genética es muy estrecha ya que son muy homogéneas. Por el contrario, los cultivares tradicionales están altamente adaptados a las condiciones ambientales locales y poseen una amplia base genética, son utilizadas como donantes de caracteres de adaptación y para recuperación de cultivos tradicionales.

Según el análisis de la situación mundial de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación (FAO, 1996), el porcentaje de utilización de los recursos conservados en los bancos de germoplasma del mundo es escaso. Los principales obstáculos que dificultan la utilización son: falta de información asociada a las muestras (especialmente de datos de evaluación de interés agronómico), deficiencia en la difusión de la información, escasa coordinación de las políticas a nivel nacional y conexiones deficientes entre los bancos de germoplasma y sus usuarios.

En el Plan de Acción Mundial (FAO, 1997) se proponen 6 áreas de actividades destinadas a mejorar la utilización de los recursos fitogenéticos: aumentar la caracterización, evaluación y nº de colecciones nucleares para facilitar su uso; potenciar las actividades para ampliar la base genética de los cultivos; promover la agricultura sostenible mediante la diversificación de la producción agrícola y la ampliación de la diversidad de los cultivos; promover el desarrollo y la comercialización de cultivos y especies infrautilizadas; apoyar a los sistemas de distribución y producción de semillas; y crear nuevos mercados para variedades locales.

En los últimos años, los problemas de tipo social y ambiental generados por la agricultura tecnificada han dado lugar a un movimiento general, en el ámbito internacional, hacia la agricultura denominada “sostenible”, esto es capaz de satisfacer adecuadamente las necesidades humanas y de preservar los recursos naturales para el futuro. En este tipo de agricultura las variedades locales ofrecen las siguientes ventajas: mejor adaptación al ambiente local (especialmente valorado en agricultura ecológica), buena calidad organoléptica (cada vez más valoradas por el consumidor), facilitan la recuperación de cultivos actualmente infrautilizados (lo que propicia la diversificación agraria y el desarrollo rural) y la recuperación de variedades locales de alto rendimiento económico. En este tipo de utilización directa tienen una importante participación las Asociaciones de desarrollo rural (LEADER) y los agricultores ecológicos.

Dentro de la situación descrita, se consideró oportuno abordar la utilización de los recursos genéticos de variedades locales para reanimar el cultivo y la comercialización de dos productos agrícolas tradicionales del área madrileña de Aranjuez y Comarca Las Vegas.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Para abordar el objetivo del presente trabajo se dividieron las actividades en tres grupos.

- ▶ Actividades en recursos fitogenéticos, prospección y recolección (FAO, 1994), conservación por semillas (FAO, 1994), multiplicación y caracterización del material (descriptores IBPGR y grupo hortícolas del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) y ensayos agronómicos en parcela pequeña (2 m²) para evaluación de densidades de siembra, rendimiento por ha, fertilización orgánica e incidencia de adventicias y plagas.
- ▶ Actividades encaminadas a la extensión del cultivo en la zona. Elaboración y ejecución de un plan de información y difusión del beneficio de estos cultivos a los agentes locales. Utilizando la red de trabajo de la Asociación de Desarrollo Rural Aranjuez Comarca las Vegas (ARACOVE), se interesó en el objetivo del trabajo a los agricultores, las pequeñas empresas de venta o restauración y a los responsables de los ayuntamientos. Fueron seleccionados dos agricultores para la multiplicación y selección del material a fin de conseguir la recuperación del tipo. Posteriormente se dispusieron parcelas pilotos de demostración para los agricultores, utilizando variedades comerciales como testigos.
- ▶ Actividades de difusión de los resultados. Se organizó una jornada de difusión con presencia de todo el sector de la zona y de los medios de comunicación locales (periódicos, radio y televisión).

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Lenteja de Colmenar de Oreja

Es una lenteja redonda, aplastada, de color verde amarillento, flor blanca con estrías azules, talla media a la maduración y un peso de 1000 semillas entre 50 y 60 gr.

Tras prospectar la zona por la que se extendía en abundancia su cultivo, se recolectaron siete entradas, cinco en el propio Colmenar de Oreja y dos en Chinchón. Todos los agricultores aseguraban que la suya era la original. El año siguiente se obtuvo una entrada más de una lenteja semejante en Villarejo de Salvanes Varela *et al*, 2002).

Todas estas entradas fueron multiplicadas y conservadas en las colecciones base y activa del CRF (conservación por semillas desecadas por debajo del 7% de humedad relativa y almacenadas en contenedores a baja temperatura; bote de cristal twist-off y -4° C para colección activa; lata

cierre hermético por presión y -18° C para colección base). La información acompañante fue incluida en las bases de pasaporte y gestión (de la Cuadra 2004)

Para la caracterización de las lentejas los datos considerados fueron: días a primera flor, a floración y a maduración; alturas de la planta y hasta primera vaina; color de la flor, longitud y anchura; número de flores por pedúnculo y longitud de los dientes del cáliz; color del fondo y del dibujo de la semilla; tipo del dibujo, color del cotiledón, peso de 100 semillas y producción de la parcela.

Por la similitud de todos estos datos, en las caracterizaciones efectuadas durante las campañas 2001-2002 y 2002-2003, se concluyó que todas las entradas pertenecían al mismo tipo varietal. Este tipo era coincidente con el descrito para la variedad de Colmenar de Oreja.

Los resultados de producción y peso de semilla de los ensayos de campo, en los que se compararon fecha de siembra, demostraron una gran ventaja de la siembra de otoño (finales de noviembre) sobre la de primavera (finales de febrero). Los ensayos de otoño dieron una producción de $187,59 \text{ gr./m}^2$ y un peso de semillas de 6.55 gr./100 y los de primavera de $31,13 \text{ gr./m}^2$ y $4,99 \text{ gr./100}$ respectivamente. Sin embargo el cultivo iniciado en otoño sufrió mayor incidencia de adventicias e infestación de gorgojo (de la Rosa, 2001).

En el término municipal de Colmenar de Oreja, dos agricultores cultivaron dos campos de demostración con la variedad autóctona, en parcelas de 5.000 m^2 uno con técnicas de agricultura ecológica y el otro con las de agricultura convencional. Ambos utilizaron la misma semilla y la misma dosis de siembra de 110 Kg./ha . La siembra en ecológico se efectuó el 10 de febrero y en convencional el 23 del mismo mes.

En los dos ensayos se han llevado a cabo las mismas labores de preparación del terreno y siembra (alzado del cultivo anterior con vertedera, pase de grada de discos, dos labores de cultivador para la eliminación de la vegetación adventicia, siembra y Rulado para facilitar la nascencia).

En ninguno de los casos fue necesaria la eliminación de adventicias. En el caso de que hubiese sido necesario, en ecológico se habría empleado escarda manual y en convencional algún herbicida químico. Tampoco ha sido necesaria la defensa del cultivo en cuanto a problemas sanitarios, y normalmente no se emplean en la zona ningún tipo de producto para tal fin, tanto en agricultura ecológica como convencional.

En el ensayo ecológico se ha utilizado un abono orgánico comercial, aplicando 300 Kg. de producto a la superficie estipulada. En el ensayo convencional se han aplicado 150 Kg. de abono complejo triple. En ambos casos la cosecha se ha efectuado en la última semana de junio. Los rendimientos obtenidos han sido de 600 Kg./ha en el caso de la agricultura ecológica y de 800 Kg./ha en el caso de la convencional. Los resultados económicos son los siguientes.

AGRICULTURA ECOLÓGICA		AGRICULTURA CONVENCIONAL	
Costes / beneficios	Euros	Costes / beneficios	Euros
Costes labores	144,00 €/ha	Costes labores	144.00 €/ha
Costes semillas	41.80 €/ha	Costes semillas	41.80 €/ha
Costes fertilización	126.00 €/ha	Costes fertilización	60.00 €/ha
Costes recolección	48.00 €/ha	Costes recolección	48.00 €/ha
Total costes	293.80 €/ha	Total costes	293.80 €/ha
Rendimiento	600.00 Kg./ha	Rendimiento	800.00 Kg./ha
Precio de venta	0.90 €/Kg	Precio de venta	0.42 €/Kg
Ingresos	540.00 €/ha	Ingresos	336.00 €/ha
Beneficios	180.20 €/ha	Beneficios	42.20 €/ha

El pimiento cuatro cascos de Aranjuez

Es una variedad dulce, cuyos frutos pueden llegar al mercado verde o roja según se hayan recolectado antes o después de su maduración. También se la conoce localmente con los nombres de “morro de vaca” u “hocico de buey”, debido a las cuatro hendiduras que presenta en su base y en su ápice. Su fruto es de gran tamaño, de carne gruesa y exquisito sabor, por lo que es muy apropiado para asar. Se semilla en febrero, iniciándose la recolección del fruto verde en julio y la del rojo en agosto.

Durante la prospección y la recolección pudo observarse una erosión mucho más fuerte que en el caso anterior. Sólo se recolectó una entrada en San Clemente. Que se añadió a las conservadas en el IMIA procedentes de Aranjuez (1995) y de Mocejón (1997).

Las entradas fueron conservadas en el huerto del IMIA (Vergara *et al*, 2000a).

Se multiplicaron y caracterizaron en el huerto del IMIA las cinco entradas de que se disponía: Aranjuez I, Infante, Cuatro Cascos II, San Clemente I y San Clemente II. Los principales datos de caracterización tomados fueron: precocidad; altura de planta y masa arbustiva; forma, peso y anchura de fruto. Las caracterizaciones fueron realizadas durante las campañas 2000-2001 y 2001-2002, en ellas se detectó la similitud entre las entradas del huerto del IMIA y el tipo descrito para esta variedad de pimiento (Vergara *et al*, 2000b).

Agricultores socios de ARACOVE, establecieron dos campos de ensayos en Aranjuez para experimentar el comportamiento de este bajo un sistema de agricultura ecológica. Esta experiencia de cultivo se realizó un estercolado de 10.500 Kg. Procedente de ganado ovino,

no se aplicó ningún tratamiento fitosanitario. Se utilizaron dos fechas de plantaciones, precoz y tardía. El cultivo de plantación tardía sufrió un virosis muy alta, quedando las plantas sin porte y sin capacidad para dar frutos comerciales. En plantaciones tempranas el cultivo se desarrolló en buenas condiciones

Posteriormente y también en Aranjuez, se utilizó la parcela de un agricultor como campo de demostración, las variedades presentadas fueron de tipo lamuyo (Cuatro cascós de Aranjuez y Bonifacio) y de tipo italiano (Dulce italiano, Lorenzo, Liperi, Estilo, Janson, Trajano y Fénix). Los mejores resultados fueron obtenidos por Cuatro cascós de Aranjuez (calidad) y Bonifacio (producción), Estilo fue un cultivo algo inferior pero muy aceptable.

Plan de difusión

Se inició con una información directa a los agricultores de la zona, utilizando la red formada por ARACOVE. Este primer paso resultó fundamental para poder contar con la colaboración de los mismos dentro del proyecto de recuperación de estos cultivos.

Se elaboraron y repartieron folletos de divulgación con la descripción de la variedad e información sobre los beneficios medio-ambientales del cultivo, los sociales y económicos derivados de su producción y comercialización, y los valores nutritivos y de prevención de enfermedades de las lentejas y los pimientos. Estaban destinados a los agricultores, consumidores y PYMES intermediarias (empaquetadores, comercios y restauración).

Se organizó una Jornada de Promoción en la Finca la Chimenea (Aranjuez) a la que fueron convocados miembros de las administraciones, empresas implicadas, agricultores y medios de comunicación. Esta Jornada supuso un encuentro muy efectivo entre los distintos sectores implicados, se pudieron discutir nuevas ideas, aclarar dudas y motivar a las personas que podían apoyar con su actividad profesional el cultivo y la comercialización de estas dos variedades locales.

El programa fue el siguiente:

POGRAMA DE LAS JORNADAS SOBRE LA “LENTEJA DE COLMENAR” Y EL “PIMIENTO CUATRO CASCOS”

• Finca “La Chimenea” Aranjuez (Madrid) Lunes, 30 de Septiembre de 2002

- 11:00** Visita a la parcela de cultivo de Pimiento de Aranjuez.
- 12:10** Recepción y bienvenida: D. Luis Alfonso Galán. ARACOVE.
Moderadora: *Dra. Celia de la Cuadra González-Meneses*
- 12:15** La investigación agroalimentaria en la Comunidad de Madrid.

- D. Luis Sánchez.* Director Gerente del IMIA
- 12:30** Características de la “Lenteja de Colmenar”.
Dra. Lucía de la Rosa. Centro de Recursos Fitogenéticos del INIA
- 12:45** El pimiento y la lenteja en la salud humana.
Dra. Carmen Cuadrado. Tecnología de los alimentos. INIA
- 13:00** Características del “Pimiento Cuatro Cascos”.
Dr. Pedro Mauri. IMIA
- 13:15** Degustación de recetas elaboradas con “Lenteja de Colmenar” y “Pimiento de Aranjuez” preparados en el Taller de Empleo “Conserva la Huerta”.
- Crema de lentejas al curry
 - Ensalada de lentejas
 - Ensalada de pimientos
 - Mermelada de pimientos
 - Piperada
 - Crema de pimiento verde

Indicación Geográfica Protegida

Para ambos cultivos se inició, al final del proyecto, los trabajos encaminados a la obtención de su IGP, como un medio para asegurara la continuidad de los cultivos, una vez que estos han sido recuperados en su zona. Actualmente ARACOVE y sus colaboradores locales, continúan con esta actividad.

El objetivo general de este trabajo era la utilización de los recursos fitogenéticos conservados en los bancos de germoplasma para la recuperación sostenible de variedades tradicionales en áreas agrícolas. Estas actividades deben ser objetivos fundamentales para los bancos de germoplasma

El Plan de Acción Mundial para la Conservación y Utilización de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1996), priorizaba una serie de actividades encaminadas al aumento de la utilización de estos recursos, ya que ésta es la verdadera finalidad de las colecciones activas de los bancos de germoplasma. Las actividades destacadas que se relacionan más con esta propuesta son: (i) promoción de una agricultura sostenible mediante la diversificación de la producción agrícola y una mayor diversidad de los cultivos y (ii) promoción del desarrollo y comercialización de los cultivos y las especies infrutilizados. En el Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos del mundo (FAO, 1997), se especifica que las principales limitaciones para la utilización del germoplasma son la falta de datos de caracterización y evaluación, carencia de documentación e información, escasa coordinación de las políticas a nivel nacional y conexiones deficientes entre el banco de germoplasma y los usuarios de sus materiales, los bancos de germoplasma

nacionales deben de buscar la manera de subsanar estas deficiencias. Los bancos de genes de nuestro país (de la Cuadra, 2001), deben constituirse en fuentes de transferencia de materiales, técnicas e información utilizables para el desarrollo de una agricultura de calidad que ayude al sostenimiento económico, sociológico, paisajístico y ambiental de áreas deprimidas de España. Se trata, en definitiva de propiciar una conservación “in situ” de variedades tradicionales que necesariamente debe ser fuente de una economía que sustente las necesidades vitales del colectivo humano de las localidades en que se practique.

En un interesante trabajo de fin de carrera efectuado en 2003, procedente de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela y titulado “Iniciativas y actividades para la conservación “in – situ” de variedades agrícolas tradicionales o autóctonas de España” (disponible en la página web de la Escuela), se citan 28 Instituciones, gubernamentales y no gubernamentales, que actualmente trabajan en nuestro país que están poniendo en práctica este tipo de conservación o que realizan algún tipo de trabajo encaminado al fomento del cultivo de variedades tradicionales. Desde nuestra experiencia de los últimos años, podemos completar esta lista hasta un número de 40. Esto significa que ahondando en el trabajo propuesto desde Orihuela detectaríamos un gran número de iniciativas de lo que parece una tendencia importante dentro de la realidad agrícola española actual tendente a desarrollar una nueva agricultura cuyas principales características parecen ser:

- ▶ Agricultura situadas en zonas deprimidas, ligada a su revitalización económica y social, propiciada por una inquietud social hacia la recuperación de variedades tradiciones que muchas veces se creen definitivamente perdidas.
- ▶ Agricultura planteada como el motor de desarrollo de pequeñas industrias de transformación, negocios de restauración o mercados locales y como un medio en la defensa ambiental y paisajística de pueblos o zonas en riesgo de total abandono
- ▶ Agricultura ecológica, para proteger el medioambiente y la salud pública.
- ▶ Productos agrícolas valorados por la tradición, por sus especiales cualidades organolépticas u otro valor añadido que le preste singularidad.

En el inventario Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación están registradas 77441 entradas, todas ellas disponen de datos de pasaporte y se encuentran en diferentes situaciones respecto a su caracterización dependiendo del interés que las distintas especies hayan suscitado. Todo un tesoro esperando a los agricultores.

Desde un primer momento se tuvo clara la necesidad de ir elaborando un modelo de trabajo aplicable a otras situaciones similares, el desarrollo de este modelo va aumentando su importancia a medida que se multiplican estas iniciativas por todo el país. De estas primeras experiencias, puestas en común con otros investigadores, algunas asociaciones de

desarrollo rural y discutidas en foros oportunos, como los que ofrecen la Sociedad Española de Agricultura Ecológica o la Asociación Española de Leguminosas, podemos perfilar los puntos más interesantes de dicho modelo. Este incluye:

Investigación previa: Análisis de la información existente, obtención de los materiales, evaluación de los rasgos más necesarios para la recuperación de su cultivo, ensayos de campo, evaluación de las características distintivas del producto, análisis de sus rasgos genéticos, cooperación en la elaboración de Reglamentos Técnicos..

Recuperación del cultivo: coordinación con asociaciones de desarrollo rural, información del proyecto a los agentes locales interesados en la cooperación, selección de agricultores para el desarrollo de las parcelas piloto, difusión de resultados entre los componentes del sector local.

Elaboración de catálogos de las variedades y plan de formación y diseminación.

4 ► BIBLIOGRAFÍA

- **DE LA CUADRA, C. 2003**

Utilización de los recursos fitogenéticos en agroecología. En: Agroecología y Agricultura Ecológica (Ediciones Integral "Sociedad para el desarrollo integral", Bullas, Murcia. Coordinador; José María Egea Fernández), pp.:179-183.

- **DE LA CUADRA, C. 2001**

La conservación de los recursos fitogenéticos en España. En: Conservación y Caracterización de Recursos Fitogenéticos (Fernando González-Andrés y José Manuel Pita Ed.), pp.:171-186.

- **DE LA ROSA, C. 2001**

La colección de Leguminosas Grano. En: Conservación y Caracterización de Recursos Fitogenéticos (Fernando González-Andrés y José Manuel Pita Ed.), pp.:69-91).

- **FAO 1994**

Código internacional de conducta para la recolección y transferencia del germoplasma vegetal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia.

- **FAO/IPGRI 1994**

Normas para bancos de genes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia.

- **FAO 1996**

Plan de Acción Mundial para la Conservación y el Uso Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia.

- **FAO 1997**

Situación Mundial de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

- **VARELA, F.; DE LA ROSA, L.; PELUZZO, A.; LÁZARO, A.; RUANO, A. Y PASCUAL, H. 2002**
Actas de Horticultura 34, 331.
- **VERGARA, G.; MAURI, P.; GALLEGO, J. F. Y DE LORENZO, C. 2000**
La estación de Horticultura de Aranjuez. Revista Agricultura, vol. 816, pp.: 424-428
- **VERGARA, G.; MAURI, P.; DE LORENZO, C. Y SALCES, R. 2000**
El pimiento cuatro cascós. Revista Boletín Agrario, vol. 22, pp.: 29-30.

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS EN AGROECOLOGÍA

DE LA CUADRA, CELIA

Dra en Biología. Jefa de Servicio de Conservación Genética
Centro de Recursos Fitogenéticos. INIA
Apartado 1045. 28800 Alcalá de Henares (Madrid)
E-mail: cuadra@inia.es

RESUMEN

La diversidad genética, acumulada desde los orígenes de la vida en la Tierra, constituye los recursos genéticos o germoplasma del planeta. Los recursos fitogenéticos están formados por toda la variabilidad genética de las plantas. Desde un punto de vista práctico, éstos últimos se pueden considerar como recursos naturales, limitados y perecederos que proporcionan la materia prima o genes, que debidamente utilizados y combinados por el hombre, permiten obtener nuevas y mejores variedades de plantas. Los recursos fitogenéticos, así definidos, incluyen las siguientes categorías de plantas: variedades primitivas y modernas (obsoletas o no) de especies cultivadas, especies silvestres y malas hierbas afines a las plantas cultivadas, especies silvestres de valor potencial actual y, por último, determinadas combinaciones genéticas útiles en los programas de mejora (individuos poliploides, polisómicos, con genes marcadores, etc., Esquinas-Alcázar 1993). Además del enorme interés como materia prima para la mejora dentro de la gran producción, estos materiales prestan un gran servicio a la agricultura ecológica por medio de la reutilización de variedades locales, para su cultivo en sus zonas de origen, propiciando en éstas una agricultura sostenible y la recuperación de productos tradicionales de gran interés económico y sociológico. Las variedades agrícolas locales o tradicionales son aquellas que han sido seleccionadas y mejoradas por generaciones de familias agricultoras a lo largo de muchos años y están perfectamente adaptadas a las condiciones locales de la zona en la que se desarrollaron. (Domínguez 1999). Estas variedades son las más útiles como material biológico para utilizar en un sistema como el planteado por la agricultura ecológica, que trata de ser lo más respetuoso con el ambiente, sin dejar de ser rentable para el agricultor. Su gran ventaja procede de su composición heterogénea y de su especial adaptación a las condiciones concretas de una zona. El hecho de ser poblaciones heterogéneas les confiere una mayor estabilidad y capacidad de recuperación frente a las perturbaciones ambientales, lo que es del máximo interés en sistemas agrarios que huyen de la utilización de agroquímicos, (Guzmán Casado et al. 2000). El hecho de haber sido localmente desarrolladas trae consigo la asociación entre el producto agrario obtenido y muchos valores culturales de la zona cuya pérdida está íntimamente ligada a la de las variedades locales de la zona. Por otra parte, las variedades comerciales actuales u obsoletas, las adventicias acompañantes de los cultivos, las silvestres emparentadas con ellos y las ya citadas variedades locales pueden ser empleadas en programas de mejora enfocados a la obtención de nuevos materiales resistentes a enfermedades o adaptadas a condiciones climáticas locales que puedan ser cultivadas bajo condiciones de agricultura ecológica. El primer problema que se presenta a la hora de seleccionar los recursos fitogenéticos, que sean de mayor interés para el desarrollo de un cultivo ecológico determinado, es la obtención de los mismos. Esto nos enfrenta al empobrecimiento de los materiales genéticos utilizados en la agricultura actual, es decir al problema de la erosión genética.

1 ► EROSIÓN GENÉTICA

Con el comienzo de la agricultura las plantas elegidas por el hombre para su cultivo empezaron a sufrir una presión selectiva especial, la que ejercía el agricultor. Así comenzó el proceso llamado domesticación. Debido a este proceso, las poblaciones cultivadas fueron adquiriendo los caracteres seleccionados por las prácticas agrícolas. Aparecieron, así, caracteres morfológicos o fisiológicos útiles como el gigantismo de los frutos, las pérdidas de la dehiscencia y de la dormición o la germinación rápida y homogénea. Al mismo tiempo se produjo la pérdida de la capacidad para competir con la vegetación natural.

Los frecuentes movimientos humanos, en los que los cultivos de unas zonas eran transportados a otras, dieron lugar a una enorme diversidad debida a las modificaciones surgidas por la adaptación a diferentes condiciones ecológicas y prácticas culturales. Además, se produjeron con frecuencia intercambios de genes e hibridaciones con las especies silvestres de las nuevas zonas de cultivo.

Todo ello propició, durante miles de años, una diversidad vegetal compuesta por un número enorme de variedades o genotipos locales caracterizados por su adaptación a las necesidades de colectivos humanos locales y a condiciones ambientales concretas.

Este proceso a continuado hasta fechas recientes. Sin embargo, el gran desarrollo industrial, la comercialización internacional y la concentración humana en grandes urbes alejadas de las zonas de producción, propiciaron una revolución de la agricultura, ya que ésta se veía forzada a asegurar la producción y el transporte de los alimentos. El desarrollo y la eficacia de los agroquímicos y de las técnicas de mejora, dieron lugar a las variedades modernas mucho más homogéneas y dependientes de las técnicas de cultivo.

Es evidente el beneficio de éste último sistema de cultivo para una población mundial creciente y subalimentada. Sin embargo, el gran problema deriva de que este tipo de agricultura empobrece la base genética de las variedades que cultiva al priorizar su homogeneidad, propicia la pérdida de variedades locales al desplazarlas del cultivo y sus prácticas culturales han resultado muy agresivas para el medio ambiente.

La pérdida de las variedades supone la destrucción de los materiales que necesitará el mejorador y la imposibilidad de recuperar unos cultivos que pueden ser nuevamente de gran utilidad ante los nuevos cambios de la agricultura.

El problema de la erosión genética de las variedades locales se ve agravado, además, por la desaparición de especies y formas silvestres de las plantas cultivadas debido a procesos como la deforestación masiva y la degradación o la contaminación de los ambientes naturales que, en definitiva, no son sino resultados de la explotación abusiva de los recursos del planeta.

La pérdida de variabilidad genética supone una limitación de la capacidad de responder a nuevas necesidades y un incremento de la vulnerabilidad de nuestros cultivos frente a cambios ambientales o aparición de nuevas plagas o enfermedades. El ejemplo más dramático constatado del peligro de la uniformidad genética, es la famosa hambruna del siglo pasado que produjo la muerte de unos dos millones de irlandeses. La estrecha base genética de las patatas cultivadas en ese momento en Europa hizo que un ataque de tizón (*Phytophthora infestans*) arrasase unas cosechas que constituían la base de la alimentación en Irlanda en esa época (Hawkes 1979). Otro caso clásico es la destrucción en 1970 de más del 50% de los maizales del Sur de Estados Unidos por un ataque de *Helminthosporium maydis*, debida al hecho de que todos los cultivos afectados eran híbridos en cuya producción se había incorporado el citoplasma de una variedad muy susceptible a esta enfermedad (NAS 1972). Muchos casos similares, aunque con repercusiones menos graves, se han multiplicado recientemente, poniendo en peligro la estabilidad económica y social de algunos países (Esquinas-Alcázar 1993).

El reconocimiento de la erosión genética como un problema grave tiene lugar en los años 50, cuando el desarrollo agrícola empieza a alcanzar a las regiones del planeta con mayor diversidad genética, siendo en este momento cuando se empiezan a poner en marcha medidas globales para la conservación de los recursos fitogenéticos aún existentes. Hoy en día, la necesidad de preservar estos recursos es aceptada de forma generalizada implicando las estrategias de conservación numerosos aspectos, desde los técnicos a los políticos (Martín 2001).

2 ▶ LOS BANCOS DE GERMOPLASMA

Para evitar la pérdida progresiva de agro-diversidad que el propio sistema de agricultura estaba produciendo se desarrollaron sistemas de conservación de los recursos fitogenéticos.

¿CÓMO SE ORGANIZA ESTA CONSERVACIÓN?, es decir, ¿cómo mantenemos vivos unos organismos que corren peligro de perderse, de manera que sea económica y biológicamente posible?. Casando dos mundos el mundo de la economía en el que se basa toda la sociedad humana y el mundo de la biología que marca las necesidades que cada especie presenta para sobrevivir.

Así nos planteamos la primera gran división de los métodos de conservación; la conservación en el medio natural en que se desarrolla la planta, desde el punto de vista biológico perfecta, desde el punto de vista económico muchas veces inviable y la conservación fuera del medio natural biológicamente aceptable y económicamente posible. Son las llamadas conservación “in-situ” y conservación “ex-situ”. La primera posible en muchos casos de conservación de especies silvestres, la segunda la adecuada para la conservación de las plantas cultivadas.

► **LA CONSERVACIÓN “IN-SITU”**: Está regulada por diversas leyes proteccionistas, su finalidad es preservar un espacio natural de la actividad humana para que allí puedan vivir numerosas especies animales y vegetales de un modo espontáneo. Estos espacios son los Parques Nacionales, Parques Naturales, etc., y se procura que en cada país haya los suficientes como para que representen sus distintos modelos de biodiversidad. La actividad humana que requiere esta conservación es tan sólo proteger estos espacios del peligro que para ellos representa la propia actividad humana.

► **LA CONSERVACIÓN “EX-SITU”**: Mucho más compleja que la anterior es la única posible en todos aquellos casos en que los intereses de la economía actual choca con la conservación “in-situ”. Consiste en conservar toda esta biodiversidad fuera de su ambiente natural.

La conservación “ex-situ” puede realizarse conservando la planta completa en campo o parte de la misma como es el caso de la conservación de semillas, los espacios donde se conservan “ex-situ”, se llaman **Bancos de Germoplasma**.

Los bancos de germoplasma a su vez se dividen en dos clases según el destino de sus colecciones:

- Bancos de colecciones activas, cuando la conservación es a medio plazo y desde ella se realizan envíos de semillas para mejoradores, científicos, agricultores etc..
- Banco Base, cuando la colección es a largo plazo y su finalidad evitar pérdidas y conservar para un futuro más o menos lejano.

Los bancos de germoplasma pueden dividirse también según el modo en que realizan la conservación:

- Bancos de semillas: conservan la variabilidad genética de la especie a través de sus semillas
- Bancos con colecciones en campo: conservan la variabilidad genética de la especie manteniendo los especímenes completos en el campo.
- Bancos con métodos alternativos de conservación (conservación “in vitro”, crio-conservación, conservación de polen, etc.).

Ya que la conservación por semillas es muy práctica se acude a ella siempre que sea posible. La conservación por semillas se basa en la llamada ley de Harrington que básicamente postula que cuanto menor sea el contenido en humedad de una semilla y más frío sea el ambiente en que permanece más larga será su vida.

Dos son las circunstancias que hacen imposible que algunas especies o variedades se conserven por semilla:

- Que las semillas de esa planta no se adapten a las condiciones de conservación (semillas muy grasas, embriones con necesidades de humedad...). Son las llamadas semillas recalcitrantes, frente a las llamadas ortodoxas que si se adaptan. Para las que se están investigando métodos más sofisticados de conservación.
- Especies mejoradas por métodos de reproducción vegetativa por lo que la semilla, producto de la reproducción sexual no contiene el genotipo deseado. Se conservan en campo.

Sea como sea el tipo de conservación que se practique en un banco de germoplasma y ya sea éste banco activo o banco base, nos encontraremos siempre con una amplia representación de la variabilidad de una, varias o muchas especies vegetales. Dentro de cada especie se conserva por separado un número mayor o menor de grupos de semillas o individuos que pertenecen a la misma especie pero que se diferencian entre sí por caracteres agronómicos, resistencias a enfermedades, adaptaciones a climatologías o ambientes específicos etc. A cada grupo se le llama entrada (accesión) y al conjunto de todas las entradas de todas las especies conservadas se le llama la colección del banco. A la persona que dentro del banco se responsabiliza de la colección se le llama conservador, curador o curator. La conservación de los bancos se ajusta a un protocolo de trabajo aceptado y asumido internacionalmente y consta de las siguientes partes:

► **RECOLECCIÓN:** Implica la búsqueda de material a conservar y la localización de zonas poco o nada prospectadas, detección de la autenticidad y originalidad del nuevo material y recogida del mismo. Debe conocerse bien la especie y la historia de la agricultura de la zona, coordinarse con el representante de extensión agraria y estar en estrecho contacto con el agricultor que es el que mejor conoce sus semillas. El recolector debe de suministrar los llamados datos de pasaporte en los que se refleja todos aquellos datos que individualizan a cada grupo de semillas o entrada (nº de registro, recolector o donante, especie, localidad, coordenadas.)

Otras fuentes de introducción de nuevas entradas son los duplicados de otros bancos, las colecciones de mejoradores y los intercambios entre países.

► **CONSERVACIÓN EN SENTIDO ESTRICTO:** Aplicando el método y las normas internacionales para la conservación de las semillas ortodoxas, conservando la planta en campo en zonas en las que está adaptada y con los cuidados que su cultivo requiere o aplicando el protocolo particular que se haya desarrollado para el método alternativo de conservación que se adopte (cultivo de tejidos, conservación de polen, etc.).

► **MULTIPLICACIÓN Y REGENERACIÓN:** Se aplica cuando la entrada posee un número muy pequeño de individuos (multiplicación) o bien posee una baja viabilidad (regeneración). Ambas deben realizarse bajo la supervisión de especialistas que conozcan bien los hábitos reproductivos del cultivo y las condiciones medioambientales más propicias. Con ello se evitarán mezclas indeseables que harían perder los esfuerzos de un mejorador en el pasado o la originalidad de una variedad, y se conseguirán buenos resultados sin tener que acudir a una segunda multiplicación o regeneración.

Los datos obtenidos durante todo el proceso de conservación y multiplicación forman los llamados datos de gestión.

► **CARACTERIZACIÓN:** De cada entrada debe de conocerse todos los datos necesarios para asegurara una buena clasificación botánica y agronómica y para poder ofrecer al posible usuario una descripción lo más detallada posible a fin de que pueda escoger de la colección las entradas que le sean más útiles. A través de la caracterización se trata también de detectar posibles duplicados dentro de la colección.

Este conocimiento se archiva en la llamada base de datos de caracterización.

► **EVALUACIÓN:** Parecida a la caracterización pero un paso más adelante la evaluación estudia características bioquímicas, nutricionales, de resistencias a plagas, etc. Estos trabajos se llevan a cabo por medio de colaboraciones de los conservadores con equipos de investigación o de mejora y ofrecen datos interesantes para una futura mejora, un nuevo uso del cultivo etc.

Todo este conocimiento de las características de cada entrada se informatizan en la llamada base de datos de evaluación, unida o no a la de caracterización.

► **DOCUMENTACIÓN:** Recoge e informatiza todos los datos antes señalados. El CRF, como Centro de Documentación de la red posee información de las entradas conservadas en los distintos Bancos Activos españoles.

Así, La estructura de las bases de datos debe estar en consonancia con los acuerdos internacionales a fin de facilitar el intercambio de la información.

3 ► EL CENTRO DE RECURSOS FITOGENÉTICOS

En 1977 el INIA inició las primeras expediciones. El Ministerio de Agricultura, con apoyo de FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas) y del IBPGR (ahora IPGRI, Instituto Internacional para los Recursos Fitogenéticos), creó el Banco de Germoplasma Vegetal del INIA, que inició sus trabajos a finales de 1977 (Bueno *et al.* 1980).

En el año 1981 se publican las primeras recolecciones de materiales y labores de documentación. El Ministerio de Agricultura emitió la primera Orden Ministerial sobre conservación y utilización del patrimonio genético vegetal, en la que se reconocía que la importante riqueza genética vegetal española corría el riesgo de perderse y, por ello, reguló todos los aspectos implicados en su conservación.

Debido a la posterior organización del país en Gobiernos Autonómicos, fue necesario desarrollar una nueva Orden Ministerial que se ajustara a la nueva realidad política y administrativa. Dicha orden fue publicada en el Boletín Oficial del Estado el 23 de abril de 1993 y en ella se organiza el Programa de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Dentro de este Programa se crea el Centro de Recursos Fitogenéticos (CRF) del INIA, como Centro de conservación de colecciones base de semillas y Centro de Documentación de toda la Red de Recursos Fitogenéticos del MAPA. También establece una red de bancos activos que cubre toda la geografía española (de la Cuadra 2001).

4 ► UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS DE UN BANCO DE GERMOPLASMA. ALGUNOS EJEMPLOS DE UTILIZACIÓN DEL MATERIAL DE LAS COLECCIONES ACTIVAS DEL CRF

Intercambio de materiales

Todo banco activo de recursos fitogenéticos tiene la obligación de suministrar gratuitamente material genético a los peticionarios españoles. Sin embargo este principio general tiene ciertas limitaciones.

- Limitaciones de multiplicación por falta de dinero, espacio, personal auxiliar, o especialista. En un momento dado ciertas entradas pueden no estar disponibles.
- Limitación en la cantidad de material suministrado por estrada. Los bancos de germoplasma no son empresas multiplicadoras de semillas ni viveros. La multiplicación necesaria para poder cultivar la variedad correspondiente es responsabilidad del peticionario.
- Limitaciones en la caracterización. Las caracterizaciones realizadas en los bancos de germoplasma según las normas de IPGRI no coinciden siempre con los intereses de los agricultores que quieren recuperar cultivos tradicionales de su zona. Los datos de caracterización efectuados fuera de los bancos de germoplasma casi nunca son enviados posteriormente a éstos, con lo que esa información no está disponible para el siguiente peticionario.

Como ejemplo, en la tabla 1 se indican el número de entradas que fueron enviadas desde el Centro de Recursos Fitogenéticos durante el año 2002.

Tabla 1. Número de entradas enviadas para su utilización ordenadas según la finalidad de la petición

FINALIDAD DE LA PETICIÓN	NÚMERO DE ENTRADAS	COMENTARIOS
Multiplicación	818	Otros bancos, empresas, red de agricultores.
Caracterización	456	Problemas de retorno de información
Evaluación	384	Problemas de retorno de información
Recuperación cultivos tradicionales	75	Peticiones directas o cooperaciones.
Programas de mejora	14	Peticiones directas o cooperaciones.
Educación	26	Materiales de fuera de cámara

Utilización para mejora

caracterización y evaluación de los materiales y mejora. Ejemplo de cooperación entre el banco activo de germoplasma del CRF y una empresa española.

Agrosa Semillas es una empresa española dedicada a la obtención, producción y comercialización de semillas de plantas autógamas de gran cultivo, entre las que destacan Cereales y Leguminosas. Dentro de la empresa funciona un Departamento de I+D que se encarga de la conservación de las variedades que ya se encuentran en el mercado y de la obtención de otras nuevas variedades. En el CRF se conservan colecciones de muchas de las especies que son interesantes para estos programa de investigación, como son algunas especies de *Vicia* (*ervilia*, *sativa*, *narbonensis* y *villosa*), y Garbanzo (*Cicer arietinum*).

Por ello se planteó efectuar una serie de evaluaciones rápidas de los materiales de interés, seleccionados en función de los datos de pasaporte y comenzándose con el garbanzo. Se realizaron dos siembras, una de invierno (noviembre) y otra de primavera (febrero) en la finca de Espinosa de Henares, en la provincia de Guadalajara. A lo largo del desarrollo vegetativo se tomaron distintos datos morfológicos y fisiológicos, entre los que se encuentran; altura de la planta, altura de las primeras vainas, porte de la planta, resistencia a frío y resistencia a *Ascochita*, así como el peso de la cosecha. Los resultados fueron beneficiosos para ambas partes. Las entradas del banco fueron caracterizadas para las condiciones ambientales de Guadalajara y evaluadas por su resistencia al frío y a *Ascochita*. La empresa pudo seleccionar algunos materiales de interés para sus futuros programas de mejora (de la Cuadra *et al.* 2000).

Recuperación para su cultivo de variedades locales, la conservación “in situ” de las variedades agrícolas locales. Cooperación con a ARACOVE

Dentro del Programa de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos, fue aprobado en el año 2000 y con una duración de cuatro años, el proyecto titulado: Utilización de recursos fitogenéticos para la promoción, en zonas agrícolas marginales, de cultivos tradicionales en regresión. Los objetivos del proyecto son: recuperación del cultivo del “pimiento cuatro cascós de infantes” y de la “lenteja de Colmenar de Oreja”, dos cultivos tradicionales abandonados.

Para ello se propuso: Prospección del área. Recolección, multiplicación, conservación y documentación de los materiales. Evaluación de su diversidad genética por medio de la caracterización. Promoción y extensión de estos cultivos en su área tradicional, Comarca de las Vegas en la Provincia de Madrid. Elaboración de un modelo aplicable a otros casos. El proyecto se planteó como una colaboración del CRF con el IMIA (Instituto Madrileño de Investigación Agraria) y con ARACOVE (Asociación de Desarrollo Rural Aranjuez – Las Vegas).

5 ▶ CONCLUSIÓN

La cooperación entre los agricultores ecológicos y los bancos de germoplasma puede dar resultados muy deseables. La recuperación de variedades locales bien adaptadas a sus zonas de desarrollo y resistentes, por ello, a muchos de los factores, físicos o biológicos, perjudiciales para la producción o la calidad, facilita la retirada de los agroquímicos, uno de los objetivos fundamentales de la agricultura ecológica. La recuperación de los productos locales supone, además, una gran ayuda para el desarrollo rural, contexto en el que la agricultura ecológica se muestra como una gran alternativa.

El conocimiento del origen, desarrollo, funcionamiento y finalidad de los bancos de germoplasma, facilita la utilización de materiales genéticos muy erosionados en el mundo agrario actual y que constituyen un patrimonio de la agricultura que puede y debe ser utilizado.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

• **BUENO, M. A.; ALAMAN, M. C. Y CASANOVA, C. 1980**

El Banco de Germoplasma Vegetal del INIA. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid.

• **DE LA CUADRA, C.; DE LA ROSA, L. Y ROJO, A. 2000**

Evaluación rápida de la colección de garbanzos del CRF-INIA una colaboración entre el sector público y el privado. Primer Seminario de Mejora Genética Vegetal. En Actas de Mejora Genética Vegetal. de Ron AM y Santalla M (ed.).

• **DE LA CUADRA, C. 2001**

La Conservación de los Recursos Fitogenéticos en España. En Conservación y Caracterización de los Recursos Fitogenéticos. González-Andrés F y Pita Villamil JM (ed.) Publicaciones I.N.E.A. Valladolid.

• **DOMÍNGUEZ GENTO, A. 1999**

Erosión Genética frente a conservación. Importancia de las variedades agrícolas locales en un contexto de agricultura ecológica y sostenibilidad. En Dossier de las 1ª Jornada sobre la Producción de Semilla Ecológica.

• **ESQUINAS - ALCÁZAR, J. T. 1993**

La diversidad genética como material básico para el desarrollo agrícola. En La Agricultura del Siglo XXI. Cubero JI y Moreno MT (coord.). Mundi-Prensa. Madrid.

• **GUZMÁN CASADO, G. I.; SORIANO NIEBLA, J. J., GARCÍA JIMÉNEZ, S. F. Y DÍAZ DEL CAÑIZO, M. A. 2000**

La repercusión de variedades locales hortícolas en Andalucía (España) como base de la producción agro ecológica. En Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Guzmán Casado GI, González de Molina M y Sevilla Guzmán E (eds.). Mundi-Prensa. Madrid. pp. 339-362.

• **HAWKES, J. G. 1979**

Genetic poverty of the potato in Europe. En Proc. Conf. Broadening The Genetic Base of Crops. Zeven AC. y Van Harten AM. (eds.). PUDOC. Wageningen, Holanda.

• **MARTÍN, I. 2001**

Conservación de Recursos Fitogenéticos. Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

• **NAS (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE) 1972**

Genetic vulnerability of food crops. Washington D. C.

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA PAISAJÍSTICA Y DE LA DIVERSIDAD FAUNÍSTICA EN FINCAS DE CULTIVO ECOLÓGICO DENTRO DEL MUNICIPIO DE BELMONTE DE TAJO (Madrid)

Avance de resultados

**ENCINAS ESCRIBANO, A.; MARTÍNEZ ALONSO, L.; GARRIDO VALERO, M.⁽²⁾; HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, V.⁽¹⁾
Y HERNÁNDEZ MEDINA, C.⁽²⁾**

⁽¹⁾ Department of Historical Studies. University of Newcastle. Newcastle upon Tyne, UK
E-mail: Veronica.Hernandez-Jimenez@ncl.ac.uk

⁽²⁾ Dpto. de Medio Ambiente. Universidad Europea de Madrid. Madrid
E-mail: ascension.encinas@amb.cie.uem.es

RESUMEN

La intensificación de las prácticas agrarias en las últimas décadas ha supuesto una transformación importante del paisaje. La consecuencia más significativa de esta transformación ha sido el incremento de la fragmentación del paisaje y, consecuentemente, una disminución de la diversidad biológica asociada a esos cambios paisajísticos. En el presente trabajo se analiza, a diferentes escalas, la relación entre el uso agrícola, la estructura del paisaje y la diversidad faunística (insectos, fauna edáfica, meso y micromamíferos) en el municipio de Belmonte de Tajo (Madrid).

Belmonte de Tajo presenta una estructura de la propiedad en mosaico, de viñedos, olivares y cereal, distribuidos en pequeñas fincas. Debido a esta estructura de la propiedad y a la relativamente baja intensificación de la agricultura en este término municipal, se ha mantenido una red de corredores (principalmente setos y márgenes divisorios de las propiedades) relativamente bien estructurada.

PALABRAS CLAVE: FRAGMENTACIÓN PAISAJÍSTICA, AGRICULTURA ECOLÓGICA, DIVERSIDAD, ECOLOGÍA DEL PAISAJE, MICROMAMIFEROS, MUESTREOS Y TRAMPAS SHERMAN

1 ► INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El trabajo que aquí se expone se enmarca dentro del proyecto TiGrESS (Time-Geographical approaches to Emergence and Sustainable Societies) perteneciente al V Programa Marco de la Unión Europea. El objetivo común de los equipos de investigación que lo componen es el desarrollo de herramientas para la toma de decisiones en la planificación del territorio basándose en la teoría de “tiempo-espacio” de Hägerstrand (1970). En particular el objetivo del equipo de investigación de Madrid es el diseño de una herramienta de planificación territorial, que tenga en cuenta el significativo papel de una agricultura sostenible (por ejemplo el manejo de los agroecosistemas típicos en la Comunidad de Madrid) en la conservación y recuperación de los valores ecológicos del territorio.

La fragmentación -entendida como el proceso por el cual extensos y continuos hábitats son divididos en pequeñas manchas, (Andrén, 1997)- y la pérdida de los hábitats naturales se considera en la actualidad uno de los problemas más importantes en el ámbito de la conservación de las especies y una de las causas principales de extinciones locales. El aumento de la fragmentación de los hábitats está relacionado tanto con el desarrollo de infraestructuras viarias como con la destrucción directa del hábitat debido al cambio de uso o a la intensificación de determinadas prácticas agrícolas y forestales. En nuestros paisajes, de carácter eminentemente mediterráneo y rural, una de las principales causas de incremento de fragmentación ha sido, precisamente, la intensificación de la agricultura y los cambios acontecidos en relación con la estructura de la propiedad.

Una de las más inmediatas consecuencias ligadas al incremento de la fragmentación es la pérdida de diversidad biológica. El aumento de la fragmentación conlleva una serie de cambios en los ecosistemas. Algunos de estos cambios son parámetros ampliamente utilizados para estimar el grado de fragmentación: disminución de la superficie de manchas de vegetación natural en el paisaje, aumento de la distancia entre manchas, aumento de la relación superficie/perímetro, etc. El incremento de todos estos parámetros tiene una serie de consecuencias físicas y biológicas directamente relacionadas con el denominado “efecto borde” (Murcia, 1995). En relación con este fenómeno, en estados intermedios de la fragmentación del paisaje se produce un falso efecto de enriquecimiento de especies, al producirse la llegada de elementos faunísticos y florísticos de carácter generalista; los efectos que estas especies generalistas tienen sobre las especies más típicas de los ecosistemas forestales se traducen, paralelamente con el incremento de la fragmentación, en una disminución final en el número de especies debido a fenómenos de competencia, depredación, etc. con un saldo a favor de las especies recién llegadas (Wilcox & Murphy, 1985; Hanski & Gilpin, 1991).

La importancia del mantenimiento de los corredores como estructuras paisajísticas de conexión entre hábitats naturales se destaca en la Directiva Hábitat (D. 92/43 CEE), como un factor muy importante a tener en cuenta en la conservación de hábitats y especies dentro de la futura Red Natura 2000 . Se estima que alrededor de un 30% de las áreas propuestas

dentro de esta red se verán afectadas por una intensificación de las prácticas agrícolas. Del mismo modo, la conservación de manchas fuente con una superficie mayor de 2 ha. se considera importante para la conservación de fauna vertebrada de carácter forestal (Santos y Tellería, 1998). Dentro de las prácticas agrícolas acordes con los principios de la agricultura ecológica algunas de las actuaciones relacionadas con la conservación de setos contribuirían directamente a este objetivo.

En consecuencia y en el marco de la elaboración de un sistema experto de toma de decisiones en planificación se plantea la propuesta, al respecto de la problemática expuesta anteriormente, de un conjunto de indicadores de diversidad y fragmentación (pérdida y modificación del hábitat) que nos permita establecer relaciones entre los cambios de uso suelo que se han producido a lo largo de la historia como consecuencia de las diferentes prácticas agrícolas, las consecuencias que esos cambios han tenido en el paisaje y en la pérdida o deterioro de hábitats naturales (aumento de fragmentación del hábitat) y, consecuentemente, la repercusión que esos cambios han tenido en la pérdida o mantenimiento de la diversidad biológica.

Las preguntas que nos podríamos plantear en torno a estas cuestiones son:

- ▶ Si sabemos que los usos agrícolas se pueden clasificar de acuerdo con su repercusión ambiental y paisajística (hábitats de agricultura intensiva; hábitats de agricultura extensiva o seminaturales; hábitats no cultivados o naturales... OECD, 2001) podríamos estimar el grado de fragmentación que se deriva de estas unidades agroambientales: ¿Qué relación se establece entre diferentes tipos de agroecosistemas y el grado de fragmentación que producen en el paisaje?
- ▶ La componente modificada del paisaje, matriz, en su mayoría modificada por el uso agrícola podría reclasificarse en función del grado de fragmentación existente y del uso agrícola predominante (unidades agroambientales) en unidades de fragmentación. En esas unidades de fragmentación podríamos buscar indicadores de diversidad biológica de tal forma que fuera posible relacionar el “grado de fragmentación de los paisajes agrícolas” con el “grado de diversidad de los paisajes agrícolas” con el fin de estudiar cómo cambia la diversidad biológica cuando el grado de fragmentación en el paisaje aumenta en su dimensión temporal y espacial.
- ▶ Si conocemos esta relación, podríamos imaginar escenarios de futuro en los que ante determinados cambios en los usos agrícolas se pudiese predecir los cambios en el grado de fragmentación y estructura del paisaje derivados de aquellos y, consecuentemente, también los cambios en el grado de diversidad.

En definitiva, se trata de proponer indicadores para un modelo predictivo de toma de decisiones en planificación física en el ámbito, fundamentalmente, de las actuaciones

agrícolas. El fin último es fomentar las actividades y prácticas agrícolas que potencien y conserven la diversidad biológica y la conservación de los paisajes agrarios tradicionales.

En la presente comunicación se presenta el planteamiento del estudio y el primer avance de resultados obtenidos en una de las áreas de estudio analizadas en la Comunidad de Madrid, Belmonte de Tajo.

2 ► METODOLOGÍA

El área de estudio

El trabajo de campo se está llevando a cabo en el núcleo rural de Belmonte de Tajo. Esta zona tiene una superficie de 2.370 ha y dentro de la Comunidad de Madrid se localiza en la “Comarca de las Vegas”, concretamente al sureste de la capital, a una altitud de 705 m y a unos 50 km de Madrid aproximadamente, lindando con los términos municipales de Valdelaguna, Colmenar de Oreja y Villarejo de Salvanes. Hablamos de un núcleo con 1.150 habitantes, en el que no existe un crecimiento de la población notable, de hecho se podría considerar una población envejecida, en donde la principal fuente económica es la industria alimentaria.

La zona de estudio se enclava en la “Mesa de Ocaña”, denominación que surge a consecuencia de su morfología tubular, donde los materiales predominantes son las arcillas y las calizas del páramo que van a ser los condicionantes de la vegetación propia del área objeto de estudio, ya que estos materiales provocan una gran sequía fisiológica. Este déficit hídrico da lugar a una vegetación propia de suelos yesosos y salinos que dificultan la absorción del agua, donde la especie más representativa va a ser la coscoja junto con la encina. Mencionar un área de vegetación de ribera dentro de la zona denominada en el lugar como “El Horcajo”, área altamente degradada por un pasado de grafiosis y galeruca.

Se trata de un agroecosistema típico de cultivos de secano donde las arcillas se cubren con viñedos y olivar, en fincas de 0.5 ha de media, mientras que las calizas albergan espartales y matorral.

El tipo de estructuración de la propiedad de Belmonte, en pequeñas propiedades dedicadas a cultivos extensivos con predominancia de viñedos, olivares y secano configura un paisaje agrícola de carácter seminatural, con un impacto paisajístico y ecológico menos relevante que en otro tipo de estructuración agraria. Desde el punto de vista paisajístico se configura una matriz en mosaico de cultivos herbáceos, arbustivos y arbóreos con manchas de encinar más o menos extensas intercaladas, y con un grado de conservación de la red de setos y márgenes (corredores), relativamente bueno. Estas características determinan un

paisaje modificado por usos agrícolas extensivos con una riqueza y diversidad estructural elevada y un grado de fragmentación medio-bajo.

Escalas de trabajo y planteamiento

Aunque en el marco del proyecto en el que se engloba este trabajo se han estudiado tres áreas en la comunidad de Madrid y a tres escalas de trabajo diferente: regional (toda la comunidad autónoma de Madrid), municipal-comarcal (Cercedilla, San Sebastián de los Reyes y Belmonte de Tajo) y finca o propiedad (fincas de cultivo ecológico versus fincas de cultivo convencional), en la presente comunicación se centra el análisis sobre una de las tres áreas, Belmonte de Tajo, y concretamente sobre las escalas de mayor detalle: escala municipal y escala finca.

Se ha trabajado a escala municipal y de propiedad. A escala municipal se ha analizado la estructura paisajística, definiendo y detectando en su diferente tipología los componentes paisajísticos. A esta escala de trabajo el objetivo principal es relacionar el grado de fragmentación del paisaje con la diversidad faunística y con ese objetivo se han definido, atendiendo a la tipología de componentes paisajísticos previamente definidos, unidades con diferente grado de fragmentación. En cada una de estas unidades se ha establecido una estación de muestreo de fauna.

A escala propiedad el objetivo es comparar la diversidad faunística en fincas de cultivo ecológico y en fincas de cultivo convencional. Se seleccionaron dos fincas de viñedo en cultivo ecológico y dos en cultivo convencional, ubicadas en las mismas unidades de fragmentación en orden a minimizar la influencia de factores externos.

Sobre dichas fincas se establecieron las estaciones de muestreo correspondientes. La relación entre ambas escalas radica en la responsabilidad y papel que podría desempeñar la agricultura ecológica en la mejora de la conectividad del paisaje para disminuir la fragmentación y conservar la diversidad biológica.

Los principios de la ecología del paisaje como punto de partida

El reconocimiento de la escala de paisaje en los estudios ecológicos, es decir, el florecimiento de la ecología de paisaje, pone de manifiesto que los procesos ecológicos afectan y son afectados por la interacción dinámica de los ecosistemas (relaciones horizontales).

El paisaje se entiende en ecología de paisaje como un macroecosistema, un “área heterogénea compuesta por un grupo de ecosistemas interconectados que se repiten de forma similar” (Forman y Godron, 1.986). Se considera que los componentes de paisaje pueden articularse en el espacio dando lugar a configuraciones o estructuras diversas.

Dentro de la ecología del paisaje Forman y Gordón, (1.986) distinguen, con un doble significado ecológico-visual, los siguientes tipos de elementos:

- ▶ **Manchas:** áreas de vegetación relativamente homogéneas en su interior y que difieren de lo que les rodea.
- ▶ **Corredores:** son elementos de conexión entre manchas a través de una matriz. Facilitan el flujo de organismos y materia, o actúan como barrera.
- ▶ **Matriz:** es la porción más conectada del paisaje, es decir, el tipo de vegetación o uso de suelo predominante y que contiene al resto de estructuras. Un carácter muy importante de la matriz es que ejerce un importante control de los flujos (movimiento de materiales, energía y organismos) debido a la conectividad que proporciona al hábitat.

La estructura o pattern de estos elementos en el paisaje determina la función de éste como ecosistema. Los flujos ecológicos que se producen en el paisaje tienen una manera de interactuar con los elementos de aquél y con la estructura general, y es esta interacción la que proporciona información acerca de cómo los paisajes funcionan como sistemas ecológicos. (Díaz y Apóstol, 1.993).

A modo de resumen, la ecología de paisaje implicaría el estudio de los modelos de distribución o patterns del paisaje, las interacciones entre las partes del mosaico y cómo estas estructuras e interacciones cambiarían con el tiempo.

La escala municipal: indicadores y unidades de fragmentación

A esta escala de trabajo la unidad funcional de referencia es el municipio del área de estudio y los municipios adyacentes. Para la búsqueda de indicadores de diversidad y fragmentación se analiza principalmente el municipio.

Los indicadores de fragmentación están ligados a la estructura paisajística. Sobre la base conceptual de la ecología de paisaje se analiza la estructura paisajística en función de sus componentes fundamentales: manchas, corredores y matriz de cultivos. Estos componentes principales se clasifican a su vez en tipos (Ver tabla 1).

Teniendo en cuenta estos componentes estructurales y atendiendo a la densidad de corredores se establecen cuatro unidades de fragmentación: manchas fuente (UFBMB y UFBME), unidad de fragmentación con densidad de corredores baja (UFBC3), unidad de fragmentación con densidad de corredores media (UFBC2) y unidad de fragmentación con densidad de corredores alta (UFBC1). En el mapa adjunto se muestran cartografiados los principales corredores y manchas.

Tabla 1. Tipología de componentes estructurales del paisaje

MANCHAS
FUENTES
NODOS
CORREDORES
ARTIFICIALES
Carreteras
Caminos, pistas
Ferrocarriles
Otros
NATURALES
Fluviales
Setos-márgenes (con anchura aproximada inferior a 5 metros)
- Herbáceos
- Predominantemente arbustivos con arbolado disperso
- Estructurados (con vegetación arbórea y arbustiva)
- Arbolado alineado
Corredores ecológicos estructurados (anchura superior a 5 metros)
MATRIZ
CULTIVADA DE FORMA INTENSIVA
CULTIVADA DE FORMA EXTENSIVA-CARÁCTER SEMINATURAL
CARÁCTER NATURAL

En cada una de las unidades previamente definidas se ha establecido una estación de muestreo de fauna para poder estimar la diversidad asociada a cada unidad. Sobre la base de las unidades de fragmentación previamente definidas se propondrán indicadores de diversidad biológica, atendiendo a las dimensiones $\alpha\beta\gamma$ del término diversidad.

En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad principalmente para medir y estimar los efectos de las actividades humanas (Halfpter, 1998; Moreno y Halfpter, 2001).

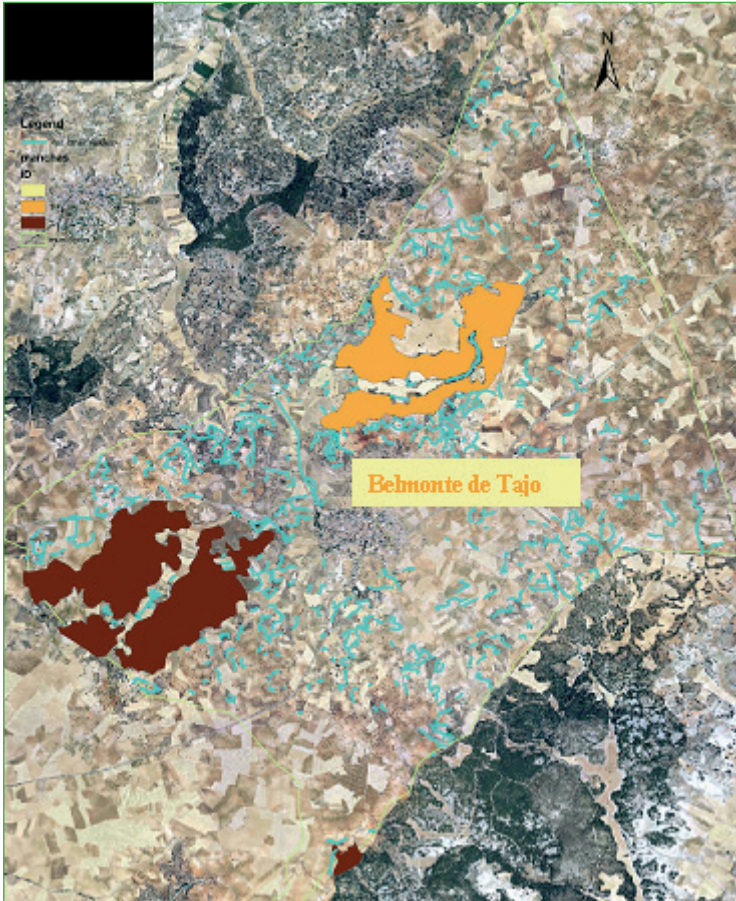


Figura 1. Elementos paisajísticos: corredores y manchas.

Se define diversidad alfa como riqueza de especies de una comunidad a la que consideramos homogénea; se define β diversidad como el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje; se define, por último γ diversidad a la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integra un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como β (Whittaker, R.H. 1972).

En nuestro caso la diversidad alfa se aplica a la unidad de fragmentación correspondiente. La diversidad β , en nuestro caso se aplica entre unidades de fragmentación. γ diversidad, en el caso que nos ocupa sería la diversidad de todo el municipio, derivada del análisis de la diversidad en y entre las diferentes unidades de fragmentación. Moreno (2001) recomienda los tres primeros números de Hill como parámetros muy recomendables actualmente para medir la diversidad sobre la base de la abundancia proporcional de las especies, es decir desde un punto de vista estructural, argumentando que el índice de Shannon y el de Pielou,

peso a haber sido ampliamente utilizados, ambos han sido duramente criticados porque su interpretación biológica es complicada y porque la transformación logarítmica de los datos presenta limitaciones matemáticas.

Según esta autora, estos tres valores darían una idea clara tanto de la riqueza como de la dominancia (toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia, sin evaluar la contribución del resto de las especies) y/o equidad de la comunidad. La diversidad, en sus distintas dimensiones, se estudiará sobre diferentes grupos faunísticos:

- Insectos
- Aves (Insectívoros, granívoros, rapaces...)
- Mamíferos (Roedores, Insectívoros, Lagomorfos, Carnívoros, ungulados...)
- Fauna edáfica (Artrópodos, Anélidos,...)



Figura 2. Fincas ecológicas (rosa) y convencionales (morado).

La escala finca o propiedad

A esta escala de trabajo la unidad funcional de referencia y de trabajo es la finca o conjunto de fincas de un mismo propietario. Cuando existen varias fincas del mismo propietario se hace un muestreo estratificado según las unidades de fragmentación, seleccionando las propiedades en diferentes unidades de fragmentación. En este caso se han seleccionado 4 fincas de viñedo, dos en cultivo ecológico (FEB1 y FEB4) y dos en convencional (FBC2 y FBC3). FEB1 y FBC2 se encuentran inmersas en la unidad de fragmentación UFBC1 (Unidad de fragmentación con densidad media de corredores ecológicos) y FEB4 y FBC3 se encuentran inmersas en la unidad de fragmentación UFBC3 (Unidad de fragmentación con densidad elevada de corredores ecológicos)

Los factores que se analizan para la búsqueda de indicadores de fragmentación y diversidad a esta escala de trabajo tienen que ver con la tipología de elementos de paisaje (corredores, manchas,...) adyacentes a la finca y con los componentes alfa- β diversidad. En cada finca se analiza el componente alfa y entre fincas y fincas y usos adyacentes (corredores principalmente) se analiza el componente β .

La diversidad, en sus distintas dimensiones, se estudia sobre diferentes grupos faunísticos:

- Insectos
- Aves (Insectívoros, granívoros)
- Micromamíferos (Roedores, Insectívoros)
- Anfibios
- Fauna edáfica (Artrópodos, anélidos,...)

Diseño de los muestreos de micromamíferos

A continuación se expone el diseño del muestreo de micromamíferos para la obtención de registros relacionados con los estudios de indicadores de diversidad faunística a escala finca y municipal.

► **Objetivo:** Determinar la diversidad de micromamíferos presente a escala finca y a escala municipal en las diferentes unidades de fragmentación.

► **Metodología de muestreo:** Captura de individuos mediante trampas Sherman.

Las trampas Sherman tienen las siguientes características: trampas de captura viva para micromamíferos con cuerpo de aluminio y puertas de acero galvanizado, plegables con medidas 7,5 x 9 x 23 y 252 gramos de peso. Las trampas se ceban con pedazos de pan frito con aceite rancio y en el período de otoño-invierno se coloca, además, dentro de las

trampas una gran bola de algodón para disminuir en la medida de lo posible la posibilidad de hipotermia durante la noche (Fuentes et al, 1998). Las trampas permanecen colocadas durante tres noches consecutivas, de miércoles a sábado llevándose a cabo dos revisiones diarias, una por la mañana y otra al atardecer. Para los muestreos con trampas Sherman se establece como unidad de muestreo la estación de trampas Sherman; cada estación de trampas Sherman la constituyen 15 trampas alineadas, separadas entre sí 10 metros. A la escala finca la estación de trampas Sherman se dispone en cruz contactando las áreas limítrofes a la finca (corredores, manchas, otras fincas...). A la escala comarcal/municipal la estación de trampas Sherman se dispone en línea, contactando diferentes tipos de cultivo, márgenes, corredores, etc, al azar.

Los ejemplares capturados se manejan para tomar caracteres morfométricos y pesos. (Arrizabalaga y Uribe, 1988; Gosálvez I Noguera, 1987; Brower *et al.*, 1997; Sutherland, (Ed.)1996; Tellería Jorge, 1986).

- ▶ **Réplicas:** Un muestreo en primavera-verano y otro muestreo en otoño-invierno.
- ▶ **Registro de los datos en campo:** Los datos recogidos en campo se registran en varias fichas. Existe una ficha (Ficha de estación) en la que se recogen los datos genéricos de la estación de trampeo, la fecha de la campaña y la fase lunar, otra ficha (Ficha de registro) en la que se especifican los resultados positivos o negativos para cada trampa en cada registro (mañana y tarde) y otra ficha (Ficha de individuos) en la que se anota para cada individuo capturado la identificación de la especie, sexo, peso y datos morfométricos.

3 ▶ **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

A priori, y a falta de realizarse un estudio estadístico en profundidad, se pueden extraer de los datos obtenidos en los muestreos una serie de conclusiones tras analizar la información recogida. Primeramente podríamos hablar de una mayor riqueza y abundancia en las fincas ecológicas, señalando que esta diferencia se hizo más notable durante la campaña llevada a cabo en el periodo primaveral. Este hecho, en principio, es muy probable se debiera a los tratamientos fitosanitarios propios del mantenimiento de los cultivos de las fincas convencionales muestreadas. Se ha podido observar un claro descenso en el número total de individuos capturados, no siendo así en las fincas ecológicas, en las que los tratamientos son mucho menos agresivos.

A esta misma escala de propiedad, y tanto en las fincas ecológicas como en las convencionales, aunque siempre en menor proporción en las convencionales, también se puede confirmar la mayor frecuencia de capturas en los límites de la propia finca: zonas de contacto con manchas de vegetación natural (“manchas fuente”) y linderos entre propiedades (corredores).

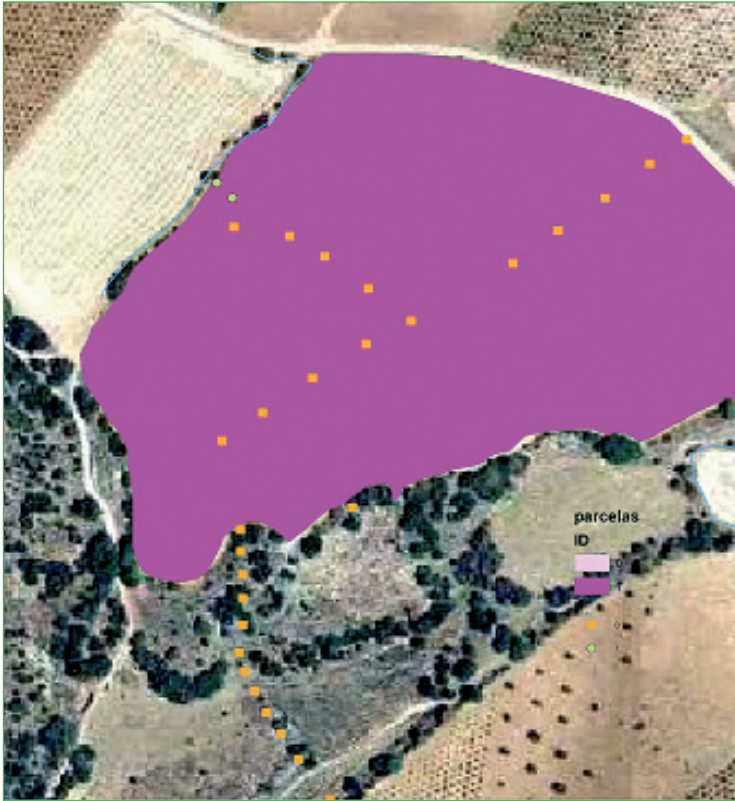


Figura 3. Disposición de trampas en las fincas.

Las zonas de contacto con manchas fuente albergan especies de carácter forestal y típicas de cultivos, mientras que los corredores y las manchas nodo constituyen lugares de refugio para las especies propias de cultivos así como nexos de unión entre poblaciones para las más forestales.

Si analizamos los datos obtenidos a escala de municipio, podemos evidenciar que a mayor densidad de corredores, y en consecuencia, menor fragmentación (mayor superficie de vegetación natural), la frecuencia de capturas es mucho mayor.

4 ▶ AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente la inestimable colaboración y el interés prestados en todo momento por los propietarios de las fincas objeto de estudio, Andrés y Felipe, así como del Alcalde del municipio de Belmonte de Tajo, Vicente.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ANDRÉN, H. 1997**

Habitat fragmentation and changes in biological diversity. *Ecol Bull*, 46: 171-181.

- **ARRIZABALAGA, A. Y URIBE, F. 1988**

Zoologia. Museus documentació. Instruccions per als recol·lectors de mamífers. Preparació i documentació. Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura. Direcció General del Patrimoni Artístic. Servei de Museus.

- **BROWER, J. E.; ZAR, J. H. Y VON ENDE, C. N. 1997**

Field and Laboratory Methods for General Ecology. (4th Edition) WCB Mc Graw Hill.

- **DÍAZ, N. Y APOSTOL, D. 1993**

Forest Landscape Analysis and Design. A Process for developing and implementing land management objectives for landscape patterns. USDA. Forest Service. Pacific Northwest Region, US Department. Printing Office. Washington.

- **FORMAN, R. T. T. Y GODRON, M. 1986**

Landscape Ecology. John Wiley & Sons. New York.

- **FUENTES, M. V; GALÁN - PUCHADES, M. T. Y CEREZUELA, A. M. 1998**

Insectívoros y roedores de la serra calderona (Comunitat Valenciana) Dinámicas de recolonización y estudio helmintológico postincendio. *Galemys*, 10: 37-58.

- **GOSÁLVEZ, I. Y NOGUERA, J. 1987**

Insectívors i rosegadors de Catalunya. Metodologia d'estudi i catàleg faunístic. Ketres Editora, S.A. 240 pp.

- **HALLFETER, G. 1998**

A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biology International*, 36: 3-17.

- **HANSKI, I Y GILPING, M. 1991**

Metapopulation dynamics: empirical and theoretical investigations. Academic press, London.

- **MORENO, C. E. 2001**

Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

- **MORENO, C. E. Y HALFFTER, G. 2001**

Spatial and temporal analysis of α , β and γ diversities of bats in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation*, 10:367-382.

- **MURCIA, C. 1995**

Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 10:58-62.

- **SANTOS, T. Y TELLERÍA, J. L. 1998**

Efectos de la fragmentación de los bosques sobre los vertebrados en las mesetas ibéricas. Dirección General para la Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid. 139 pp.

- **SUTHERLAND, W. J., Ed. 1996**

Ecological Census Techniques. A Handbook. Cambridge university Press. 336 pp.

- **TELLERÍA JORGE, J. L. 1986**

Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Editorial Raíces. 278 pp.

- **WHITTAKER, R. H. 1972**

Evolution and measurement o species diversity. *Taxon*, 21(2/3):213-251.

• **WILCOX, B. A Y MURPHY, D. D. 1985**

Conservation estrategy: The effects of fragmentation on extintion. *American naturalist*, 125: 879-887.

CATÁLOGO DE VARIEDADES LOCALES DE ESPECIES CULTIVADAS EN LA CUENCA DEL SEGURA

FABEIRO, C.; GUARDADO, R. Y ALBA, P.

Dpto. de Producción Vegetal y Tecnología Agraria. Universidad de Castilla-La Mancha. E.T.S.I. Agrónomos
Campus Universitario, s/n. 02071 Albacete
E-mail: concepcion.fabeiro@uclm.es

RESUMEN

El empleo de material vegetal autóctono es un puntal básico para el desarrollo de la producción ecológica. Al margen del esfuerzo institucional para mejorar el conocimiento y la disponibilidad de estas semillas, el propio sector de productores ha sido en este caso quien ha tomado la iniciativa. Se ha elaborado un catálogo de variedades locales de especies cultivadas en las comarcas de la Cuenca del Segura, pertenecientes a la provincia de Albacete, por encargo de la empresa Casa-Torre "El Olivarejo" a través de un contrato de I+D. El trabajo ha dado lugar a un documento de uso interno, todavía no publicado y a una colección de semillas de las variedades estudiadas. A través de 41 entrevistas a cultivadores de estas variedades se ha recogido información sobre el cultivo tradicional en la zona, así como las correspondientes muestras de semillas. La colección se compone de un total de 163 entradas, y se ha estructurado por la parte aprovechable del cultivo. Se han recogido 11 lotes de semillas locales de cultivos aprovechables por sus hojas, 55 de semillas, 92 de fruto y 5 de órgano subterráneo.

PALABRAS CLAVE: SEMILLAS Y VARIEDADES LOCALES

1 ► INTRODUCCIÓN

La normativa de producción vegetal ecológica para la Unión Europea esta recogida en el Reglamento (CEE) nº 2092/91 del Consejo. En dicho Reglamento se contempla la posibilidad de cultivar a partir de semillas de procedencia no ecológica hasta el 31 de diciembre del presente año. Poco antes de finalizar este plazo ha aparecido el Reglamento (CEE) nº 1452/2003 del Consejo, por el que se mantiene la excepción contemplada en la letra a) del apartado 3 del artículo 6 del Reglamento (CEE) nº 2092/91 del Consejo con respecto a determinadas especies de semillas y material de reproducción vegetativa, y se establecen las normas de procedimiento y criterios aplicables a dicha excepción. Este último Reglamento considera la importancia de las variedades locales, como material de partida que ha demostrado históricamente su adaptabilidad a la zona y especialmente idóneo para la producción ecológica. Sin embargo, los productores se encuentran con el desconocimiento y falta de disponibilidad de estas semillas por ser una cuestión que se ha venido demorando tanto por parte de la comunidad científica como de las empresas suministradoras de semillas.

2 ► OBJETIVO

Este trabajo ha sido realizado por un equipo de investigación de la Universidad de Castilla-La Mancha, formado por personal del Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria, perteneciente a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete, en el ámbito del convenio marco de I+D entre la empresa Casa-Torre El Olivarejo y la Universidad de Castilla-La Mancha, por encargo de dicha empresa. El objeto de este trabajo ha sido la prospección, recopilación, identificación y conservación de semillas de variedades locales de especies cultivadas en la zona sur de la provincia de Albacete, correspondiente a la Cuenca del Segura.

3 ► MATERIAL Y MÉTODO

El trabajo de campo ha consistido en la identificación previa de productores de variedades locales en la zona y posterior entrevista con todos ellos, para recabar información y recoger muestras de las semillas. La información recabada se ha estructurado en un catalogo, en forma de fichas, por un lado los datos de los lotes de semillas recogidos y por otro los informantes entrevistados. En las Figuras 1 y 2 se muestran las plantillas utilizadas.

Por ultimo se completa la información con dos anejos. En el primero se incluye la descripción general de la zona, en base a la información obtenida de la Confederación Hidrográfica del Segura dependiente del Ministerio de Medio Ambiente, se describe la zona

territorial a que corresponde dicha cuenca, así como los rasgos geográficos, geológicos y climáticos de la misma. En el otro se han elaborado una tablas que permiten relacionar las fichas de variedades con las de informantes.

La superficie tiene una extensión aproximada de 18.870 km², y afecta a cuatro Comunidades Autónomas: Murcia (59%), Comunidad valenciana (7%), Castilla-La Mancha (25%) y Andalucía (9%); que incluye un total de 127 municipios. Topográficamente la cuenca del Segura es un territorio de gran variedad orográfica en el cual alternan las montañas con valles, depresiones y llanuras, con cotas máximas por encima de los 2.000 m. La zonificación en altura ofrece en términos generales una distribución en la cual el 18% de superficie se sitúa por debajo de los 200 m de altitud; el 40% se encuentra bajo los 500 m de altitud y el 81% se encuentra bajo la cota 1000 m sobre el nivel del mar, como se aprecia en la curva hipsométrica adjunta. Las sierras superan con frecuencia los 1.000 m, y los altiplanos, con alturas comprendidas entre 500 y 1.000 m, se extienden por el noroeste, con topografía suave, y pendientes acusadas en los bordes.

De los grupos climáticos establecidos por Papadakis, la cuenca hidrográfica del Segura se identifica con el denominado mediterráneo, y los subtipos Mediterráneo templado, Mediterráneo continental, Mediterráneo subtropical, y Mediterráneo semiárido subtropical. Dentro del primer tipo queda incluida prácticamente la mitad de la cuenca que va desde la cabecera del río Guadalentín pasando por las sierras del noroeste, continuando por Corral Rubio, para bajar por Yecla hasta la Sierra del Carche. El clima mediterráneo continental, ocupa dos zonas bien diferenciadas y próximas.

La primera, se localiza en el río Turrilla, sur de la Sierra de Ponce o Cambrón y cabecera del río Pliego. La segunda zona, partiendo desde el embalse de la Cierva, pasa por la parte baja del arroyo de las Murtas, la mitad de la rambla del Judío, Fortuna y el azud de Ojós. El tipo climático mediterráneo subtropical, es el segundo en cuanto a extensión, abarcando desde los límites de los anteriores, hasta el litoral, exceptuando una franja que va desde los alrededores de Águilas, hasta Cabo Tiñoso, pasando por Mazarrón, que corresponde al clima mediterráneo semiárido subtropical. La gran aridez de amplias extensiones caracteriza el paisaje de la cuenca, en el que de entre las planicies y ondulaciones secas y polvorientas emergen, como oasis, verdes vegas fluviales en los aterrazamientos y riberas de los cauces.

En cuanto a los usos del suelo, del estudio de la distribución de los diferentes tipos de cultivos en la cuenca se puede destacar el fuerte peso de la superficie productiva no labrada, que supone el 53% de la superficie geográfica total, destacando en este apartado los aprovechamientos forestales, que representan el 51% de las tierras no labradas, correspondiendo el resto a los aprovechamientos de pastizales, matorrales y prados naturales. La superficie productiva labrada representa el 43% de la superficie total de la cuenca, y dentro de ella, la relativa importancia del regadío, que supone el 30% de la superficie labrada y el 13% de la superficie total de la cuenca.

Nº		FICHA DE ETNOVARIEDAD			
Nombre local:					
Especie:				Variedad:	
Cultivo anterior:					
Abono presiembra:					
Estercoladura: kg/ha:		Fecha de aplicación:			
Abono verde: kg/ha:		Fecha de aplicación:			
Siembra:					
Marco:		Fecha de siembra:			
Origen de la semilla:					
Propia	Casa comercial	Otro agricultor	Zona del agricultor		
Utiliza riego: NO SI					
Tipo de riego:					
Frecuencia de riego:					
Dosis (l/m ²):					
Nº riegos:					
Labores:					
1ª labor	Fecha	Apero			
2ª labor	Fecha	Apero			
3ª labor	Fecha	Apero			
4ª labor	Fecha	Apero			
Tratamiento contra plagas y enfermedades: NO SI					
Materia activa:		Técnica de aplicación:	Dosis:	Fecha:	
ha eliminado malas hierbas: NO SI					
Tipos de hierbas:					
Recolección:					
Fecha:					
Forma:					
Parte de la planta que se recoge semilla:					
Rendimiento (kg/ha):					
Destino de la cosecha:					
Autoconsumo				Cantidad (kg)	
Venta	Tipo de venta			Cantidad (kg)	
Consumo en fresco		Conserva			
Procesado y conservación de la semilla:					
Fotografías:					
Planta					
Semilla					
Cultivo					
Muestra:					
Código:					
Cantidad:					
Volumen					
Peso					
Curiosidades y anécdotas:					

Figura 1. Plantilla de Ficha de Etnovariedad

Durante la elaboración de las fichas, hay que destacar la diferencia de vocabulario que generó dificultades para convertir la información oral en datos técnicos utilizables para su divulgación.

Nº	FICHA DEL INFORMANTE	FECHA:
	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre: • Dirección: • Localidad: • Provincia: • Profesión: • Edad: • Teléfono de contacto: • Emigrante: • Inmigrante: • Variedades Locales de las que facilita muestras de semillas: 	

Figura 2. Plantilla de Ficha de Informante

En primer lugar, para la identificación taxonómica del material recibido se contaba con una denominación local o incluso en ocasiones personal del informante. Valga como ejemplo el hecho de que tanto al maíz (*Zea mays* L.) como al sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) lo llaman panizo; la sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld) en algunos lugares la conocen como “Melón de agua” y al melón (*Cucumis melo* L.) lo llaman “Melón de año”. Por tanto, se ha podido identificar las especies “de visu” en base al aspecto de las semillas. En cuanto a la variedad botánica no existe certeza suficiente para identificarlas hasta que las semillas recogidas sean cultivadas y se pueda observar la expresión morfológica de sus genotipos que permita distinguir unas variedades de otras. Otra dificultad estuvo en las unidades de medida, tanto de superficie como de peso o volumen. Al tratarse en la mayoría de los casos de actividad agraria de subsistencia, los informantes desconocían ciertas cantidades y las conocidas las expresaban en unidades de uso local o con términos imprecisos como bancal, era, etc.

Cuando se pidió información sobre los tratamientos fitosanitarios aplicados fue difícil conocer la materia activa, en algunos casos se pudo recurrir al envase del producto y en otros hubo que contentarse con saber el Laboratorio que lo fabrica. En cuanto a las dosis, fue casi imposible determinarlas, unido al desconocimiento de la superficie tratada estaba la falta de control de la cantidad de producto utilizada. Frases como “Yo le echo lo que creo que necesita”, oída en tantas ocasiones, indica que el fundamento de estas tareas es mas intuitivo que racional.

4 ▶ RESULTADOS

Fichas de variedades

▶ Cultivos con aprovechamiento de hoja

Se han recogido 11 lotes de semillas con aprovechamiento de hoja, repartidas entre:

- Lechuga (*Lactuca sativa* L.) 6

De estos, 4 lotes son de una sola variedad de semillas, 1 de ellos con el nombre de Lechuga “Enviná”. Los otros 2 lotes son mezcla de variedades, 1 de Lechuga “Rizada” y “Oreja de burro”, y el otro de varias variedades.

- Acelga (*Beta vulgaris* L.) 3
- Col (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) 1
- Perejil (*Petroselinum sativum* Hoffm.) 1

▶ Cultivos con aprovechamiento de fruto

Los cultivos con aprovechamiento de fruto, han sido de los que más semillas se han recogido con 92 lotes, y se reparten de la siguiente manera:

- Tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill.) 22

De los cuales, 12 con solo un tipo de semillas: 7 denominados Tomate “Rojo”, Tomate “Gordo” o Tomate “Rojo gordo”, 4 de Tomate “Negro” y 1 de Tomate “Francés”.

El resto de los lotes son mezcla de varias variedades, 1 lote mezcla de semillas de Tomate “De El Cañar de Socovos” y “Tomate “De Ayna” (“Hoja de patata”), 1 de Tomate “Ceheginero y “Francés”, 3 lotes de Tomate “Rojo” (“Colorado”), “Negro” y “Amarillo” (“Canario”), 2 de Tomate “Verde” (“Verdal”), “Amarillo” y “Negro”, 1 de Tomate “Rojo” y “Verde”, 1 de Tomate “Negro” y “Amarillo”, y 1 de Tomate “Rojo” y “Negro”.

- Pimiento (*Capsicum annuum* L.) 16

La mayoría de estos lotes son ,aparentemente, de un mismo pimiento denominado Pimiento “Largo”, “De enrastrar”, “Largo de enrastrar” o simplemente Pimiento, con 12. Dos son de Pimiento “Picante” o “Corneta”, 1 de Pimiento “De bolas” y 1 lote mezcla de Pimiento “Choricero” y “Largo de enrastrar”.

- Judías, alubias o habichuelas (*Phaseolus vulgaris* L.) 16

La judía más extendida y popular es la “Moruna” con 9 lotes, 1 de ellos con el nombre de “Moruna lisa”. Dentro de la denominación de “Moruna” se engloban varios tipos distintos. El resto se dividen en: “Negras” con 2 lotes, Judía “Verde” 1, Judía “De verdeo” 1, Judía “Café con leche” 1, Habichuelas “Sin guía para tiernas”, “Tempranillas” o “De 40 días” 1, Habichuelas “De guía para tiernas” o “Careras” 1.

- “Alubia larga” (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. *sesquipedalis* (L.) Verдум.): 1
- Pepino (*Cucumis sativus* L.) 12

Cuando se hace mención al pepino de variedad local o “Del terreno”, se hace referencia a un pepino largo, el corto es considerado como “forastero” por la mayoría de los informantes.

De los 12 lotes, 10 se pueden denominar simplemente “Pepino” o Pepino “Largo” para diferenciar del “Corto” del cual hay 1 lote, existiendo 1 lote con la mezcla de Pepino “Largo” y “Corto”.

- Calabaza 19

La calabaza engloba distintas especies como *C.máxima*, *C.pepo*, *C.moschata*, distribuidas:

- “Totanera” (*Cucurbita maxima* L.) 6. Existen dos tipos: “Totanera” con 4 lotes y “Totanera grande”(semilla más grande) con 2.
- “Marranera” o “Gorrinera” (*Cucurbita pepo* L.) 9. Uno de los lotes con dos variedades
- “Pierna de pobre” (*Cucurbita pepo* L.) 3
- “Dulce de guiso” (*Cucurbita moschata* Decne.) 1
- Melón o “Melón de año” (*Cucumis melo* L.) 3
- Sandía o “Melón de agua” (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld. 2. Uno de los lotes esta compuesto por dos sublotos
- Calabacín (*Cucurbita pepo* L.) 2
- Berenjena (*Solanum melongena* L.) 1

► Cultivos con aprovechamiento de semilla

De este grupo de cultivos se han recogido 55 lotes de semillas, repartidos de la siguiente manera:

- Maíz o “Panizo” (*Zea mays* L.) 23

Dentro del maíz o “Panizo” como se conoce por los lugareños, hay distintas variedades. Debido a la “polonización libre” existen pocos lotes con los granos del mismo color. Dentro de la misma mazorca aparecen granos de distintas tonalidades, y en el mismo lote mazorcas también distintas.

- Maíz “Blanco” o “Panizo Blanco” 13. Dentro de este hay distintos tipos, 1 lote de “Panizo blanco temprano” y otro con la denominación de “Panizo blanco tardío”. El resto se le conoce como “Panizo blanco”.
- “Panizo florero” o “De palomitas” 4, 2 de color amarillo y 2 de color oscuro, uno de ellos llamado “Tardío”, el cual, tiene una de las tres mazorcas con la mayoría de los granos claros.
 - “Panizo rubio” 2
 - “Panizo tremesino” 1
 - “Panizo del terreno” 1
 - “Panizo de asar” 1
 - “Panizo rojo” 1
- Sorgo o “Panizo escobero” (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) 2, como se llama tradicionalmente al sorgo destinado para hacer escobas.
- Judías, alubias o habichuelas (*Phaseolus vulgaris* L.) 8.

De estas, 7 son blancas aunque con esta característica solo se denominan a 5 de ellas, una con la especificación “de la pequeña”. De las 2 restantes, una se denomina “Panicera” (pequeña) y a la otra “Chata”, por no tener guía.

La que no tiene color blanco se la denomina Judía “De pobre” o “Rayás”.

- Habas (*Vicia faba* L.) 2. Una de ellas, “Muchamiel” o “De Daimiel”.
- Guisante (*Pisum sativum* L.) 1
- Garbanzos (*Cicer arietinum* L.) 4
- “Cerigüelos” (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. subsp. *unguiculata*) 4. Se dividen en dos grupos, 2 y 2. A todos se les llama “Cerigüelos” pero a una variedad hay personas que les denominan “Cerigüelos cara del Señor”.
- Trigo: 5
 - Trigo “Moro” (*Triticum durum* Desf.) 2
 - Trigo “Candeal” (*Triticum aestivum* L.) 1
 - Trigo “Gordo” (*Triticum durum* Desf.) 1
 Trigo (lo más probable es que no sea variedad local) 1
- Cebada (*Hordeum vulgare* L.) 4. Dos de ellas sin nombre de variedad local, las otras dos: una llamada “Mular” y la otra de “6 carreras”.
- Avena (*Avena sativa* L.) 2

► Cultivos con aprovechamiento de organo subterráneo

De este grupo ha sido del que menos se ha recogido con 5 lotes, clasificados en:

- Nabo (*Brassica rapa* L.) 2
- Remolacha (*Beta vulgaris* L.) 1

- Ajo (*Allium sativum* L.) 2. Los dos lotes son de ajo morado, pero a uno de ellos se le llama Ajo “Colorado”.

Fichas de informantes

La zona de la que se han recogido los lotes de semilla, perteneciente a la cuenca del Segura, se puede dividir en tres pueblos de importante relevancia. En cada uno de ellos se engloban sus correspondientes aldeas, pedanías, cortijos, etc.

▶ Letur

Además de Letur, se han visitado varias aldeas del municipio: Fuente de la Sabina, Casa de la Guardia, La Dehesa, pertenecientes a ésta se encuentran: Las Casicas, Las Casas, Casas del Pino, Casa de Don Benito, Los Balcones, Casa de Blas Cano.

▶ Yeste

Las aldeas visitadas dentro del municipio de Yeste son: Claras, Pantano de la Fuensanta, Los Pajareles, Boche, Chaparral de Tus, El Pardal de Tus, Llano de la Torre, Cortijo de la Juliana, La Parrilla, Rincón Cabero (Arguellite)

▶ Nerpio

Aunque de donde mas semillas se han recogido es en el propio Nerpio, también han facilitado semillas en las siguientes aldeas: Pedro Andrés, Yetas, Casa la Cabeza.

5 ▶ CONCLUSIONES

Uno de los aspectos más relevantes y significativos de las experiencias obtenidas a lo largo de la realización de este trabajo, y que constituye su justificación, es la edad de los informantes. Este dato nos revela la verdadera situación en la cual se encuentran las variedades locales o etnovariedades de la cuenca del Segura pertenecientes a la provincia de Albacete, aunque puede hacerse extensible al resto del territorio español, e incluso más allá de el.

La media de edad de las personas entrevistadas es de 65,5 años, siendo el más joven de 39 años. Los cultivadores de variedades locales son en su mayoría agricultores mayores, cuyos hijos se dedican a otra actividad. La mayoría hace tiempo que no vive en sus pueblos de nacimiento, sino que emigraron para tener un futuro más prometedor. Para esta segunda generación, mas joven, el cultivo de estas variedades esta relegado al entretenimiento de sus padres, y eso sí,

al reencuentro de sus paladares con sus raíces; y en muchos casos no ven clara la continuidad del cultivo de sus campos en un futuro próximo. Se trata por tanto, probablemente de la última generación de cultivadores de estas variedades. Esto confiere un valor añadido a este trabajo, como posible puente de transmisión de conocimientos para generaciones futuras. La evolución de estos cultivos es paralela a la de sus protectores inconscientes, y sin embargo, sumisos usuarios. No solo desde el punto de vista de la alimentación, sino cultural, social y de conocimiento del medio natural, del cual están rodeados y del que se han servido para enriquecer nuestra sociedad, utilizando las semillas, generación tras generación.

Otro hecho destacable es la casi definitiva desaparición de cultivos cuyo destino sea la alimentación de ganado. En el pasado, la mayoría de los agricultores de la zona realizaban agricultura de subsistencia, ampliamente diversa tanto en producciones vegetales como animales; perfectamente integradas y compatibles entre ellas, además de necesarias para un desarrollo equilibrado y sostenible. Actualmente, el desarrollo tecnológico y la especialización de la agricultura está llegando también a esta zona, inclinando la actividad agraria hacia producciones cada vez más reducidas desde el punto de vista de la biodiversidad y cuyo destino es la venta fuera de la explotación. En este caso, la venta es aun a muy pequeña escala y sobre todo destinada al turismo estival, época en la que las etnovariedades muestran su mayor esplendor.

Se han recogido también las consecuencias de la presencia de fauna salvaje. Por un lado, hay cultivos que se han descartado casi completamente, por ser especialmente atractivos para los jabalís, tal es el caso del maíz. Por otro lado, la técnica de fertilizar el suelo con estiércol también está desechándose. Los informantes indican, por su experiencia personal, que los campos abonados con estiércol son más atrayentes para los jabalís, considerados actualmente como una verdadera plaga en esta zona.

Por último, se puede destacar la gran riqueza genética todavía existente de ciertas especies cultivadas en la zona. Todo viene motivado por la forma tradicional de cultivo en el que con una amplia gama de variedades se puede asegurar la cosecha bajo condiciones climáticas diversas. La agricultura se movía en parámetros locales, favoreciendo la diversificación de las diferentes variedades cultivadas en función de su adaptación a las condiciones particulares de cada emplazamiento y de los diferentes criterios de selección utilizados por cada agricultor.

La especie con mayor número de variedades que se ha detectado son las judías. Pudiéndose clasificar desde varias características diferenciales: uso culinario, hábito de crecimiento, morfología de la vaina (o tabilla), duración del ciclo y estacionalidad. En este catálogo se han diferenciado según su utilización culinaria, es decir, si se utiliza todo el fruto o solo las semillas. Tiene una notoria relevancia la Judía “Moruna”, ya que se puede “enrastrar” el fruto entero (conservar las vainas en ristras). Así se consumen secas con la vaina durante todo el invierno, siendo su uso muy habitual en la tradicional “olla”, junto con calabazas, pimiento enrastrados, cardo y algo de carne, antaño proveniente de

la matanza del cerdo. Toda esta diversidad es relativamente reciente, pues esta legumbre era desconocida en Europa hasta el descubrimiento de América. Hasta entonces, el papel gastronómico que estas ocupan era cubierto por otras legumbres, especialmente del género *Vigna*, lo que en esta zona se conoce como “Cerigüelos” y en otras partes de España, “Carillas” o “Muchachinos con chaleco”. Y es de las especies más interesantes desde el punto de vista de su gran desconocimiento y relevancia en la alimentación en la época precolombina, del cual se han recopilado tres variedades.

Otro legado destacable que trajo el descubrimiento de América, y del que se han recogido semillas en la Sierra del Segura, es el maíz. Dentro de este pueden destacar los maíces con colores poco usuales como rojos, blancos, oscuros casi negros o con distintos ciclos. Por otro lado, el tomate, del cual se han recogido muchos lotes, y que desde el punto de vista del lenguaje popular se pueden distinguir, ya que se hace referencia a estas variedades por sus colores poco habituales como negros, verdes o amarillos. Pero estas diferencias no se verán ratificadas hasta la comprobación *in situ* de sus características físicas.

La mención a estos cultivos concretos no quiere significar darles mayor importancia, no se puede olvidar ninguno de ellos. Ya que son un patrimonio imprescindible en la evolución y desarrollo de nuestra cultura.

Las condiciones orográficas de la Sierra del Segura han permitido el aislamiento de estas variedades sin la introducción masiva de variedades nuevas que las sustituyeran. Gracias a ello tenemos la oportunidad de rescatarlas del olvido y poder disfrutar como consumidores, de sus especiales características organolépticas.

Por último hacer referencia a la idoneidad de las zonas seleccionadas para cultivos destinados a la producción de semillas de las variedades locales, anteriormente descritas, por sus características edáficas, climáticas y fundamentalmente sus enclaves geográficos que evitan contaminaciones con otras variedades.

6 ► AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este trabajo ha sido posible gracias a la iniciativa y el soporte financiero de la empresa Casa-Torre El Olivarejo, a cuyo gerente D. Arsacio López Burón queremos agradecer su buena disposición, sobre todo ante las trabas administrativas impuestas por la universidad.

La Escuela Técnica superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete puso a disposición del equipo todos aquellos materiales e instalaciones que hicieron falta para llevar a buen término este trabajo.

La Confederación Hidrográfica del Segura nos facilitó una copia del Plan Hidrológico de la cuenca del Segura que fue de gran utilidad para la descripción de la zona.

Por último, queremos expresar también nuestro agradecimiento particular a D. Francisco Ortuño y Dña Marina López Mejías, campesinos, colaboradores y amigos. Tanto su grata conversación como los deliciosos alimentos ecológicos con que a menudo nos regalan, han sido para nosotros continua fuente de inspiración y ánimo.

CONOCIMIENTO DE LOS AGRICULTORES Y ACTITUD DE LOS CONSUMIDORES SOBRE VARIEDADES LOCALES DE HORTALIZAS EN CULTIVO ECOLÓGICO

GONZÁLEZ GUTIÉRREZ, J. M.⁽¹⁾; **SORIANO NIEBLA, J. J.**⁽²⁾; **LÓPEZ GONZÁLEZ, P.**⁽³⁾;
FIGUEROA ZAPATA, M.⁽⁴⁾; **ORBE APELLÁNIZ, M. A.**⁽⁵⁾ Y **GARCÍA JIMÉNEZ, F. S.**⁽³⁾

⁽¹⁾Ing. Técnico Agrícola. COAG-Sevilla. Red Andaluza de Semillas “Cultivando Biodiversidad”

⁽²⁾Biólogo. D.G. de Agricultura Ecológica de la Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Red Andaluza de Semillas “Cultivando Biodiversidad”

⁽³⁾Ing. Técnico Agrícola. Red Andaluza de Semillas “Cultivando Biodiversidad”

⁽⁴⁾Agricultor. SCA La Verde. Red Andaluza de Semillas “Cultivando Biodiversidad”

⁽⁵⁾Ldo. En Derecho. Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía

RESUMEN

El proyecto de investigación que se detalla ha recorrido dos líneas de trabajo, por una parte un trabajo con los consumidores donde se ha perseguido que actitud presentan estos frente a las variedades locales (conocimiento, preferencias, gustos, etc.) y por otra un trabajo con los agricultores de la sierra de Cádiz para el rescate del conocimiento campesino, de vital interés para la recuperación de cultivares locales.

El trabajo se ha desarrollado por parte de la Unión de Agricultores y Ganaderos de Sevilla (COAG) en colaboración con la Red Andaluza de Semillas y la SCA La Verde, y ha seguido las líneas de actuación promovidas por el Sindicato de Obreros del Campo, el Instituto de Sociología y de Estudios Campesinos de la Universidad de Córdoba (ISEC), la Dirección General de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, Cooperativas de producción ecológica y Asociaciones de consumidores de productos ecológicos a mitad de la década de los 90.

PALABRAS CLAVE: VARIEDADES LOCALES, CONOCIMIENTO CAMPESINO Y CONSUMIDORES

1 ► INTRODUCCIÓN

Las prácticas de la agricultura ecológica quedan reguladas por un cuerpo de disposiciones disperso y en continuo cambio, aunque el grueso de la disposición se basa en el Reglamento del Consejo (CEE) nº 2029/91 de 24 de Junio que regula la producción ecológica en base a tres principios:

- El mantenimiento de la fertilidad y la actividad biótica de la tierra mediante prácticas culturales respetuosas con el suelo.
- La protección frente a las plagas y enfermedades sin la utilización de productos químicos de síntesis.
- La conservación y uso de la biodiversidad, procurando cerrar los ciclos energéticos y de materiales.

Es en base a este último principio que se articula la necesidad de utilización de material vegetal ecológico adaptado a las necesidades concretas del lugar de cultivo que permita, además de dar estabilidad a los sistemas de producción, generar diversas respuestas a los problemas que enfrenta la producción agraria acogida a la denominación de agricultura ecológica. En la actualidad no existe prácticamente producción de semilla comercial en nuestro país con arreglo a las normas de producción ecológica y la realidad es muy similar en algunos países europeos.

Por otro lado la utilización de las variedades comerciales actualmente disponibles está provocando el agravamiento de una serie de problemas, que si bien en la agricultura convencional pueden ser combatidos mediante la aplicación de sus correspondientes tratamientos, en la agricultura ecológica debe basarse en la utilización de nuevas variedades adaptadas a estas exigencias, dado que ni la filosofía que la inspira, ni la normativa legal que la regula permite la utilización de agroquímicos. De hecho, en las conclusiones del proyecto PIR “Estudio agronómico de la agricultura ecológica en Andalucía” (Soriano y Camacho, 1997), se especifica que la obtención de semillas de origen ecológico es uno de los principales problemas que enfrenta en la actualidad el sector de la horticultura ecológica, problema que se verá especialmente agravado si al término de la moratoria establecida por la Comisión Europea no se cuenta con variedades de cultivo adaptadas a este tipo de agricultura.

Este nuevo tipo de variedades no solo ha de satisfacer las demandas de los productores, sino que debe adaptarse a los gustos de los consumidores del mercado ecológico, que priman cualidades subjetivas en los productos, tales como que sean más sanos, naturales o tradicionales, y que provengan de una producción ecológicamente sensible, frente a las cualidades de precio y apariencia que se priman en el mercado convencional.

Por otro lado no es menos cierto que, independientemente del tipo de agricultura al que nos refiramos, existe un grave problema de erosión genética en los agrosistemas. Según

estimaciones de la FAO, cada año se pierden 50.000 variedades de interés para el sector agrario (Hobbelink, 1992). Aunque en España no existen estudios rigurosos al respecto, si sabemos que el problema no es menos importante a partir de algunas estimaciones que se han hecho (García López, 1997).

Es evidente que frente a la situación anteriormente descrita se vuelve prioritaria la tarea de generar un germoplasma adaptado a nuestras condiciones agroambientales y que posea buenas características agronómicas y de mercado. Para la obtención de este germoplasma lo idóneo es partir de variedades lo más cercanas posibles a las características buscadas y nuestra fuente actual de material vegetal la constituyen las variedades comerciales ya existentes (desarrolladas en su inmensa mayoría por multinacionales que no han tenido en cuenta las condiciones locales, estando más adaptadas a un tipo de agricultura intensiva), los bancos de germoplasma (que presentan la principal desventaja en la escasa información existente sobre las variedades suministradas) y las variedades locales que se conservan en los huertos tradicionales.

Los huertos tradicionales presentan las ventajas de poseer una amplia biodiversidad, que las variedades utilizadas presentan una buena adaptación a las condiciones locales, que la información sobre el material vegetal es fácilmente accesible, ya sea por observación directa o por la que conocen los agricultores, y que las semillas procedentes de estos huertos poseen una homogeneidad y nivel de fijación de los caracteres aceptable. Frente a todas estas ventajas, la principal desventaja que encontramos es su dispersión y su relativa escasez. La desaparición de los huertos tradicionales es un proceso irreversible y acelerado, por lo que las actuaciones para rescatar o rehabilitar el material vegetal y el conocimiento asociado a éste no deberían ser demoradas por mucho tiempo.

La abundancia relativa de huertos tradicionales y variedades locales de hortalizas es lo que nos ha hecho centrar nuestro estudio en la Sierra de Cádiz (Soriano et al 1996), aunque esta potencialidad está presente en muchas otras áreas de nuestra geografía (Sierra de Huelva, Serranía de Ronda, Alpujarras, Subbéticas, etc.).

2 ► OBJETIVOS

- Ejecución de un estudio del conocimiento ligado al material vegetal utilizado en la agricultura tradicional y evaluación de su aceptación por los consumidores en el mercado ecológico.
- Realización de un estudio sobre agricultores que mantienen variedades locales.
- Recopilación del conocimiento ligado al uso y conservación de las variedades de cultivo.
- Evaluación de la potencialidad de estas variedades tradicionales para su utilización comercial en Agricultura Ecológica.

3 ▶ MATERIAL Y MÉTODOS

El proyecto de investigación ha seguido dos líneas de trabajo, por una parte el trabajo con los consumidores y por otra el trabajo con los agricultores:

Trabajo con los agricultores

La inclusión de los agricultores en este trabajo se justifica por varios motivos.

En primer lugar, creemos que es necesario experimentar e ir hacia formas de investigación y desarrollo más participativas, partiendo de los recursos que existen localmente (tanto humanos como naturales).

Por otra parte, los agricultores tradicionales de cada región o comarca, han creado y desarrollado sus propios sistemas de manejo, así como los términos para denominar y clasificar las diferentes plantas, variedades, suelos, labores, etc. Esta agricultura tradicional se ha efectuado basándose en un conocimiento que se ha generado por experimentación campesina y que ha sido acumulado por muchas generaciones.

En proyectos como éste, en los que se recupera material genético, hay que reconocer que los agricultores de todas las culturas han tenido un papel activo en la generación y el mantenimiento de los recursos genéticos y que éste ha sido frecuentemente despreciado, por lo que es urgente diseñar una nueva concepción, donde todas estas contribuciones campesinas sean enfatizadas.

En definitiva, la inclusión de los agricultores en este tipo de trabajos nos permite identificar no solamente las necesidades y problemas de la comunidad sino también sus recursos y los aportes que pueden hacer sus miembros para solucionar esas necesidades (De Schutter, 1981).

Ante estas circunstancias, nos planteamos desde el inicio del proyecto que se debe trabajar conjuntamente con agricultores conocedores de la agricultura tradicional de la zona; además, como este trabajo está hecho con los agricultores y para ellos, se pretende respetar la terminología que usan, complementándola con la que se emplea en el ámbito científico. El eje vertebral para la recopilación de estos datos en campo ha estado constituido por la elección de los interlocutores o informantes y la elección de las técnicas para la recopilación de información. Así, la metodología para la recopilación de la información ha sido la siguiente:

- Elección y contacto con los interlocutores

La elección de los interlocutores es de suma importancia, dado que su conocimiento debe responder a la tradición de su comunidad.

El contacto con la comunidad se ha visto facilitado por el trabajo realizado por los miembros de la SCA La Verde durante estos últimos años de búsqueda y recuperación de semillas locales, ha resultado fácil la localización de hortelanos tradicionales de la zona.

El acercamiento a estos agricultores se vio muy facilitado por el hecho de ser personas ya conocidas por La Verde. Además, muchos de estos agricultores habían sido entrevistados en anteriores trabajos (García, 1999), por lo que el contacto fue más cómodo. Se han entrevistado de forma profunda a ocho agricultores, aunque en algunas de las grabaciones aparezcan más participantes. Los agricultores que han colaborado son:

Tabla 1. Hortelanos entrevistados

NOMBRE	APELLIDOS	MUNICIPIO
Antonio	Morales Toro	Villamartín
Antonio	Sánchez Fernández	Grazalema
Joaquín	Toro Gómez	Zahara de la Sierra
Juan	González García	Grazalema
Manuel	Lobato García	Algar
Manuel	Figueroa Zapata	Villamartín
Manuel	Toro Pacheco	Villamartín
Pepe	Toro Gómez	Zahara de la Sierra
Ignacio	Morales	Tarifa (Algeciras)
David	Otero	La Muela

- **Elección de las técnicas para la recopilación de información**

De forma genérica, en trabajos de etnobotánica, se suelen emplear comúnmente técnicas de entrevista similares a las que se utilizan en antropología y sociología. En nuestro caso las técnicas empleadas en la recopilación de información, han sido fundamentalmente entrevistas individuales a agricultores.

El guión que hemos utilizado en las entrevistas, podemos dividirlo en varios bloques:

- ▶ Una información respecto al entrevistado. Siempre que se ha considerado pertinente, se han preguntado datos personales como nombre completo, apodo, edad, profesión y localidad de residencia. Muchos de estos datos se han podido completar durante las últimas sesiones, en las cuales se tenía una mayor confianza con el entrevistado.

► Un bloque general, en el que se preguntaban cuestiones acerca de las variedades locales o antiguas, en el que se formulaban preguntas como;

- ¿Usted cultiva las variedades de toda la vida o variedades nuevas?
- ¿Cree que se han perdido variedades de las de antes?
- ¿Qué diferencias nota entre las variedades de antes y las de ahora?

► Luego, se preguntaba sobre especies hortícolas en concreto (fundamentalmente en tomate, sandía y melón). Se ha preguntado para cada especie;

- ¿Qué variedades cultiva de esta especie? Diferenciando las que son de toda la vida y las que han sido de introducción más reciente, y de dónde se han traído.
- ¿Qué características diferencian a las variedades? Se intenta describirlas morfológicamente, tanto el fruto como la planta (hojas, tallos...), especificando si se le da un manejo diferente en cuanto a fechas de siembra, de recogida, riegos, si son más o menos sensibles a enfermedades...
- ¿Qué usos concretos se les da a estas variedades?
- ¿Cómo extrae y conserva la semilla de esta especie?

Trabajo con los consumidores

No se concibe un trabajo de esta naturaleza sin tener en consideración el destino final de la cadena alimentaria que son los consumidores de estas variedades. De hecho, un trabajo de conservación no debería abordarse exclusivamente desde el intento de la preservación de un material genético sin tener en cuenta las posibilidades de su posterior utilización, y en este caso, y para este material, la utilización más inmediata es la de su consumo.

De esta forma, y dentro de la metodología de la investigación participativa, consideramos de especial relevancia la inclusión de la opinión de los consumidores respecto a las características más notorias desde un punto de vista comercial (García, 2001).

Son estas las razones las que nos obligan a incluir, en un trabajo de esta naturaleza las opiniones de los consumidores. La aceptación o el rechazo de las variedades por parte de éstos, supone un importante foco de atención para la conservación *in situ* de las mismas por los agricultores.

En este caso la metodología empleada para la recopilación de la información ha consistido en la realización de degustaciones populares y paneles de cata. En lo que respecta a las degustaciones populares nos hemos centrado en tomates, mientras que para los paneles de cata se han utilizado tomates, sandías y melones.

Tabla 1. Variedades de tomate, sandía y melón utilizadas en degustaciones populares y paneles de cata

ACTIVIDAD	ESPECIE	NOMBRE DE LA VARIEDAD LOCAL
DEGUSTACIÓN POPULAR	Tomate	Corazón de Toro, cuevas del Becerro, Tomate de Sangre, Caqui, Corriente, Tomate de Coronil, Tomate de Colgar, Morado, Esquinaverd, Negro Segureño, Gordo de Alex, Marmande, Grazaema, Bombilla, Monserrat, Hoja Papa, Rey Amarillo, Pacheco, Teficabra, Peralejan, Roteño, Cuadrado, Amarillo de Industria, Atigrado, Platense, Tomate de Pera, Rosado, Tomate del Gato, Margarito
PANEL DE CATA	Tomate	Bombilla, Hoja Papa, Rey Amarillo, Roteño, Atigrado, Cuevas del Becerro, Margarito, Coronil
	Sandía	Jaspeada, Blanca, Negra
	Melón	Melón de Invierno, Piel de Sapo (Lagarto)

Todas las variedades utilizadas en ambas experiencias son producidas en la SCA La Verde en la actualidad.

El procedimiento seguido en las degustaciones consistió en la preparación de platos con tomates maduros troceados, identificando cada muestra con su nombre. Y colocando un fruto “tipo” de la variedad en cuestión. La asistencia no se restringió en ningún momento por lo que nos aseguramos la presencia de un número considerable de consumidores, agricultores de la zona, asociaciones, etc.

En lo que respecta a los paneles de cata se han realizado dos paneles, uno en la SCA Verde (donde se aprovechó la asistencia a la cooperativa de un curso de formación) y en La Ortiga (Cooperativa de productos ecológicos, sita en Sevilla), donde la asistencia correspondió a consumidores habituales de productos ecológicos. En este caso la asistencia fue más restringida, con el objeto de facilitar la preparación y degustación de las muestras.

En lo que respecta a las técnicas empleadas para la recopilación de información de los consumidores han sido dos. Por una parte una encuesta realizada a los asistentes de las degustaciones populares, formulario que constaba de dos bloques:

► **Bloque I: referente a variedades locales:** este bloque recoge cuestiones acerca de las variedades locales. Se preguntaba su preferencia respecto a las variedades híbridas, características por la que preferían las variedades locales o los híbridos en su caso, su opinión respecto a la erosión genética, conservación de variedades locales, etc.

► **Bloque II:** referente a la preferencia de los tomates degustados: en este bloque

se pretendía conocer que tres tomates eran los más apreciados por los asistentes, y que además nos comentarán si su preferencia era debida al sabor, color, forma, tacto o tamaño.

Por otra parte se ha realizado un formulario más detallado para los dos paneles de cata. La SCA La Verde ya tenía experiencia en la realización de catas, ya que junto con el ISEC participaron en un proyecto europeo en el que se evaluó la calidad agronómica y nutricional de diversas variedades de calabaza y en el que se realizaron catas entre los consumidores. Para la realización de catas en nuestro trabajo se ha usado como base la experiencia del proyecto citado.

Se han realizado formularios diferentes para el tomate, la sandía y el melón. En el caso del tomate, debido a ser un cultivo de gran importancia económica y por tener más variedad de usos, la prueba ha sido más completa.

Las preguntas de los cuestionarios fueron comentadas y todos los participantes las fueron contestando al mismo tiempo. Se empleó una media de una hora en terminar las catas de tomate, sandía y melón.

En el caso de los tomates, se han empleado muestras en las que había suficiente disponibilidad de frutos, siendo ocho en total: *bombilla*, *hoja papa*, *rey amarillo*, *roteño*, *atigrado*, *cuevas del becerro*, *margarito*, *coronil*. En todos los casos, siempre se han escogido frutos maduros, que representasen al tipo mayoritario. Para las sandías y melones las variedades empleadas han sido: *jaspeada*, *blanca y negra* (sandía) y *melón de invierno* y *piel de sapo* (melón).

4 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Trabajo con los agricultores

Como resultado del trabajo con los agricultores, se han grabado cassettes en las que se recogen las entrevistas individuales, además de estos documentos, durante la realización del trabajo se han ido tomando anotaciones que complementan o aclaran descripciones realizadas en las entrevistas.

En la presentación de los resultados obtenidos, se exponen una serie de actuaciones específicas sobre tres campos de trabajo: el material vegetal, la aceptación por parte de los consumidores y el conocimiento de los campesinos sobre el manejo de los sistemas agrarios y de la biodiversidad en concreto.

Para proceder al análisis del trabajo con los agricultores, se ha procedido a asignar uno o más tópicos de conocimiento a cada uno de los tramos significativos consignados durante las entrevistas y el grupo de discusión. Como resultado de este análisis se han detectado 983 unidades significativas que, se agrupan en 15 tópicos principales que hacen referencia a más de 40 especies y 135 denominaciones varietales. La **distribución por especies y variedades** sobre las que los agricultores desarrollan su manejo.

Los tópicos han sido clasificados dentro de dos grandes grupos como podemos ver en el cuadro adjunto. Por un lado los relativos a la caracterización y por otro los relativos al manejo. Esta separación se ha hecho por cuestiones meramente expositivas, y no responde, en modo alguno, a un esquema preexistente en el discurso campesino. Para los hortelanos no existen diferencias explícitas entre saberes de caracterización y saberes de manejo.

Los resultados completos del trabajo con los agricultores se pueden consultar en Soriano, Figueroa y García, 2003.

Trabajo con los consumidores

Se comentan por una parte los resultados del trabajo realizado en las degustaciones populares a través de las encuestas, y por otra el trabajo realizado con los consumidores participantes en los paneles de cata.

Resultados de las degustaciones populares

Se han obtenido resultados sobre la preferencia de los asistentes en cuanto a las variedades locales o las variedades híbridas. Así, de forma mayoritaria (más del 90%) los asistentes prefieren las variedades locales. Esta preferencia viene dada fundamentalmente por su sabor (más del 70%), seguido en orden descendente por su mejor conservación, menor ataque de insectos, mejor vistosidad, mayor producción y por su mayor facilidad para adquirirlos.

Además la gran mayoría de asistentes a las degustaciones tiene constancia de la erosión genética que se está produciendo, con la consiguiente pérdida de las variedades locales.

En lo que se refiere al cultivo y a la conservación alrededor del 30% de los asistentes cultivan y conservan semillas de variedades locales.

En lo que se refiere a la preferencia de los asistentes sobre las variedades degustadas las más apetecidas fueron las variedades bombilla, corazón de toro, negro sureño, grazalema y coronil. En la siguiente tabla se recogen que características apreciaron más los asistentes con respecto a las variedades elegidas como preferidas.

Tabla 2. ¿Por qué le ha gustado más esta variedad?

VARIEDAD	FORMA	COLOR	SABOR	TACTO	TAMAÑO
Amarillo Industrial	9,1	36,4	27,3	18,2	9,1
Atigrado	10,5	15,8	47,4	15,8	10,5
Bombilla	27,4	19,7	32,5	6,8	13,7
Corazón de Toro	17,3	23,1	38,5	7,7	13,5
Coronil	14,1	19,7	42,3	9,9	14,1
Corriente	7,7	19,2	42,3	15,4	15,4
Cuadrado	7,7	23,1	46,2	15,4	7,7
Cuevas del Becerro	15,2	17,4	41,3	8,7	17,4
Esquinaverd	16,7	16,7	50,0	16,7	0,0
Grazalema	16,7	13,3	58,3	6,7	5,0
Hoja Papa	13,3	6,7	55,6	4,4	20,0
Índalo	8,0	20,0	48,0	10,0	14,0
Margarito	7,3	17,1	48,8	7,3	19,5
Marmande	0,0	18,2	54,5	27,3	0,0
Montserrat	19,0	9,5	38,1	9,5	23,8
Morado	10,4	16,7	41,7	14,6	16,7
Negro Segureño	7,9	19,7	48,7	10,5	13,2
Pacheco	6,3	15,6	56,3	3,1	18,8
Peralejan	14,3	0,0	78,6	7,1	0,0
Platense	7,1	21,4	50,0	14,3	7,1
Rey Amarillo	13,3	24,4	44,4	11,1	6,7
Rosado	11,1	23,8	34,9	11,1	19,0
Roteño	20,8	41,7	16,7	8,3	12,5
Sherry	13,6	0,0	68,2	4,5	13,6
Teticabra	33,3	13,9	41,7	5,6	5,6
Tomate de colgar	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
Tomate de pera	20,0	20,0	38,0	10,0	12,0
Tomate de sangre	11,1	25,0	33,3	16,7	13,9
Tomate del gato	11,1	0,0	44,4	11,1	33,3

Resultados de los paneles de cata

Los resultados de los paneles de cata se recogen en las siguientes tablas:

TOMATE. Valoración de las pruebas con frutos enteros

	BOMBILLA	HOJA PAPA	REY AMARILLO	ROTEÑO	ATIGRADO	CUEVAS DEL BECERRO	MARGARITO	CORONIL
Prueba de forma	Bombilla Pera	Redondo pequeño	Redondo mediano	Redondo achatado Forma de tomate	Redondo mediano	Melocotón	Aceituna, canica, bolitas, etc.	Redondo achatado
Prueba de color	Naranja-amarillo	Rojo	Naranja Amarillo	Rojo	Rojo	Rojo rosado	Rojo	Rojo anaranjado
Prueba de tamaño	Muy pequeño + (56.5%) Muy pequeño - (30.4%) Pequeño + (6.55%) Pequeño - (6.55%)	Pequeño + (71.4%) Muy Pequeño + (14.3%) Muy Pequeño - (14.3%)	Pequeño + (42.9%) Pequeño - (42.9%) Medio + (14.2)	Medio + (65.2%) Grande + (21.7%) Medio - (8.7%) Grande - (4.4%)	Pequeño + (42.8%) Pequeño - (28.6) Muy grande + (28.6%)	Medio + (68.7%) Medio - (18.7%) Pequeño + (6.3%) Pequeño - (6.3%)	Muy pequeño + (43.7%) Muy pequeño - (31.2%) Pequeño + (12.5%) Pequeño - (6.3%) Medio - (6.3%)	Grande + (62.5%) Muy grande + (25%) Medio + (6.25%) Muy grande - (6.25%)
Prueba de consistencia del fruto	Normal + (34.8%) Duro + (21.7%) Poco blando + (21.7) Duro - (13.1%) Muy blando + (8.7%)	Normal + (85.7%) Duro + (14.3%)	Poco blando + (28.6%) Poco blando - (28.6%) Normal + (14.26%) Muy blando - (14.26%) Duro - (14.26%)	Normal + (34.8%) Poco blando + (21.7%) Duro + (17.4%) Muy blando - (13%) Poco blando - (8.7%) Muy blando + (4.4%)	Normal + (42.8%) Poco blando + (28.6%) Muy duro + (14.3%) Poco blando - (14.3%)	Normal + (62.5%) Duro + (12.5%) Poco blando - (12.5%) Muy blando + (6.25%) Normal - (6.25%)	Normal + (50%) Duro + (25%) Poco blando + (12.5%) Muy blando - (6.25%) Poco blando - (6.25%)	Normal + (50%) Poco blando - (12.5%) Muy blando + (9.375%) Poco blando + (9.375%) Duro + (9.375%) Poco blando - (9.375%) Normal - (9.375%)
Prueba de aroma	Sin olor + (47.8%) Débil + (17.4%) Débil - (13%) Sin olor + (10.9%) Normal + (10.9%)	Sin olor - (57.1%) Débil + (28.6%) Débil - (14.3%)	Sin olor - (42.85%) Débil + (22.86%) Normal + (17.145%) Débil - (17.145%)	Normal + (30.4%) Débil + (17.4%) Sin olor - (13%) Sin olor + (13%) Otros (26.2%)	Normal + (28.6%) Intenso + (28.6%) Débil - (28.6%) Débil + (14.2%)	Normal + (50%) Intenso + (31.25%) Débil + (12.5%) Muy intenso + (6.25%)	Normal + (56.25%) Intenso + (12.5%) Sin olor - (12.5%) Débil - (12.5%) Sin olor + (6.25%)	Normal + (43.75%) Débil - (18.75%) Débil + (12.5%) Intenso + (12.5%) Intenso - (12.5%) Sin olor + (6.25%)
Valoración final	5.34	7.28	4.57	7.52	7	5.56	6.68	7.68

TOMATE. Valoración de las pruebas con frutos partidos

	BOMBILLA	HOJA PAPA	REY AMARILLO	ROTEÑO	ATIGRADO	CUEVAS DEL BECERRO	MARGARITO	CORONIL
Prueba de sabor								
ÁCIDO	Débil	Débil	Débil	Normal	Débil	Débil-Normal	Muy fuerte	Débil
SALADO	Normal	Débil-Normal	Débil-Normal	Débil	Normal	Normal	Normal-Fuerte	Débil
DULCE	Fuerte	Fuerte	Débil	Normal	Fuerte	Normal	Normal	Normal
JUGOSIDAD	Fuerte	Normal	Normal	Normal	Fuerte	Normal	Normal	Débil
VALORACIÓN	+	+	+	+	+	+	+	+
Prueba de consistencia de la pulpa	Normal (52.17%) Duro (34.78%) Poco blando (13.05%)	Normal (42.85%) Duro (28.575%) Poco blando (28.575%)	Normal (71.4%) Muy blando (14.3%) Poco blando (14.3%)	Poco blando (34.8%) Muy blando (26%) Normal (21.7%) Duro (17.5%)	Muy blando (57.14%) Poco blando (28.6%) Normal (14.26%)	Normal (50%) Poco blando (43.75%) Muy blando (6.25%)	Normal (56.25%) Poco blando (31.25%) Muy blando	Poco blando (31.25%) Duro (31.25%) Muy blando (25%) Normal (12.5%)
Prueba de grosor de la piel	Gruesa (56.5%) Media (17.4%) Fina (13%) Muy gruesa (8.7%) Muy fina (4.4%)	Gruesa (71.4%) Media (28.6%)	Gruesa (42.85%) Media (42.85%) Muy gruesa (14.3%)	Media (52.17%) Fina (26.08%) Gruesa (17.4%) Muy gruesa (4.35%)	Gruesa (71.4%) Fina (14.3%) Media (14.3%)	Media (56.25%) Fina (25%) Gruesa (18.75%)	Media (56.25%) Fina (31.25%) Muy fina (12.5%)	Media (37.5%) Gruesa (21.7%) Fina (25%) Muy fina (15.8%)
Valoración final	5.78	7.57	6	7.31	7.28	7.43	7.125	7.875

SANDÍA. Valoración de las pruebas según su forma

VARIEDAD	¿QUÉ MUESTRA LE GUSTA MÁS?	¿QUÉ MUESTRA LE GUSTA MENOS?
JASPEADA	37.5%	0%
BLANCA	6.25%	87.5%
NEGRA	56.25%	12.5%

SANDÍA. Valoración de las pruebas según su sabor

VARIEDAD	¿QUÉ MUESTRA LE GUSTA MÁS?	¿QUÉ MUESTRA LE GUSTA MENOS?
JASPEADA	43.75%	43.75%
BLANCA	43.75%	31.25%
NEGRA	12.5%	25%

MELÓN. Valoración de las pruebas según su forma

VARIEDAD	¿QUÉ MUESTRA LE GUSTA MÁS?	¿QUÉ MUESTRA LE GUSTA MENOS?
MELÓN DE INVIERNO	93.75%	6.25%
LAGARTO	6.25%	93.75%

MELÓN. Valoración de las pruebas según su sabor

VARIEDAD	¿QUÉ MUESTRA LE GUSTA MÁS?	¿QUÉ MUESTRA LE GUSTA MENOS?
MELÓN DE INVIERNO	81.25%	18.75%
LAGARTO	18.75%	81.25%

5 ▶ CONCLUSIONES

Se ha puesto en evidencia, que el proceso de erosión genética está afectando profundamente a las variedades hortícolas, y actualmente son difíciles de encontrar variedades que tradicionalmente se han cultivado en la Sierra y Campiña de Cádiz. Este proceso se ve agravado por la ruptura del conocimiento debido fundamentalmente a las migraciones sufridas, al abandono de las huertas y a la avanzada edad de las personas que actualmente las cultivan.

Respecto a los consumidores, la gran mayoría de los encuestados son conscientes de la pérdida o de la sustitución de variedades tradicionales por otras, considerando éste un fenómeno negativo y mostrándose dispuestos a colaborar en su recuperación, bien comprando estas variedades, cultivándolas o divulgándolas. No obstante hay un porcentaje

importante de consumidores que no aprecian diferencias entre las variedades tradicionales y las comerciales.

Las variedades que más se ajustan a los tipos ideales definidos por los asistentes a las degustaciones populares han sido: Bombilla, Corazón de Toro, Negro Segureño, Grazalema y Coronil. La preferencia ha venido dada por el sabor fundamentalmente.

En lo que respecta a las variedades preferidas en los paneles de cata:

- En cuanto a la forma en tomate: CORONIL, ROTEÑO y HOJA PAPA.
- En cuanto al sabor en tomate: CORONIL, HOJA PAPA y ROTEÑO.
- En cuanto a la forma en sandía: NEGRA, ASPEADA y BLANCA.
- En cuanto al sabor en sandía: ASPEADA, BLANCA y NEGRA.
- En cuanto a la forma en melón: DE INVIERNO y LAGARTO.
- En cuanto al sabor en melón: DE INVIERNO y LAGARTO.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

• DE SCHUTTER, A. 1981

Investigación Participativa: una opción metodológica para la educación de adultos. CREFAL (Centro Regional de Educación de Adultos y Alfabetización Funcional para América Latina) (ed.), Michoacán, México. 169-322.

• GARCÍA LÓPEZ, F. 1996

"A la búsqueda de los sabores perdidos". Entre Nosotros. Segunda Epoca nº 1. Verano 1996. Colectivos de Acción Solidaria.

• GARCÍA JIMÉNEZ, F. S. 1999

Aplicando la Investigación Acción Participativa (IAP) a la Valoración y Conservación de Recursos Genéticos a nivel local: el caso de La Verde (Villamartín, Cádiz). Trabajo Profesional Fin de Carrera de la Escuela Técnica de Ingenieros Agrónomos y Montes (ETSIAM).

• GARCÍA LÓPEZ, A. 2001

Evalando variedades locales de tomate para su conservación "in situ" en agricultura ecológica. Trabajo Profesional Fin de Carrera de la ETSIAM.

• HOBELINK, H. 1992

La biotecnología y el futuro de la agricultura mundial. Nordan-Redes. Montevideo.

Reglamento (CEE) N° 2092/91 del Consejo de 24 de Junio de 1991, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.

• SORIANO NIEBLA, J. J. Y CAMACHO MARTÍNEZ - VARA DE REY, M. G. 1997

Estudio agronómico de la agricultura ecológica en Andalucía. Memoria de Proyecto. DGIA. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla (inédito).

• SORIANO NIEBLA, J. J.; FIGUEROA ZAPATA, M. Y GARCÍA JIMÉNEZ, F. S. 2003

Conocimiento campesino y mejora ecológica. En CULTIVAR LOCAL, 1. Boletín de la Red de Semillas "Resembrando e Intercambiando" Plataforma Rural. 2003

EL PISTACHERO I

Estudio de variedades en secano y en manejo ecológico

LACASTA, CARLOS⁽¹⁾; VADILLO, JOSÉ RAMÓN⁽¹⁾; GÓMEZ, GREGORIO⁽¹⁾ Y COUCEIRO, JOSÉ FRANCISCO⁽²⁾

⁽¹⁾ CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales.
Finca Experimental "La Higuera". 45530 Santa Olalla (Toledo)
E-mail: csic@infonegocio.com

⁽²⁾ Autonomía de Castilla - La Mancha. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.
Centro de Mejora Agraria "El Chaparrillo", 13071 Ciudad Real
E-mail: jfcouceiro@jccm.es

RESUMEN

El pistachero por su resistencia a la sequía, su adaptabilidad a diversidad de suelos y sus necesidades de calor en verano, le hace un perfecto candidato como cultivo alternativo para las zonas semiáridas de España, si a ello le añadimos la presencia autóctona en muchas zonas de la Península Ibérica de *Pistacia terebinthus* L., planta que se usa como portainjerto del pistachero (*Pistacia vera* L.), aumenta las posibilidades de adaptación a estos ambientes.

En este trabajo se estudia el comportamiento de ocho variedades femeninas de pistachero y su interacción con cuatro portainjertos. Los resultados analizan la evolución de las producciones de las variedades en diferentes edades del árbol, la precocidad en entrar en producción, la vecería (alternancia en la producción), su relación con los portainjertos, y por último la calidad de fruto.

Se concluye que las variedades que mejor se adaptan a las condiciones de secano de la submeseta sur y en manejo ecológico son las variedades Avdat y Ashoury, tanto por su adaptabilidad, como por su afinidad a los cuatro portainjertos estudiados y principalmente por su buena productividad y calidad de los frutos.

PALABRAS CLAVE: PRODUCCIÓN, PORTAINJERTOS, CALIDAD, PRECOCIDAD Y VECERIA

1 ► INTRODUCCIÓN

El pistachero es una especie que se caracteriza por su rusticidad, manifestada por su resistencia a la sequía, muy superior al resto de frutales, vegetando incluso con pluviometrias anuales comprendidas entre 50 y 163 mm (Spina, 1984). Necesita calor durante el periodo de maduración de sus frutos y frío durante el periodo invernal. Sus necesidades de horas frío (horas por debajo de 7 °C) antes de la brotación están entre 800 y 1000 horas. Se adapta a gran diversidad de suelos pero no tolera la humedad excesiva y si es tolerante a la caliza. La floración es en el mes de abril, por tanto las heladas tardías son la limitación productiva más importante. Todas estas características indican unas buenas posibilidades teóricas de desarrollo de este cultivo en los ambientes semiáridos de España y principalmente en la zona sur y en el litoral mediterráneo.

La presencia de la forma autóctona, *Pistacia terebinthus* L. (terebinto o cornicabra) en muchas zonas de la Península Ibérica de uno de los portainjertos del pistachero (*Pistacia vera* L.), de, indicaba, en cierta medida, las posibilidades de adaptación edáfica del pistachero injertado sobre esta planta. El clima de las regiones del secano español se caracterizan por inviernos fríos y veranos calurosos, esto limita el número de generaciones de organismos parásitos y patógenos, esto unido a su rusticidad hace que el cultivo se pueda adaptar fácilmente a un manejo ecológico.

El fruto de pistacho se utiliza principalmente en consumo directo como fruto seco tostado y como acompañante en diversos platos de carne, pescado o ensaladas. También es importante su uso en pastelería y confitería. El aceite extraído de la semilla se utiliza en la preparación de diversos cosméticos. En cuanto a su composición nutricional es de destacar su mayor contenido en proteínas, vitamina A, hierro y potasio, respecto a los demás frutos secos (Guerrero, Moriana, Couceiro, 2003).

Algunas de las características botánicas y fenológicas más destacables de estos árboles son las siguientes: Sus hojas son compuestas y caducas. Floración tardía (abril). Especie dióica (flores femeninas y masculinas en pies diferentes), polinización, por tanto, anemófila, lo que obliga a tener un número adecuado de plantas masculinas con antesis contemporánea con relación a las femeninas y en una proporción de 1 a 8. Las flores son apétalas y agrupadas en inflorescencias axilares en panícula. La fructificación tiene lugar sólo sobre madera de dos años. Los frutos están reunidos en vistosos ramos, algunos de los cuales se encuentran vacíos por falta de polinización debido a la proterandia (no-coincidencia de las floraciones masculinas y femeninas), a la degeneración de las estructuras reproductoras femeninas antes de la fecundación o al aborto de los óvulos en estado de post-fecundación. Se le señala una importante vecería, es decir producción en años alternos.

Hay algunos datos históricos que se refieren a la importancia que esta especie tenía en la época de la reconquista, ya que es un fruto unido a la cultura árabe y los motivos de su desaparición pudieron ser no solo culturales sino también agronómicos y de rentabilidad.

Una buena adaptación no equivale asegurar una buena cosecha, hay que tener en cuenta que esta especie necesita de árboles polinizadores en la plantación y que su floración sincronice con las hembras que son las que producen los frutos. No obstante, la variación de la acumulación de horas frío durante el invierno o de las unidades de calor en primavera (horas por encima de 10 °C) puede ocasionar desfases en la floración por lo que es recomendable disponer de varios cultivares masculinos que solapen sus floraciones. Otro problema que plantea el cultivo es el bajo prendimiento del injerto, alrededor del 50 % (Couceiro *et al.* 2003 y Guerrero, Moriana, Couceiro, 2004) por ello se recomienda realizar varias veces la operación sobre el mismo patrón a lo largo de los meses de julio y agosto.

En 1986, la Junta de Comunidades a través de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente inicia una línea de investigación sobre la búsqueda de nuevas alternativas para Castilla-La Mancha en función de sus intrínsecas características edafoclimáticas: poco agua y heladas primaverales tardías. Se considera al pistachero como una buena alternativa y se plantan en diferentes lugares de la Autonomía colecciones de pistachero para el estudio de su comportamiento y adaptabilidad. Los resultados que se van a exponer en este trabajo analizan las variedades y portainjertos desde un punto de vista de productividad y calidad y han sido obtenidos en la colección de la Finca Experimental “La Higuera” del CSIC, situada en Santa Olalla, Toledo.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Finca Experimental “La Higuera” en Santa Olalla, Toledo, sobre un Luvisol vértico (FAO). El perfil del suelo tiene las siguientes características texturales: de 0-20 cm arenoso franco, de 20-50 cm franco arenoso, de 50-110 cm franco arcilloso y por debajo de 110 cm franco arcillo arenoso. El nivel de materia orgánica está por debajo de 0,4 %, el pH alrededor de 5,5 y es muy pobre en elementos minerales, en los primeros 20 cm y expresados en ppm los valores son los siguientes: fósforo, 15; potasio, 107; calcio, 287; magnesio, 41; hierro, 19 y de manganeso, 22.

El manejo que se aplica es ecológico y en seco. Por la ausencia de plagas y enfermedades durante el desarrollo de la plantación, no ha sido necesario el empleo de productos fitosanitarios. La fertilización se ha basado en un estercolado de fondo con compost de oveja a razón de 30 t/ha y el aporte anual de los restos de poda y la hierba que crece desde otoño a primavera que se incorpora a finales de marzo. A partir de aquí se dan las dos otras labores de cultivador para el control de la flora arvense hasta el momento de la recolección en septiembre.

La colección de variedades de pistachero estudiadas consta de ocho variedades hembras: Kerman, Mateur, Aegina, Ashoury, Napoletana, Avidon, Larnaka y Avdat; y ocho variedades machos Peter, Askar, Nazar, Mateur M., Chico, Eginó, M-38 y M-C.cada. En la plantación hay

ocho bloques, cada bloque tiene ocho parcelas y cada parcela tiene ocho arboles hembras y un arbol macho que va cambiando hasta completar todas las variedades. De cada variedad femenina, existen tres repeticiones de los portainjertos más comunes *Pistacia terebinthus* L., *P. atlantica* L. y una de los portainjertos *P. vera* L., y *P. integerrima* L.. El marco de plantación es de 7 x 6 metros, la hectárea tiene 238 árboles de los cuales el 11% son machos. El total de árboles hembras son 212 por hectárea. Las características de las variedades y portainjertos se encuentran descritos en Couceiro *et al.*, (2000)

La colección se inició en primavera de 1988, con la plantación de 280 portainjertos de las cuatro especies estudiadas, sobre ellos se empezaron a injertar las diferentes variedades, y en años sucesivos se fue completando la colección. La incidencia má destacable ha sido la lentitud del desarrollo de la colección, debido a que el portainjerto de *Pistacia terebinthus* L., fue obtenido en la Finca “El Chaparrillo” en Ciudad Real, perteneciente a la Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha, con el que se realizaron diferentes ensayos de germinación por lo que este portainjerto se fue incorporando a la colección de forma más lenta que los otros portainjertos que se compraron en el mercado, y por otra parte la obtención de algunas variedades ha sido difícil, algunas de ellas se han incorporado a la colección en 1996, como las variedades Napoletana y Ashoury. Esta diversidad de situaciones en la misma colección nos ha permitido también estudiar la misma variedad con diferentes edades y en las mismas condiciones ambientales.

Dentro de los parámetros de calidad se estudiaron el calibre, número de pistachos que cogen en una onza (28,3 gramos), este parámetro se hacia con frutos llenos; el tanto por ciento de frutos cerrados y abiertos y el tanto por ciento de frutos vacíos que se recogían en el fruto recolectado.

Se hizo estudio estadístico cuando la diversidad de situaciones lo permitio para ello sólo se consideraba una parcela cuando en ella había al menos tres árboles de la misma edad, después había que contar al menos con tres parcelas (repeticiones). Lo ideal era que además todas las variedades tuvieran el mismo portainjerto pero esto ya no fue posible aunque la mayoría de los pistacheros, lógicamente, estaban injertados sobre *P. terebinthus* o *atlántica*, por ser los portainjertos que más parcelas tenían. Por tanto el diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones. Los resultados se sometieron a un análisis de la varianza y las diferencias entre tratamientos fueron separadas por medio del test de Tukey a un nivel de probabilidad de $P > 0,05$. Cuando no se señalan las diferencias es que no las hubo. Las producciones de pistachos se expresan en kg/ha y al 7 % de humedad.

3 ► RESULTADOS

► **Variedades:** Las heladas de primavera fueron el parámetro que más incidió en la productividad de todas las variedades de pistachero estudiadas. De los ocho años (1996-

2003) que se estudia la productividad del pistachero uno de cada tres años aproximadamente hay perdida de cosecha por heladas de primavera (Cuadro 1). El año más productivo fue 2001 (figura 1) con cerca de 1.000 kg/ha de media en la colección, los años anteriores, las producciones fueron simbólicas bien por las heladas de primavera o por la poca edad de los árboles. En el año 2002 se aprecia la vecería.

Cuadro 1. Heladas de primavera y heladas que afectaron a la producción de pistacho

Año	MARZO		ABRIL		TEMPERATURA
	Días	Mínima °C	Días	Mínima °C	fecha daño
1996	7	-4,5	0		
1997	0		0		
1998	2	-2,0	3	-1.5	-1,5 (13-IV)
1999	7	-4,5	3	-2	-2 (16-IV)
2000	6	-3,0	2	-1.5	-3 (29-III)
2001	0		0		
2002	0		1	-1	
2003	1	0,5	0		

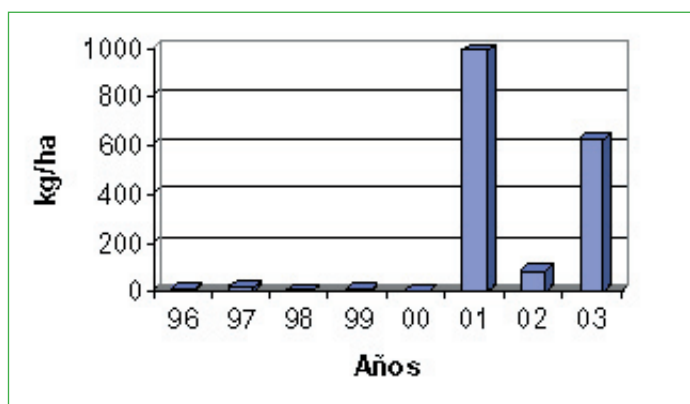


Figura 1. Producción media de pistachos, considerando todos los árboles de la colección.

Como el año 2001, fue el mejor año de producción y además se disponía en la colección de árboles de todas las variedades con diferentes edades y en número suficiente, se podía

estudiar la evolución de la producción en función de la edad del pistachero y en las mismas condiciones ambientales. Esto permitió comprobar (Fig.2), que las variedades Larnaka y Avdat eran las más precoces, llegando a producir cerca de 500 kg/ha con cinco años y Kerman y Napoletana las más tardías, hasta los ocho años no entran en producción. Las variedades más productivas a partir de los diez años son Ashoury, Avdat y Larnaka, que producen alrededor de 2000 kg/ha. La menos productivas Napoletana y Kerman, quizás por su tardía entrada en producción. Hasta el año 2000, no hubo en la colección suficiente número de árboles por variedad y edad para realizar un estudio estadístico de las ocho variedades conjuntamente. El portainjerto en el 79% de los árboles era *P. terebinthus*. En este estudio (Cuadro 2) se observa, al igual que en la Figura 2, que las variedades Napoletana y Kerman son las variedades más tardías y menos productivas y que Ashoury, Avdat y Larnaka, las más productivas. Las variedades menos veceras Larnaka y Aegina y la más vecera Avidon. El año más productivo el 2001 a pesar de que los árboles tienen sólo siete años. La nula producción del año 2000 se debió a las heladas de primavera.

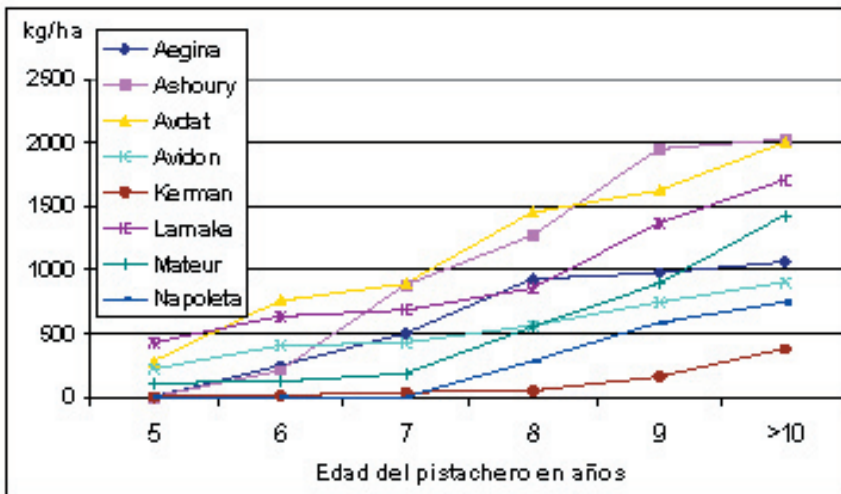


Figura 2. Evolución de las producciones de las diferentes variedades de pistachero.

Anteriormente al año 2000, aunque no había árboles suficientes de las ocho variedades que se estudiaban si había grupos de variedades con árboles suficientes para estudiar la evolución de la producción. En el Cuadro 3 se compara cuatro variedades Aegina, Avdat, Avidon y Larnaka, donde el 75% de los árboles están injertados sobre *P. Atlántica*. El estudio se realizó durante ocho años (1996-2003) y se observa de nuevo a las variedades Avdat y Larnaka, como las variedades más productivas, habiendo un año, en árboles de siete años (1997), que la variedad Avdat se diferencia de Larnaka y en cambio en 2002 en árboles de 12 años ocurre lo contrario, Larnaka es más productiva que Avdat, indicando también la mayor vecería de Avdat.

Cuadro 2. Evolución de las producciones en kg/ha de pistacho en ocho variedades

EDAD PISTACHERO	6 AÑOS		7 AÑOS		8 AÑOS		9 AÑOS		MEDIA
Año	2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003	
Variedades									
Aegina	0	506	b	257	a	586	ab	337	
Ashoury	0	873	a	156	ab	604	ab	408	
Avdat	0	886	a	262	a	725	a	468	
Avidon	0	235	c	4	c	285	c	131	
Kerman	0	41	d	58	b	6	e	26	
Larnaka	0	685	ab	304	a	446	bc	359	
Mateur	0	138	c	97	b	286	c	130	
Napoletana	0	3	e	60	b	73	d	34	
MEDIA	0	421		150		376			

Cuadro 3. Evolución de las producciones en kg/ha de pistacho en cuatro variedades

EDAD DEL PISTACHERO AÑOS	AÑO	AEGINA		AVDAT		AVIDON		LARNAKA		MEDIA
6	1996	44	a	402	a	42	a	20	a	127
7	1997	147	b	290	a	120	b	155	b	178
8	1998	5	b	56	a	1	b	61	a	31
9	1999	87	a	108	a	7	b	33	ab	59
10	2000	0		0		0		0		0
11	2001	842	b	1994	a	834	b	1357	ab	1256
12	2002	191	b	139	b	13	c	675	a	255
13	2003	863	a	1088	a	883	a	1163	a	999
MEDIA		272		510		238		433		363

Los valores seguidos por letras distintas en una misma columna (año) difieren significativamente ($P < 0,05$; test Tukey). Los valores en negrita son los rendimientos más altos del año.

La variedad Avidón produce menos significativamente en 5 de los 8 años estudiados y la variedad Aegina se encuentra en un termino medio.

► **Portainjertos:** El portainjerto ideal será aquel que transmita al cultivar o variedad injertada sobre él, un vigor adecuado, una cierta resistencia a plagas y enfermedades, una buena afinidad y una buena adaptación a las condiciones edafo-climáticas de la zona determinada.

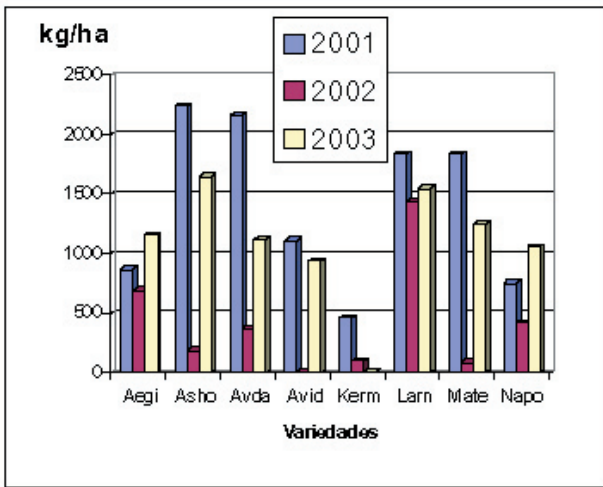


Figura 3. Efecto del portainjerto (precocidad) sobre la producción de pistachos en árboles de seis años.

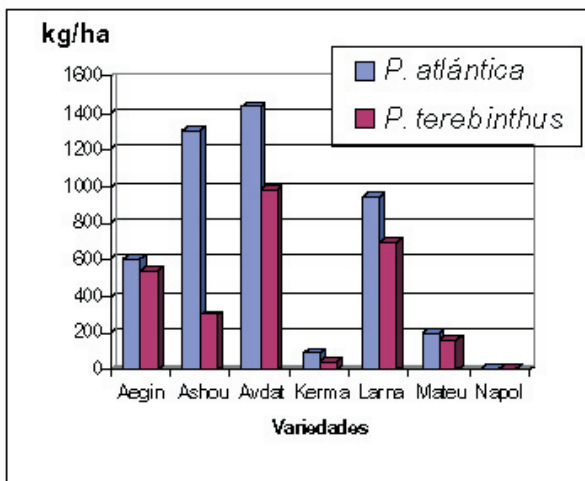


Figura 4. Efecto del portainjerto (precocidad) sobre la producción de pistachos en árboles de siete años.

Según la bibliografía citada por Guerrero, Moriana, Couceiro (2003) se asocia a *P. terebinthus* con la precocidad en los pistacheros injertados sobre él. En el estudio que se realiza en el año 2001 (Fig. 3), que es cuando se dispone de árboles suficientes, se aprecia en árboles de seis años que a excepción de Avdat, el portainjerto *P. terebinthus* aporta una precocidad al pistachero, destacándose sobre todo en la variedad Larnaka. Pero en árboles de siete años (Fig. 4) es el portainjerto *P. atlántica* la que ejerce un efecto positivo sobre la producción en la mayoría de las variedades y sobre todo en las variedades más productivas, Ashoury, Avdat y Larnaka. Lo que indica que el efecto de *P. terebinthus* sirve para adelantar un año la producción que es compensada por la mayor producción que se da al año siguiente en los árboles injertado sobre *P. atlántica*.

Cuando se estudia el efecto de los portainjertos sobre diferentes variedades y en árboles de más de diez años (Figura 5) en el año 2001, se observa en líneas generales que la mayor capacidad productiva que trasmite el portainjerto a la variedad sigue el siguiente orden de mayor a menor: *P. atlántica*, *P. integerrima*, *P. terebinthus* y por último *P. vera*. Destacar que las combinaciones de variedad y portainjerto que funcionan mal son: variedades Aegina y Larnaka, sobre *P. terebinthus* y Avidón sobre *P. integerrima*.

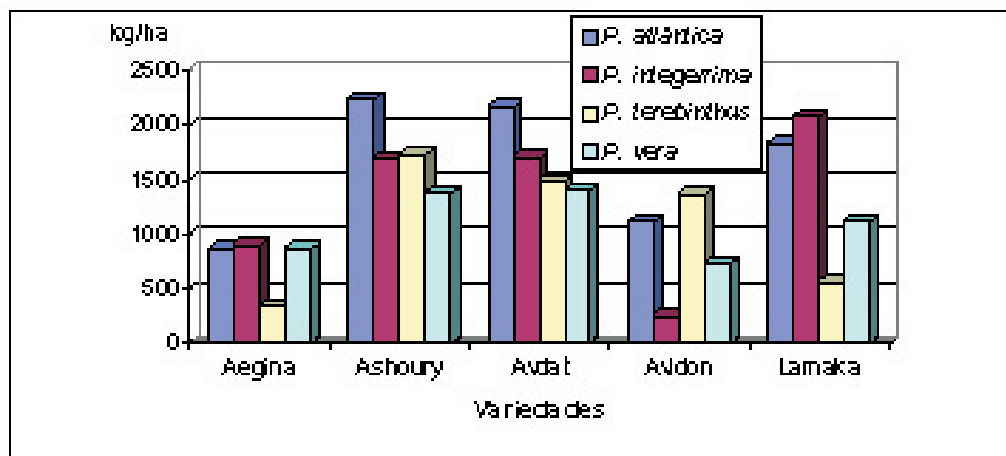


Figura 5. Producción de pistachos en diferentes variedades en árboles de más de diez años.

Según Couceiro *et al.* (2000) y citando referencias australianas, comenta que la vecería está relacionada con *P. atlántica* y no con *P. terebinthus*. En el estudio que se realiza para comprobar dicha hipótesis y aprovechando que los años 2001, 2002 y 2003, no hubo heladas, se comprueba que en nuestras condiciones y en árboles con más de diez años (Figuras 6 y 7), que *P. atlántica* además de ser más productiva tiene un menor nivel de vecería que *P. terebinthus* e incluso en las variedades Aegina y Larnaka, injertadas sobre *P. atlántica*, prácticamente no hay vecería.

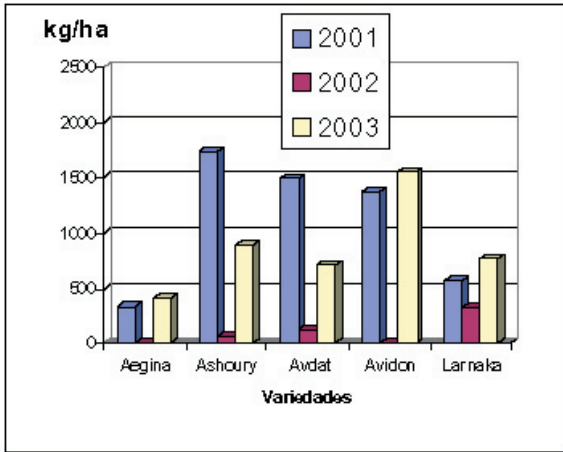


Figura 6. Pistachos injertados en *P. Atlántica*, árboles de más de 10 años, donde se valora la vecería.

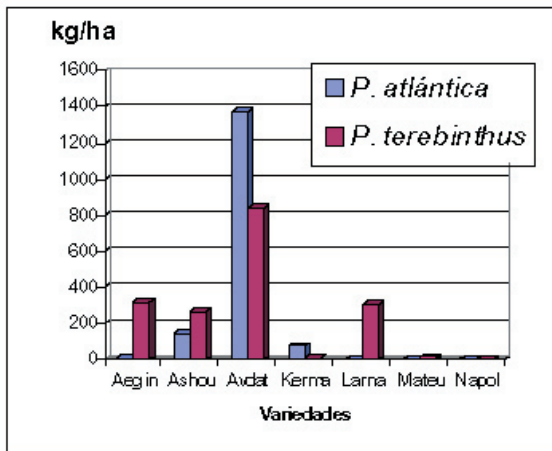


Figura 7. Pistachos injertados en *P. terebinthus* en árboles de más de 10 años, donde se valora la vecería.

La vecería en el pistachero no se debe a que las yemas de flor no se formen el año que el árbol tiene producción sino que estas compiten desventajosamente con el fruto por los carbohidratos y la falta de ellos provoca la abscisión de las yemas.

Por ello los años con mayor número de yemas de flor viables son aquellas que las heladas tardías de primavera han evitado la formación de frutos, como ocurrió el año 2000 y por ello al año siguiente (2001), la producción fue muy alta.

Lo mismo ocurre con las variedades muy veceras como la variedad Avidón.

► **Calidad:** Los parámetros de calidad, se basa en aquellas características que el mercado demanda y paga, como son fruto grande, lleno y abierto. El fruto vacío hay que descontarlo del peso de la recolección y el fruto cerrado se penaliza, porque debe dedicarse al mercado de repostería o cosmética que tiene un valor más bajo, que el que está abierto y puede consumirse directamente seco y tostado

Del estudio que se hizo sobre la calidad en los últimos siete años (Cuadro 4) se deduce que la variedad Kerman es la que tiene los frutos más grandes seguida de las variedades Ashoury y Avdat, siendo Avidon el que tiene los frutos más pequeños. La variedad Kerman es en cambio la que tiene mayor porcentaje de fruto vacío y cerrado. La variedad Larnaka y Mateur, también presenta un elevado número de frutos cerrados.

Cuadro 4. Parámetros agronómicos para la evaluación de la calidad de los pistachos, (media de 7 años)

VARIETADES	CALIBRE	FRUTO VACIO	FRUTO CERRADO
	Frutos/onza	%	%
Aegina	30	21	28
Ashoury	27	19	14
Avdat	27	12	23
Avidon	37	17	15
Kerman	26	52	35
Larnaka	29	12	32
Mateur	30	23	37
Napoletana	31	21	28

Nota: En negrita se destaca los valores más significativos

En el cuadro 5, se analiza el efecto de los portainjertos, *P. atlántica* y *P. Terebinthus*, sobre las tres variedades más productivas, Avdat, Larnaka y Ashoury en árboles de más de diez años y durante los años 2001 al 2003. Lo que se observa es que aunque no hay diferencias significativas en el calibre, los frutos más grandes se dan con *P. terebinthus* los tres años, y en las tres variedades. En el % de frutos vacíos no se nota efecto sobre las variedades, pero si por año, el año 2003 tiene más del doble de frutos vacíos que en el 2001 y 2002.

En fruto cerrado el efecto negativo de la *P. atlántica* es manifiesto los tres años, pero sobre todo en la variedad Larnaka que llega a ser como media cuatro veces superior el número de frutos cerrados en los árboles injertados sobre *P. atlántica* que los injertados en *P. terebinthus*.

4 ▶ DISCUSIÓN

Cuadro 5. Parámetros agronómicos de calidad considerando las variedades más productivas y los portainjertos más comunes en el año 2001, 2002 y 2003, en árboles de más de diez años.

2001		VARIEDADES					
Portainjerto	Avdat	Larnaka	Ashoury				Media
Calibre (pistacho/onza)							
<i>P. atlántica</i>	27	a	31	a	28	a	29
<i>P. terebinthus</i>	29	a	27	a	26	a	27
% de fruto vacío							
<i>P. atlántica</i>	4	a	4	a	6	a	5
<i>P. terebinthus</i>	3	a	5	a	5	a	4
% de fruto cerrado							
<i>P. atlántica</i>	28	a	43	b	25	a	32
<i>P. terebinthus</i>	23	a	15	a	17	a	18
2002		VARIEDADES					
Portainjerto	Avdat	Larnaka	Ashoury				Media
Calibre (pistacho/onza)							
<i>P. atlántica</i>	31	a	31	a	28	a	30
<i>P. terebinthus</i>	28	a	29	a	26	a	28
% de fruto vacío							
<i>P. atlántica</i>	4	a	4	a	7	a	5
<i>P. terebinthus</i>	3	a	4	a	5	a	4
% de fruto cerrado							
<i>P. atlántica</i>	13	a	43	b	8	a	21
<i>P. terebinthus</i>	14	a	10	a	7	a	10

Si se considera que el factor limitante de producción de pistachos en la zona centro de la Península, son las heladas tardías de primavera, que como se ha visto y en la zona de estudio supone pérdidas por cosechas al menos uno de cada tres años, habría que suponer

que la variedad que se debería recomendar sería la variedad Kerman, por su floración tardía y por tener un fruto de mayor calidad (Guerrero, Moriana, Couceiro, 2003), pero los resultados indican que es la variedad menos productiva de las ocho estudiadas y en cuanto a calidad de fruto a excepción del calibre que es algo mejor que Ashoury y Avdat, el porcentaje de fruto vacío y cerrado es la variedad que da los peores resultados.

2003	VARIEDADES						
Portainjerto	Avdat	Larnaka	Ashoury	Media			
Calibre (pistacho/onza)							
<i>P. atlántica</i>	27	a	28	a	27	a	27
<i>P. terebinthus</i>	26	a	27	a	26	a	26
% de fruto vacío							
<i>P. atlántica</i>	7	a	19	a	12	a	13
<i>P. terebinthus</i>	6	a	8	a	26	a	13
% de fruto cerrado							
<i>P. atlántica</i>	20	a	70	a	24	a	38
<i>P. terebinthus</i>	18	a	17	b	7	b	14

Los valores seguidos por letras distintas en una misma columna (variedad) y para cada parámetro agronómico, difieren significativamente ($P < 0,05$; test Tukey).

Los valores en negrita son los valores más destacables. Después de la polinización y fecundación las paredes del ovario crecen rápidamente y el pericarpio (pellejo y cáscara) alcanzan prácticamente su tamaño definitivo a finales de mayo.

Sin embargo el desarrollo del embrión sufre un considerable retraso y es a primeros de agosto cuando se produce el aumento mayor de la almendra, por ello si las temperaturas son excesivamente elevadas y la transpiración muy alta, la falta de agua puede producir aborto del fruto, en cambio una disponibilidad suplementaria de agua bien por tormentas o riego permite un mayor crecimiento de la almendra, provocando la dehiscencia y mejora de calidad (Guerrero, Moriana, Couceiro, 2003). La variedad Kerman debe ser la variedad más sensible de las estudiadas a las altas temperaturas del mes de agosto y por consiguiente a la falta de agua en este periodo, un ejemplo de esta situación se produjo en el año 2003, donde el número de pistachos que quedaron en el árbol después de la recolección por fruto abortado o vacío en la variedad Kerman fue del 90% frente al resto de las variedades que el número de pistachos en el árbol después de la recolección estuvo entre el 5 y el 20%.

Aunque la calidad acompaña al portainjerto *P. terebinthus*, la producción en cambio esta asociada al portainjerto *P. atlántica*, donde mejor se observa esta diferencia es en la variedad Larnaka donde la producción sobre *P. atlántica* es más del doble que sobre *P. terebinthus* y en cambio en la calidad ocurre lo contrario y sobre todo en fruto abierto, como esta cualidad esta asociada a las disponibilidades de agua en el momento de la maduración, se puede suponer, entonces, que los árboles con menos producción disponen entonces de mayores recursos hídricos y por tanto se podría pensar que la calidad que se le supone que aporta *P. terebinthus* al pistachero se debe simplemente a la disminución de productividad. También es verdad que mientras las plantas de *P. atlántica* venían seleccionadas las plantas de *P. terebinthus* tenían procedencia desconocida, en el futuro y gracias al trabajo de mejora y selección de esta planta que se está realizando el Centro de Mejora Agraria “El Chaparrillo” perteneciente a la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha en Ciudad Real, se podrá disponer de material de calidad y muchos de los problemas de producción asociados a *P. terebinthus* podrán ser solucionados.

5 ▶ CONCLUSIONES

Las variedades que mejor se adaptan a las condiciones de secano de la Submeseta Sur y en manejo ecológico son las variedades Avdat y Ashoury tanto por su adaptabilidad, como por su afinidad a los cuatro portainjertos estudiados y principalmente por su buena productividad y calidad de los frutos.

6 ▶ AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Servicio de Investigación de la Dirección de Desarrollo Rural de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha la financiación del proyecto nº 169/CL-23 “Estudios de adaptación y agronomía del pistachero”

7 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **COUCEIRO, J. F.; CORONADO, J. M.; MENCHÉN, M. T. Y MENDIOLA, M. A. 2000**

El cultivo del Pistachero. Edita: Agrolatino, SL, Barcelona. 115 pp.

- **COUCEIRO, J. F.; VADILLO, J. R.; GÓMEZ RODRÍGUEZ, G. Y LACASTA, C. 2003**

El pistachero, un cultivo alternativo para la provincia de Toledo. Actas del Congreso sobre la Naturaleza en la Provincia de Toledo Vol 2. Ed. Instituto Provincial de Investigaciones y Estudios Toledanos, Diputación Provincial de Toledo: 11-21.

• **GUERRERO, J.; MORIANA, A. Y COUCEIRO, J. F. 2003**

El pistachero en Castilla-La Mancha. Primeros resultados. Fruticultura profesional nº 135: 23-38

• **GUERRERO, J.; MORIANA, A. Y COUCEIRO, J. F. 2004**

La operación de injerto en pistachero (*Pistacia vera* L.). Condicionantes en Castilla-La Mancha. Fruticultura profesional nº 140: 41-53.

• **SPINA, P. 1984**

El pistacho. Edita: Mundi-Prensa (Madrid). 93 pp.

PARTICIPACIÓN DE LA MUJER EN LA SELECCIÓN DE SEMILLA DE MAÍZ EN LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA

**MENDOZA GONZÁLEZ, JORGE; AGUIRRE GÓMEZ, JOSÉ ALFONSO; ROSAS, IRMA MANUEL;
BELLON, MAURICIO R. Y SMALE, MELINDA**

Investigadores del “Proyecto de Conservación *in situ* de la diversidad de maíz en los Valles Centrales de Oaxaca”, CIMMYT. Texcoco (MÉXICO)

RESUMEN

La selección de semilla de maíz, es una parte del proceso agrícola en los sistemas tradicionales, además de ser uno de los factores importantes en el manejo y la conservación de las plantas cultivadas. Sin embargo, no se tiene gran información del papel que juegan las mujeres en el proceso de selección de semillas.

Algunos estudios, en diferentes partes y culturas del mundo, revelan que la mujer interviene de forma directa o indirecta en el proceso de selección de semilla de maíz (Doss, 1999; Song, 1998; Tapia y De la Torre, 1997; Chiriboaga, Grynspan y Pérez, 1995; Duvick, 1995). En México, se menciona la importancia que la mujer rural tiene al conservar gran cantidad de vegetales y semillas (Hernández, 1978), así como la participación que tiene en la selección de semilla de este cultivo (Rice, Smale y blanco, 1998, Smale *et al.*, 1999).

En este trabajo, parte del proyecto “Conservación in situ de la biodiversidad de maíz en los Valles Centrales de Oaxaca”, colaboración entre el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias de México (INIFAP), consideramos que la selección de semilla que realiza la mujer campesina de la región responde a criterios propios y necesidades primarias que se presentan en su unidad de producción, que pudieran relacionarse al consumo, gusto, cocción, preparaciones especiales o a la alimentación de animales; frente a la selección que realiza el hombre, que bien puede responder a características agronómicas de la planta de maíz. Este estudio se realizó con 25 familias de seis comunidades dentro de los Valles Centrales, lugar ubicado dentro de una zona considerada como centro de origen, “en donde se mantiene una alta diversidad de maíz “ la cual mantiene una alta diversidad de maíz.

Conocer y entender el papel de la mujer en la selección de semilla de maíz es importante para integrar sus conocimientos a proyectos o programas encaminados al mejoramiento o la conservación de la diversidad del maíz.

1 ► MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Sitios de referencia

Las seis comunidades fueron seleccionadas por la variación entre dos factores, el agroecológico y el socioeconómico. Para el primer factor se tomó en cuenta el potencial productivo y para el segundo se consideró la importancia del origen de los ingresos (Ver Smale *et al.*, 1999).

Unidades de estudio

En cada comunidad se estableció la conveniencia metodológica de realizar un *seguimiento de manejo campesino* (Aguirre y Quijano, 1992) con cuatro familias. Con ayuda de las autoridades locales se eligieron veinticinco familias, dos de ellas con representación femenina, con las siguientes características: a) representativas del resto de las demás; b) reconocidas como productoras de maíz; c) que su maíz aún fuera de autoconsumo, como alimento para animales, venta y trueque en las comunidades; y d) confiables y con buena disposición para proporcionar información.

Obtención de la información

El seguimiento de manejo campesino (SMC) consistió en registrar diariamente el uso y manejo que le dieron a la cosecha del maíz, durante el tiempo que esta duró. En este registro se anotaron las actividades tanto de la mujer como del hombre encargados de la unidad de producción (UP). Los datos se registraron tal y como los informantes los mencionaron, con sus propios nombres y unidades de medidas. El registro lo realizaron dos jóvenes, un hombre y una mujer por comunidad, “hijos de agricultores” que vivieran ahí mismo.

El hombre visitaría al jefe de familia y la mujer a la parte femenina de la casa. Se instruyó a los jóvenes para la obtención de los datos y se recomendó no tomarlos cuando la pareja de agricultores estuviera junta, para no condicionar las respuestas. Además, mantuvimos contacto semanal con las familias y con los jóvenes encargados de recabar la información.

Análisis de los datos

Al final del SMC se realizó un muestreo de unidades de medida en cada comunidad para homogeneizar los datos y que fueran fáciles de capturar en una hoja de cálculo. Con estos datos, se realizaron análisis descriptivos y pruebas estadísticas, siendo la prueba t con muestras apareadas la utilizada.

2 ▶ RESULTADOS

El SMC nos proporcionó, de cada informante, datos respecto al proceso de selección de semilla de acuerdo a los siguientes parámetros: métodos de obtención de semilla, el número de veces de selección, la cantidad seleccionada en kilogramos, momento de la selección y las características en las que se fijó para obtener la semilla.

Métodos de selección de semilla

Los métodos de selección de semilla que a continuación se presentan fueron métodos tradicionales que se presentaron en el SMC, los cuales consideramos como una práctica por medio de la cual los agricultores, hombres o mujeres, tomaron una porción de su cosecha, ya sea de mazorcas o de grano, con características idóneas para ser consideradas como semilla, las cuales fueron apartadas y guardadas.

Los métodos de selección de semilla que realizaron los agricultores “se definieron, integraron, organizaron u otra palabra, en cinco grupos” se agruparon en cinco grupos: (1) Separado en montones, (2) Apartado de mazorcas cuando usaron el maíz, con dos variantes: (a) apartó cuando se manejó y (b) apartó cuando se preparó nixtamal, (3) Selección antes de sembrar, (4) Selecciona una vez, y (5) Recurre al intercambio (Cuadro 1).

Cuadro 1. N° de mujeres/hombres por selección semilla de maíz en los Valles Centrales de Oaxaca

MÉTODO	MUJERES	HOMBRES	TOTAL
Separa en Montón (SM)	25	23	48
Aparta mazorcas cuando Usa el maíz (AMS)	20	18	38
- Aparta cuando lo maneja (AMM)	9	17	26
- Aparta cuando prepara nixtamal (AMN)	18	14	32
Selecciona Antes de Sembrar (SAS)	9	3	12
Selecciona Una Vez (SUV)	0	4	4
Intercambio de semilla (INT)	0	3	3

- **Separación en Montones (SM)**

Este método es considerado el inicio de la selección de semilla, se distinguió por la separación en dos montones de la mazorca que fue cosechada y llevada a la casa; es una práctica sanitaria y para facilitar el manejo posterior de la producción.

Un primero montón consistió en las mazorcas más grandes y sanas. Representaron las mejores características para los agricultores las cuales se destinaron para el consumo de la familia así como para la obtención de la semilla y, dependiendo las necesidades y usos, fueron fuente de venta, transformación (en tortillas), regalo o guelaguetza, y en el menor de los casos para la alimentación de los animales. A este montón lo hemos llamado montón original (MO). “En un primer montón se concentraron las mazorcas con mejores características para los agricultores como, mazorcas grandes y sanas. Dependiendo de las necesidades y usos, se destinó para el consumo de la familia, así como para la obtención de la semilla. También fueron fuente de venta, transformación (en tortillas, atole), regalo o guelaguetza y, en el menor de los casos para la alimentación de los animales. A este montón lo hemos llamado montón original (MO)”.

El otro montón se formó de las mazorcas podridas y picadas, que presentaron daños debido a los excedentes de humedad al final del ciclo y por el “gorgojo”, una plaga de granos. Representó cerca del 30% de la producción obtenida; fue utilizada como fuente de alimento para todos los animales domésticos.

Esta práctica la realizaron varios miembros de la familia a la vez y, en algunos casos, las personas que fueron contratadas, o se les pidió guelaguetza, para la cosecha. Los responsables de la UP controlaron que las mazorcas “buenas” y más grandes, con totomoxtle, fueran colocadas en la parte más baja del montón y conforme se fue alzando, las que quedaban encima fueron las “pequeñas” pero “buenas”. Se colocaron así con la finalidad de dejar las mejores para el final ya sea para comer o sacar la semilla. “Esta práctica la realizaron varios miembros de la familia a la vez.

En algunos casos, lo efectuaron las personas que fueron contratadas o a quienes se les pidió guelaguetza para la cosecha. Los responsables de la UP supervisaron que las mazorcas “más buenas”(más grandes y sanas) se colocaran en la parte baja del montón y, las mazorcas regulares y pequeñas pero “buenas” quedaran encima. Se colocaron así con el objeto de dejar las mejores para el final, principalmente para sacar la semilla.

- **Apartado de Mazorcas para Semilla (AMS)**

Fue uno de los métodos más importantes y dinámicos de la selección de semilla, ya que se convirtió en una actividad constante en donde las mujeres hicieron notar su participación. Los AMS se realizaron cuando se removieron las mazorcas del MO para preparar el nixtamal (AMN), y cuando se le dio algún manejo (AMM) como el asoleado, el deshoje, el desgrane o cuando se alimentó a los animales.

Los agricultores, conforme usaron y manejaron su cosecha, separaron mazorcas con características ideales para semilla, ya fuera que la(s) “aventaran” encima del MO, (b) que las apartaran en un montón nuevo, o (c) que se apartaran en canastos y costales. Las mazorcas fueron apartadas con o sin totomoxtle.

Cuando los hombres aplicaron este método, las labores que le correspondían, según la división del trabajo, se centraron en el deshoje, limpia, asoleado, almacenamiento, desgrane y alimentación de ganado mayor (bovinos y equinos). Al ir realizando estas labores, con cierto grado de esfuerzo, los hombres iniciaron pausadamente el apartado, que fue siendo más activo mientras pasó el tiempo.

Alternó a los hombres, las mujeres empezaron a apartar mazorcas cuando utilizaron el maíz para la preparación del nixtamal y cuando alimentaron al ganado pequeño (porcinos, caprinos y aves). A diferencia de los hombres, las mujeres realizaron mayor esfuerzo al apartar mazorcas cuando prepararon el nixtamal ya que en el tiempo invertido, realizaban una inspección más detallada, además de que tenían que deshojar, desgranar, separar granos “buenos” de los “malos”, juntarlos con la semilla antes obtenida y finalmente almacenarla.

El apartado fue responsabilidad de ambos representantes de la familia y se complementan “fueron complementarios”. Las mazorcas apartadas por ambos miembros de la familia son colocados en el mismo sitio o bien en lugares distintos.

- **Selección Antes de Sembrar (SAS)**

Este método consistió en seleccionar y separar semillas de mazorcas, quince días antes de sembrar. Se presentó cuando algunos agricultores sembraron en la época de estiaje con ayuda de algunas lluvias esporádicas o de forma segura, con riego.

Este método puede considerarse complementario del AMS, ya que consiste en separar la semilla de las mazorcas apartadas y complementarlas con semillas del MO, si es que no fue suficiente. Sin embargo, este método puede realizarse de forma independiente de los AMS, en este caso se tiene que recurrir al MO.

Esta forma de obtención de semilla fue ejercida principalmente por las mujeres, ya que nueve de ellas obtuvieron la semilla que se necesitaba. Esto se debió a que los hombres se encontraban preparando el terreno y fue la mujer quien se encargó de obtener la semilla. En estos casos, fue muy posible que las mujeres hayan utilizado los AMN que ellas realizaron en primera instancia y, después, si fuera necesario, pudo haber obtenido semilla de los AMM que realizó el hombre.

- **Selecciona Una Vez (SUV)**

Este tipo de selección se caracterizó porque la obtención de la semilla se realizó en un periodo de uno a tres días, sin una fecha en especial ni necesidad inmediata. Cuando los agricultores decidieron realizar la selección, la mazorca pudo estar deshojada o bien pudo continuar con el totomoxtle. Como es una práctica exclusiva de selección procede indudablemente del MO y en algunos casos provino de los AMS. Se puede considerar que

es un método que suministra, en un periodo muy corto, la totalidad de la semilla que se requiere para sembrar. La semilla seleccionada con esta práctica fue almacenada y protegida hasta el día en que fue utilizada.

Como se muestra en el cuadro 1, esta práctica fue realizada solamente por los hombres. Esto es debido a que es una actividad de tiempo completo, y por lo mismo, la mujer se dedicaba a otras cosas. “Esto es debido a que es una actividad de tiempo completo, y la mujer tenía o tiene actividades muy concretas que efectuar a diario”. Aunque, como es una actividad que requirió de apoyo en el deshoje y desgrane, no se puede descartar la posibilidad de que la mujer haya participado “o apoyado” en este método.

- **Intercambio (INT)**

Aún cuando ésta transacción de semilla no sea propiamente una selección, presenta características como si lo fuera. Tres agricultores recurrieron a semillas de una fuente externa, uno porque quería sembrar en la época de estiaje, otro porque quería renovar un tipo de semilla y el otro porque quería completar la cantidad para sembrar. Dos de estas transacciones fueron regalos en tanto que la otra fue una compraventa. Los regalos se dan en un ámbito de solidaridad y reciprocidad, entendido en forma social, en la región, como guelaguetza.

Estas transacciones las realizan los hombres ya sea porque recae en él la responsabilidad familiar o porque por costumbre sean los hombres quienes realicen las transacciones. Algunos agricultores mencionaron que las mujeres pueden participar en este método, trayendo semilla de algún pariente o conocido con previo conocimiento del maíz.

Los métodos descritos pueden tener diferentes combinaciones. En cualquier actividad referente a la selección de semilla, los miembros presentes de la familia (la abuela, el abuelo, el tío, los hijos, etc.) ayudaron con la labor, ya fuera deshojando, desgranando, separando y almacenando.

Frecuencia de selección

La frecuencia de selección fue el número de veces en que se realizó una actividad de selección, a cada una de ellas se le llamó evento de selección (ES). El cuadro 2 muestra que las mujeres y los hombres realizaron casi el mismo número de ES en los métodos de AMS, sin que se diera una diferencia significativa. Se originaron diferencias significativas en los métodos SAS y SUV, el primero fue más utilizado por las mujeres quienes lo realizaron nueve veces, en tanto que los hombres lo hicieron en tres ocasiones. Para el método de SUV cuatro hombres fueron los que efectuaron esta actividad, ambos métodos se realizan bajo responsabilidades diferentes pero equitativas, de acuerdo a su rol en ese momento.

En la suma de los ES totales no existió diferencia estadísticamente significativa entre mujeres y hombres, aseverando que la selección es realizada de forma similar. En los AMS, ambos responsables de la UP participaron equitativamente en el número de veces de selección.

Cuadro 2. Número de Eventos de Selección por Método utilizado por mujeres y hombres en los Valles Centrales de Oaxaca

	EVENTOS DE SELECCIÓN		
	Mujeres	Hombres	Ambos
Aparta cuando prepara nixtamal (AMN)	74	69	143
Aparta cuando lo maneja (AMM)	78	74	152
Aparta mazorcas para semilla (AMS)	152	143	295
Selecciona Antes de Sembrar (SAS)	9**	3	12
Selecciona Una Vez (SUV)	0	7*	7
TOTAL	156	153	314

*Diferencia significativa. Prueba de t al 0.10. muestras apareadas

**Diferencia significativa. Prueba de t al 0.05. muestras a pareadas

Cantidad seleccionada

Uno de los datos cuantitativos más importantes de los resultados fue la cantidad de semilla seleccionada. En el apartado anterior, no se observaron diferencias significativas más que en los métodos que representaban las mujeres y los hombres.

De la cantidad total de 4223 kg seleccionados entre todas las familias, los hombres seleccionaron un total de 2556 kg, contra los 1667 kg de las mujeres, existiendo diferencias significativas. Sin embargo, esta diferencia no desmerece la participación de las mujeres. Los datos indican que las mujeres aportaron más de la tercera parte de la semilla que se seleccionó aquel año. Esta proporción, del 39%, es el aporte que la mujer hizo al proceso de selección (cuadro 3).

Con excepción del SAS, los hombres seleccionaron más cantidad de semilla en todos los métodos de selección que las mujeres. La mujer participa de igual forma que el hombre tanto en los métodos de selección como en los ES, pero selecciona menos cantidad de semilla, aunque suele ser con mayor curiosidad, es decir, mayor paciencia y conocimientos, como nos mencionaron algunos agricultores.

Además de esta explicación, la diferencia se puede explicar por los papeles diferenciados en la división del trabajo familiar

Cuadro 3. Cantidad de semilla seleccionada por método utilizado entre mujeres y hombres en los Valles Centrales de Oaxaca

	KILOGRAMOS SELECCIONADOS		
	Mujeres	Hombres	Ambos
Aparta cuando prepara nixtamal (AMN)	802	1100	1902
Aparta cuando lo maneja (AMM)	673	922	1595
Aparta mazorcas para semilla (AMS)	1475	2022	3497
Selecciona Antes de Sembrar (SAS)	192	50	242
Selecciona Una Vez (SUV)	0	484	484
TOTAL	1667	2556**	4223

** Significativamente diferente. Prueba de t al 0.05. muestras apareadas.

En promedio, tanto los hombres como las mujeres, seleccionaron seis veces durante el SMC. La moda por cada ES, en las mujeres, fue de cuatro kg, en tanto que en los hombres lo más frecuente fue que obtuvieran doce kg. Considerando la frecuencia de selección y la cantidad promedio de kilos obtenidos, una pareja responsable de la UP, puede llegar a seleccionar una cantidad de 106 kg que equivaldrían a una superficie de 6.5 ha. El promedio en la superficie de siembra de las familias en este SMC es de 4.3 ha. lo que asegura la cantidad requerida para sembrar esa superficie de maíz más aún sin considerando que todavía pueden conseguir semilla a través de una SAS o un INT.

Criterios de selección

Cada vez que se realizaba un ES, los agricultores se fijaban en cualquiera de las 18 características fenotípicas de la mazorca, que ellos mencionaron, los cuales son los necesarios para el mantenimiento y conservación de su lote de semilla. Sobresalen los criterios de tamaño de mazorca, tamaño de semilla, sanidad de mazorca y sanidad de semilla (Cuadro 4).

El tamaño es importante como criterio ya que tiene que ver con la percepción que tiene el agricultor con respecto a la germinación y el vigor de la planta. Por el otro lado, la sanidad de la mazorca y grano es preferible por ser la semilla “mejor” adaptada al ambiente y porque se va a mantener en almacén por un espacio relativamente largo.

Cuadro 4. Criterios de selección por mujeres y hombres en 6 comunidades de los Valles Centrales de Oaxaca. Observaciones totales

CRITERIOS DE SELECCIÓN	MUJERES	HOMBRES	PORCENTAJE
Sanidad de mazorca	46	57	10.7
Tamaño de mazorca	47	52	10.3
Tamaño de grano	42	49	9.5
Sanidad de grano	35	52*	9.1
Color de grano	26	35	6.3
Color de mazorca	23	37	6.2
Peso de mazorca	24	32	5.8
Forma de grano	16	29	4.7
Tamaño de olote	18	27	4.7
Color de olote	13	28*	4.3
Textura de totomoxtle	17	23	4.2
Número de hileras	15	22	3.9
Peso de grano	12	25	3.9
Forma de mazorca	12	22	3.5
Cubierta de totomoxtle	11	22**	3.4
Sanidad de totomoxtle	10	22**	3.3
Color de totomoxtle	10	22	3.3
Peso de olote	10	18**	2.9

* Diferencia significativa. Prueba de t al 0.10. muestras apareadas

**Diferencia significativa. Prueba de t al 0.05. muestras apareadas

Los hombres se diferenciaron, con respecto a las mujeres, en características que se pueden relacionar con aspectos agronómicos. Observaron más veces la cubierta y la sanidad del totomoxtle, criterios que pueden estar relacionados en la resistencia de ataque de plagas, del campo o en almacén, y en el color del olote, que según percepciones de los agricultores (junto con el diámetro del olote, y el color del totomoxtle) se le relaciona con el ciclo de desarrollo de la planta. En los demás criterios no se observaron diferencias importantes, lo que nos sugiere que no solamente son cuatro los criterio sobre los que la mujer y el hombre se fijan en la mazorca. La conjunción de estos criterios pueden ser la mejor explicación

a la complementariedad que tienen ambos miembros o la familia en sí. Los criterios, por consiguiente, se encuentran entrelazados, cada característica es importante y se vuelve complejo encontrar la importancia por separado.

Periodo de selección de semilla

Utilizando el método más dinámico de selección, el AMS se puede establecer un periodo de selección (PS), ya que presenta eventos constantes con cierta frecuencia y tiempo. El periodo de selección se refiere al momento en el cual los miembros de la familia seleccionan de una forma dinámica las partes que serán utilizadas como semilla para el siguiente ciclo. Los elementos de este PS están integrados por los eventos de selección (ES), cantidad seleccionada (CS), la fecha y el número de días que duró esta actividad. El inicio del PS se estableció cuando más de la mitad de las personas (mujeres y hombres) realizaron selección tomando en cuenta los ES y la CS. El final del periodo de selección se marcó cuando se obtuvo la totalidad de la semilla. El periodo consta de 120 días, iniciando en la tercera semana de enero y terminando en la tercera semana de abril.

La figura 1 muestra que las mujeres empezaron a seleccionar desde la semana doce, tercera semana de enero, y continuaron por un espacio de dos meses más, de los cuales, en la segunda semana de marzo, tienen su máximo y decrece bruscamente en abril. Los hombres inician una semana después que las mujeres y continúan realizando selección durante tres meses. A partir de este momento, todos los que realizaron alguna selección dejan de realizarla. La curva de la figura 1 presenta una característica singular ya que por un momento parece que la mujer tendería más rápido a seleccionar y, de pronto, se cruza la curva de los hombres. Es probable que la selección se alterne y pueda en un momento estar el hombre seleccionando más y de momento la mujer lo alcanza y ocupa su lugar.

El hecho de que la mujer tenga un periodo más corto que el hombre no significa que deje de realizar selección, pero sí que tal vez su papel tenga que ocuparse en otras tareas. Pero también hay que recordar que hubo más mujeres que realizaron SAS comparado con menos hombres que lo realizaron. Este PS puede tener implicaciones importantes en la selección de la semilla de siembra al obtener el grano de un número adecuado y, por demás, importante de mazorcas a través del tiempo y lograr con esto una mayor variabilidad y a la vez representatividad de toda la población.

3 ► DISCUSIÓN

Rice, Smale y Blanco (1998) habían sugerido que las mujeres seleccionaban semilla cuando preparaban el nixtamal, sin embargo, los resultados nos indicaron que el hombre también lo hace. Al parecer, el hombre aparta una gran cantidad de mazorcas para que

después sean desgranadas, ya sea por él mismo, por la mujer u otro miembro de la familia, pero siempre bajo observación de ambos responsables.

Aun cuando las mujeres hayan seleccionado menos cantidad de semilla, 39% del total, y aportado casi el 50% de los ES totales, queda la duda de qué tanto es el aporte real, qué calidad tiene esta proporción y si contiene los criterios de consumo que ellas pueden ver de una mazorca.

Es posible que las mujeres aporten más del 39% de la cantidad de semilla y que esta sea de mejor calidad, ya que realizan SAS, por la alternancia en los momentos o a que es más dedicada o curiosa. Si consideramos que para sembrar una hectárea de maíz ellos necesitan 16 kg y que el promedio de superficie de siembra, para las 24 familias, es de 4.3 ha, y que la cantidad promedio por mujer fue de 66.7 kg, una mujer podría cubrir el 97% de la superficie promedio a sembrar. De ser así, las mujeres estarían seleccionando semilla de mejor calidad y más eficiente que el hombre.

Aún más, si en algún momento el hombre, responsable de la UP, tiene que salir a trabajar a otra parte y esto le impide realizar esta actividad, la mujer tiene que darle la continuidad al cultivo realizando la totalidad de la selección de la semilla (J. A. Aguirre, comunicación personal; Song, 1998). Sin embargo, este trabajo no tuvo el control en la cantidad que cada quien iba seleccionando, no se supo si lo iban juntando en un mismo lugar o no. Pero es muy posible que los grandes apartados hayan servido de base para la selección de la mujer.

Aunado a esto, los criterios de selección muestran lo que puede ser la mejor forma de complementariedad entre ambos. Los cuatro criterios principales para las hombres fueron los mismos que para las mujeres; sin embargo, estos no fueron los únicos criterios. Se describieron dieciocho características de la mazorca que adquieren más importancia dependiendo de la situación y necesidades de cada agricultor. Así, la mujer puede observar características de consumo (Hernández, 1972; Tapia y De la Torre, 1997) en tanto que el hombre podría estar observando características agronómicas.

Los elementos analizados en los resultados como fueron los métodos, los eventos, la cantidad, los criterios, así como los momentos de selección, nos sugieren que no se puede hablar de una diferencia entre mujeres y hombres en el proceso de selección de semilla, sino de una complementariedad. La posición de este trabajo es colocar a la mujer y al hombre y, porque no, a la familia, en forma equitativa en este proceso.

4 ► CONCLUSIONES

- La mujer al igual que el hombre interviene en forma directa en la toma de decisiones en el proceso de selección de semilla de maíz en áreas de domesticación.

- ▶ La selección de semilla no se puede ver sin desligar la participación de la mujer y la del hombre, es una condición de sociedad, de mutuo acuerdo y de complementariedad.
- ▶ Es una de las actividades en la que la mujer mantiene su patrimonio, conservando el maíz, en la que crea, acumula y transmite estos conocimientos a través de la selección de semilla.
- ▶ La selección de semilla es un proceso dinámico y metódico, el cual puede ser establecido en un periodo de selección, importante para incidir en buscar eficiencias en la selección, como lo puede ser en cubrir la mayor variabilidad existente y captar la mayor representatividad de la población; mejorar las prácticas de almacén de semilla, y lograr favorecer los intercambios de semilla, entre otras.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Agradecemos los fondos proporcionados por el IDRC de Canadá y al CIMMYT por el apoyo técnico y humano. De forma especial, agradecemos la colaboración de las autoridades, familias y encuestadores de cada una de las comunidades.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **AGUILAR, J. 1990**

Los libros del maíz. Técnicas tradicionales de cultivo. Árbol editorial, México, D. F.

- **AGUIRRE G, J. A. Y QUIJANO C, J. A. 1992**

Perspectivas en la investigación con la participación de pequeños productores. Coloquio mesoamericano de sistemas de producción. ORSTOM Francia y C.P-CEDERU México.

- **CHIRIBOAGA, M.; GRYNSPAN, R. Y PÉREZ, L. 1995**

Mujeres de maíz, IICA, BID, Costa Rica.

- **Doss, C. R. 1999**

Gender issues and maize production in Africa: Implications for agricultural research. Economics Program Paper 99-02. Mexico, DF.: CIMMYT.

- **DUVICK, D. N. 1995**

Annual Meeting, Am. Ass. Adv. Sc., Atlanta. GA.

- **HERNÁNDEZ X., E. 1972**

Consumo humano de maíz y el aprovechamiento de tipos con alto valor nutritivo. Memoria del simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Colegio de Posgraduados. Chapingo, Edo. Méx.

- **HERNÁNDEZ X., E. 1978**

La participación de la mujer en la selección bajo domesticación de plantas cultivadas en las regiones cálidas húmedas, Agrociencia. 71:287-294. México.

• **LOUETTE, D. Y SMALE, M. 1998**

Farmers' seed selection practice and maize variety characteristics in a traditionally-based Mexican community. Economics working paper 98-04. CIMMYT. Mexico.

• **RICE, E., M. SMALE Y BLANCO, J. L. 1998**

Farmers' use of improved seed selection practices in Mexican maize: Evidence and issues from the Sierra de Santa Marta. En World development vol. 26, No.9, pp. 1625-1640. Great Britain.

• **SMALE, M.; AGUIRRE, A.; BELLON, M.; MENDOZA, J. Y ROSAS, I. MANUEL 1999**

Farmer management of Maize diversity in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico: 1998 baseline socioeconomic survey. CIMMYT. Economics Working Paper. No 99-09. Mexico, DF.: CIMMYT.

• **SONG, Y. 1998**

New seed in old China: impact of CIMMYT's collaborative program on breeding in south-western China. En Technical and Institutional issues in ppb-done from a perspective of farmer plant breeding. CGIAR-CIAT. Working document No.2.

• **TAPIA, M. E. Y DE LA TORRE, A. 1997**

La mujer campesina y las semillas Andinas. Género y el manejo de los recursos genéticos. FAO, IPGRI. Lima, Perú.

PROSPECCIÓN DE CULTIVARES LOCALES DE HIGUERAS (*Ficus carica* L.) EN LAS ISLAS DE EL HIERRO, GRAN CANARIA Y TENERIFE

Apuntes Etnobotánicos y Biogeográficos

PERDOMO MOLINA, ANTONIO C.

Profesor Asociado de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria de la Universidad de La Laguna y
Responsable de Recolección de Tenerife para el Germobanco de la Macaronesia
E-mail: apmolina@ull.es

RESUMEN

La higuera es uno de los frutales más antiguos existentes en las Islas Canarias. Diversos estudios historiográficos y antracológicos han confirmado el origen prehispánico de este frutal. En Canarias aún se mantienen cultivares con nombres de claras reminiscencias aborígenes como la variedad Tarajala, especialmente conservada en Anaga (Tenerife) y La Gomera. La higuera ha formado, y forma parte, del paisaje agrario de las Islas Canarias. En algunas Islas, como en Lanzarote o El Hierro, se ha integrado tanto con el medio que difícilmente es podríamos entender su historia y economía sin hablar de la higuera.

En la presente comunicación presentaremos los resultados de las prospecciones realizadas en tres de las Islas Canarias (Gran Canaria, El Hierro y Tenerife). Además, basándonos en la información oral recogida mediante la realización de entrevistas semiestructuradas, trataremos de exponer el papel de la higuera como pieza esencial los agrosistemas canarios, especialmente en las regiones más áridas de las mismas.

La riqueza varietal que disponemos en Canarias de este frutal es impresionante. El banco de germoplasma español de esta especie se encuentra en Badajoz, en el 2001 estaba compuesto de 214 entradas, de las cuales 186 eran originarias de la Península; la colección que hemos empezado a realizar en el 2003 con el Germobanco de la Macaronesia y el Centro de Conservación de la Biodiversidad Agraria de Tenerife del Cabildo de Tenerife, que hoy se encuentra en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria de La Laguna, consta de 28 cultivares con nombres distintos. Estimamos, por referencias, que podemos estar hablando de un número aproximado de entre 35 a 40 cultivares locales, es decir más del 20% del Banco Español de Badajoz.

La utilidad de este frutal es bien conocida en Canarias, además de sus frutos, frescos y pasados, que han contribuido a paliar el hambre de nuestra población, sus hojas y brotes han tenido un aprovechamiento ganadero importante.

1 ▶ LA HIGUERA Y LOS AGROSISTEMAS DE CANARIAS: SUS PRINCIPALES USOS

Hablar de higueras en Canarias es referirse a uno de los frutales más antiguos existentes en las Islas, su presencia es anterior a la llegada de los primeros conquistadores europeos. Tanto las citas históricas como la de Niccoloso de Recco de 1343 (1) o los restos arqueológicos de diversos yacimientos dan prueba de ello. Como recoge Jacob Morales (2003), el análisis de los carbones encontrados en Tenerife sitúan esta especie en el siglo III d. C., mucho antes que los marineros mallorquines arribaran a las costas canarias, teoría que, basándose en los escritos de Abreu Galindo (1632) y Viera y Clavijo (1799)(2), estuvo en vigor hasta que fue magistralmente rebatida por Elías Serra Rafols en 1941(3). Mantiene este frutal nombres de cultivares de claras reminiscencias aborígenes como la variedad Tarajala.

La higuera ha formado parte de múltiples agrosistemas en Canarias, todos ellos relacionados con la aridez. Su estudio no debe aislarse del funcionamiento general de los mismos aunque hemos de considerar que su peso en algunos casos ha sido sobresaliente. En algunas Islas se ha integrado tanto con el medio que “fruta” e “higos” se han fundido conceptualmente, así en Lanzarote “ir a coger fruta” es sinónimo de “ir a coger higos”. En otras islas, como El Hierro, no existe otro frutal más entroncado con su historia y su economía, en ella la fruta pasada fue el principal producto de exportación desde el siglo XVIII. Es necesario destacar también que la higuera es una pieza esencial en un sistema de cultivo propio de las regiones más áridas y montañosas: los nateros. Hoy en día son, junto a los almendreros, los principales frutales que sobreviven, pese al abandono, en este sistema de cultivo.

La utilidad de este frutal es bien conocida en Canarias, sus frutos, frescos y pasados, han contribuido a paliar el hambre de nuestra población. Sin embargo, no acababa aquí su utilidad, la higuera tuvo un papel destacado en la alimentación animal(4), su uso permitió obtener recursos forrajeros a la salida del verano cuando, agostados los campos, la necesidad de ración de volumen es más acuciante. Las hojas se aprovechaban una vez recogidos los frutos, antes de que se “mulcharan” del todo o recogidas del propio suelo. Se recogía entonces “una sábana” de hojas, que si estaban bien pasadas se podían administrar inmediatamente al ganado, o se dejaban orear de un día para otro si estaban muy verdes.

No sólo las hojas fueron usadas como forraje ganadero, sino que también se utilizaron los gajos o brotes tiernos y poco lignificados. Esta labor de limpia de gajos, lejos de ser un mal para el árbol, constituía una labor de “aclareo” que permitía tenerlos en perfectas condiciones para obtener una buena cosecha de frutos. En El Hierro(5) al hecho de limpiar y aprovechar los pequeños gajos tiernos, que en el sur de Tenerife(6) se conoce por “espullarla”, se le llama “despiojarla”. Los gajos se picaban bastante menudos con machete o azuela, e incluso en algún caso se guisaban previamente(7), con lo cual la digestión y aprovechamiento de la fibra de estos brotes semileñosos era mejorada. Una vez guisados se vertía el contenido en una cesta, de manera que el agua escurría y los gajos estaban listos para ser utilizados. En otros casos los gajos se llevaban a los molinos, de manera que

reducidos a harina se administraban también a ganado a modo de “ración”. Por último los higos que se habían pasado o podrido, o que no presentaban calidad suficiente han servido como tradicional alimento ganadero, especialmente para los cochinos (cerdos).

En cuanto a su participación en el folklore y costumbres de los canarios han dado fe las investigaciones de prestigiosos estudiosos como Manuel Lorenzo Perera (1981), que recogió los cantos de labor relacionados con la recogida de frutos o de hojas en la Isla de El Hierro (8). Por otro lado, en toda Canarias, su sombra, con fama de ser perjudicial para la salud a no ser que se le quitaran tres hojas antes de sentarse, ha refrescado en los calurosos veranos a caminantes y trabajadores de la tierra. A su sombra se llegaron a habilitar lugares frescos donde conservar las papas (patatas) en el verano. Se colocaban éstas dispuestas en zanjas y cubiertas de tierra o helechos, “al fresquito de la higuera”. Por si fuera poco, las hojas de higuera Negra colocadas bajo la cama en la noche de San Juan indicaban a las novias cual era el pretendiente a elegir (9).

Nos da idea de la importancia que tenía la higuera la presencia de 39 registros con el topónimo higuera/s en Canarias (10). Es el topónimo basado en plantas cultivadas más usado. Tanto es así que incluso hay topónimos que emplean el nombre de una de las variedades: brevera.

2 ► PROSPECCIÓN DE CULTIVARES LOCALES EN EL HIERRO, GRAN CANARIA Y TENERIFE

Desde el punto de vista agronómico, la higuera ha sido estudiada por el investigador del Instituto Canario de Investigación Agraria D. Eladio González Díaz, el cual plantó una colección de cultivares canarios en la finca que el centro de investigación dispone en Güímar. Los primeros trabajos fin de carrera con esta temática fueron dirigidos por este investigador y D. Juan Fariña, el primero lo realizó Juana García Hernández en 1983, y el segundo, lo presentó Narciso Lorenzo Santos en 1991. Realmente hemos de indicar que desde este interesante trabajo de hace más de una docena de años no ha habido ningún trabajo ni publicación que recogiese de manera individual a este cultivo.

Desde el 2003 se han realizado diversas prospecciones en Tenerife, y en el 2004 en Gran Canaria y El Hierro. La riqueza varietal que disponemos en Canarias de este frutal es impresionante. Sólo dar un dato, el banco de germoplasma español de esta especie se encuentra en Badajoz, en el 2001 estaba compuesto de 214 entradas, de las cuales 186 eran originarias de la Península; la colección que hemos empezado a realizar en el 2003 con el Germobanco de la Macaronesia y Cabildo de Tenerife, que hoy se encuentra en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria de La Laguna, consta de 28 cultivares de nombres distintos, habiéndose solamente recogido material de tres islas: Tenerife, Gran Canaria y El Hierro. Estimamos, por referencias, que podemos estar hablando de un número aproximado de entre 35 a 40 entradas con nombres distintos, es decir más del 20% del Banco Español.

Los nombres de cultivares que se han detectado, bien sea por fuentes escritas anteriores o por la recolección de testimonios orales en las campañas de prospección y recolección se recogen en los Cuadros 1, 2 y 3 para Tenerife, Gran Canaria y El Hierro, respectivamente.

De este trabajo debemos destacar los siguientes aspectos:

- ▶ La existencia de múltiples sinonimias y homonimias, cuya aclaración precisará de un estudio más pormenorizado y largo en el tiempo. A modo de ejemplo hemos de indicar que existe una clara homonimia entre la higuera Nogal de El Hierro, con pulpa rojiza, y la Nogal de Tenerife, con pulpa blanca. Igualmente existe sinonimia en caso de la higuera Gomera de Tenerife, que recibe este nombre en la zona de Anaga y alrededores mientras que es llamada Herreña en El Rosario y norte de Tenerife.
- ▶ La existencia de cultivares específicos de áreas muy concretas y aisladas del territorio insular, como en el caso de la higuera Tarajala, que se circunscribe en Tenerife principalmente al Parque Rural de Anaga, aunque aparece en otros puntos de la Isla con menor profusión, y la higuera Castañal circunscrita casi exclusivamente al Parque Rural de Teno.
- ▶ La importancia como forraje de la higuera no ha sido tan secundaria como podría parecer. Su uso en la alimentación del ganado tuvo tal peso que, en Tejeda (Gran Canaria), encontramos un cultivar que recibe nombre por su triple vocación de producir brevas, higos y hojas, allí la llaman: **De tres frutos**. Igualmente en esta Isla encontramos también un cultivar verdaderamente peculiar: la higuera **Barsalota**. Este cultivar tiene la característica de presentar un látex más urticante de lo normal. Como muy gráficamente hemos oído decir, la Barsalota, tiene un higo “muy escaldón” (11) o que “deja la boca como el culo de un burro” (12). Su interés y conservación en el tiempo se debe a que producía mucha hoja.
- ▶ La diferenciación entre higos y brevas, coincide para El Hierro y Gran Canaria con la usual en la Península, mientras que en Tenerife, al contrario de lo que erróneamente escribió el ilustrado Viera y Clavijo en 1799, el cual pensaba que se diferenciaban por el color (negras las brevas y blancos los higos), la diferencia entre brevas e higos se realiza por la forma del fruto, siendo brevas aquellas de forma alargada o piriforme, mientras que los frutos oblongos u ovoides son considerados higos y sus árboles breveras e higueras, con independencia de producir una o dos domas, es decir ya sean uníferas o bíferas.

3 ▶ AGRADECIMIENTOS

En esta materia hemos de agradecer la generosidad de compartir sus saberes a muchos

agricultores y agricultoras, y también a María Jesús Molina y Manuel López que nos facilitaron la labor de prospección en El Hierro y Gran Canaria, a ellos/as nuestro agradecimiento:

- D. Abel Santos Bacallado, Ortigal Alto (La Laguna, Tenerife) – X 1998 y III 2004.
- D. Nicasio Gómez, Valle de Guerra (La Laguna, Tenerife) – VII 2001 y II 2004.
- D. José de la Rosa Manrique, El Chorro (Santa Cruz de Tenerife, Tenerife) – I 2003.
- D. “Candito” Falcón Mayor, Cueva Grande (San Mateo, Gran Canaria) – II 2004.
- D. Juan Rodríguez Torres, Las Breñas (Telde, Gran Canaria) – II 2004.
- Dña. Josefa Naranjo Travieso, El Rincón (Tejeda, Gran Canaria) – II 2004.
- D. Marcelino Morales, Las Casas (Frontera, El Hierro) – II 2004.
- D. Urbano Díaz Díaz, Las Portelas (Buenavista, Tenerife) – III 2004.
- D. Bernardo Donate Reverón, Toledo (Granadilla, Tenerife) – III 2004.
- D. Domingo Martín Hdez., Barrio de Santa Lucía (Granadilla, Tenerife) – III 2004.

4 ► BIBLIOGRAFÍA

• **ABREU, FR. J. 1632**

Historia de la Conquista de las siete islas de Canaria. Ed. Goya. Reedición de 1977. Santa Cruz de Tenerife.

• **AFONSO, L. 1997**

Góngaro. Origen y rasgos de la toponimia canaria. Cartográfica Canaria. Oviedo.

• **ÁLVAREZ, J. 1943**

De la vida indígena. Revista de Historia. 66,144-155.

• **BETHENCOURT, J. 1985**

Costumbres populares Canarias de nacimiento, matrimonio y muerte. Aula de Cultura de Tenerife. Museo Etnográfico. Cabildo Insular de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife.

• **BONNET, B. 1943**

La expedición portuguesa a las Canarias en 1341. Revista de Historia. 62, 112-125.

• **GARCÍA, J. R. 1983**

Poblaciones locales de higuera en la isla de Tenerife. Trabajo Fin de Carrera. Escuela de Ingeniería Técnica Agraria. Sin publicar.

• **GIL, J. 1999**

Apuntes acerca de las especies y variedades de plantas tradicionalmente cultivadas en la Isla de El Hierro inventariadas en virtud del primer objetivo del proyecto: Inventario, Recolección, Conservación, Multiplicación y Evaluación de las Especies y Variedades de Plantas Cultivadas Tradicionalmente en la Isla de El Hierro. Cabildo Insular de El Hierro. Sin publicar.

• **LORENZO, M. J. 1981**

El folklore de la isla de El Hierro. Ed. Interinsular canaria, S.A. Excmo. Cabildo de El Hierro. Santa Cruz de Tenerife.

• **LORENZO, N. 1991**

Cultivo de la higuera (*Ficus carica* L) en las Islas Canarias: eficiencia del manejo y posibles mejoras.

Trabajo Fin de Carrera. Escuela de Ingeniería Técnica Agraria. Directores Eladio González y Juan Fariña. Sin publicar.

• **MORALES, J. 2003**

De textos y semillas. Una aproximación etnobotánica a la prehistoria de Canarias. El Museo Canario. Las Palmas de Gran Canaria.

• **OSSUNA, L. G. 1944**

Cairamo e higueras de Anaga. Revista de Historia. 68, 385-396.

• **OSSUNA, L. G. Y VAN DER HEEDÉ, M. 1865**

Libro 1. Propiedades de Taganana. Archivo de la Casa Ossuna. 172.24. Archivo Histórico Municipal de La Laguna.

• **PERDOMO, A. C. 2004**

La polifacética higuera: buena fruta, buena sombra y... mejor "pasto" para el ganado. El Pajar: Cuaderno de Etnografía Canaria. 18. Agosto.

• **SERRA, E. 1941**

os mallorquines en Canarias. Revista de Historia. 54, 206.

• **VIERA, J. 1799**

Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias. Edición basada en la obra original de 1982 y que en su momento se editó en 1866, con correcciones de 1942. Excm. Mancomunidad de Cabildos de Las Palmas. Las Palmas de Gran Canaria.

(Footnotes)

(1) Sabino Berthelot, en 1849, tradujo al francés el manuscrito conservado por Boccaccio que refiere que los expedicionarios al servicio de la corona portuguesa, encontraron, en Canaria, higos secos conservados en cestas de palma. Buenaventura Bonnet (1943). P. 115.

(2) Como veremos más adelante este insigne naturalista canario no estuvo nada acertado en su aproximación a las higueras.

(3) Elías Serra Rafols (1941). P. 206.

(4) Vid. Antonio Perdomo (2004).

(5) D. Marcelino Morales - II 2004.

(6) D. Domingo Martín - III 2004.

(7) D. Abel Santos Bacallado - X 1998 y III 2004 y D. Bernardo Donate Reverón - III 2004.

(8) Cfr. P. 133.

(9) Juan Bethencourt Afonso (1985). P. 160.

(10) Leoncio Afonso (1997).

(11) D. Candito Falcón Mayor - II 2004.

(12) D. Juan Rodríguez Torres - II 2004.

VALORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA VARIEDAD ANTIGUA DE TRIGO

3

PONT ANDRÉS, JUAN

Noguera A.D.R. Coop. V.
Mas de Noguera. 12440 Caudiel (Castellón)
Telf. y Fax: 964 144074
E-mail: juan@criecv.org

RESUMEN

Durante el año 2002-2003 se cultivó una variedad antigua de trigo que se conserva en la comarca del Alto Palancia, conocida como Jeja Parda, en franjas alternadas con la variedad Rinconada. Se procedió a la caracterización agronómica y morfológica de ambas variedades y a la comparación entre ambas, obteniendo mayores rendimientos, tanto de paja como de grano de la variedad Jeja, debido a un mayor número de espigas por unidad de superficie (291 espigas/m² frente a 192). La variedad Jeja presentó como principales características baja relación grano/paja, próxima a 1/4, y elevada altura de la planta, superior a un metro, ambas propias de una variedad antigua, un ciclo de cultivo sensiblemente más largo y una elevada variabilidad.

PALABRAS CLAVE: AGRICULTURA ECOLÓGICA, VARIEDAD ANTIGUA Y TRIGO

1 ► INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha producido una importante reducción del número de variedades utilizadas en agricultura, generalizándose en todas las zonas las pocas variedades ofrecidas por las empresas productoras de semillas. Esta situación presenta diversos problemas, los cuales afectan a todos los agricultores pero son de especial importancia en producción ecológica.

Las variedades tradicionales pueden dar respuesta a la mayoría de estos problemas, al implicar un aumento de la biodiversidad regional, estar adaptadas a las condiciones de la zona y, por tanto, presentar unas adecuadas características de rusticidad y bajas exigencias agronómicas y permitir su multiplicación por el propio agricultor, lo que resuelve por una parte la dependencia de insumos extrasectoriales y, por otra, la exigencia de que las semillas sean de producción ecológica.

Sin embargo, la mayoría de las variedades antiguas se están perdiendo en sus zonas de cultivo. Por ello, se planteó un proyecto de recuperación de las variedades de cereal que tradicionalmente se cultivaban en la zona interior de la provincia de Castellón, más concretamente en las comarcas del Alto Palancia y Alto Mijares, su caracterización agronómica y la valoración de su viabilidad actual para la producción ecológica, del que se presentan los primeros resultados con una variedad de trigo blando.

2 ► METODOLOGÍA

La experiencia se realizó en una parcela de 0,8750 ha, situada en el término municipal de Pina de Montalgrao (Castellón), la cual había recibido un aporte de estiércol de vacuno a finales de septiembre y se había preparado con las labores culturales habituales en la zona para el cultivo ecológico. La parcela fue dividida en 6 franjas de orientación SO-NE, sembrándose a mediados de noviembre de 2002, alternando dos variedades de trigo blando en dichas franjas, con idéntica densidad de siembra. Una era la variedad antigua que se deseaba estudiar, conocida como Jeja Parda, y otra la variedad Rinconada, utilizada como referencia.

No se realizaron más labores hasta el momento de la recolección. El 24 de junio de 2003 se procedió a tomar muestras de 1 m² para la caracterización agronómica y a mediados de julio se cosechó toda la parcela. Dado que se observaba un gradiente de producción a lo largo de las franjas, se tomaron tres muestras de cada una de ellas, obteniendo así nueve repeticiones para cada variedad. Simultáneamente se tomaron 20 muestras aleatorias, consistentes en una planta de cada muestra, distribuidas uniformemente en toda la parcela, las cuales han sido utilizadas para la caracterización morfológica de las variedades.

Para la caracterización agronómica se han analizado los siguientes parámetros:

- Cobertura del cereal: % de terreno que quedaba cubierto por el cultivo.
- Cobertura de plantas adventicias: % de suelo que resultaba cubierto por la flora adventicia.
- Adventicias: en cada muestra se contó el número de plantas adventicias de cada una de las 15 especies existentes en la parcela.
- Peso total de la muestra: peso de toda la biomasa de la muestra obtenida en 1 m².
- Peso adventicias: peso de las plantas adventicias encontradas en cada muestra.
- Peso de la paja: peso de la paja obtenida en cada muestra.
- Peso de las espigas: peso de las espigas obtenida en cada muestra.
- Peso de grano: peso de los granos obtenidos en cada muestra, una vez desgranadas las espigas y terminado de secar el grano.
- Rendimiento: extrapolación de los datos de peso de paja y peso de grano (kg/ha).

Para la caracterización morfológica de las variedades se ha realizado un extracto de las directrices de la UPOV (1994), analizando las siguientes variables:

- Porte de la planta: puede ser erecto, semierecto, medio, semipostrado o postrado.
- Longitud de la planta: medido desde el suelo al extremo de las barbas en cm.
- N° de hijos de la planta
- N° de espigas por planta
- Sección de la paja: puede ser hueca, media o maciza, observando la sección transversal del tallo a media distancia entre la base de la espiga y el nudo del tallo inmediatamente inferior.
- Grosor de la paja
- Forma de la espiga vista de perfil, puede ser piramidal, de bordes paralelos o cuadrada, semimazuda, mazuda o fusiforme
- Densidad de la espiga: puede ser muy laxa, laxa, media, densa o muy densa.
- Longitud de la espiga, excluyendo las barbas o aristas, medida en mm.
- Presencia de barbas o aristas
- Longitud del grano
- Ancho del grano
- Densidad del grano: peso (g) de 100 granos

3 ► RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

Caracterización agronómica

Los datos correspondientes a las diferentes muestras se detallan en las tablas 1 y 2, en las que se indica también la media para cada uno de los factores analizados.

Tabla 1. Datos de caracterización agronómica de las nueve muestras de Rinconada y media de los mismos

CARACTERÍSTICA	MUESTRA									MEDIA
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	
% cobertura cereal	40	80	60	40	75	40	30	50	40	51
% cobertura adventicias	5	5	10	5	5	5	10	20	15	9
Adventicias N° especies	4	9	6	6	1	4	7	7	5	5
N° Ejemplares	7	33	21	24	1	10	28	28	15	19
Peso total (g)	250	660	775	290	1280	490	410	845	555	617
Peso hierbas adventicias (g)	40	145	285	90	90	20	110	245	200	136
Peso espigas (g)	95	220	210	105	575	235	165	260	180	227
Peso de la paja (g)	115	295	280	95	615	235	135	340	175	254
Peso del grano (g)	62	108	116	62	249	112	99	139	106	117

Tabla 2. Datos de caracterización agronómica obtenidos de las nueve muestras de Jeja y media de los mismos

CARACTERÍSTICA	MUESTRA									MEDIA
	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	
% cobertura cereal	40	95	60	40	80	50	60	80	50	62
% cobertura adventicias	5	8	8	5	5	5	5	2	5	5
Adventicias N° especies	3	1	2	6	1	1	2	2	4	2
N° Ejemplares	6	1	3	21	1	1	3	3	10	5
Peso total (g)	360	2.185	895	465	1.630	865	585	2.285	815	1.121
Peso hierbas adventicias (g)	10	125	200	25	20	15	30	40	15	53
Peso espigas (g)	170	605	250	200	565	330	245	815	340	391
Peso de la paja (g)	180	1.455	445	240	1.045	520	310	1.430	460	676
Peso del grano (g)	56	176	109	79	213	117	97	409	109	152

Los resultados se han analizado estadísticamente de dos formas distintas, por una parte se ha tomado el conjunto de muestras de cada variedad y por otra se han pareado las muestras de cada variedad en filas contiguas, calculando para cada factor las diferencias R1-J1, R2-J2, ..., R9-J9, realizando el análisis estadístico de dichas diferencias. El porcentaje de cobertura correspondiente al trigo ha sido mayor para la variedad Jeja que para Rinconada (medias de 61,7% y 50,6% respectivamente). Estas diferencias no han resultado significativas al analizar los conjuntos de muestras pero si al realizar el análisis de forma pareada ($p < 5\%$).

La proporción de terreno cubierto por las plantas adventicias ha sido mayor en la zona cultivada con la variedad Rinconada (8,9%) que en la de Jeja (5,3%), resultando las diferencias significativas para el análisis del conjunto de las muestras ($p < 5\%$) pero no para el análisis de las muestras pareadas.

El número de adventicias ha sido también mayor en las muestras correspondientes a la variedad Rinconada (18,6 plantas/m² frente a 5,4 en la variedad Jeja), resultando las diferencias significativas ($p < 1\%$) para las dos formas de análisis. Igualmente el peso de dichas plantas ha sido mayor par Rinconada (136,1 g/m²) que en Jeja (53,3 g/m²), resultando las diferencias significativas tanto en el análisis del conjunto de las muestras ($p < 5\%$) como en el pareado ($p < 1\%$). Así mismo la relación entre el peso de las adventicias y el peso total de la muestra ha sido superior en la variedad Rinconada (23,2%) que en la Jeja (5,3%), siendo dichas diferencias significativas en las dos formas de análisis ($p < 1\%$).

La diversidad de las distintas especies ha sido también mayor en las parcelas de Rinconada (total de 15 especies, con una media de 5,4 especies por muestra) que en la de Jeja (total de 10 especies con una media de 2,4 especies por muestra). Dichas diferencias son significativas para los dos métodos de análisis ($p < 1\%$).

El peso total de las muestras ha sido superior en las de Jeja (media de 1.120,6 g/m²) que en las de Rinconada (media de 617,2 g/m²), siendo las diferencias significativas para los dos métodos de análisis ($p < 5\%$). Las muestras fueron divididas en tres partes: plantas adventicias, paja y espigas. Los resultados de la primera parte ya han sido descritos en el apartado anterior. En cuanto al peso de paja, los valores han sido muy superiores para la variedad Jeja, con una media de 676,1 g/m², mientras que en la variedad Rinconada dicho valor se reduce a 253,9 g/m². Estas diferencias son estadísticamente significativas tanto para el análisis del conjunto de muestras ($p < 5\%$), como para el método pareado ($p < 1\%$).

Finalmente el peso de las espigas fue también superior para las muestras de Jeja (media de 391,1 g/m²) que para las de Rinconada (media de 227,2 g/m²), siendo las diferencias significativas con ambos métodos de análisis ($p < 5\%$).

La producción de grano ha sido mayor en la variedad Jeja (media de 152 g/m²) que en Rinconada (media de 117 g/m²), aunque las diferencias no son estadísticamente significativas ($p = 5\%$). Estas diferencias han sido mucho mayores en la parte central de la

parcela (muestras 2, 5 y 8 de cada variedad), donde las producciones medias también han sido más altas, aunque en dicha zona las diferencias tampoco son significativas. La relación grano/paja ha sido muy diferente entre las dos variedades. En Rinconada la relación ha sido aproximadamente 1/2 mientras que en Jeja, como cabe esperar de una variedad más antigua, dicha relación es menor, situándose entre 1/4 y 1/5, siendo las diferencias significativas para ambos métodos de análisis ($p < 1\%$).

Caracterización morfológica

Los valores pormenorizados de las diferentes muestras se detallan en las tablas 4.2.1 y 4.2.2, en las cuales se recogen también las medias para cada una de las características analizadas. Las plantas de la variedad Jeja son de porte erecto, con una longitud media de algo más de un metro (101,3 cm) y valores extremos entre 68 y 141 cm. El ahijado medio es de 3,6 tallos por planta y el número de espigas de 3,4 por planta.

La paja es hueca, con un grosor medio de 2,2 mm y valores extremos entre 1,7 y 2,7 mm. La espiga es de forma predominantemente piramidal, aunque algunas tienen forma cuadrada, con una longitud media de 62,3 mm y con barbas. Las dos variedades han presentado características muy similares en todos sus aspectos salvo en la longitud de la planta, con medias de 101,3 cm para Jeja y 62,6 cm para Rinconada, y el peso de los granos, con medias de 34 g/1000 granos en Jeja y 39 g/1000 granos en Rinconada, diferencias que son estadísticamente significativas en ambos casos ($p < 1\%$). Con menor diferencia es de señalar que la paja de Rinconada es más gruesa que la de Jeja (2,4 mm frente a 2,2 mm, diferencias significativas para $p < 5\%$) y que la forma de la espiga es más piramidal en la variedad Rinconada.

4 ▶ CONCLUSIONES

Caracterización agronómica

La zona cultivada con la variedad Jeja parda tiene una presencia de adventicias mucho menor en todos los aspectos: número de plantas, variedad de especies y biomasa por unidad de superficie. Este hecho se puede explicar por la mayor altura de las plantas y la mayor cobertura del suelo, las cuales producen un mayor sombreado del suelo que limita el crecimiento de las especies arvenses.

La producción tanto de paja como de grano ha sido mayor con la variedad Jeja, con valores medios de 6.760 kg/ha y 1.520 kg/ha respectivamente frente a 2.540 y 1.170 kg/ha de la variedad Rinconada.

En el caso de la producción de grano las diferencias se deben a un mayor número de espigas por unidad de superficie (291 espigas/m² para Jeja frente a 192 en Rinconada), pues después ambas variedades tienen un número similar de granos por espiga y el peso de las semillas es ligeramente menor en la variedad Jeja.

La baja relación grano/paja de la variedad Jeja, alrededor de 1/4, es propia de una variedad antigua.

A la vista de su comportamiento en la parcela, con grandes diferencias entre las diferentes zonas, cabe suponer que la variedad de Jeja ensayada es exigente en características del suelo, pudiendo rendir en aquellos profundos y fértiles por encima de los 4.000 kg/ha.

Caracterización morfológica

La primera característica que ha destacado en la comparación de las muestras, visible ya en la observación preliminar del conjunto de la parcela, es la mayor altura de las plantas de Jeja Parda, propia de una variedad más antigua. Sin embargo, la mayor producción de paja consecuencia de la diferencia de alturas no ha estado asociada a un menor rendimiento de grano, como en principio habría cabido esperar.

El ciclo de la variedad Jeja Parda ha resultado algo más largo que el de la variedad Rinconada, pero sin que las diferencias hayan impedido que la recolección se efectuara en la misma fecha. El grano de Rinconada estaba totalmente formado y en condiciones de recolección a mediados de junio, mientras que dichas condiciones se dieron en Jeja a principios de julio, mostrando por tanto un retraso de 15 a 20 días.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Esta experiencia se ha realizado con la financiación del programa de Innovación, Desarrollo e Investigación de la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

• UPOV (UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VARIETALES) 1994

Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad de trigo (*Triticum aestivum* L. emend. Fiori et Paol.). TG/3/11.

BIODIVERSIDAD Y SEMILLAS ECOLÓGICAS

El Estado de la cuestión

RAMOS, MARÍA

Técnico Area de Agricultura Ecológica de COAG Estatal. Dpto. de Agricultura
C/ Agustín de Bethancourt, 17. 5º. 28003 Madrid
Telf.: 91 5346391 / E-mail: mramos@coag.org

RESUMEN

La importancia de cerrar los ciclos de la producción ecológica, garantizando que todo el proceso ha sido desarrollado bajo criterios ecológicos es un objetivo común para todos los que trabajamos o apoyamos este sector. La preocupación por obtener y utilizar semillas ecológicas se ha convertido en un objetivo para todos los productores ecológicos a nivel mundial. Los primeros en exigir el uso de semilla ecológica certificada han sido los productores de los países desarrollados (UE, EEUU,...). Esta posición se convirtió pronto en una tendencia predominante globalmente, y motivó a IFOAM, FAO, e ISF a organizar la I Conferencia mundial de semillas ecológicas que se celebró durante tres días (5, 6 y 7 de Agosto) en Roma (Italia). En dicho hubo sólo una única representante española (la autora), en nombre de tres organizaciones del sector COAG, la SEAE y la Red de Semillas, quien presentó una comunicación sobre la situación actual de las Semillas Ecológicas y Biodiversidad en España.

La presente comunicación comenta y valora los principales objetivos que persiguió la conferencia, los problemas y avances en materia de biodiversidad y uso de semilla ecológica a nivel mundial y los principales retos y oportunidades que se presentan en el futuro, a partir de las conclusiones de la citada conferencia y las diferentes reuniones paralelas que se desarrollaron. También se comenta de forma particular la situación de la biodiversidad y el uso de semilla ecológica en España, a partir de diversos sondeos, datos y opiniones recogidos en la elaboración de la comunicación que se presentó en Roma.

1 ► INTRODUCCIÓN

La importancia de cerrar los ciclos de la producción ecológica, garantizando que todo el proceso ha sido desarrollado bajo criterios ecológicos es un objetivo común para todos los que trabajamos en este sector. La preocupación de obtener semillas ecológicas y utilizarlas se ha convertido en un objetivo para todos los productores a nivel mundial y han sido los países desarrollados (UE, EEUU,...) los primeros en exigir que la semilla certificada. Esto ha comenzado a arrastrar las tendencias globales y ha motivado la organización de este foro en el seno de la FAO. La única representación española ha sido de COAG, la SEAE y la Red de Semillas que hemos presentando en conjunto una comunicación sobre *Semillas Ecológicas y Biodiversidad en España*.

2 ► LOS OBJETIVOS DE LA CONFERENCIA

La magnitud de la Conferencia ha conseguido reunir a cerca de 300 personas relacionadas de una u otra manera con la producción ecológica. Así, han acudido representantes de las organizaciones de productores europeas más importantes y de otras partes del globo. Es de destacar la importante presencia de países en vías de desarrollo. También ha estado presente el sector de las empresas productoras de semillas (ecológicas y no ecológicas, incluso biotecnológicas) y los implicados en la certificación y comercio internacional de semillas (OCDE, International Seed Federation). Ha habido representación de organismos de investigación y universidades y, por supuesto, de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura ecológica (IFOAM), de la FAO y algunos representantes de Ministerios de agricultura, como el de Costa Rica. La organización del encuentro ha tratado de analizar el problema del acceso y utilización de semillas de origen ecológico en los distintos países, conjugando los impedimentos técnicos, económicos, legislativos y de conservación de la biodiversidad bajo el paraguas del reciente Tratado internacional de Recursos Fitogenéticos.

3 ► DESARROLLO DE LA CONFERENCIA

Aspectos productivos

- A pesar de que hay muchas opiniones sobre la dificultad de hacer semillas mediante métodos ecológicos, sobre todo en ciertas especies, a lo largo de la Conferencia se han expuesto varios sistemas que pueden garantizar al producción de semillas de calidad en cuanto a sanidad, conservación, poder germinativo,...Se han mostrado resultados positivos en métodos de control biológico con Trichodermas, desinfección

con extractos vegetales, aceites esenciales, tratamientos de calor. El proyecto de investigación STOVE, llevado a cabo por un consorcio de varios países europeos (entre los que no está España) han desarrollado métodos muy efectivos de tratamientos de semilla con *Pseudomonas*, *Fusarium*, *Bacillus subtilis* y otros agentes.

► La coexistencia entre cultivos ecológicos y OGMs es motivo de controversia. La FAO ha apoyado la biotecnología como una herramienta más para satisfacer la demanda mundial de alimentos y no se posicionaron más allá en este foro, aunque reconocen que aún no existe una metodología eficaz para ver los efectos en el medio ambiente a largo plazo. La producción de maíz transgénico en España se contempló como una amenaza para la conservación de las variedades autóctonas y para la producción de semilla ecológica. Se plantea la duda de qué ocurrirá con los productores que se hacen su propia semilla y son contaminados con transgénicos. Hasta ahora no han sido tenidos en cuenta.

Legislación y armonización

► Los representantes del comercio (empresas) y la certificación internacional están haciendo esfuerzos por desarrollar nuevos estándares de calidad OCDE para el comercio internacional de semillas. Piden que se ponga en marcha el reglamento de la UE ya no se está fomentando el uso de semilla ecológica. Sin embargo, el nuevo presidente de IFOAM ha pedido prudencia ya que a nivel mundial las realidades son distintas y es necesario comenzar por la producción nacional a pequeña escala. Algunos representantes de países mediterráneos y en vías de desarrollo están apoyando la iniciativas locales de producción y priorizan la conservación de la biodiversidad antes que la imposición de usar semilla ecológica.

► Mientras, en la UE hay problemas para registro de los preparados fitosanitarios nuevos por falta de armonización, aunque la DG AGRI/DG SANCO están colaborando para poner en marcha un registro de inputs en Agricultura Ecológica en colaboración con organizaciones e institutos de investigación europeos (tampoco hay representación española en este proyecto).

► La exigencia de usar semilla ecológica en la UE se presenta como una preocupación para los terceros países que exportan a la UE (como Costa Rica) ya que va a suponer importar semillas ecológicas y aumentar los costes de producción.

Biodiversidad

► Las experiencias cubanas con Humberto Ríos han mostrado la importancia económica que ha supuesto la utilización y el acceso a la diversidad por parte de los campesinos

en la crisis económica cubana a partir del período especial. La importancia de la investigación participativa ha proporcionado a los campesinos utilizar y multiplicar las variedades que más les convienen.

- ▶ Los representantes de la FAO han presentado el Tratado de conservación de los Recursos Fitogenéticos. Dicho tratado contempla la producción ecológica como una medida específica a potenciar por los gobiernos para la conservación *in situ* de especies agrícolas en peligro de extinción. Aunque la industria de las semillas (representada a nivel internacional por ISF) opina que también es importante diversidad que aportan todas las variedades mejoradas.
- ▶ La representación del grupo mediterráneo de IFOAM, en honor a la declaración de Vignola sobre la Biodiversidad, demanda que el discurso sobre la biodiversidad debe evolucionar en el seno de IFOAM, ya que la realidad de los países mediterráneos en cuanto a recursos genéticos es distinta de los países de Centro Europa. Se pide el fomento de la investigación con variedades locales.

4 ▶ REUNIONES PARALELAS Y ALIANZAS

Tras la charla sobre *Semillas ecológicas y Biodiversidad en España* y algunas intervenciones de delegados de otros países, ha surgido, de manera espontánea, un grupo de contacto sobre experiencias similares en distintos países sobre la producción local de semillas y el uso de la diversidad en producción ecológica. Así, hemos mantenido algunas reuniones paralelas a la Conferencia representantes de Sri Lanka, EEUU, Italia, Francia, Argentina, Palestina, Costa Rica, Turquía, Egipto, India, Ghana, Cuba, España y otros países en vías de desarrollo. En el seno de la Conferencia se ha presentado la posibilidad de crear una Red de Semillas internacional por la producción local de semillas, el derecho de los productores a producir (certificadas o no), comercializar e intercambiar, y más indirectamente la conservación de la biodiversidad.

5 ▶ CONCLUSIONES

Al tratarse de un encuentro internacional en el que se han querido reunir representantes de todos los sectores implicados, se ha dejado sentir la importante diversidad de realidades (según los distintos países con sus sistemas productivos y sus mercados) y de intereses (agricultores, empresas productoras de semillas, gobiernos, instituciones internacionales,...).

Los OGM son un impedimento para la producción semillas ecológicas, sobre todo ahora mismo en España y la FAO no puede posicionarse debido a su ambigua postura oficial.

Las empresas de semillas quieren que dejen de concederse más autorizaciones en Europa para utilizar semilla convencional y piden que se desarrolle el anexo europeo o que se creen anexos nacionales. Pero esto no recoge la realidad de países del tercer mundo, que están preocupados por ser un impedimento a sus exportaciones de productos orgánicos y la conservación de la biodiversidad e impide el correcto desarrollo de iniciativas locales de producción de semillas.

Es difícil sacar una conclusión o una propuesta de este encuentro. Hay disparidad de intereses y el sector de los agricultores se ha visto escasamente representado. No ha quedado definido claramente si es conveniente la imposición de usar semillas ecológicas como prioridad o si primero hay que ver las realidades de los distintos países, la dependencia de su diversidad, sus costes, El propio presidente de IFOAM y el presidente del grupo IFOAM-Mediterráneo (Fabio Piccioli) así lo han remarcado.

La experiencia ha sido muy enriquecedora para compartir experiencias y poner sobre la mesa un tema de relevancia internacional, no sólo europea.

CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE CULTIVARES HORTÍCOLAS LOCALES PARA SU CONSERVACIÓN “IN SITU” Y SU COMERCIALIZACIÓN EN EL MARCO DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

SORIANO, JUAN JOSÉ⁽¹⁾; LÓPEZ, PAULA⁽¹⁾; FIGUEROA, MANOLO⁽¹⁾; GONZÁLEZ, JUAN MANUEL⁽¹⁾

⁽¹⁾ Red Andaluza de Semillas “Cultivando Biodiversidad”

RESUMEN

El presente trabajo recoge la descripción varietal de variedades hortícolas locales de tomate, sandía, melón, pimiento y berenjena, a través de una serie de descriptores oficialmente reconocidos. El ensayo ha tenido lugar en tres cooperativas de agricultura ecológica de gran experiencia en el campo de la recuperación de cultivares locales (SCA La Verde, SCA Repla y SCA Esperanza Verde, situadas respectivamente en Villamartín-Cádiz-, Sierra de Yeguas y Antequera, ambas en la provincia de Málaga).

Dicho trabajo se enmarca en la trayectoria de experiencias iniciada a mitad de la década de los 90 por el Sindicato de Obreros del Campo, en colaboración con el Instituto de Sociología y de Estudios Campesinos de la Universidad de Córdoba (ISEC), la Dirección General de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, Cooperativas de producción ecológica y Asociaciones de consumidores de productos ecológicos.

PALABRAS CLAVE: VARIEDADES LOCALES, CONSERVACIÓN "IN SITU" Y COMERCIALIZACIÓN

1 ► INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchos recursos fitogenéticos vitales para el desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria del futuro se están viendo amenazados debido a un proceso de erosión genética (FAO, 1996)

El uso de variedades de amplia adaptabilidad geográfica provoca que los cultivos actuales tengan una base genética muy estrecha que los hace más vulnerables y que a su vez produce una pérdida irreversible de biodiversidad.

La importancia de la biodiversidad y de los recursos genéticos se ven reflejadas tanto en el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica (celebrado en Río de Janeiro en 1992), como en la Conferencia Técnica Internacional sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (celebrada en Leipzig, Alemania en 1996). Asimismo, La Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica, admite que “la falta de promoción de la conservación, selección y mejora genética tradicional, no sólo desde la investigación de institutos públicos sino también desde la función tradicional de agricultores y ganaderos, se convierte en un obstáculo para el mantenimiento de la agrobiodiversidad” (Ministerio de Medio Ambiente, 1999).

Una de las estrategias que se plantean para el mantenimiento y la conservación de la biodiversidad en el marco agrícola (agrobiodiversidad) es la de potenciar el uso de material vegetal de origen local. Juega aquí la agricultura ecológica un papel fundamental.

La agricultura ecológica, partiendo de uno de sus principales objetivos como es el de mantenimiento de la diversidad genética del sistema agrícola, potencia normativamente la utilización de material vegetal de origen local, adaptado por tanto a las necesidades concretas del lugar de cultivo, prohibiéndose el uso de variedades obtenidas mediante ingeniería genética (Reglamento (CEE) N° 2092/91 del Consejo de 24 de Junio).

El uso de cultivares tradicionales es de gran importancia en agricultura ecológica, ya que éstos muestran mejor adaptación a las técnicas de cultivo usadas habitualmente en este tipo de agricultura, como la ausencia de grandes insumos, así como a las características climáticas, edáficas y entomológicas de cada zona o comarca, manteniendo la diversidad genética.

Sin embargo, la producción de semilla comercial con arreglo a las normas de producción ecológica es en nuestro país actualmente muy escasa, lo que produce que no se llegue a abastecer la demanda existente, y que, en muchas ocasiones haya que recurrir a su compra a casas extranjeras. Ante esta situación, la Comisión Europea ha tenido que retrasar por dos veces, la aplicación de la normativa, que obliga a la utilización de semilla de origen exclusivamente ecológico. En el momento presente, y según el Reglamento CEE N° 1804/99 del Consejo de 19 de Julio, la fecha límite para el uso de semilla y material de reproducción vegetativa de origen ecológico se ha situado en el 31 de Diciembre del año 2003.

2 ▶ OBJETIVOS

Los objetivos se centraron en:

- ▶ Hacer frente a la pérdida de recursos fitogenéticos autóctonos, recuperando y usando material vegetal local, como base para su conservación “in situ” y para su posterior comercialización, dentro del marco de la agricultura ecológica.
- ▶ Caracterización agronómica y morfológica de las variedades locales para su inscripción en el registro de variedades comerciales como paso previo a su comercialización como semillas hortícolas ecológicas.
- ▶ Estudio de la calidad de estas variedades tradicionales cultivadas de forma ecológica que justifique el incremento de su producción y de su consumo.
- ▶ Evaluación de estrategias para su comercialización en base a preferencias de los consumidores.
- ▶ Establecimiento de una red comunitaria de intercambio de semillas y material vegetativo entre agricultores ecológicos, a través de catálogos exhaustivos, para la preservación de este material y la creación de un mercado de semilla ecológica.

3 ▶ MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal caracterizado se ha centrado en variedades hortícolas locales de tomate, sandía, melón, pimiento y berenjena (ver Tabla 1). Una vez seleccionadas, se ha establecido su cultivo en diferentes localidades con el fin de determinar la estabilidad varietal de las mismas, llevando a cabo su caracterización morfológica y agronómica mediante el uso de descriptores oficialmente reconocidos.

El ensayo se ha desarrollado en tres fincas en las que se realiza la producción hortícola mediante técnicas de agricultura ecológica:

- S.C.A. La Verde, sita en el término municipal de Villamartín (Cádiz)
- S.C.A. Repla, sita en el término municipal de Sierra de Yeguas (Málaga)
- S.C.A. Esperanza Verde, sita en el término municipal de Antequera (Málaga)

Dichas cooperativas han contado con las instalaciones, terrenos y materiales necesarios para la ejecución del ensayo, y además con una experiencia previa en proyectos de investigación, lo que ha garantizado el éxito del mismo.

Una vez puestas en cultivo las variedades objeto de estudio, precisábamos disponer de la información descriptiva que nos permitiera conocer sus características. A cada una de las características que se considera importante y útil en la descripción de las variedades,

es a lo que llamamos descriptor. El conjunto de éstos suministra la información deseable para cada muestra. Según esto, uno de los aspectos más importantes en la caracterización y descripción de las variedades es la elección de los descriptores más apropiados.

Con esta información hemos elaborado unas fichas de campo para cada cultivo que reflejan los caracteres que son más interesantes de acuerdo a los objetivos del estudio.

Para cada cultivo se han tomado datos referentes a las:

- Características morfológicas. Se han incluido la mayoría de las características que suelen usarse para describir al fruto y las consideradas importantes para la descripción de la parte vegetativa de la planta.
- Características agronómicas. Se ha incluido otros caracteres morfológicos de especial interés comercial o agronómico.
- Observaciones. En este apartado se contemplan aquellas explicaciones que pudieran ayudar o complementar las descripciones de las variedades.

Tabla 1. Variedades caracterizadas por especie y cooperativa

COOPERATIVAS			
	SCA LA VERDE	SCA REPLA	SCA ESPERANZA VERDE
TOMATE	Tomate de pera; Cuadrado; Peraleján; Platense; Cuevas del becerro; Bombilla amarillo; Margarito; Monserrat; Hoja papa; Rey amarillo; Teticabra; Tomate de sangre; Seguraño atigrao; Amarillo de industria; Grazalema; Esquinaverd; Negro segureño; Coronil	T-52; T-53; T-54; T-56; T-58; T-59; T-61	
SANDÍA	S-01; S-02; S-06; S-22; S-31; S-56; S-03; S-45; S-23; S-42; S-21; S-40; S-08; S-01; S-27; S-18; S-30	S-45; S-08; S-40; S-18; S-42; S-03; S-06; S-24; S-28; S-17; S-31; S-21; S-36; S-27	S-1; S-3; S-6; S-8; S-18; S-21; S-22; S-23; S-27; S-30; S-31; S-40; S-42; S-45
MELÓN	Olor de ardales; Jaspeado; Verde oscuro; Amarillo; Blanco; Calabaza; Piel de sapo; Invierno	M-54; M-16	Piel de sapo; Jaspeado; Amarillo; Calabaza; Invierno
BERENJENA	B-01		
PIMIENTO		Asar punta fina; asar punta dentro; de freir; cuatro cascós	

4 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN. CONCLUSIONES

Una vez realizada la toma de datos para definir los distintos caracteres mencionados en el apartado anterior, procedemos a la agrupación de los mismos para así poder hacer comparaciones entre las diferentes variedades. A continuación mostramos los resultados obtenidos.

Tomate

En cuanto a características morfológica referentes a la planta, tal como, tipo de crecimiento, inflorescencia, volumen del follaje o altura de la planta, podemos decir que la mayoría de las variedades presentan un crecimiento indeterminado, siendo necesario su entutorado. Tan solo las variedades de tomate de pera, cuadrado, peralejón, platense y amarillo de industria son de porte bajo o crecimiento determinado.

Por otro lado, el tipo de inflorescencia puede ser simple o compuesto, presentando la mayoría los dos tipos en la misma planta, aunque siempre predomine uno de ellos. Así, las variedades teticabra, tomate de sangre y negro segureño presentan inflorescencias simples. Por el contrario, peralejón, monserrat, grazalema y coronil son de inflorescencia compuesta. El resto de las variedades, perita, cuadrado, platense, cuevas del becerro, margarito, bombilla amarillo, hoja papa, rey amarillo, segureño atigrao, esquinaverd y amarillo de industria, presentan ambos tipos en la misma mata.

Dentro de la flor, un carácter observado es la pilosidad del estilo. Todas las variedades excepto tomate de pera, cuadrado, peralejón y teticabra, presentan pilosidad en el estilo de la flor

Referente al volumen del follaje, bombilla amarillo y monserrat, ocupan un espacio grande, es decir, presentan un volumen alto. Cuevas del becerro, hoja papa, negro segureño y amarillo de industria ocupan menos espacio definiendo su volumen como medio-alto. Platense, margarito, rey amarillo, teticabra, grazalema, tomate de sangre, esquinaverd y coronil presentan un volumen medio y por último, perita, cuadrado, peralejón y segureño atigrao son las variedades que menos ocupa, presentando un volumen medio-bajo.

En cuanto a la altura de la planta, se consideran variedades muy altas, cuevas del becerro, bombilla amarillo y monserrat, variedades altas, hoja papa, teticabra, grazalema, esquinaverd, negro segureño y rey amarillo, variedades con altura media, margarito, segureño atigrao, tomate de sangre y coronil y por último variedades bajas, tomate de pera, cuadrado, peralejón, platense y amarillo de industria (todas de parte bajo).

Una vez definidas algunas características de la planta que hemos creído interesantes, pasamos a comentar características referentes al fruto. Como ya hemos comentado las

muestras sobre las que se han descrito los distintos caracteres han sido de 20 frutos. Tan solo en las variedades de cuevas del becerro y negro segureño, se han tomado menos frutos.

La forma del fruto está bastante definida y es muy homogénea en la mayoría de las variedades, aunque podemos encontrar frutos fuera de tipo en todas ellas, aunque en número muy bajo. Así son tomates aplastados las variedades platense, margarito (forma de flor), monserrat y grazalema. Son tomates redondos las variedades margarito (redondo), hoja papa y segureño atigrao. Con una forma intermedia entre redondo y aplastado nos encontramos a las variedades esquinaverd, tomate de sangre y negro segureño. Formas más minoritarias las presentan las variedades de cuevas del becerro y tomate del coronil que se definen como acorazonados, alargados son el tomate de peraleján y teticabra, forma cuadrada la presenta la variedad de tomate cuadrado, como su propio nombre indica, y amarillo de industria que tiende a ser cuadrado, pero algo menos (es un poco más redonda) y por último el tomate de pera y bombilla amarillo, que presentan formas aperadas.

Otro carácter importante es el color del fruto maduro. En su mayoría son de color rojo, aunque también aparecen colores rosados, amarillos y naranjas. Son frutos rojos, el tomate de pera, cuadrado, peraleján, platense, hoja papa, teticabra, grazalema, segureño atigrao, esquinaverd y tomate del coronil. Colores más rosados los presentan las variedades de margarito, cuevas del becerro, monserrat. La variedad bombilla amarillo es de color amarillo y rey amarillo presenta un color más anaranjado.

La variedad negro segureño es de color rojizo anaranjado que mezclado con tonos verdosos de la sensación a la vista de presentar un tono marrón.

Hacer hincapié en que el color descrito es el mayoritario dentro del fruto, pero ocurre que muchas variedades presentan un color diferente alrededor de la cicatriz peduncular (hombros) que se marcan con más o menos intensidad. Tienen los hombros fuertemente marcados las variedades esquinaverd y negro segureño, medianamente marcados los presentan el tomate platense, cuevas del becerro, monserrat y grazalema. Algo menos marcados (débilmente marcados) peraleján, teticabra, coronil y amarillo de industria y por último no presentan hombros el tomate de pera, cuadrado, bombilla amarillo y tomate de sangre. Es cierto que dentro de cada variedad podemos encontrar distintos grados, pero la clasificación la hemos hecho en base al carácter mayoritario.

El acostillado del fruto es otra característica interesante. Presentan un acostillado fuerte tan solo las variedades margarito y monserrat, mientras que el tomate de pera, cuadrado, peraleján, cuevas del becerro, grazalema, tomate de sangre, esquinaverd, negro segureño, coronil y amarillode industria presentan un acostillado más débil, siendo en las tres primeras casi nulo. Ausencia de este carácter la presentan las variedades de tomate platense, bombilla amarillo, hoja papa, rey amarillo, teticabra y segureño atigrao. En cuanto a la sección transversal encontramos bastante uniformidad en todas las variedades, que la presentan redondeada. Tan solo el tomate margarito y monserrat la presentan algo más irregular.

La cicatriz estilar es un carácter que puede depreciar al fruto si es muy grande. En nuestro caso, no hemos encontrado variedades de tomate que de forma general tengan cicatrices grandes. Si hemos encontrado alguno, pero no es la generalidad. Así las variedades, peraleján, cuevas del becerro, margarito, grazalema, tomate de sangre, coronil, amarillo de industria y negro segureño presentan una cicatriz estilar de tamaño medio y las variedades perita, cuadrado, bombilla amarillo, monserrat, hoja papa, rey amarillo, teticabra y segureño atigrao, las presentan pequeñas y en su mayoría puntiformes.

Igual ocurre con la cicatriz pistilar, si es muy grande puede depreciar el fruto. Margarito, monserrat, grazalema, tomate de sangre, esquinaverd, negro segureño y tomate de coronil tienen una cicatriz pistilar de tamaño medio, mientras que el resto la presentan pequeña.

La última característica morfológica del fruto que hemos medido es el número de lóculos. El tomate de pera, peraleján, bombilla amarillo, hrey amarillo, teticabra, segureño atigrao y amarillo de industria presentan entre 2 y 4 lóculos. Margarito, monserrat y esquinaverd entre 2 y 7 lóculos y más de 7 lóculos (multilocular) presentan platense, cuevas del becerro, margarito(forma de flor), grazalema, tomate de sangre, negro segureño y coronil.

Características agronómicas interesantes son el peso del fruto y su tamaño por un lado y el grosor del pericarpio por otro.

Las variedades de mayor tamaño son cuevas del becerro, monserrat, platense, grazalema, tomate de sangre, esquinaverd, negro segureño y coronil. Podemos considerar variedades intermedias al tomate cuadrado, peraleján, rey amarillo, teticabra y amarillo de industria. Y por último son variedades pequeñas, tomate de pera, margarito, bombilla amarillo, hoja papa y segureño atigrao.

En cuanto al grosor del pericarpio, podemos decir, que de forma general aquellas variedades que presentan más grosor, tales como tomate de pera, cuadrado, peraleján, bombilla amarillo, monserrat, rey amarillo, teticabra y esquinaverd, son tomates aptos para la industria. Así el resto de variedades que presentan menos grosor son mejores para el consumo directo.

De forma general, podemos comentar que se ha encontrado una gran uniformidad y homogeneidad en los datos tomados. Han aparecido frutos fuera de tipo en todas las variedades pero ya al final del ciclo de cultivo y en una proporción mínima.

Melón

Los caracteres estudiados para variedades de melón, son en casi su total mayoría referentes al fruto. En cuanto a caracteres de la planta tan solo de ha observado que todas las variedades presentan la misma expresión sexual. Son todas monoicas, esto es, que presentan flores femeninas y masculinas en la misma planta.

Las características morfológicas y agronómicas del fruto se comenten a continuación:

En cuanto a forma del fruto se refiere, la mayoría de las variedades presentan forma elíptica, excepto el melón blanco de carne verde que presenta la mitad de la muestra con formas elípticas y la otra mitad algo más redondeadas, sin llegar a serlo del todo. La variedad de melón calabaza presenta formas redondeadas (presenta un fruto acorazonado).

El color de la corteza y la ausencia o presencia de manchas en la misma son dos caracteres fundamentales para diferenciar una variedad de otra. Así el melón de olor de ardales presenta una tonalidad amarilla suave pero no uniforme por todo el fruto. Algunos de ellos intercalan vetas de color verde limón. El melón jaspeado es el que más variabilidad presenta con respecto a este carácter. El color de su corteza es amarillo anaranjado con punteado verde que puede ser de diferente intensidad dependiendo del fruto, lo que hace que la muestra no sea totalmente homogénea. Por el contrario, el melón verde oscuro si tiene muy definido este carácter. Todos los frutos presentan un verde oscuro muy uniforme y ausencia de manchas. Igual ocurre con el melón amarillo. Éste presenta un color amarillo intenso sin manchas. Las dos variedades de melón blanco toman un color crema con ciertos reflejos amarillos y ambos sin manchas. El melón calabaza presenta dos tonalidades de verde, verde claro como color base de la corteza y punteado de color verde más oscuro. El melón piel de sapo presenta también bastante variedad. El color base de la corteza es verde con distinta intensidad en función del fruto, aunque generalmente verde claro, con manchas verde oscuras. Algunos presentan también tonalidades anaranjadas. Por último el melón de invierno es de color verde caqui, pudiendo presentar alguna veta de color anaranjada.

Otro carácter observado es el de la rugosidad de la piel, y como se puede comprobar todas las variedades presentan cierta rugosidad. Así el melón jaspeado, melón blanco (6), calabaza y piel de sapo, presentan una rugosidad muy débil, mientras que el resto la presenta algo más pronunciada. Los melones verde oscuro y de invierno, son los que presentan una rugosidad más fuerte.

Por otro lado, se ha observado también la ausencia o presencia de escriturado en la piel, así, no presentan o es muy escaso en la mayoría de las variedades. Tan solo en algún fruto de melón jaspeado, verde oscuro o piel de sapo, encontramos un escriturado más abundante.

En cuanto al color de la carne, las variedades melón de olor de ardales, jaspeado, amarillo, blanco(6), piel de sapo y de invierno presentan una pulpa de color blanco con reflejos naranjas de mayor o menor intensidad. EL melón verde oscuro y melón calabaza tienen un color de la carne blanco y el melón blanco (2) presenta una tonalidad verde en la carne, pudiendo aparecer algún fruto de pulpa blanca.

La forma de las semillas es de tipo piñonet en melón piel de sapo, mientras que en el resto de no piñonet.

El peso medio de los frutos es mayor para las variedades de melón verde oscuro, amarillo, calabaza y de invierno, que superan los 2 Kg, mientras que el Melón de olor de ardales, jaspeado, blanco y piel de sapo no superan esta cantidad.

En cuanto a dimensiones de los frutos este carácter se relaciona con el peso, así los más pesados son los más grandes y viceversa.

Sandía

A continuación presentamos un resumen de las observaciones hechas en los frutos de sandía

La forma del fruto, es en casi la totalidad de las variedades redonda. Dentro de cada variedad puede encontrarse algún fruto concreto con forma elíptica o intermedia entre redonda y elíptica.

En cuanto al color de la piel, la mayoría de las variedades ensayadas presentan una tonalidad verde muy oscura. Los frutos de este color no presentan una tonalidad totalmente uniforme y es muy frecuente que aparezcan parches de color verde oscuro igualmente, pero de una intensidad algo menor. En las variedades S-01, S-02, S-45, S-40, S-18, S-17, aparecen algunos frutos de un color verde medio. Las variedades con un color en la piel verde claro son S-06, S-31, S-8 (blanca), S-3, S-6, S-40??, S40S?, aunque también en estas aparecen de forma aislada frutos más oscuros.

La mayoría de las variedades presentan manchas en la piel. El tipo de manchas son reticulaciones por todo el fruto. Estas suelen acentuarse un poco más formando bandas longitudinales que van desde la cicatriz pistilar hasta la cicatriz peduncular por toda la superficie del fruto. Estas bandas se encuentran más o menos marcadas según el fruto, dentro de la misma variedad. Comentar también que en frutos de color verde oscuro, es difícil percibir estas reticulaciones, pero si nos fijamos, comprobamos que se encuentran presentes. Son las variedades S-31, S-8 y S-40?? las variedades que no presentan manchas en la piel.

En cuanto al color de la zona cortical, comentar que casi la totalidad de las variedades presentan un color verdoso en la zona más próxima a la corteza y a medida que nos acercamos a la carne toman un color blanco. La variedad S-08 presenta toda la zona cortical de color verdoso.

El color de la carne, de general puede ser rojo o rosado. Dentro de esta dos opciones nos encontramos con tonos rojos anaranjados y tonos rosados anaranjados. Podemos decir que las variedades S-06, S-01, S-8, S-42, S-17, S-31, S-21, S-36 presentan una carne de color rosado. El resto de las variedades la presentan roja.

En referencia a peso medio y dimensiones medias podemos decir que las variedades S-01, S-02, S-08, S-45, S-40, y S-40?? Pesan más de 4Kg y tienen una longitud de más de 20cm con lo que podemos decir que presentan frutos grandes. Las variedades S-06, S-18, S-06, S-24, S-21, S-40S? y S-27 presentan frutos intermedios. Las variedades S-31, S-22, S-42, S-28, S-17, S-36 presentan frutos pequeños a los que muchos agricultores llaman capacheros.

En cuanto a color de las semillas podemos decir que existen tres colores mayoritarios, marrón claro oscuro, marrón rojizo y negro. Decir, que dentro de una misma variedad de sandías, podemos encontrar semillas de los distinto colores y con distintas intensidades dentro del mismo color. Los datos que a continuación mostramos, hacen referencia al color mayoritario dentro de la misma variedad, pudiéndonos encontrar como ya hemos comentado, semillas de otros colores. Así presentan un color de semilla marrón rojizo S-06, S-02, S-31, S-22, S-08, S-03, S-24, S-28, S-17, S-40?? y S-40S?, presentan semillas negras S-01, S-45, S-40, S-18, S-42, S-21.

En cuanto a sólidos solubles, podemos decir que el nivel de azúcares en general no es muy alto. Se encuentran entre un 6 y un 9% Brix. Correspondiendo a los valores más altos las variedades S-40 y S-08.

Pimiento

Comentamos a continuación los resultados de la caracterización de las variedades de pimientos.

En cuanto a forma de la sección longitudinal coinciden las variedades de pimiento de asar punta dentro, asar punta fina y pimiento de freír en presentar una sección longitudinal del tipo corniforme. La variedad pimiento de asar cuatro cascos es triangular.

Referente al color del fruto en madurez comercial, todas coinciden en ser de color verde, aunque la intensidad del color es oscura para el pimiento de asar cuatro cascos, media para los pimientos de asar punta dentro y punta fina y clara para el pimiento de freír. El color del fruto ya maduro es rojo para las cuatro variedades.

La sección transversal es para las cuatro variedades irregular, al igual que hemos comprobado que ninguna de ellas presenta capsicina, no pican aunque su sabor es amargo.

Otro carácter que hemos observado es el extremo peduncular. Dentro de la misma variedad pueden encontrarse formas distintas, aunque aquí contemplamos la que más se presenta. Así en pimiento de asar punta dentro y pimiento de freír, el extremo peduncular es plano, aunque en muchos frutos se presenta ligeramente abombado. Al contrario ocurre con el pimiento de asar punta fina, que presenta mayoritariamente su extremo peduncular

ligeramente abombado y en muchos casos plano. El pimiento de asar cuatro cascós presente en su mayoría una extremo peduncular plano.

En cuanto a la forma del ápice del fruto, las cuatro variedades presentan un ápice agudo y en el caso del pimiento de freír, muy agudo.

Un carácter interesante es el espesor de la carne. Las variedades que presentan un mayor espesor, son el pimiento de asar punta dentro y cuatro cascós. El pimiento de freír tiene una carne más fina con diferencia.

Todas las variedades presentan un número de lóculos entre 2 y 4, aunque bien es cierto que es el pimiento de asar cuatro cascós el que como su nombre indica, presenta en gran número de frutos de la muestra, cuatro lóculos.

En cuanto al peso medio, la variedad con peso mayor es el pimiento de asar cuatro cascós, seguida del pimiento de asar punta dentro, pimiento de asar punta fina y por último el pimiento de freír. Por otro lado los frutos más largos son los de la variedad pimiento de freír, seguido del pimiento de asar punta dentro, punta fina y cuatro cascós el más corto (aunque este es el más ancho).

Berenjena

En cuanto a los caracteres referentes a la planta tenemos que comentar que la variedad estudiada presenta un tallo verde, las nerviaciones de las hojas presentan un color violeta muy suave y el lobulado del margen de la misma fuertemente marcado. La inflorescencia está formada por 1 ó 2 flores, presentando éstas pocas espinas (< 5).

En cuanto caracteres descritos del fruto, esta variedad cuenta con frutos ligeramente más largos que anchos, rectos, aunque también se presentan ligeramente curvados, de color negro púrpura apareciendo tonos verdosos en algunos individuos de la muestra, con la carne de color blanca y de alta densidad. El cáliz ocupa entre el 20 y 70% del fruto y por lo general presenta un número de espinas entre 5 y 20. Su sección transversal es elíptica en la mayoría de los casos, al igual que presenta el 75 % de la muestra costillas muy suave.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

• FAO 1996 A

Informe sobre el estado de los Recursos Fitogenéticos en el mundo. Dirección de Producción y Sanidad Vegetal FAO (ed.), Roma (Italia).

• MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE 1999

Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica. Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría General de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid.

- **REGLAMENTO (CEE) N° 2092/91 DEL CONSEJO DE 24 DE JUNIO DE 1991**

Sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.

- **REGLAMENTO (CE) N° 1804/99 DEL CONSEJO DE 19 DE JULIO DE 1999**

Por el que se completa, para incluir las producciones animales, el Reglamento (CEE) N° 2092/91 del Consejo de 24 de Junio de 1991, sobre la producción agrícola ecológica en los productos agrarios y alimenticios.

AGROECOLOGÍA Y COOPERACIÓN

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS AGROAMBIENTALES EN LA PROVINCIA DE GRANADA

CALA RODRÍGUEZ, MANUEL⁽¹⁾ Y **GARCÍA TRUJILLO, ROBERTO**⁽²⁾

⁽¹⁾ Técnico Delegación Provincial de la CAP
C/ Gran Vía, 48. 18001 Granada

⁽²⁾ Consorcio “Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural de Granada”
Cmno. Santa Fé - El Jau, s/n. 18320 Santa Fé (Granada)
E-mail: concifaed@hotmail.com

RESUMEN

El trabajo se centra en analizar los resultados de la aplicación de las medidas agroambientales puestas en práctica en la provincia de Granada, utilizando para ello las estadísticas de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (CAP).

Para llevar a cabo este plan de trabajo se ha contabilizado, evaluado y analizado las incidencias derivadas de: solicitudes presentadas y aprobadas por tipología de medidas; superficie total aprobada por medida; porcentaje superficial que ha representado cada una; número de agricultores implicados; volumen económico por medida (total, €/expte y €/ha).

Las ayudas más solicitadas han sido la de cultivos leñosos en pendientes o terrazas de olivar (CVO), agricultura ecológica (AE) y barbecho medioambiental (BM), las dos primeras se han ido incrementando a lo largo del período estudiado. El porcentaje del total del dinero destinado a estas medidas en la provincia de Granada, desde su comienzo (1996) hasta su finalización en 2003 ha sido: el 47,6% a la CVO; el 28,7% a la AE y el 11,8% al BM. De los 591 agricultores ecológicos de la provincia, el 61,4% ha recibido la ayuda a la AE, con un aporte de 118 €/ha. En el caso de la CVO el porcentaje de beneficiarios sobre solicitantes se eleva a 80% y a 119 €/ha. Se discute la necesidad de introducir algunos cambios en la gestión de las medidas agroambientales para mejorar la eficiencia de su impacto.

PALABRAS CLAVE: MEDIDAS AGROAMBIENTALES

1 ► INTRODUCCIÓN

Las medidas agroambientales se establecen en Europa a partir de principios de la década de los noventa, como una respuesta a los impactos de la agricultura intensiva sobre el medio ambiente. En Granada empiezan su introducción en el año 1996 con la puesta en marcha de las medidas horizontales, las cuales se han desarrollado hasta la fecha junto a otras nuevas que han ido apareciendo, tanto de los programas nacionales como regionales. Éstas se han impartido mediante un campo legislativo derivado de los Reglamentos 2078/92/CEE y 1257/99/CE, así como de la normativa comunitaria, nacional y autonómica que los desarrolla.

Éstas medidas pretenden alcanzar objetivos encaminados a corregir los problemas de carácter agroambiental con los que se enfrentan las explotaciones agrarias y el territorio afectado por las mismas, tales como: utilización racional del uso del agua y mejora de su calidad; lucha contra la erosión y mejora de la estructura y fertilidad de los suelos agrícolas; prevención de riesgos naturales y mejor utilización de los espacios rurales; protección de la biodiversidad y los paisajes agrarios. Dado que todos ellos no han incidido de la misma forma, intensidad y/o grado, el presente estudio trata de conocer la evolución de la aplicación de las reseñadas medidas en la provincia de Granada con el fin de realizar sugerencias sobre su mejora.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se ha utilizado la estadística facilitada por la CAP y la legislación vigente en la materia de las Comunidades Europeas, Estado Español y de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Con base en dicha normativa, los solicitantes titulares de explotaciones agrarias granadinas que han cumplido los requisitos y compromisos exigidos en la misma, se han beneficiado de las ayudas de las medidas agroambientales.

La metodología empleada ha consistido en analizar los datos antes reseñados para cada una de las referidas medidas puestas en práctica en la provincia de Granada. Para ello, por cada medida agroambiental se ha contabilizado, evaluado y analizado las incidencias derivadas de: solicitantes y beneficiarios; superficie solicitada y aprobada; porcentaje superficial que ha representado; número de agricultores implicados; dinero concedido (total, €/expte y €/ha).

Este estudio empieza en el año 1996, cuando se abrió el primer plazo de convocatoria para la presentación de solicitudes de ayudas a las Medidas Horizontales (primeras medidas de este tipo que se convocaron en Andalucía). Posteriormente se fueron incorporando otras hasta llegar a la campaña 2003, última que se analiza en el presente trabajo. Es por ello que el comienzo de unas medidas aparece en 1996 y el de otras en años posteriores, coincidiendo con la anualidad de su puesta en práctica por primera vez.

Anualmente y a lo largo de este tiempo, se han ido estableciendo normas de aplicación en Andalucía del régimen de ayudas a la utilización de métodos de producción agraria compatibles con el medio ambiente, previsto en la normativa derivada del Reglamento 2078/92/CEE. A partir del año 2001, fue Reglamento 1257/99/CE el que estableció dichas normas. Este es el motivo de que aparezcan expedientes de ambas procedencias para una misma línea de ayuda. Significar que durante la campaña 2002, las solicitudes fueron exclusivamente de renovación de compromisos; sin embargo, para la campaña 2003, además de poder solicitar su renovación los beneficiarios con compromisos en vigor, podían admitirse otras nuevas, pero condicionadas a los criterios de prioridad establecidos en la Orden de 5 de mayo de 2003.

3 ► RESULTADOS

Las medidas agroambientales analizadas se han desarrollado en la provincia mencionada, algunas de ellas a partir de 1996. Desde entonces, la financiación total de las ayudas ha superado los 12.900.000 millones de euros. De este dinero, el 47,60% ha ido destinado a los cultivos leñosos en pendiente o terrazas, olivar; el 28,66% a la agricultura ecológica; el 11,76% al barbecho medioambiental; el 5,02% a las actuaciones sobre plantaciones en caña de azúcar; el 3,76% al mantenimiento de razas autóctonas puras en peligro de extinción; el 1,71% a la ganadería ecológica y el 1,51% al girasol de secano en rotación.

El **barbecho medioambiental** empezó en el año 1996 como Medida Horizontal (H1, agricultura intensiva), abarcando desde esa campaña hasta la del 2003 inclusive. En el año 2001 se puso en práctica este programa derivado del Reglamento 1257/99/CE, pero ya no como H4. Por su similitud, para este estudio se han unificado los expedientes de ambos programas.

Tabla 1. Ayudas al barbecho agroambiental

AÑO	SOLICITANTES	BENEFICIARIOS	H _a SOLICITADAS	H _a APROBADAS	€ TOTALES	€/EXPTE	€/ha
1996	93	74	3266	2763	96764	1308	35
1997	128	119	4808	4572	157584	1324	34
1998	132	126	4764	4419	154791	1229	35
1999	142	125	4873	4229	147888	1183	35
2000	134	117	4867	4018	131011	1120	33
2001	261	228	6375	5137	253574	1112	19
2002	213	162	5451	3926	186687	1152	48
2003	416	375	9199	8426	389162	1038	46

Como puede comprobarse en la tabla 1, salvo alguna excepción puntual, desde la primera campaña la evolución de todas las variables estudiadas ha mostrado una tendencia al alza; a veces significativas, como ha ocurrido en el 2003. El porcentaje que ha representado la superficie de ayuda al barbecho medioambiental frente al total de “barbecho y otras tierras no ocupadas” se situó entre el 1,5% de 1996 y el 2,9% del 2001.

La Orden de 24 de agosto de 2000 (BOJA de 31/8/00), estableció el régimen de ayudas al girasol de secano en rotación y fijó el comienzo de su puesta en práctica. De la observación de la tabla 2 puede constatarse que la evolución de los solicitantes, beneficiarios y de la superficie solicitada y aprobada ha presentado una tendencia bajista; no obstante, el dinero concedido por expediente y por hectárea ha ido creciendo.

Tabla 2. Ayudas al girasol de secano en rotación

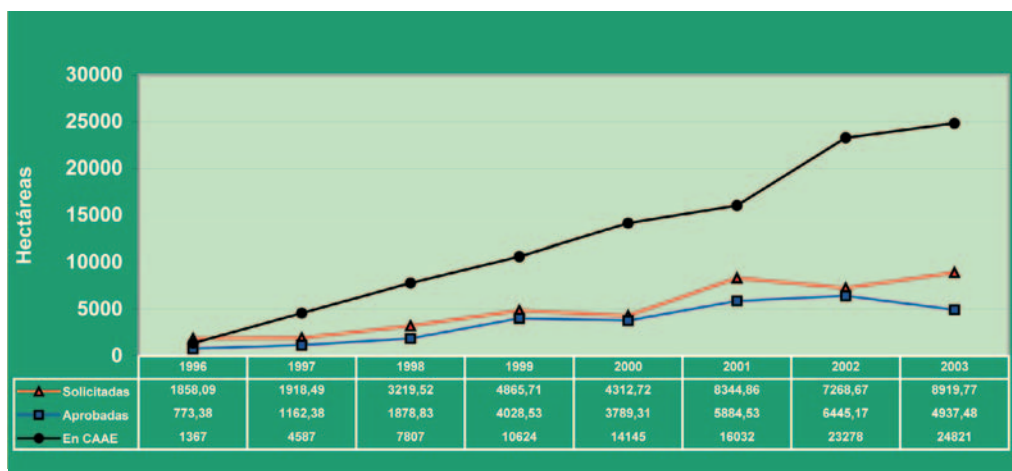
AÑO	SOLICITANTES	BENEFICIARIOS	H _a SOLICITADAS	H _a APROBADAS	€ TOTALES	€/EXPTTE	€/ha
2000	104	88	1342	1340	48317	549	36
2001	73	60	1212	765	45951	766	60
2002	55	53	937	885	52937	999	60
2003	63	49	825	784	47694	973	61

La Agricultura Ecológica comenzó en 1996 como Medida Horizontal (H4), abarcando desde esa campaña hasta el 2003 inclusive. En el año 2001 se puso en práctica este programa derivado del Reglamento 1257/99/CE, pero ya no como H4. Por su gran semejanza, para este estudio se han unificado los expedientes de ambos programas.

Como indica la tabla 3, a excepción de los euros concedidos por expediente, el resto de las variables estudiadas muestran una tendencia alcista. La figura 1 muestra la evolución creciente de las superficies analizadas (solicitada, aprobada e inscrita en el CAAE). También aparece una zona significativa de hectáreas certificadas como ecológicas que no solicitan esta ayuda. Al final del 2003 la superficie agraria certificada como ecológica representaba al 3,2% del total de las tierras de cultivo más los prados y pastizales. Como aparece en la figura 2, el incremento es constante a partir del año 1997. La Orden de 14 de mayo de 1998 estableció el régimen de ayudas a la cubierta vegetal en el olivar, fijando al mismo tiempo el comienzo de su puesta en práctica. Las ayudas a esta medida se ofrece en la tabla 4, la cual presenta una tendencia alcista en los beneficiarios, superficie aprobada y euros totales concedidos. El resto de los rasgos no muestran una inclinación clara; sí bien, y de manera generalizada, es creciente (a excepción de los datos referente a €/ha que indican cierto decrecimiento). En la figura 3 se puede comprobar la evolución de la superficie.

Tabla 3. Ayudas a la agricultura ecológica

AÑO	SOLICITANTES	BENEFICIARIOS	H _a SOLICITADAS	H _a APROBADAS	€ TOTALES	€/EXPTA	€/ha
1996	57	22	1858	773	60165	2735	78
1997	89	44	1918	1162	119098	2707	102
1998	177	92	3219	1879	221891	2412	118
1999	306	183	4866	4029	484951	2650	120
2000	261	173	4313	3789	392600	2269	104
2001	422	351	8345	5885	797145	2271	135
2002	353	287	7269	6445	868079	3025	135
2003	537	320	8920	4937	753551	2355	153

**Figura 1.** Evolución de la superficie solicitada y aprobada de ayudas a la AE y de la inscrita en el CAAE.

El porcentaje que ha representado la superficie de esta ayuda, comparado con el total de olivar plantado, osciló entre el 3,28% alcanzado en el año 1999 y el 6,6% del 2002. De los solicitantes de esta ayuda, el 84% se benefician de la misma.

La Orden de 5 de agosto de 1998 (BOJA de 25/8/98), establece el sistema de ayudas a la caña de azúcar, quedando fijando el comienzo de su puesta en práctica en 1999. La tabla 5 señala como, exceptuando los valores de €/ha, el resto de las variables analizadas es propensa a la baja, especialmente a partir de 2001.

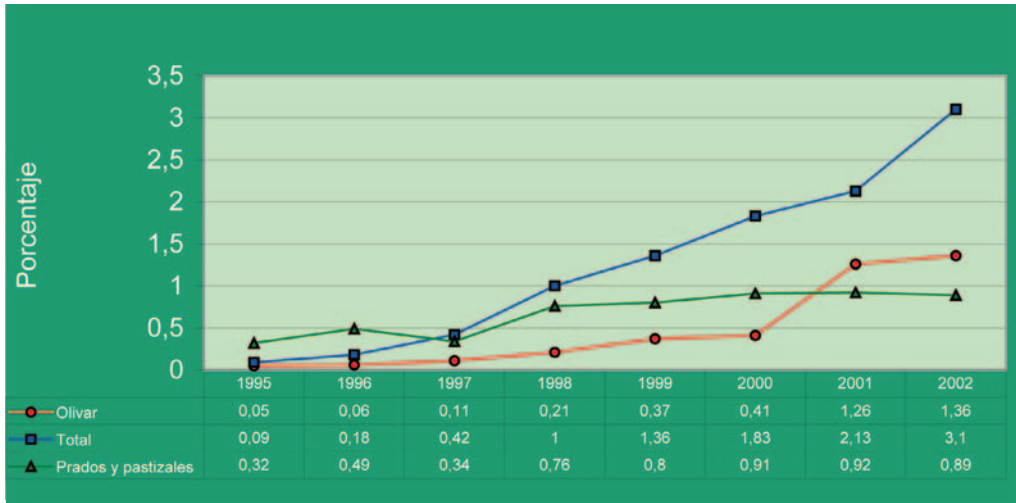


Figura 2. Evolución del porcentaje de la superficie “Total de tierras cultivas + prados i pastizales”, “Prados y pastizales” y “Olivar” y la certificada como ecológica en la provincia de Granada.

Tabla 4. Ayuda a los cultivos leñosos en pendiente o terraza, olivar

AÑO	SOLICITANTES	BENEFICIARIOS	H _a SOLICITADAS	H _a APROBADAS	€ TOTALES	€/EXPTE	€/ha
1999	880	469	11979	6384	778529	1660	122
2000	409	406	5567	5516	673928	1660	122
2001	1008	894	14558	10157	1289159	1442	127
2002	865	801	12733	11478	1387215	1732	121
2003	2040	1780	24350	19029	2006956	1127	105

Tabla 5. Ayuda a la actuaciones sobre plantaciones de caña de azúcar

AÑO	SOLICITANTES	BENEFICIARIOS	H _a SOLICITADAS	H _a APROBADAS	€ TOTALES	€/EXPTE	€/ha
1999	292	292	294	294	208887	715	711
2000	240	240	260	260	182949	762	705
2001	275	152	295	148	102045	671	689
2002	220	125	225	112	80379	643	719
2003	135	118	123	104	74746	633	721



Figura 3. Evolución de la superficie solicitada y aprobada de la ayuda a los cultivos leñosos en pendiente olivar en la provincia de Granada.

Tabla 6. Ayudas al mantenimiento de razas autóctonas puras en peligro de extinción

AÑO	SOLICITANTES	BENEFICIARIOS	UGM SOLICITADAS	UGM APROBADAS	€ TOTALES	€/EXPTE	€/UGM
1996	6	5	257	95	6335	1267	67
1997	24	9	756	299	20121	2236	67
1998	27	26	635	629	42435	1632	68
1999	47	33	764	646	43573	1320	67
2000	36	29	702	664	34503	1190	52
2001	42	20	953	564	27198	1360	48
2002	35	14	792	273	9763	697	36
2003	35	29	2541	299	35887	1237	120

La ayuda a las razas autóctonas en peligro de extinción empezó en 1996 como Medida Horizontal (H3), abarcando desde esa campaña hasta la del 2003 inclusive. En la campaña 2001 se puso en práctica este programa derivado del Reglamento 1257/99/CE, pero ahora como razas autóctonas. Por su gran parecido se han englobado todos los expedientes. Como puede apreciarse en la tabla 6, las variables estudiadas presenta unos valores que no reflejan una tendencia clara, a excepción de la última campaña donde todos los datos indican de manera significativa un incremento de las mismas.

Tabla 7. Ayuda a la ganadería ecológica

AÑO	SOLICITANTES	BENEFICIARIOS	H _a SOLICITADAS	H _a APROBADAS	€ TOTALES	€/EXPT	€/ha
1996	15	2	1284	395	9616	4808	24
1997	9	4	834	375	10227	2557	27
1998	22	19	1288	1185	79781	4199	67
1999	21	18	1291	1162	66169	3676	57
2000	14	14	1150	1150	50734	3624	44
2001	16	14	1238	922	62758	4483	136
2002	14	13	1157	1097	84819	6525	131
2003	13	11	1208	1179	121274	11025	103

La ganadería ecológica comenzó en 1996 como Medida Horizontal (H4, pastos y pastizales), y comprende desde ese año hasta el 2003 incluido. En el 2001 se puso en práctica el programa derivado del Reglamento 1257/99/CE, pero ya no como H4, sino como ganadería ecológica. Por su afinidad, para este estudio se han unificado todos los expedientes. Salvo los solicitantes, beneficiarios y algunas excepciones en campañas centrales, los rasgos analizados están inclinados al alza. La figura 2, indica que la superficie de “pastos y pastizales” certificada como ecológica frente a las hectáreas totales de “prados y pastizales ha sido creciente.

4 ► DISCUSIÓN

Como apunta Mormont (1996), en el ámbito legislativo se ha venido produciendo una incorporación generalizada de retórica agroambiental; aunque, en muchos casos, las normas no se han acompañado del dispositivo institucional y dotado presupuestariamente de manera adecuada, lo que también es trasladable a la provincia de Granada. Esto ha provocado que no sea fácil convencer al agricultor de que contribuye al bien común introduciendo técnicas y métodos de producción más respetuosos con su entorno.

A pesar de que esto no significa un retraso, el diálogo ente agricultura y medio ambiente es difícil y, en muchos casos, tenso. Por ello, cuanto más intenso es el proceso de cambio social en una zona, más avanzado se muestra el discurso agroambiental. Según Strasser (1999), el modelo agrario europeo (como el granadino) se caracteriza por una agricultura competitiva, gestionada por familias y cooperativas, cuya producción debe basarse en los principios de multifuncionalidad y sostenibilidad (preservación de los recursos naturales básicos, diversidad biológica y renuncia a métodos de explotación que hipotequen el futuro).

En el “Balance de la Reforma de la PAC” (DO C 89 de 19/3/97), se examinó sus repercusiones, observando que se había podido alcanzar una parte de los objetivos (reducción de excedentes, reorientación de la producción en función de las exigencias ambientales, estabilización de los ingresos,...); no obstante, se criticaba que no se había invertido la tendencia a la concentración cada vez mayor de la producción agrícola ni, por consiguiente, las pérdidas de empleo agrario. La decisión adoptada en Berlín de estabilizar el gasto de la PAC hasta el año 2006 al nivel de precios constantes de 1999, implica que el margen financiero para el cumplimiento de los objetivos es muy estrecho. El Comité teme que, en última instancia, el loable objetivo de un desarrollo sostenible en las zonas rurales no puede cumplirse, como ya se puso de manifiesto en su Dictamen sobre la “Reforma PAC/Financiación Agenda 2000” (1998).

El Comité Económico y Social (1999) observa que, en la última mitad del siglo pasado se ha llevado a cabo en la agricultura un proceso de adaptación a las nuevas condiciones generales, único por su amplitud. El progreso técnico y los crecientes costes laborales condujeron a una situación sin precedentes de trabajo humano por capital. Actualmente, la población activa empleada en la agricultura ha pasado de ~30% a principios de los sesenta en distintos países de la UE, a representar ~5% de promedio tan solo.

Al mismo tiempo se producía en la agricultura un aumento de rendimiento y productividad en unas proporciones hasta entonces desconocidas. Ello ha llevado a una situación en que el incremento de los precios de los productos agrarios en los últimos cuarenta años ni siquiera ha alcanzado la mitad del correspondiente al índice de precios al consumo. Los consumidores de la UE gastan en alimentación un promedio de apenas el 14% de sus ingresos, en vez del tercio que era necesario en el pasado.

Rodríguez (2002), sobre la base de criterios socio-económicos y medioambientales objetivos, propone definir una nueva tipología de las zonas rurales, que facilite la fijación de medidas prioritarias para cada territorio. Pide que los recursos liberados del primer pilar mediante la ecocondicionalidad o la modulación puedan ser aplicados, si los EEMM lo consideran conveniente, como una cofinanciación comunitaria adicional a las medidas ya insertas en los programas de desarrollo rural en vigor.

Por su parte, el MAPA (2004) establece que las medidas agroambientales están planteadas, dentro de una estrategia global de desarrollo rural y orientadas hacia un modelo de agricultura sustentable y con múltiples funciones, así como a la protección del medio ambiente. Sus objetivos se centran en cinco ejes: agua, suelos, riesgos naturales, biodiversidad y paisaje. Existen nueve medidas diferentes, que comprenden 104 actuaciones para cada una de las cuales, se especifican unos objetivos en función de estos cinco ejes de actuación. De todas ellas, en la provincia de Granada solo se han puesto en práctica una pequeña parte.

Las ayudas se calculan sobre la base del lucro cesante, costes suplementarios derivados del compromiso y la necesidad de proporcionar un incentivo. La unidad subvencionable es la hectárea, excepto en submedida relativa al mantenimiento razas autóctonas puras en

peligro de extinción, en la que se concede en función de la UGM presentes en la explotación. Su financiación para el período 2000-2006 está prevista en 1.194 millones, de ellos el 65% son aportados por la UE en las zonas de objetivo 1 (en Granada ha sido del 75%).

El Documento de la Comisión sobre el “Estado de aplicación del Reglamento 2078/92/CEE: evaluación programas medioambientales” (2004), considera que las tendencias dominantes conducen a la intensificación, la búsqueda de beneficios marginales, la concentración y la especialización de la agricultura, contribuyendo a un desequilibrio aún mayor de la relación agricultura y medio ambiente. Las respuestas políticas incluyen la adopción de normas obligatorias, para garantizar la aplicación de unas reglamentaciones mínimas y el fomento de programas agroambientales destinados a garantizar la prestación de servicios ambientales.

En el marco de esos programas se solicita a los agricultores que realicen una serie de actividades ambientales, abonándoles por posible pérdidas de ingresos. Dichos programas abarcan 900.000 explotaciones (sin incluir Alemania) y 27 millones de hectáreas; es decir, el 20% de la superficie agrícola de la UE. Los gastos de los Doce han aumentado de 100 millones de ecus en 1993 a 1.200 millones de ecus en 1998 (según los cálculos 1.700 millones de ecus para la UE de los Quince), lo que representa en torno al 4% de los gastos de la Sección de Garantía del FEOGA. El informe concluye que:

- ▶ La aplicación de los programas presenta importantes ventajas desde el punto de vista medioambiental, especialmente en lo referente a la reducción del uso de nitrógeno y la protección de la naturaleza.
- ▶ En la medida en que representan el 4% de los gastos de la Sección de Garantía el FEOGA, los programas constituyen una buena inversión.
- ▶ Se han conseguido resultados satisfactorios en muchos casos a la hora de implantar una “cultura de la evaluación” en la gestión de los programas.
- ▶ Teniendo en cuenta los resultados, la ampliación de los programas debería ampliarse en algunas regiones y EEMM.
- ▶ Se recomienda un enfoque de “sistemas paisajístico” en el ámbito agroambiental.
- ▶ La selección de los indicadores y el análisis deben efectuarse sobre la base sólida, pese a la complejidad de la interacción entre agricultura y medio ambiente.
- ▶ La determinación de los objetivos debe ser más específica en muchos programas.
- ▶ La política agroambiental es necesaria en la medida en que el mercado no tiene en cuenta las consecuencias medioambientales de la agricultura.

Como señala Romero (2002), es muy complejo el problema de la coordinación en toda la UE, y particularmente grave en España (también en Granada), porque muchas experiencias ponen en evidencia la parálisis provocada por la existencia de diferentes niveles políticos con competencias sobre el mismo tema. Se corre el riesgo de que con los niveles crecientes de segmentación, fragmentación y solapamiento institucionales, la divergencia se imponga a la convergencia.

Asimismo es muy generalizada la creencia de que es más fácil alcanzar compromisos y conseguir la aceptación de los agricultores en las áreas periféricas que en las zonas de agricultura y ganadería intensivas. Sin embargo, y esta es la gran contradicción a la que se enfrenta la Política Agroambiental Común, los grandes problemas ambientales se localizan precisamente en estas áreas intensivas.

Bastante coincidente también es la opinión que muestran muchos agentes económicos, sociales y ambientales acerca de la importancia que se debe conceder (pero que no se ha concedido lo suficiente), a la actitud individual de los agricultores y ganaderos granadinos, sobre su apoyo a las medidas agroambientales, así como a su capacidad de aceptar la discusión de sus prácticas con otros autores rurales directamente implicados, lo que creen fundamental para llevar a buen término la puesta en práctica de cualquier programa.

También es trasladable a esta provincia las manifestaciones de NRLO, et al (2002), cuando apunta que se debe tener en cuenta la gran coincidencia entre las zonas menos favorecidas y las de gran valor natural, y transformar gradualmente el régimen de ayudas en un instrumento básico para mantener y fomentar sistemas agrarios poco consumidores de insumos.

En cuanto a la forma de programación provincial, se podría considerar la generalización dentro de las medidas agroambientales o aplicar nuevas modalidades contractuales a favor de la dinamización local, exigiendo planes o compromisos por titular al objeto de garantizar la movilidad de los recursos humanos y materiales en el ámbito local y un desarrollo sustentable de la agricultura multifuncional priorizando la agricultura familiar y a los jóvenes agricultores, así como mantener la coherencia con el primer pilar.

Muchos agricultores interrogados se preguntan: ¿Por qué?..:

- La programación ha sido más utilizada en las zonas agrarias desfavorecidas.
- Se da respuesta a territorios rurales más profundos y más proclives al despoblamiento.
- Se observa una desigual aplicación de las diversas líneas.
- En otras líneas de ayudas llevan más tiempo las Entidades Colaboradoras, y ha sido en el 2004 cuando han empezado en las agroambientales.
- En las ayudas a la PAC se ha regularizado el tema de las “parcelas catastrales”, y no ha ocurrido lo mismo en estas medidas.

- Se ha sido lento, y a veces escaso, el proceso de maduración de los agricultores, a cerca de estas ayudas, cuando favorece la creación de mecanismos institucionales eficaces.
- La determinación de los objetivos no ha sido más específica.
- La formación y divulgación han sido escasamente utilizados.
- No se simplifican los trámites burocráticos.
- Ha existido un impacto desigual en las comarcas.

En cuanto al contenido, otros afirman que debería...:

- Existir un continuismo de las acciones.
- Reforzarse e incrementarse los aspectos ambientales.
- Incorporarse medidas que supongan cambios en el modelo productivo.
- Mejorar la integración del medio ambiente en las OCMs.
- Considerarse las preocupaciones del consumidor.
- Reforzarse la ecocondicionalidad.
- Orientarse exclusivamente estas medidas para paliar externalidades productivas negativas.
- Realizarse más investigación y formación.
- Poner en práctica medidas referentes al agua.
- Buscarse el consenso en los que sea posible la participación de todos los actores.
- Alcanzarse compromisos y conseguirse en las zonas de agricultura y ganadería intensivas.
- Realizar más balances más específicos de desarrollo de las medidas agroambientales.
- Facilitarse los trámites burocráticos.

La sustentabilidad de modelo agrario de la provincia de Granada ha empezado su andadura en el marco de las medidas agroambientales, las que han superado los 12.900.000 millones de euros en ayudas. Las tres cuartas partes de su financiación han sido aportadas por la FEOGA-g, y las restantes entre el MAPA y la CAP a partes iguales. De este dinero, el olivar en pendiente o terraza es el máximo beneficiario con un 46,7% de las ayudas agroambientales, seguido por la agricultura ecológica (28,66%) y el barbecho medio ambiental (11,76).

La evolución de las solicitudes, beneficiarios, superficie solicitada y aprobada, de una manera muy general, señala una tendencia alcista en las medidas agricultura ecológica, barbecho medioambiental y cubierta vegetal en el olivar; bajista en caña de azúcar, girasol de secano en rotación; e irregular en ganadería ecológica y razas autóctonas.

El dinero concedido indica un crecimiento en agricultura y ganadería ecológica, barbecho medioambiental y cubierta vegetal en el olivar; un decrecimiento en la caña de azúcar; y falta de claridad en la tendencia del girasol de secano en rotación y razas autóctonas. Esto no se corresponde con los rasgos €/expte y €/ha que, dependiendo de la medida y campaña, su inclinación es diferente.

Las medias de euros concedidos por expediente y hectárea a lo largo del período estudiado de cada una de las ayudas analizadas, muestra como la ganadería ecológica es la que más dinero recibe por expediente (5.112), aunque por ha es uno de los más bajos (74); a continuación le sigue la agricultura ecológica (2.554 €/expte y 118 €/ha); los cultivos leñosos en pendiente o terrazas, olivar se sitúan en tercer lugar con 1.524 €/expte y 119 €/ha; las razas autóctonas en peligro de extinción, el barbecho agroambiental, el girasol de secano en rotación y las actuaciones sobre plantaciones de caña de azúcar (aunque es última en €/expte es la que más dinero ha recibido por superficie, con 709 en €/ha).

5 ► RECOMENDACIONES

Con la finalidad de profundizar más de lo que hasta ahora se ha hecho, debería tenerse presente la contradicción con la que se enfrenta la política agroambiental provincial: los grandes problemas ambientales se localizan en las áreas intensivas, que representan una gran parte del territorio agrícola, proporcionan en torno al 85% de la producción total y absorben más del 96% de los presupuestos totales nacionales y comunitarios. Para que sean más eficaces estas medidas debería contarse con los agricultores. También son necesarios más argumentos técnico-científicos a la hora de establecerlas. Además, parece oportuno vincular los ingresos perdidos y los gastos efectuados con los cálculos agronómicos, lo que no se ha tenido muy en cuenta hasta ahora. Al igual que ocurre con las ayudas superficie, al solicitar las agroambientales, deberían utilizarse las referencias catastrales y la caracterización de parcelas que figuren en la base de datos catastrales vigentes a la fecha de solicitud. Para su divulgación y asesoramiento, la CAP y las Entidades Colaboradoras podrían jugar una labor muy importante. Debería utilizarse con más frecuencia la formación, información y divulgación de las medidas agroambientales. También sería conveniente que las disposiciones de aplicación en esta materia se basen en la experiencia adquirida. Esto no se ha tenido muy presente en Granada, donde apenas se ha investigado, ni realizado estudios científicos y/o técnicos.

Dado el retraso que se viene produciendo en la tramitación de estas ayudas y para incrementar la eficacia en su gestión, sería aconsejable incrementar el número de funcionarios que se dediquen a las tareas y/o la simplificación de los trámites burocráticos, así como realizar más balances sobre el desarrollo de las mismas. Para reducir algunas de las agresiones que vienen sufriendo los recursos hídricos, debería introducirse alguna medida agroambiental que haga más sostenible su uso y mejore su calidad (uso eficaz del agua del riego, disminución de nitratos, reducción de residuos agrotóxicos,...). Dada las altas cuotas de erosión que están alcanzando la actual forma de cultivar el almendro en importantes zonas de la provincia, la ayuda “cultivos leñosos en pendientes o terrazas de olivar” debería ampliarse también a este cultivo del almendro. Sería importante introducir aspectos derivados del Protocolo de Kioto (1997) en las medidas agroambientales, como la captura de CO₂ por la biomasa del suelo. Esta posibilidad no debe entenderse solo como multifuncionalidad agraria, sino como una

contribución importante al medioambiente, el empleo y, sobre todo, la consolidación del modelo agrario europeo.

6 ▶ AGRADECIMIENTOS

Asociación Comité Andaluz de Agricultura Ecológica; Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía por la información que han aportado para este trabajo

7 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **COMUNICACIÓN COM/1997 599 FINAL**

Energía para el futuro: fuentes de energía renovables, Libro Blanco para estrategia y plan de acción comunitarios. DO C de 26 de Noviembre.

- **COMUNICACIÓN COM/1998. REFORMA PAC/FINANCIACIÓN. AGENDA 2000**

DO C 407, de 28 de Diciembre.

- **DICTAMEN DEL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL CES 953/1999**

Una política de consolidación del modelo agrario europeo, de 21 de Octubre.

- **DIRECCIÓN GENERAL VI DE LA COMISIÓN EUROPEA 2004**

Estado de aplicación del Reglamento 2078/92/CEE: Evaluación de los programas medioambientales. Documento de Trabajo de la Comisión DG VI. Europa.eu.int.

- **MAPA 2004**

Introducción de Medidas Agroambientales. maypa.es.

- **MORMONT, M. 1996**

De Bruxelles á la ferme: environment et agriculteurs en Belgique. Études Rurales nº 141-142.

- **NRLO, ET AL 2003**

National Council for Agricultural Research, Holanda. Perspectivas agrícolas futuras (1998-2003) Tendencias en el ámbito mediterráneo.

- **PROTOCOLO DE KIOTO 1997**

Convenio marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, de 11 de diciembre de

- **RODRÍGUEZ, M. 2002**

Propuesta de Resolución del Parlamento Europeo sobre el desarrollo rural en el marco de la Agenda 2000, balance intermedio en la UE y los países candidatos (2001/2041 (INI)) Comisión de Agricultura y Desarrollo Rural del Parlamento Europeo (4/3/02).

- **ROMERO, J. 2002**

Regulaciones medioambientales de la actividad agraria en la UE. Cátedra de Geografía Humana. Universidad de Valencia.

- **STRASSER 1999**

Ponencia de la Sección de Agricultura, Desarrollo Rural y Medio Ambiente sobre el Dictamen del Comité Económico y Social sobre el tema "Una política de consolidación del modelo agrario europeo" CES 953/99", 21 de Octubre.

LA EXPERIENCIA DEL GRUPO DE ASESORÍA EN AGRICULTURA SOSTENIBLE GAAS, EN EL ASESORAMIENTO EN LA DIRECCIÓN DE UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE EN CENTROAMÉRICA

MONTERO SOLÍS, DENNIS

Coordinador

Apartado postal 2835-3000 Heredia (Costa Rica)

Telf.: (506) 2603013 / Fax: (506) 2635768

Email: denismon@racsa.co.cr

RESUMEN

El GAAS nace en 1997 en un contexto de la Agricultura Sostenible de la región caracterizado por:

- Enfoques, sobre la agricultura sostenible, disímiles y a veces contradictorios.
- Carencia de habilidades por parte de profesionales para facilitar procesos.
- Visión de la agricultura muy localizada en el contexto inmediato geográfica y temporalmente.

El grupo desarrolla durante 3 años un trabajo de acompañamiento a organizaciones que están promoviendo Agricultura Sostenible, ofreciendo una asesoría especializada, con procesos participativos de aprendizaje. En el periodo 2000-2001, recuperando los aprendizajes del periodo anterior, el grupo se da a la tarea de formular una propuesta de Estrategia para promover la Agricultura Sostenible en la región Mesoamericana y en el Caribe, asumiendo el reto identificado en cuanto a la carencia de trabajos en esta dirección. En el año 2002, se contó con un documento final, este se utilizó por el grupo, como su propuesta central en una planificación estratégica que desarrollaron la agencia de Cooperación Pan para el Mundo de Alemania y sus contrapartes en la región, para un Programa de diálogo y asesoría alrededor de los temas de Agricultura Sostenible y Soberanía Alimentaria. Con la presentación de la propuesta a los principales actores de la Agricultura Sostenible en cada país de la región, el grupo ha logrado:

- La apertura de espacios para la reflexión temática y metodológica alrededor de la promoción de la Agricultura Sostenible.
- La dinamización de un acercamiento entre actores de la Agricultura Sostenible que anteriormente se encontraban bastante desarticulados.

Al interno del grupo, el trabajo con un marco estratégico en cada una de las acciones de asesoría que se realizan, permite aportes de mayor calidad y con una visión articulada de proceso, trascendiendo la acción de asesoría puntual. Finalmente, podemos afirmar que el esfuerzo de llevar a un marco estratégico los productos de experiencias acumuladas en cuanto a diagnóstico, análisis y ejecución de acciones a favor de la Agricultura Sostenible tienen un gran valor en la recuperación de los aprendizajes y en la capacidad de construir visiones compartidas de futuro. Por ello es un ejercicio que retribuye con creces el esfuerzo invertido.

PALABRAS CLAVE: MEDIDAS AGROAMBIENTALES

1 ► INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende hacer un breve recuento de la experiencia vivida por el grupo de asesoría en agricultura sostenible (GAAS) en el proceso de asesorar a diferentes organizaciones que promueven esta forma de entender la agricultura en la región mesoamericana.

Hace primero una breve ubicación de la conformación y desarrollo del grupo, luego se plantea como se entiende la agricultura sostenible al interior del mismo. Se pasa luego a hacer una breve caracterización de la situación de la agricultura sostenible en la región mesoamericana, ubicando, desde la perspectiva del grupo, los principales factores que limitan su diseminación. Luego se habla brevemente sobre la propuesta que ha definido el grupo para actuar en el contexto; la formulación, difusión y acción en el marco de una estrategia para promover la agricultura sostenible. Posteriormente se hace un recuento de algunos de los resultados obtenidos por el GAAS en su proceso de asesoría orientado por la estrategia. Allí se plantean los avances y las dificultades más sobresalientes en el proceso. Finalmente se anotan algunas lecciones o aprendizajes que se han obtenido con el trabajo de asesoría, como grupo, para la promoción de la agricultura sostenible en la región.

Con este breve documento que sintetiza varios años de nuestra experiencia y nuestro esfuerzo por contribuir en conjunto al desarrollo de la Agricultura Sostenible en Mesoamérica, esperamos hacer un modesto aporte a instituciones y grupos en otros lugares que, al igual que nosotros, se encuentran buscando formas e instrumentos cada vez más adecuados para aportar a un desarrollo más armónico con el ambiente y con más inclusivo socialmente.

2 ► EL ORIGEN DEL GAAS

El Grupo de Asesoría en Agricultura Sostenible (GAAS) se funda en el año 1997, luego de un proceso de 2 años de acercamiento, en encuentros y reuniones, en que participaban la mayoría de sus integrantes, producto de su vinculación al tema de la agricultura alternativa, en sus diferentes quehaceres y en distintos tipos de organizaciones. El grupo fundador estaba compuesto por profesionales que trabajaban en organizaciones de la sociedad civil mesoamericana, como organizaciones no gubernamentales ONG's y organizaciones gremiales campesinas.

En la figura 1, se muestra la ubicación geográfica del área de trabajo del GAAS, con presencia desde México hasta Panamá, así como en el Caribe.

El GAAS, desde sus orígenes ha tratado de tener una presencia de, al menos dos asesores/as en cada país, ha desarrollado una estructura mínima con una coordinación regional y un enlace en cada país, con el fin de tener mecanismos de consulta y toma de decisiones operativas que sean, los más ágiles posibles y lo menos burocráticas.

Sus asesores/as son personas vinculadas a diferentes dimensiones de la agricultura alternativa en sus países, con varios años de experiencia en el trabajo de campo, capacidad de diálogo con agricultores y agricultoras y que comparten una metodología participativa para la realización de su trabajo. Además tiene como aspiración lograr una participación equitativa en cuanto a género.



Figura 1. Ubicación geográfica del área donde desarrolla su trabajo el GAAS

En la región se han dado esfuerzos por mejorar las habilidades metodológicas y el manejo conceptual de los profesionales de las organizaciones que trabajan en temas agrícolas, sin embargo se ha topado con la dificultad de que muchos de estos esfuerzos quedan interrumpidos por la alta rotación del personal en las instituciones.

En el proceso de discusión, durante los primeros acercamientos de los integrantes y en el periodo de constitución, el grupo toma conciencia de que una vía posible para contribuir a modificar la situación que vive la región mesoamericana en cuanto a pobreza rural, deterioro de los recursos naturales y la inseguridad alimentaria en el campo y la ciudad, es la promoción de una agricultura sostenible. Para ello se ve necesario buscar conceptos compartidos y metodologías efectivas que logren, con un esfuerzo razonable, tener resultados visibles e impactos sostenidos.

Además se considera que un grupo sin pertenencia a una institución permite un proceso de formación y una capacidad de acompañar el trabajo de instituciones, más estable que si se trabaja desde una institución en un proyecto específico que de cobertura.

3 ▶ EL CONCEPTO DE AGRICULTURA SOSTENIBLE QUE MANEJA EL GRUPO

Producto del debate y la reflexión del GAAS, en actividades de formación interna y de asesoría a organizaciones de promoción, se fue articulando un concepto compartido de la agricultura sostenible que finalmente se ha logrado sintetizar.

Esta agricultura sostenible se entiende como “Un amplio abanico de prácticas y acciones alrededor de la agricultura que integran aspectos como la lucha contra la pobreza y su vinculación con los aspectos ambientales, económicos y socioculturales, entre otras cosas. Identifica, como sujeto prioritario de esta agricultura, a la familia campesina en su contexto. Considera, además de los aspectos tecnológicos, productivos y medioambientales, otros aspectos sociales como la construcción de la justicia social y la participación ciudadana. En la dimensión económica promueve la viabilidad económica con el cuidado y respeto al medio ambiente, base material del proceso agrícola. Todo lo anterior es integrado desde el conocimiento de las leyes que rigen el funcionamiento de la naturaleza, la construcción de procesos organizativos que le den viabilidad política, así como la promoción y el respeto a la diversidad y el arraigo de las culturas locales en cada territorio”. (GAAS, 2003)

En condiciones mesoamericanas, con una proporción muy alta de población rural (en algunos casos es más de la mitad de la población total del país) es evidente que la Agricultura Sostenible es un elemento central en una estrategia de lucha contra la pobreza, especialmente cuando se decide actuar en favor del sector campesino e indígena, los más marginados de los sectores sociales.

Dada la situación antes planteada, el enfoque privilegia el aumento y fortalecimiento de la autoestima, participación y valoración de la población y se da una especial consideración a la condición y rol de la mujer campesina. En este aspecto coincidimos con Rodríguez y Hesse (2000) cuando plantean que el enfoque de Agricultura Sostenible permite que se desencadenen procesos que “...ayuden a las familias rurales a recuperar su autoestima, a promover nuevos estilos de desarrollo comunitario fundados en la justicia social, la coherencia ambiental y productiva, que permita potenciar el tejido social que conlleva al empoderamiento colectivo a través de organizaciones nacidas en el seno de las mismas comunidades.

4 ▶ BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS LIMITACIONES EN EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA SOSTENIBLE EN MESOAMÉRICA

A partir de información con que se cuenta de diferentes fuentes, se identifica que la agricultura sostenible en la región se caracteriza por algunos factores limitantes que son posibles de modificar mediante procesos de capacitación, asesoría y acompañamiento.

Dentro de esos aspectos se pueden citar:

- Enfoques, sobre la agricultura sostenible, disímiles y a veces contradictorios.
- Carencia de habilidades por parte de profesionales para facilitar procesos.
- Visión de la agricultura muy localizada en el contexto inmediato geográfica y temporalmente.

Pasaremos a explicar brevemente en que consiste cada una de estas situaciones limitantes, desde la perspectiva del GAAS.

Enfoques, sobre la agricultura sostenible, disímiles y a veces contradictorios

Aquí se ha visto frecuentemente que se llame a sistemas manejados bajo un enfoque agroecológico como sistemas de producción orgánica. En estos casos son vistos y tratados de la misma manera que los sistemas de producción orgánica con sustitución de insumos sintéticos.

Por otra parte se citan como ecológicos los sistemas de manejo integrado de plagas (MIP) o los sistemas de producción de bajos insumos externos y con uso permanente de fertilizantes sintéticos y con monocultivos.

Los temas como equidad de género y social, promoción y respeto por la diversidad cultural y étnica, parecen estar vinculados a la problemática de la agricultura por lo que son tratados en otros foros y se dirigen más a personal técnico y a académicos.

Carencia de habilidades por parte de profesionales para facilitar procesos

Producto de que el tema de la agricultura ha estado mayormente en manos de Ingenieros agrónomos, al menos en el periodo de desarrollo de la revolución verde, y debido a que este enfoque privilegia la transferencia tecnológica como lógica de trasvasar conocimientos de alguien que sabe (el ingeniero) a alguien que no sabe (el agricultor) los centros académicos ni los profesionales se preocuparon por profundizar sobre otros enfoques de construcción de conocimiento.

Cuando empieza a manifestarse un nuevo modo de desarrollar la agricultura con protagonismo de los agricultores, los profesionales tienen dificultades para cumplir un rol facilitador y no de hacedor de las tareas de la agricultura.

La limitación en el personal técnico se manifiesta, tanto en lo conceptual como en la parte metodológica, donde se carece de métodos y técnicas para impulsar procesos de

enseñanza aprendizaje con un carácter horizontal, dialógico y de construcción colectiva de conocimientos en función de enfrentar la problemática de la permanencia de la vida rural campesina.

Visión de la agricultura muy localizada en el contexto inmediato geográfica y temporalmente

Tanto en el ámbito de trabajo de las ONG's como en los gremios campesinos existe una visión muy limitada a la zona del país donde se trabaja. También aparecen visiones muy enfocadas a resolver un problema de corto plazo. Las visiones más nacionales y mesoamericanas, así como la solución de problemas más estratégicos que enfrenta la agricultura sostenible en el ámbito económico y político, al menos, no son abordados.

Por lo antes expuesto, el avance de los procesos se considera muy modesto y poco transformador, al actuar sobre las consecuencias y no sobre las causas de los problemas que se enfrentan. En esta dirección también influye el activismo poco reflexivo que se preocupa más por la cantidad de charlas de capacitación o seminarios que se desarrollen que por ir construyendo procesos de reflexión acción que sean transformadores.

En relación con los tres grandes factores antes señalados que limitan el desarrollo de la Agricultura Sostenible, se coincide con lo encontrado por Zeeuw, et al, (1997) donde se anota la existencia de múltiples y diversas experiencias relacionadas con la Agricultura Sostenible en Centroamérica. Sin embargo identifican, entre otras cosas, carencias como un concepto de desarrollo agrícola sostenible que aplique criterios ecológicos, económicos y sociales de manera integral. Señalan que los equipos técnicos de las ONG's y las organizaciones gremiales requieren más formación y capacitación en una serie de temas como: el enfoque de sistemas, los principios que fundamentan las técnicas de la Agroecología, el análisis y planeación participativa de los procesos, la experimentación campesina, y la difusión horizontal y la integración de los aspectos de género en los proyectos agrícolas.

Identifican, además un alto nivel de atomización de los esfuerzos institucionales, se carece de una visión estratégica que pueda contribuir a sentar las bases de una verdadera política agraria en los diferentes contextos en que actúa la dirigencia gremial y de las ONG's.

5 ► LA PROPUESTA DEL GAAS EN ESTE CONTEXTO

El GAAS, desarrolla durante 3 años un esfuerzo de consolidación interna y un trabajo de acompañamiento a organizaciones que están promoviendo agricultura sostenible en los diferentes países de la región mesoamericana. Su quehacer se centra en ofrecer una asesoría especializada, con procesos participativos de aprendizaje. Estos procesos han usado como herramientas los talleres para reflexión y construcción conceptual, facilitación dentro

de grupos de estudio, institucionales e interinstitucionales en temas específicos, giras de estudio sobre aspectos específicos de la Agricultura Sostenible, asesorías puntuales para mejoramiento del desempeño de los programas de promoción de organizaciones remieles y ONG's y finalmente, la organización y facilitación de intercambios de experiencias entre organizaciones de diferentes zonas y de diferentes países.

En el periodo 2000-2001, recuperando los aprendizajes del periodo anterior, el grupo se da a la tarea de formular una propuesta de Estrategia para promover la Agricultura Sostenible en la región Mesoamericana y en el Caribe, asumiendo el reto identificado en cuanto a la carencia de trabajos en esta dirección.

El documento final contiene una serie de elementos entre los que sobresalen:

Una aproximación al contexto regional que trata de recoger el estado de la pobreza rural en la región, la relación de las políticas agrarias que se implementan hacia la sostenibilidad del desarrollo y principalmente de la agricultura y la situación regional en cuanto a seguridad y soberanía alimentaria. Luego se llega a plantear algunas tendencias probables al respecto.

Posteriormente se desarrolla un capítulo donde se hace nuestra aproximación al concepto de la agricultura sostenible, una ubicación de los principales actores de este quehacer y algunos elementos que hacen prever la viabilidad del desarrollo de una agricultura sostenible en la región.

Después se desarrollan algunos conceptos relacionados con los elementos centrales de la diseminación tecnológica, algunos aspectos relacionados con las estrategias de difusión tecnológica en la agricultura y se termina el capítulo señalando algunos desafíos que se presentan en el proceso de promoción de la agricultura sostenible.

Finalmente se presentan los aspectos básicos de la estrategia para la región mesoamericana donde sobresalen tres ideas generales para desarrollar la Agricultura Sostenible y un marco general para la operativización de esas tres estrategias en los diferentes contextos regionales. Se resaltan algunas consideraciones metodológicas de la estrategia, para continuar con una aproximación a la Metodología de Campesino (a) a Campesino (a) (MCaC) como columna vertebral de este proceso de diseminación.

Este ejercicio termina con el señalamiento de algunas herramientas y acciones para desarrollar el proceso de promoción y la implementación de la estrategia.

En el proceso de formulación del documento hubo participación activa de una gran cantidad de organizaciones que están trabajando en el tema en cada uno de los países de la región, quienes con sus comentarios y críticas a borradores iban contribuyendo a mejorar los diferentes apartados del documento.

Finalmente en el 2001 se dio por terminado el documento, fue circulado a las organizaciones participantes y fue facilitado a otras organizaciones que no participaron y que hacen trabajo de promoción y a agencias que apoyan con cooperación el desarrollo de la Agricultura Sostenible en la región.

Para el año 2002, se contó con un documento que se consideró una versión final, de la estrategia, el cual ha sido discutido con grupos y organizaciones que promueven la agricultura sostenible en cada uno de los países. El grupo valoró que este documento puede ser útil para su trabajo de asesoría, para ofrecer elementos para el trabajo que realizan las organizaciones de promoción y puede ser útil para organismos de promoción que se dedique a apoyar iniciativas agrícolas en la región.

A principios del año 2003, con fondos propios del GAAS, con el apoyo de agencias de cooperación como ICCO e HIVOS de Holanda, Pan para el Mundo de Alemania dentro de la colección Saberes y haceres del mundo rural del Servicio de información mesoamericano en agricultura sostenible (SIMAS) se editó y se hizo la publicación de una primera edición del documento.

6 ► RESULTADOS

Avances

Una vez que se contó con el documento de estrategia finalizado y que se empezó a compartir con las organizaciones, la agencia de cooperación de Alemania PPM decidió iniciar un proceso de planificación estratégica para su programa de intercambio, diálogo y Asesoría en Agricultura sostenible y Seguridad Alimentaria (PIDAASSA) para América Latina. En este proceso, el documento formulado por el GAAS, se utilizó un insumo fundamental, en el ejercicio de planificación estratégica, lo que permite hallar fácilmente ámbitos de consenso entre los actores involucrados en los aspectos centrales de la agricultura sostenible.

Tres de las principales redes que promueven la Agricultura Sostenible en la región: La Asociación Nacional de Fomento a la Agricultura Ecológica (ANAFAE) de Honduras, El Grupo de Promoción de la Agricultura Ecológica (GPAE) de Nicaragua y la Red Coordinadora de organizaciones con proyectos alternativos de desarrollo (COPROALDE) de Costa Rica, han iniciado un proceso de análisis de su quehacer, han evaluado su trabajo y se han involucrado en ejercicios internos de planificación estratégica. Estos procesos han estado orientados en gran medida con el documento de estrategia formulado por el GAAS. Además se ha desarrollado un análisis comparativo de estas redes con el fin de promover el fortalecimiento entre ellas a través del intercambio y de la acción conjunta. Es así como están organizando para finales de este año un encuentro entre ellas para

definir temas de agenda conjunta que les permitan dialogar con otros actores de la región desde un planteamiento compartido. En los diferentes países, con mayor énfasis en México, Nicaragua y Costa Rica, las organizaciones que ha acompañado el GAAS con su asesoría se van acercando cada vez más a otras organizaciones, algunas que en el pasado se miraban con recelo. Estos encuentros han permitido reflexionar y a buscar acciones coordinadas en temas como metodología de promoción, incidencia política, género y agricultura sostenible, entre otros temas.

Se puede afirmar que cada vez más organizaciones en la región ganan claridad en lo conceptual y lo metodológico de la Agricultura Sostenible, aspecto que se evidencia en los planteamientos que colocan en sus documentos, en establecimiento y desarrollo de programas exitosos de formación de campesinos y campesinas como promotores de la agricultura sostenible en los diferentes países y en el número de nuevos agricultores/as involucrados en el quehacer.

Se ha logrado en la mayoría de países de la región, involucrar al GAAS en espacios para aportar en iniciativas de investigación participativa, de formulación de marcos de ley y de cabildeo ante órganos de los Estados. En estos espacios se ha apoyado la construcción de propuestas desde la agricultura sostenible para generar legislación sobre el tema -leyes, decretos, reglamentos- en los que el enfoque estratégico de la agricultura sostenible que se ha ido consolidando. Algunos ejemplos de ello son un documento marco para impulsar la estrategia de agricultura orgánica en Costa Rica, un proyecto de ley de promoción de la agricultura orgánica en Costa Rica, la propuesta de ley de agricultura ecológica en Nicaragua y la participación del GAAS en la discusión sobre la ley forestal y de medio ambiente en Honduras.

El marco de discusión de la estrategia ha facilitado condiciones para que algunas agencias de cooperación de Europa, entre las que podemos mencionar a VECO de Bélgica, Swiss Aid de Suiza, Pan para el mundo de Alemania, Hivos de Holanda y sus contrapartes, puedan establecer marcos de coordinación y de cofinanciamiento de propuestas a favor de la agricultura sostenible.

Al interno del grupo, el trabajo con un marco estratégico en cada una de las acciones de asesoría que se realizan, permite aportes de mayor calidad y con una visión articulada de proceso, trascendiendo la acción de asesoría puntual. La estrategia es el punto central para la discusión metodológica y conceptual sobre la Agricultura Sostenible lo que permite avanzar más rápido en la calificación de nuestras capacidades de asesoría.

Algunas dificultades

Uno de los aspectos más sobresalientes que dificulta un avance más rápido en la temática sigue siendo la alta rotación del personal en las organizaciones que promueven

la agricultura sostenible. Esta razón, entre otras, hace que los procesos vayan más lento de lo que se quisiera.

Otra dificultad que persiste esta relacionada con el apoyo de algunas organizaciones de cooperación que, con sus agendas, a veces contradictorias, envían mensajes confusos a las organizaciones que las distraen de sus procesos más estratégicos. En esta tarea es muy útil el apoyo de organizaciones de la sociedad civil de los países de donde son estas agencias.

Dada la condición de carencia material en la que vive el campesinado de la región existe todavía una tensión entre procesos de especialización de las organizaciones en la promoción de la agricultura sostenible y la realización de múltiples actividades, algunas de asistencia a la población campesina marginada, lo que dispersa esfuerzos.

Por la ubicación geográfica de los integrantes del GAAS, los procesos de reunión y dialogo colectivo presencial no pueden ser muy frecuentes, ya que la movilización por la región es un poco cara, esto también marca una velocidad de respuesta dentro del grupo sobre aspectos estratégicos un poco lenta.

7 ▶ LAS LECCIONES APRENDIDAS DESDE LA EXPERIENCIA

Podemos afirmar que el esfuerzo de llevar a un marco estratégico los productos de experiencias acumuladas en cuanto a diagnóstico, análisis y ejecución de acciones a favor de la agricultura sostenible tienen un gran valor en la recuperación de los aprendizajes y en la capacidad de construir visiones compartidas de futuro. Por ello es un ejercicio que retribuye con creces el esfuerzo invertido.

Los procesos de acercamiento de actores que trabajan en la Agricultura Sostenible requieren un marco de claridad sobre los temas alrededor de los que se pueden convocar. Estos temas tienen que ser pocos, específicos y deben alimentar el quehacer de cada participante, así como las posibilidades de trabajo conjunto para que el encuentro tenga un atractivo individual y colectivo.

La asesoría en Agricultura Sostenible debe apoyar los cambios que las organizaciones desean y necesitan. Sin embargo la asesoría se debe adecuar a la dinámica de las organizaciones y no a la inversa, para que realmente tenga sentido y logre resultados de corto y de largo plazo. En este sentido la asesoría a organizaciones no creemos que pueda ser puntual, sino que debe ser sostenida por un tiempo y guiada por un marco estratégico para que haya permanencia de los resultados. Esto no se puede lograr con una acción aislada, principalmente en organizaciones que trabajan en un ámbito tan complejo como el campesino.

8 ► BIBLIOGRAFÍA

- **GAAS (GRUPO DE ASESORÍA EN AGRICULTURA SOSTENIBLE) 2003**

Estrategia regional para diseminar la Agricultura Sostenible en Mesoamérica y el Caribe. SIMAS, Managua, Nicaragua.

- **RODRÍGUEZ, R. Y HESSE, M. 2000**

Al andar se hace camino. Guía metodológica para desencadenar procesos autogestionarios alrededor de experiencias agroecológicas. Editorial Kimpres Ltda., Colombia.

- **ZEEUW, H.; BAUMEISTER, E.; KOLMANS, E. Y RENS, M. 1997**

Promover la Agricultura Sostenible en América Central. ICCO, PPM, SIMAS, CICUTEC. Managua, Nicaragua.

AGROECOLOGÍA EN LA CIUDAD

4

NEIRA, X., VALENCIA, J. A.; MARÍN, A.; CANCELA, J. J. Y CUESTA, T.

EPS de Lugo. Campus Universitario. 27002 Lugo
E-mail: xneira@lugo.usc.es

RESUMEN

El recurso tierra es, cada vez más, un recurso escaso, a los procesos de erosión, salinización y contaminación desde el campo agrícola, se suma, con una gran importancia cuantitativa la pérdida de suelo para dedicarlo a otras actividades no agrícolas. En las ciudades, debido a diversas causas, se están perdiendo para siempre muchos terrenos. Analizar estas causas y proponer alternativas desde el pensamiento agroecológico y bajo la forma de huertos urbanos es la pretensión de este trabajo.

PALABRAS CLAVE: AGRICULTURA URBANA, PLANIFICACIÓN URBANA Y HUERTOS DE OCIO

1 ► INTRODUCCIÓN

Los primeros agrupamientos humanos están estrechamente relacionados con la agricultura, es con el nacimiento de la misma, que el hombre pasa de nómada a sedentario. En la antigüedad aparecen grandes ciudades -como Roma-, pero nos centraremos en la historia de las ciudades a partir del Renacimiento, desde aquí podemos citar tres etapas en la historia de la ciudad.

Una primera etapa lo constituye la ciudad mercantil, esta significó en la práctica la superación del régimen feudal. En estas ciudades renacentistas, como Florencia, se unía la vivienda, el trabajo, la cultura y el ocio en un mismo lugar, en ese escenario de intereses y libertades se produce el florecimiento de las artes y las ciencias y comienza a emerger la simiente de la convivencia democrática.

Una segunda etapa acontece después del tránsito que supone la Revolución Industrial, es la ciudad industrial, y en la práctica supone una ruptura en esa promesa de armonía ciudadana y participación política. Se asienta en las ciudades industriales la producción en serie con sus secuelas deshumanizadoras. La vivienda y el trabajo se comienzan a convertir en objeto de explotación de unos jefes protegidos por un capitalismo incipiente.

Una tercera etapa lo constituye la ciudad burocrática, la ciudad de hoy en día, resultado no de una acumulación de funciones, sino de una convergencia de conflictos. Por una parte la gran ciudad es el sumidero de la crisis rural, siendo las urbes el receptáculo de la “demografía sobrante”, gentes desarraigadas, gentes que buscan “protección” en el ámbito urbano. Así en la ciudad contemporánea se exasperan tensiones sociales y raciales. Los grandes problemas lo constituye la regulación del suelo y el acceso a la vivienda, los problemas de transporte y la calidad de vida (agua, aire, energía, ruido, desechos, contaminación), la seguridad, la sociabilidad y en general la ausencia de una cultura urbana que homogenice poblaciones crecientemente hostiles.

Quizá el tema mas obvio sea el de los usos del suelo y el ordenamiento de la vivienda, comienza a surgir el planeamiento urbano.

Es en este terreno que queremos esbozar algunos criterios para la planificación, centrados en los huertos urbanos, y bajo el prisma del pensamiento Agroecológico.

2 ► HUERTOS URBANOS: AGRICULTURA EN LA CIUDAD

Cuando hablamos de horticultura hoy en día pensamos inmediatamente en la técnica para el cultivo de los huertos, y a estos los consideramos como en terrenos donde se cultivan preferentemente verduras.

Hablar de huertos parece, pues, que deba limitarse a estos términos de referencia, pero ya en su raíz etimológica latina el significado de *hortus* era más amplio y también abarca el de jardín, quinta o incluso casa de campo, lo que nos ofrece pistas de la verdadera dimensión que debemos contemplar.

El acceso comunitario a la tierra está teniendo un gran auge entre personas que no están directamente relacionadas con la actividad agraria, sin duda es debido a que en esta práctica *suman* muchos más valores que lo que pueda representar la mera práctica agrícola.

3 ► PLANIFICACIÓN URBANA

El primer paso en el proceso de planificación urbana es la clara identificación de todas las partes involucradas en la misma : propietarios, grupos de interés, grupos políticos, vecinos, asociaciones y otros organismos e instituciones y, muy importante, resulta la formación básica del equipo redactor del planeamiento. Es obvio que alguna de estas partes es más influyente que otras. De este modo los planes implementados responden, básicamente, a este diferente peso específico de cada una de las partes involucradas.

Así, podemos preguntarnos ¿en qué medida están incluidas las diversas funciones de la vida urbana (como la agricultura) en el proceso de planificación urbana.

El objetivo último de un plan urbano debe ser crear una ciudad habitable, con armonía entre los ciudadanos y los usos, que satisfaga sus necesidades y conserva los recursos naturales. Los huertos urbanos deben y pueden contribuir a la consecución de estos objetivos

Las ciudades son depositarias, en gran medida, de la riqueza de las sociedades modernas. De la ciudad, dada la importancia numérica de sus habitantes y de sus recursos: económicos y culturales, han surgido importantes mejoras sociales, pero también, cada vez más, estas albergan procesos de injusticia y desigualdad social, a su vez que importantes problemas de degradación ambiental.

Nuevos avances sociales que pueden emanar de la ciudad, como antaño ha sucedido, deben contribuir a:

- Lograr un marco de desarrollo sostenible que satisfaga unas condiciones de habitabilidad dignas y que las mantenga a largo plazo.
- Alcanzar la generalización del derecho a la ciudad, entendido como el establecimiento de una serie de garantías de calidad de vida, que comprenda a todos los ciudadanos, incluyendo el acceso a la vivienda, el empleo, los servicios y el uso de los espacios públicos.

Las ciudades son ecosistemas abiertos, que dependen de los intercambios con el exterior de los territorios que ocupan, para su funcionamiento necesitan tener garantizado la aportación de suministros externos, su distribución e utilización interna y la posterior exportación de productos y expulsión de residuos al exterior

El análisis de los procesos de expansión espacial de las ciudades españolas responde a un variado grupo de circunstancias, desde un afán megalómano de los dirigentes políticos, salpicado por intereses de grupos de presión, pasando por un planeamiento con “buenas intenciones” pero con deficientes resultados, hasta el fin deseable, sabemos que complejo, de satisfacer a toda la sociedad.

Estos procesos de expansión se producen dejando en su interior agujeros negros, emergiendo situaciones de gran vulnerabilidad, cuando no de marginalidad.

La ciudad se desarrolla al margen de estas zonas, al margen de las infraestructuras ya realizadas, muchas veces infrautilizadas. Se invierte en mera urbanización discontinua, en áreas alejadas o aisladas, que exigen la ampliación de las infraestructuras, sin producir ninguna sinergia sobre las áreas en declive, favoreciendo la segregación social y funcional.

Este crecimiento de las ciudades, con carácter discontinuo y basado en la separación funcional de las actividades, ocupa de forma desproporcionada el suelo rústico y desestructura los sistemas naturales, afectando aceleradamente el medio ambiente y degradando, especialmente, los ecosistemas de los que depende el funcionamiento de las ciudades, los que soportan, tanto la ocupación directa del suelo, la explotación de sus recursos, el transporte y la disposición de desechos.

Una de las dificultades radica en que buena parte de los planificadores poseen una percepción de la *zona verde* como un espacio para la contemplación y descanso. El marco legal y la organización administrativa también imponen limitaciones a la planificación de estas nuevas zonas verdes, limitando la respuesta a las nuevas necesidades de ocio activo y pasivo, así como a las de carácter lúdico o deportivo. Una de las figuras legales posibles donde acogerse son los denominados Planes Especiales. Son la iniciativa y la presión popular, como lo acontecido con el parque de Miraflores en Sevilla, pequeños grandes logros que permiten allanar el camino para ese nuevo cambio de escenario necesario.

4 ► ACCIONES A EMPRENDER

La planificación es previsión y visión de futuro. La planificación implica adelantarse a lo que va a venir, adaptarse a los cambios, prevenir las crisis y plantearse visiones del futuro diseño de las ciudades.

Por poner un ejemplo, Lugo, ciudad en la que vivimos, tiene sus orígenes en un santuario celta consagrado al dios Lug, del que los romanos sólo conservaron el nombre que ha dado lugar al Lugo actual, los romanos, a su vez, construyeron una fortaleza defensiva, la muralla, considerada hoy en día patrimonio histórico de la humanidad, pero a esa muralla no se la ha mirado siempre como hoy lo hacemos. Hasta épocas muy recientes primó una visión utilitaria y funcional, y de este modo han existido casas adosadas a la misma hasta hace sólo tres décadas, y si la muralla no ha sido derruida, como muchas otras, para el ensanche de la ciudad se debe más al inmovilismo, que al afán de preservar un importante patrimonio. A las tierras de una importante capacidad agrológica que se sepultan bajo toneladas de hormigón, todavía no les ha llegado su hora en el proceso, los que se oponen a tal proceder son excluidos por oponerse a algo tan loable como el “progreso” de la ciudad.

Las ciudades tienen el reto de formular estrategias que contemplen el desarrollo, la sustentabilidad y la cohesión en paralelo, y que aborden los problemas en los ámbitos espaciales adecuados, mediante la concertación y el desarrollo de paquetes de políticas complementarias para conectar al conjunto de la ciudad, y a los sectores más desfavorecidos, con las áreas y los sectores dinámicos.

La agricultura urbana implica una nueva mirada al concepto de ciudad y a la dicotomía ciudad-campo. La agricultura urbana necesita una percepción global y a la vez una aplicación local.

El reto está en lograr la mejor habitabilidad interna manteniendo la sustentabilidad global, es decir, sin incrementar los impactos ambientales globales, sin destruir los recursos locales ni los de otras áreas que los sustentan, procurando un balance positivo en el capital natural de las mismas que evite una nueva degradación.

Existe un conjunto de primeros principios de lo justo e injusto inspirados en la naturaleza que constituye el derecho natural, uno de estos principios de lo justo lo debe constituir el derecho humano de producir alimentos, y debe ser responsabilidad pública el proveer el acceso a la tierra en la salvaguardia de este principio.

Cuando se restringe la disponibilidad de la tierra, los agricultores urbanos suelen ser oportunistas y encuentran maneras de aprovechar con creatividad las más mínimas parcelas o franjas de tierra y agua, pero esta más bien se puede considerar como una estrategia de supervivencia más que como una verdadera práctica de agricultura urbana.

5 ▶ AGROECOLOGÍA Y HUERTOS URBANOS

En prácticamente todos los tratados sobre agricultura sustentable se hace referencia especialmente a : optimizar el agroecosistema en su conjunto, distribución justa y equitativa

de costos y beneficios asociados con la producción agrícola, rescate de prácticas de manejo tradicionales, desarrollo de tecnologías y sistemas de manejo adaptados a la diversidad de condiciones ecológicas y también ser rentable económicamente.

Con el fin de establecer una definición operativa del concepto de sustentabilidad, se identifican una serie de atributos que deben servir de guía en una posterior propuesta de lo que deben ser los indicadores de sustentabilidad, tal como se realiza en el marco de evaluación MESMIS.

Para dar toda su significación a estos atributos, se determinan los denominados puntos críticos para la sustentabilidad que se relacionan con las áreas de evaluación ambiental, social y económica.

Dentro del área ambiental, los huertos urbanos pueden ser considerados como ecosistemas, ya que en los mismos existen flujos de energía y materias, que los diferencia de los sistemas agrarios rurales, y también se producen diversas interacciones bióticas : simbiosis, sinergismo, etc. Así los criterios de diagnóstico que debemos tener en consideración para su evaluación, tienen que estar en el terreno de la biodiversidad, eficiencias productivas y energéticas, la calidad de los recursos y la autonomía.

Dentro del área social puede, que a diferencia de sistemas agrícolas rurales, aparezcan criterios de diagnóstico específicos, como el análisis de las razones sociológicas que llevan a la gente a cultivar en las ciudades, las formas de asociarse para producir, así como los procesos políticos de negociación, por último los aspectos relacionados con la calidad de vida poseen una especial significación, como el fomentar hábitos de consumo mas saludables, o como forma de aliviar la presión del paisaje urbano. Un aspecto de mucho interés es analizar la incidencia del vandalismo, autentica lacra de todas las iniciativas que se han emprendido.

Dentro del área económica los criterios de diagnóstico poseerán mayor o menor peso específico en función del sistema de manejo, de esta manera un criterio de diagnóstico como la rentabilidad económica poseerá mayor o menor trascendencia en función de que se produzcan, o no, relaciones de intercambio económico,

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **MASERA, O.; ASTIER, M. Y LÓPEZ - RIDAURA S. 2000**

Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Mundi-Prensa, México. 109 pp.

- **VALENCIA, J. A. 2004**

Huertos urbanos ecológicos. Aplicación a la ciudad de Ourense. Proyecto Fin de Carrera. EPS de Lugo.

AGROECOLOGÍA Y RIEGO

Perspectivas para el manejo y gestión del agua

NEIRA, X.; MARÍN, A.; CANCELA, J. J. Y CUESTA, T.

EPS de Lugo. Campus Universitario. 27002 Lugo
E-mail: xneira@lugo.usc.es

RESUMEN

En la reglamentación de agricultura ecológica todavía no se cuentan con unas normas específicas para la utilización del agua. Siendo un tema básico y que es preciso abordar sin demora, es preciso, en el análisis, tomar conciencia de la verdadera dimensión del agua, no solo representa una necesidad básica, sino que constituye un verdadero activo ecosocial que es preciso gestionar, ¿cómo?, estimamos que la gestión integrada de cuencas es la respuesta.

1 ► INTRODUCCIÓN

El agua es el componente fundamental de los seres vivos. Hablar de vida sobre la Tierra es hablar de agua. Hablar, en consecuencia, de agricultura es hablar de agua. Todos los cultivos necesitan del aporte hídrico, que llega, en climas húmedos, directamente a través de la lluvia, y en climas más secos, en donde el aporte de la lluvia es insuficiente, a través del riego.

Después de la 2ª Guerra Mundial, la agricultura sufre un brusco cambio de rumbo, a la misma se le asignan un nuevo grupo de funciones novedosas, todas ellas en aras de contribuir al desarrollo económico, pero bajo el prisma del crecimiento industrial.

Estas funciones significaban básicamente, entre otras, la necesidad de asumir con garantía un suministro creciente de alimentos y, por otra parte, la transferencia de mano de obra para la industria.

Ese cambio de rumbo ha significado un fuerte impacto para la población rural, y entre otras cosas ese novedoso papel asignado a la agricultura ha significado: agroquímicos, pesticidas,, erosión.

El agua es un fluido y en ese su fluir a través del ciclo hidrológico, se va impregnando, en forma de contaminantes, de esas malas prácticas que representa la agricultura convencional y la contaminación urbana e industrial.

Definición del problema

A los reservorios de agua para la agricultura : ríos, lagos, acuíferos, van llegando, con mayor o menor intensidad, toda suerte de compuestos químicos y microbiológicos provenientes de la agricultura, la industria y los medios urbanos.

En las regiones más secas, en donde se precisa el aporte hídrico para los cultivos mediante el riego, el problema lo tenemos servido al efectuar mediante el mismo, el suministro de ese indeseable cóctel de sustancias nocivas presentes en el agua de riego. Asumir, por parte del agricultor, los costes de descontaminación convertiría la agricultura ecológica en testimonial.

Mirar, desde la agricultura ecológica, hacia otra parte cuando del riego se habla, tampoco soluciona la cuestión. Se hace necesario establecer unos umbrales de tolerancia para el agua de riego, que bien pudieran representar el desarrollo de unos indicadores de sostenibilidad para el riego en Agricultura Ecológica.

Definir estos indicadores, hacerlos fácilmente mesurables y representativos es el verdadero reto a conseguir.

2 ▶ EL RETO DE REGAR EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

El agricultor ecológico es responsable de las semillas que siembra, del fertilizante que utiliza, de las técnicas de manejo y laboreo que emplea, pero ¿es responsable de la calidad de su agua de riego?. En nuestra opinión, no.

En el caso, cada vez más usual, de que el agua de riego no presente unos parámetros mínimos de calidad, incluso bajo el prisma y las limitaciones que se fijan para la agricultura convencional (todavía no se cuenta con unos criterios en la reglamentación europea de agricultura ecológica), el agricultor ecológico no tendrá más remedio que aplicar esa agua, o proceder a acometer por su cuenta y en su finca operaciones de depuración. No es difícil imaginarse los problemas añadidos que esto supondría para el agricultor ecológico.

Retornando a la cuestión que anteriormente nos hemos planteado y reformulándola en busca de soluciones, podíamos preguntar de nuevo : ¿cómo logra el agricultor ecológico que su agua de riego presente unos aceptables parámetros de calidad ?.

Fijar unas normas relativas a la calidad, siendo necesarias, sería una solución parcial a un problema de una magnitud superior.

Cuando el agricultor ecológico, por ejemplo, extrae agua de un acuífero está bombeando agua aproximadamente con los mismos parámetros de calidad que sus vecinos que también riegan, al mismo acuífero van parar también las aguas de percolación suyas y de sus vecinos, estas aguas serán fiel reflejo de las prácticas agroganaderas de la zona y su calidad representará la suma de las afecciones que a ellas causen todos en conjunto. Pone este ejemplo de manifiesto que focalizar el problema en el agua del pozo del agricultor ecológico no va a resolver el problema.

¿Cómo afrontar el problema del riego en agricultura ecológica?

No deberíamos hablar de agua y riego en agricultura ecológica sin hablar de política de aguas. Es a este nivel, y no otro, que debemos intentar plantear las posibles soluciones y es el espacio donde reivindicar el diseño de las políticas hidráulicas que lo permitan.

Analistas como Lester R. Brown, considera al agua dulce como uno de los límites clave al transponer el umbral del siglo XXI, y señala : “a pesar de que nuestros antepasados lidiaron con la escasez de agua desde la antigua Mesopotamia en adelante, el agua dulce, cada día más escasa, puede ser el recurso más subestimado que tiene el mundo al entrar en el nuevo milenio”.

Con el transcurso de los tiempos el agua pasa de tener una consideración como recurso hídrico natural, donde su función básica consiste en responder a las demandas sociales de

uso primario y donde su ciclo hidrológico permanecía inalterado, a tener la consideración de recurso hidráulico, donde el ciclo del agua representa un elemento esencial para el desarrollo económico y social del país.

Dada su consideración como recurso hidráulico, existe una tendencia a la apropiación del mismo para su empleo en los diversos usos y donde el ciclo hidrológico es modificado y artificializado, adquiriendo novedosas dimensiones para el cumplimiento de sus nuevas funciones : ambiental, social y económica.

El recurso hidráulico precisa de ser gestionado

Según F. Aguilera el agua debe ser considerada como un activo ecosocial y donde es necesario abordar la gestión integral en todo su ciclo, y hablar de gestión de agua exige también abordar la gestión integrada del territorio.

La gestión integrada del territorio debe significar, entre otras, el lograr unos sistemas productivos sustentables, que permitan satisfacer las necesidades ambientales, sociales y económicas presentes y futuras.

Altieri indica “el viejo paradigma de maximizar rendimientos y retornos económicos debe dar paso al objetivo de balancear y optimizar la productividad con la equidad social, la viabilidad económica y la conservación de los recursos naturales”

3 ▶ EL MANEJO DEL AGUA EN LOS AGROECOSISTEMAS

Lograr sistemas sustentables implica satisfacer una serie de objetivos en las dimensiones ambiental, social y económica.

El agua esta presente en el agroecosistema, y bajo la perspectiva que hemos señalado, la complejidad es la palabra clave que define los aspectos relacionados con su manejo. Es necesaria una metodología para evaluar la sostenibilidad que refleje la complejidad antes aludida, y que muestre la tendencia hacia el logro de sistemas sustentables.

Para evaluar la sustentabilidad se requiere un esfuerzo verdaderamente interdisciplinario e integrador, que aborde el análisis tanto de los procesos ambientales como de los fenómenos de tipo socioeconómico.

Vamos utilizar como herramienta de apoyo el marco de evaluación MESMIS, cuyo objetivo principal es brindar un marco metodológico para evaluar la sustentabilidad de diferentes sistemas de manejo de recursos naturales a escala local.

Su ciclo de evaluación se condensa en seis puntos, que son cíclicos :

- Determinación del objeto de estudio.
- Determinación de los puntos críticos del sistema.
- Selección de indicadores estratégicos.
- Medición y monitoreo de indicadores.
- Presentación e integración de resultados.
- Conclusiones y recomendaciones.

Cuando se trata de recursos hidráulicos es recomendable, en caso de plantearse su gestión integral, abordar el tema considerando su ámbito natural de aplicación que es la cuenca hidrográfica

4 ► **EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**

Siguiendo los puntos del ciclo de evaluación antes descrito, se considerará :

Determinación del objeto de estudio

Los aspectos a considerar serían:

- **Identificar los sistemas de manejo**

El sistema a considerar será la propia cuenca hidrográfica y en la misma balancearemos el flujo de entradas y salidas

- **Caracterizar el modelo de planeamiento hídrico existente**

La consideración del agua como elemento esencial del desarrollo económico y social todavía representa el modelo más representativo.

- **Caracterizar el sistema alternativo**

El agua es considerada como un activo ecosocial. Nueva economía del agua. Gestión integrada de los recursos hídricos.

Identificación de los puntos críticos del sistema

Definido el ámbito de la cuenca hidrográfica como el sistema de manejo que es

preciso considerar, es necesario determinar fortalezas y debilidades, o sea, los aspectos que favorecen, o no, al sistema para su pervivencia en el tiempo.

Siguiendo la trama del MESMIS, el concepto de sustentabilidad se define a partir de cinco atributos generales: a) productividad; b) estabilidad, confiabilidad y resiliencia; c) adaptabilidad; d) equidad; e) autodependencia. A partir de estos atributos se deben establecer los puntos críticos que los fortalecen o debilitan.

Esos puntos críticos no deben diferir mucho, bajo un punto de vista genérico, de los siguientes: garantía de la disponibilidad de agua, índices de uso de la misma y problemas relativos a su contaminación.

Selección de indicadores

Una vez identificados los sistemas de manejo que, en este caso, podemos considerar la “vieja” cultura del agua como sistema de referencia y la “nueva” cultura del agua como sistema alternativo.

Se utilizan estos términos debido a que son acepciones habitualmente utilizadas y que además ofrecen una clara idea de lo actual y lo alternativo.

Llegados a este punto es preciso definir los criterios de diagnóstico, que podemos considerar como puente entre los atributos de sustentabilidad y los propios indicadores que serán los encargados de representar un nivel de análisis más específico.

Criterios de diagnóstico en el análisis de la gestión de recursos hídricos pueden ser la eficiencia en distribución y aplicación del agua, calidad de la misma, autosuficiencia -necesidad, o no, de transvases -, dentro de la dimensión ambiental.

Distribución de costos y beneficios, calidad de vida y participación social, dentro de la dimensión social.

Eficiencia económica, diversificación de fuentes de agua y disponibilidad de recursos económicos, dentro de la dimensión económica.

Seguidamente se debe proceder a la selección de indicadores, pero no debemos elaborar una lista de ellos interminable, sino una lista representativa del sistema que estamos analizando, por tanto se requiere que sean sensibles, integradores y fácilmente mesurables e interpretables.

Existen una variada gama de propuestas de indicadores para el agua, con vocación universal y local. Se trata de elegir los que sean más representativos y posibilistas dentro

de nuestro ámbito de actuación, la cuenca hidrográfica. Se pueden proponer indicadores económicos clásicos : TIR, VAN, etc. Ambientales como eficiencia, índices de contaminación, etc. Sociales, como los índices de calidad de vida, etc.

Todo esta sistemática nos enmarca las pautas de trabajo, queda, a nivel de cuenca hidrográfica, con sus características físicas, sociales y económicas proponer los indicadores específicos que sirvan como instrumento de análisis y gestión de los recursos hídricos, enmarcados dentro del campo global de la gestión del territorio.

5 ► CONCLUSIONES

El uso del agua en agricultura ecológica no debe pasar exclusivamente por la utilización de un factor de producción con unas determinadas pautas de calidad y cantidad, es preciso reivindicar asimismo la apuesta por una nueva cultura del agua, de manera que aparte de la dimensión económica, las dimensiones sociales y ambientales sean copartícipes en las decisiones que se tienen que tomar.

El marco de evaluación MESMIS, cuyo objetivo principal es brindar un marco metodológico para evaluar la sustentabilidad de diferentes sistemas de manejo de recursos naturales, puede ser una valiosa herramienta de análisis, pero además un importante aliado en el proceso de toma de decisiones en los aspectos relacionados con la gestión de recursos hidráulicos

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **AGUILERA, F. 2000**

¿Más embalses y transvases o gestión del recurso ? El ecologista nº 23. Diciembre 2000.

- **BROWN, L. R. Y FLAVIN, C. 1999**

Una nueva economía para un nuevo siglo. Worldwatch Institute.

- **MASERA, O.; ASTIER, M. Y LÓPEZ - RIDAURA, S. 2000**

Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS . Mundi-Prensa México. 109 pp.

- **VV. AA. 1998**

Sistema español de indicadores ambientales: subáreas de agua y suelo. Serie Monografías. MMA. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. 103 pp.

ORGANIC AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Are they mutually dependent?

The case of Cuba

WRIGHT, JULIA

Julia Wright, Group Communication and Innovation Studies, Wageningen University, the Netherlands, and the International Development Programme, HDRA (Henry Doubleday Research Association), Ryton Organic Gardens, Coventry CV8 3LG, UK. Tel. 00 44 (0) 24 7630 8235;
E-mail: jwright@hdra.org.uk / Internet www.hdra.org.uk

ABSTRACT

In the early 1990s, industrialised Cuba was faced with a critical situation: its foreign supplies of agricultural inputs and food imports were permanently cut off. There was no other option but to become more self sufficient and to turn to alternative agricultural systems. By the end of the decade, it appeared that Cuba had not only managed to feed all its population and increase production, but also to be operating production along organic lines. This research analyses the extent of this change, based on extensive field work in Cuba between 1999-2001. Is rural Cuba really organic, and can it really feed its population in this manner? If not, then why not – what were the challenges it faced? Understanding the Cuban experience is essential for countries which are still unable to provide national security of food, as well as for all those industrialised countries whose agricultural systems are dependent on fossil fuels.

1 ► INTRODUCTION

Cuba was in a unique situation: since 1959 it had developed a highly mechanised, high-input agriculture operating through large State run farms, and producing mainly export products - sugar, tobacco and citrus fruits – which it sold at preferential prices to the USSR in return for cheap fuel, agricultural inputs and major foodstuffs. In 1989 the Soviet Block collapsed, and with this went the inputs that Cuba had relied upon – petrol, machinery, chemical fertilisers and pesticides. The availability of pesticides and fertilisers fell by 80%. Fossil fuels dropped by 65%, and food imports by over 50%. State subsidies to farming halved. Agricultural production and food availability fell overnight, with average calorific intake dropping by as much as 30% compared to levels in the 1980s (Rosset & Benjamin, 1993).

Reports coming out of Cuba throughout the 1990s told of a resounding success story of an organic agricultural model on a national scale (for example, Levins, 1990; Altieri, 1993; Rosset & Cunningham, 1994; Wilson & Harris 1996; Weaver, 1997; Ritchie, 1998; Bourque, 1999). By 1997, yields of the majority of basic field crops were higher than previous averages of the 1980s, and especially of roots, tubers and fresh vegetables (Funes, 2002). It was not only agricultural production which had apparently transformed. According to reports, the Cuban government had successfully managed to uphold its socialist principles in terms of food security, through an explicit policy to feed its people.

Cuba is interesting because it had to reorientate its agricultural system to become more self sufficient under low external input conditions, and at the same time its food system under low fuel conditions. Given the longstanding global rhetoric to develop a more sustainable, environmentally friendly, less chemically-dependent agriculture (eg. Soule & Piper, 1992; Goering et al, 1993; Thompson, 1995; Pretty, 1998), and the concern that using up fossil fuel reserves within the next two decades may require the strict regulation of petrol and petroleum based products as well as the development of alternatives, there has been surprisingly little proactive, concerted interest in the Cuban experience by the formal agricultural research, development or policy community.

2 ► METHODOLOGY

Commencing in 1998 and funded for a three year period by the European Commission, this research was undertaken out of the Social Sciences Department of Wageningen University, the Netherlands. During this time, over a year was spent in Cuba, based at the Instituto de Ciencias Agrícolas (INCA), Havana.

The main research questions were:

- Is Cuban farming organically?
- If so, what are the supportive policies and processes?
- If not, then why not – what are the challenges to going organic?
- What is the impact on the food security system?

These questions were answered through analyses of maize seed and cropping systems in Havana Province, the determinants of farming strategies over three provinces (Havana, Cienfuegos and Holguin), food system transformation from dependency to self-reliance, and the institutionalisation of the Cuban organic movement. The main tools used were semi-structured interviews and checklists of questions, for quantitative and qualitative analyses. Interviews took place with almost 200 farmers, research and extension workers, and Ministry staff from the sectors of Agriculture, Education, Environment and Health.

3 ► SELECTED RESULTS

Is Cuba organic?

Cuba was not farming with an organic approach. Field results indicated that 75% of farmers were using synthetic fertilisers, and 65% were using synthetic pesticides. The majority of farmers want to use more of these inputs as they become available. In terms of transition, the majority of the country is at a stage of substitution of synthetics for biological inputs. However, in terms of intensiveness, there is a distinct patchwork effect throughout the country. Certain crops are allocated higher levels of inputs, whilst others receive none, and this varies by province and municipality. Certain types of farming cooperative use more ecological approaches than others, and this is also true for individual farmers some of whom are more innovative than others. The same goes for the Ministry, for research and extension groups and individuals. The claim to organic really attributes to the urban farming sector which does operate largely along organic lines and is strongly supported by government policy and research. So why is urban agriculture different? Because it grew spontaneously as the State allowed individuals to farm on any piece of land available; because it is small scale and manageable, because agrochemicals were accepted early on as being unhealthy for use in an urban environment, and because urban agriculture has been able to prove its worth in a relatively short period of time. Rural production, on the other hand, had a history of embeddedness in industrialised thinking and farming systems, and this takes longer to change, as almost all Cubans interviewed conferred.

Yet both research results and farming practice show that widespread organic production is technically feasible and would provide sustainable yields, often surpassing yields of

industrialised production. The main restrictions to the increased uptake of organic techniques were identified as: lack of access to organic inputs and lack of access to knowledge on organic agriculture. Educators of agroecology in Cuba identified the main long term challenge of changing the dominant industrialised mentality at all levels from farm to policy.

Is Cuba feeding its population?

Although national food production levels are steadily increasing, Cuba remains dependent on both food imports and food aid, and wastage remains a problem in the distribution system. Human health problems are increasing, with over-consumption leading to an all-time high for obesity rates of 36.5% by the late 1990s (obesity had dropped to 16% in 1993) and heart disease is the main cause of death. Yet throughout, Cuba has managed to maintain basic daily access to food by each citizen in the country, even during its most desperate years of the early 1990s, a feat not achieved by other food insecure countries. Its success in turning the situation around to attain an equitable level of food security over the decade of the 1990s is contributable to several factors.

- **Factor 1**

A cohesive cross-sectoral policy (political will). Underlying Cuba's success has been the long term political interest in providing basic social needs: education, electricity, roads, and housing, and a basic food ration. Thus during this crisis, the ability was maintained for subsistence occupations to continue and especially of agriculture. Political will also meant joined-up action, with a self-imposed state of emergency during which time the population accepted sacrifices in living standards in order to build up levels of self sufficiency. A three pronged national strategy for food security emerged: the improvement of an early warning monitoring system, the encouragement of domestic food production, and the continued guaranteed access by all to the food available. All agricultural institutions refocused to place food security as their top strategic priority throughout the decade.

- **Factor 2**

Ensuring access - controlled distribution and social safety nets. For Cuba, this meant maintaining a basic food ration to each citizen in the country, which it managed to provide even in the most desperate years of the early 1990s. To support the ration, farmers were obliged to sell a certain quantity of their planned production to the State at an agreed, if low, price. The State also encouraged diversification of unsubsidised food sources for the population, as well as employment opportunities.

- **Factor 3**

Promotion of domestic food production.

► **Input substitution.** To replace the shortfall of imported agricultural inputs, 220 small laboratories and production centres were constructed nationwide, for the production of biological control agents, biological pesticides and biofertilisers. This substitution of inputs has meant that, to some extent, the sector has been able to adapt rapidly without having to massively re-educate the farming sector. Recourse was also made to traditional crop husbandry practices such as intercropping, green manuring, rotations and crop-livestock interactions. Farms were also encouraged to diversify their production with a priority for local self-sufficiency.

► **Increased land access.** In September 1993, a law was passed to allow for small farmers and cooperatives to receive more land free and in perpetuity if they dedicated it mainly to the production of certain crops. Further land – approximately 1/4 ha – could be given to individuals and pensioners interested in family self-provisioning. The general population was urged to participate through community and family home gardens or community tree planting, and also encouraged was food production in the workplace, and production by other government sectors such as the military.

► **Farm reorganisation.** The State acknowledged that small, private producers had been more productive than the large state farms. Therefore the State farms were broken down and put into cooperative ownership. In 1992, 75% of cultivable land was in the hands of State farms, but by 1997 this figure had dropped to 34%. Within a cooperative, an individual or group could be bound to a piece of land and responsible for its production, and as an incentive receive a share of any surplus production. Conversely, a share could be deducted from the wage packet if production plans were not fulfilled. This was called ‘Linking man to the land’.

• Factor 4

Investment in extension and training. Training in all aspects of more efficient farm management was run at several levels – for farmers, technical staff and farm administrators – and in all areas of the country, including through long distance diploma and postgraduate courses. This training included ecological production principles and techniques. Extension services were expanded, each farm cooperative having a resident facilitator.

• Factor 5

Increased farmer incentives. On state farms, the basic workers’ salary was increased, and both state and private farms benefited from more diversified and higher priced agricultural markets. Farm gate prices rose by 50%. Migration to rural areas was incentivised through a regeneration programme called ‘The Dignity of Farming Life’. Access to credit improved. Farming is currently one of the highest paid professions in Cuba and the State has no more need to encourage migration.

- **Factor 6**

Increased post-harvest efficiency. In 1993, a new food procurement process was introduced, with farmers bringing their produce to multiple rural collection points at a pre-arranged day and time, where they would hand over to the State buyers and receive payment on the spot. With a priority on reducing postharvest losses, local processing plants were installed, and adequate labour organised for peak harvesting periods. By the end of the decade, most provinces were self sufficient in the basic staples and seasonally in vegetables and fruits, and an increase in local and regional production-consumption linkages.

- **Factor 7**

Selectivity over imports. Overall there was a priority at farm and regional levels to produce for the national population rather than for export; partly it was considered immoral to do otherwise, but also Cubans were aware of their lack of competitive know-how, technology and organisation. Decisions over which foods to import were made pragmatically, with different rules applying to different crops. Certain perishable foods would be too expensive to be produced and stored in Cuba, and certain staples could not yet be guaranteed year round through national production.

4 ► CONCLUSIONS

Five conclusions emerge out of the case of Cuba. First, the removal of agrochemicals does not signify that production is organic; converting to organic requires a conscious decision to do so, and the Cuban government has not yet made this decision. Second, organic agriculture is technically feasible as a mainstream component of a nation's food security strategy. Third, achieving food security is less conditional on the farming approach than on political will. Fourth, yet political will is required to ensure both food security AND organic agriculture. Fifth, without an organic-type ethos, human and environmental health-related production problems will persist.

Cuba may be unique in its governance, but not dissimilar to capitalist countries if we compare with the extent of corporate control. In fact, while western farming and food systems become increasingly mechanised, uniform and totalitarian, Cuba is moving toward greater complexity, diversity, human-scale and bioregional production.

5 ► REFERENCES

- **ALTIERI, M. A. 1993**

The Implications of Cuba's Agricultural Conversion for the General Latin American Agroecological Movement.

Agriculture and Human Values, Summer 1993 10(3) pp. 91-92.

• **FUNES, F. 2002**

The Organic Farming Movement in Cuba. In Funes F., L. García, M. Bourque, N. Pérez & P. Rosset (eds.) Sustainable Agriculture and Resistance: Transforming Food Production in Cuba. Food First Books, California. P. 1-26.

• **GOERING, P.; NORBERG - HODGE, H. Y PAGE, J. 1993**

From the ground up. Rethinking industrial agriculture. International Society for Ecology and Culture. Zed Books, London.

• **LEVINS, R. 1990**

The Struggle for Ecological Agriculture in Cuba. Capitalism, Nature and Socialism (October 1990) 21-141.

• **PRETTY, J. 1998**

The Living Land. Agriculture, Food and Community Regeneration in Rural Europe. Earthscan Publications, London.

• **RITCHIE, H. 1998**

A Revolution in Urban Agriculture. Soils and Health 57 (3).

• **ROSSET, P. Y BENJAMIN, M. 1993**

Two Steps Forward, One Step Backward: Cuba's Nationwide Experiment with Organic Agriculture. Global Exchange, San Francisco, CA, USA.

• **ROSSET, P. Y CUNNINGHAM, S. 1994**

The Greening of Cuba. Earth Island Journal, Winter 94, Vol. 10, Issue 1 p.23.

• **SOULE, J. D. Y PIPER, J. K. 1992**

Farming in Nature's Image. An Ecological Approach to Agriculture. Island Press, Covelo, California.

• **THOMPSON, P. B. 1995**

The Spirit of the Soil. Agriculture and Environmental Ethics. Routledge, London/New York.

Weaver M. Allotments of Resistance. Cuba Sí. Summer 1997. p. 21.

• **WILSON, H. Y HARRIS, P. 1996**

Report on Havana Urban Agriculture Organic Production. HDRA/De Montford University, UK.

SUELOS Y FERTILIZACIÓN

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

LAS LOMBRICES COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO EN PRADERAS ASTURIANAS CON DIFERENTE MANEJO

ALONSO MOYA, M. J.⁽¹⁾; **DÍAZ COSÍN, D.**⁽²⁾; **TRIGO D., D.**⁽²⁾; **DIDDEN, W. A. M.**⁽³⁾; **LANTINGA, E. A.**⁽⁴⁾ Y **PÉREZ SARMENTERO, J.**⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Química y Análisis Agrícola. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid
E-mail: Maria.Alonso-moya@wur.nl / ipsarmentero@qaa.etsia.upm.es

⁽²⁾ Dpto. de Zoología y Antropología Física. Facultad de Biología
Universidad Complutense de Madrid
E-mail: dadico@bio.ucm.es / trigoaza@bio.ucm.es

⁽³⁾ Soil Quality Group. Wageningen University and Research Centre. Wageningen (Holanda)
E-mail: Wim.Didden@wur.nl

⁽⁴⁾ Biological Farming System Group. Wageningen University and Research Centre. Wageningen (Holanda)
E-mail: Egbert.Lantinga@wur.nl

RESUMEN

Se investigan las relaciones existentes entre sistema de manejo, suelo y población de lombrices en praderas permanentes del occidente asturiano bajo régimen de siega. Se compararon cuatro praderas similares en cuanto a superficie, tipo de suelo y emplazamiento pero con diferente manejo (convencional y ecológico). Se realizaron análisis físico-químicos de los suelos y se calculó el índice de calidad de suelo para cada pradera teniendo en cuenta las propiedades físicas, químicas y biológicas de cada suelo. Se determinaron las lombrices y se calculó su abundancia, biomasa, índice de diversidad de Shannon-Weiner y distribución según el índice de Morisita. Finalmente, se realizó un análisis multivariante (Principal Component Analysis (PCA)) y se determinó el tipo de manejo y condiciones del suelo que favorecen la población de lombrices. Sólo se encontraron diferencias significativas (T-test, $p > 0.05$) al comparar las praderas convencionales y ecológicas en cuanto al índice de calidad biológica del suelo ($p = 0,01$).

PALABRAS CLAVE: AGRICULTURA ECOLÓGICA, SUELOS, PRADERAS, INDICADORES Y CALIDAD

1 ► INTRODUCCIÓN

Las lombrices pueden ser utilizadas como indicadores biológicos de la calidad del suelo (Lampkin, 1999) en el que juegan un papel importante ya que, entre otras cosas, contribuyen a la descomposición de la materia orgánica y por tanto liberan nutrientes, mezclan y airean el suelo y crean canales de drenaje (Neale y Scullion, 1999). Además en relación con su papel de indicadores hay que tener en cuenta la facilidad para identificarlas con respecto a otros organismos, la sencillez con la que se pueden cuantificar y su respuesta a cambios de manejo del suelo, que hacen que se puedan utilizar para juzgar la estabilidad ante cambios o estrés producidos por manejo del suelo. También pueden servir como aviso ante cambios a largo plazo del contenido de materia orgánica o de la estructura del suelo y de cambios en la disponibilidad, transformación y capacidad de captación de nutrientes esenciales para las plantas. Por otra parte juegan un papel importante en el funcionamiento del suelo, ya que influyen en la estructura, mejoran el nivel de materia orgánica, el balance de agua e incrementan la estabilidad de los agregados.

La contribución de las lombrices en la mineralización de nutrientes es difícil de cuantificar, puesto que depende de factores tales como la dieta, y la eficiencia metabólica, que deben ser estimados. Además se cita en la literatura que la biomasa de lombrices está positivamente relacionada con la productividad (Brussaard *et al.*, 2004).

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha hecho un muestreo en cuatro praderas permanentes bajo régimen de siega en el municipio de Arbón (Concejo de Villayón, Asturias) (coordenadas UTM 29T685817) que se caracteriza por una temperatura media anual de 11.7 °C, y 1393 mm de precipitación anual.

Lombrices de tierra

La recolección de lombrices de tierra se realizó en septiembre de 2003 antes del muestreo del suelo para evitar posibles perturbaciones. La unidad de muestreo fue 20×20×20 cm y en cada pradera se tomaron seis muestras de forma aleatoria. Se realizó una extracción manual por excavación, seguida por la aplicación de una solución irritante de extracto de mostaza (Chan y Munro, 2001) para expulsar las lombrices situadas en capas más profundas.

Las lombrices se fijaron en una solución alcohol 96°-formol 10% 1:1, y se conservaron en tubos con formol al 10%. La determinación se realizó utilizando la clave de Trigo (1987). Los ejemplares se contaron y pesaron para obtener su abundancia y biomasa. Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Weiner ($H' = - \sum P_i \times \ln P_i$), y se estudió su distribución mediante el Índice de Morisita (1959) I_8 .

Según el cual, si $I_g < 1$ la distribución es uniforme, si $I_g = 1$ es al azar y si $I_g > 1$ es agregada.

Suelo

Se tomaron 26 muestras por hectárea siguiendo un recorrido en zig-zag. Cada 20 pasos se tomó una muestra en el punto medio de un cuadrado de 30×30 cm. Las muestras se tomaron de los primeros 15cm de suelo mediante un muestreador de 2cm de diámetro. Todas las muestras se juntaron y mezclaron para tomar 4 sub-muestras que se utilizaron para analizar 16 parámetros. Se realizaron cuatro réplicas de cada análisis de acuerdo a los métodos oficiales de análisis (MAPA, 1986), pH, conductividad eléctrica (CE), carbono orgánico (CO), materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt), fósforo disponible (P), potasio (K), calcio (Ca), Magnesio (Mg), sodio (Na), capacidad de intercambio catiónico (CIC), relación carbono-nitrógeno (C/N), porcentaje de arena, limo y arcilla y por último la textura de acuerdo a USDA. Además se realizó un perfil en cada pradera de acuerdo a las metodologías de Herody (1999), FAO (1977) y la Guía de Campo para la descripción de perfiles de suelo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid (Almorox *et al.*, 2003). Los suelos se caracterizaron e identificaron de acuerdo a la Soil Taxonomy (USDA, 1999). Además se calculó el índice de calidad de suelo de Alonso *et al.* (2004).

Análisis estadísticos

Los datos han sido sometidos a un análisis multivariante para valorar la incidencia de los principales parámetros físico-químicos del suelo sobre la población de lombrices utilizando el programa CANOCO 4.5, un análisis de componentes principales (PCA, Principal Components Analysis). Antes de realizar el análisis se decidió no considerar los datos con una alta correlación ($r > \pm 0,95$), calculada con el paquete estadístico SPSS 12,0. Las variables altamente correlacionadas se han agrupado en una única variable. Finalmente se han considerado sólo 5 variables: pH, nitrógeno total (N), materia orgánica (MO), fósforo asimilable (P) y el índice de calidad de suelo (ICS).

Parcelas estudiadas

Las características de las praderas estudiadas se recogen en la tabla 1. Las praderas 1 y 3 tienen un manejo convencional mientras que la 2 y la 4 presentan un manejo ecológico y en ninguna de ellas se han utilizado productos químicos que puedan afectar a la vida de las lombrices, siendo por tanto el factor más significativo el manejo. Todas las praderas

pertenecen al occidente asturiano y a grandes rasgos, dicha zona está formada por una alternancia de pizarras metamórficas, areniscas y cuarcitas sobre las que se desarrollan suelos ácidos o muy ácidos. La siguiente tabla muestra una caracterización de las praderas estudiadas, se han presentado por parejas, así se obtienen dos parejas: la formada por 1 y 2 y la formada por 3 y 4.

Tabla 1. Caracterización de las praderas que se han estudiado

PRADERAS	1	2	3	4
Lugar	Arbón			
Orientación	Este			
Situación	Fondo de Valle	Fondo de valle	Ladera	Fondo de valle
Material geológico	Pizarra, cuarcita, arenisca			
Altura (m)	60	60	75	60
Pendiente	0		2 - 6	0
Superficie (ha)	1,5	1	1,5	0,5
Manejo	Convencional	Ecológico (Certificación 2001)	Convencional	Ecológico (Certificación 2001)
Pesticidas	No			
Riego	No			
Uso	Siega para uso en fresco y conservación mediante ensilado. Tres cortes al año (Marzo, Junio y Septiembre)			
Fertilización	Química	Orgánica (0-14-7)	Purín	Orgánica (0-14-7)
Fecha del último corte	Principios de Junio 2003			

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han encontrado 7 especies de lombrices diferentes (ver tabla 2): *Allolobophora caliginosa* (A.c.), *Allolobophora rosea* (A.r.), *Allolobophora* sp. (A.sp.) (ejemplares indeterminados no atribuibles ni a *A. rosea* ni a *A. caliginosa*), *Lumbricus friendi* (L.f.), *Octolasion lacteum* (O.l.), *Dendrobaena* sp. (D.sp.) y *Microscolex phosphoreus* (M.p.). Todas las especies pertenecen a la familia Lumbricidae excepto *Microscolex phosphoreus* (M.p.) que es de la familia Acanthodrilidae. Los índices de Morisita (1959) mostraron distribuciones agregadas

prácticamente en la totalidad de los casos. Este tipo de distribución puede ser el resultado del comportamiento selectivo de los miembros de la población y concuerda con las observaciones realizadas por Hernández *et al.* (2003).

Tabla 2. Resultados de la identificación y cuantificación de las lombrices en cada pradera. Se muestran las diferentes especies, la abundancia de cada especie, la abundancia total y la biomasa total de lombrices, la distribución de cada especie según el índice de Morisita y el índice de diversidad de Shannon-Weiner (H')

PRADERA	ESPECIE	Nº DE LOMBRICES EN LAS MUESTRAS	ABUNDANCIA ESPECÍFICA ($N^{\circ} \times M-2$)	ABUNDANCIA TOTAL ($N^{\circ} \times M-2$)	BIOMASA TOTAL ($G \times M-2$)	DISTRIBUCIÓN	DIVERSIDAD H'	
1	A.c.	7	29,17	79,17	14,55	1,43	A	1,11
	A.r.	9	37,5			1,33		
	D. spp.	2	8,33			6		
	M.p.	1	4,17			0		
2	A.c.	12	50	170,83	43,48	1,91	A	1,34
	A.r.	9	37,5			1,67		
	L.f.	6	25			2,4		
	O.l.	14	58,33			3,16		
3	A.c.	13	41,66	49,99	7,64	2,31	A	0,45
	L.f.	1	8,33			0		
4	A.c.	12	50	158,33	42,15	0,41	U	1,23
	A.r.	15	62,5			1,26		
	A. spp.	2	8,33			6		
	L.f.	9	37,5			1,83		

En la tabla 3 vienen los resultados de los análisis de suelo de cada pradera donde puede observarse que la acidez de los suelos es adecuada para la producción de hierba por ser superior a 5.5 excepto en la pradera convencional 1 que presenta ligera acidez lo cual puede haber inducido a que los rendimientos de la pradera estén por debajo del óptimo (Sindi, 2004).

Según González (1990) son suelos no salinos puesto que la conductividad eléctrica (CE) es en todos los casos menor de 20 Ds/cm 25°C. En todos los suelos, el contenido de fósforo asimilable es muy superior al mínimo requerido para una pradera que es 11 ppm. De hecho,

se encuentra alrededor de 50 ppm lo que puede indicar que probablemente se ha estado aplicando en exceso (Sindi, 2004). La acumulación de fósforo en los horizontes superficiales se debe principalmente a altas tasas de aplicación de purín pues el fósforo es un elemento muy estable en el suelo.

Tabla 3. Resultados de los análisis de suelos de cada pradera

PARÁMETRO	PRADERA			
	1	2	3	4
pH	5,35	6,02	5,93	5,82
CE dS/kg a 250C	0,08	0,13	0,11	0,12
C %	10,52	7,62	5,02	3,73
P (ppm)	59,25	45,75	55,75	140,5
Nt %	0,59	0,64	0,44	0,33
MO %	18,10	13,10	8,64	6,41
K (ppm)	110,50	201,50	186,88	455,25
K cmol(+)/kg	0,28	0,51	0,48	1,16
Mg cmol(+)/kg	4,89	11,80	8,07	5,05
Ca cmol(+)/kg	0,43	2,32	1,62	1,12
Na cmol(+)/kg	0,13	0,29	0,26	0,14
CIC cmol(+)/kg	8,26	14,91	10,53	7,57
C/N	17,83	11,90	11,56	11,30
Arena	26,10	26,15	37,25	25,55
Limo	52,83	53,40	45,2	54,83
Arcilla	21,05	20,65	18,8	19,63
Textura	Franco limoso	Franco limoso	Franco	Franco limoso
Profundidad del suelo (cm) hasta la capa freática	45	55	> 60	> 60
NO Horizontes	6	6	4	3
Tipo de suelo	Endoaquoll Fluvaquentic Mollisol	Typic Endoaquoll Mollisol	Typic hapludoll Mollisol	Typic Udifluent Entisol

Dichos niveles de fósforo pueden causar eutrofización por escorrentía, los momentos más vulnerables para que esto ocurra son cuando llueve tras la aplicación del purín (Haygarth, 1997) lo cual suele ser corriente en Asturias. Puesto que el pH óptimo para la asimilación de fósforo se encuentra entre 5.5 y 7 (González, 1990) sólo la pradera convencional 1 no satisface dicha condición.

Todos los suelos son de textura franco limosa o franca, son suelos con valores bajos de CIC y muy elevados de materia orgánica. Todas las praderas presentan niveles muy bajos de calcio, pues son menores de 3.5 meq/100g de suelo (González, 1990) así como de sodio, al ser inferiores a 3.0 meq/100g de suelo. Por el contrario, los niveles de magnesio son superiores a 4meq/100g de suelo (González, 1990), por lo que son muy elevados. Por ello, se podría pensar en una posible deficiencia de calcio.

En la tabla 4 se muestra la calidad de los suelos calculada según la metodología propuesta por Alonso *et al.* (2004). Dicha tabla presenta el índice de calidad biológica del suelo (ICbi), física (ICfi), química (ICq) y el índice de calidad de suelo (ICS) de cada pradera como la suma de los anteriores índices. Los suelos que presentan un índice de calidad más elevado son los de las praderas ecológicas 2 y 4. Si se comparan los resultados de la tabla 4 con los de la tabla 2 se observa que otra vez las praderas ecológicas presentan mayor número, abundancia, biomasa y diversidad de lombrices.

Tabla 4. Índice de calidad del suelo calculado de acuerdo a Alonso *et al.* (2004)

ÍNDICE DE CALIDAD DEL SUELO	PRADERA 1	PRADERA 2	PRADERA 3	PRADERA 4
ICbi	0,17	0,25	0,17	0,25
ICfi	0,22	0,25	0,27	0,27
ICq	0,14	0,25	0,25	0,27
ICS	0,53	0,75	0,68	0,79

Al comparar las praderas bajo manejo convencional (1 y 3) con las praderas bajo manejo ecológico (2 y 4) sólo se encontraron diferencias significativas (T-test, $p > 0,05$) en el índice de calidad biológica del suelo ($p = 0,01$) que como en este trabajo está basado exclusivamente en las lombrices de tierra, señala que éstas son indicadoras de la calidad del suelo. Estudios previos en los que se han comparado suelos bajo manejo convencional y ecológico muestran que tanto biomasa como densidad y diversidad son significativamente mayores en las parcelas ecológicas (Yeates *et al.*, MAFF, 2000). Aunque esto no se ha cumplido en éste estudio, las praderas ecológicas muestran tendencia a ser diferentes en cuanto a la abundancia y biomasa ($p = 0,058$ y $p = 0,061$ respectivamente).

El análisis multivariante (tabla 5, fig 1 y 2) muestra las correlaciones entre las distintas variables del suelo. Se aprecia que el pH está correlacionado positivamente con el índice de calidad del suelo y negativamente con el nitrógeno total, el fósforo disponible y la materia orgánica. La variable nitrógeno total se encuentra positivamente correlacionada con la materia orgánica y negativamente con el fósforo disponible y el índice de calidad de suelo. La variable fósforo disponible está positivamente correlacionada con el índice de calidad de suelo y negativamente con la materia orgánica. Por último la materia orgánica del suelo está correlacionada negativamente con el índice de calidad del suelo.

Tabla 5. Matriz de correlación entre las variables del suelo

pH	1,0000				
N	-0,1650	1,0000			
P	-0,0131	-0,8317	1,0000		
MO	-0,6676	0,8442	-0,6312	1,0000	
ICS	0,8375	-0,4607	0,4992	-0,8113	1,0000
	pH	N	P	MO	ICS

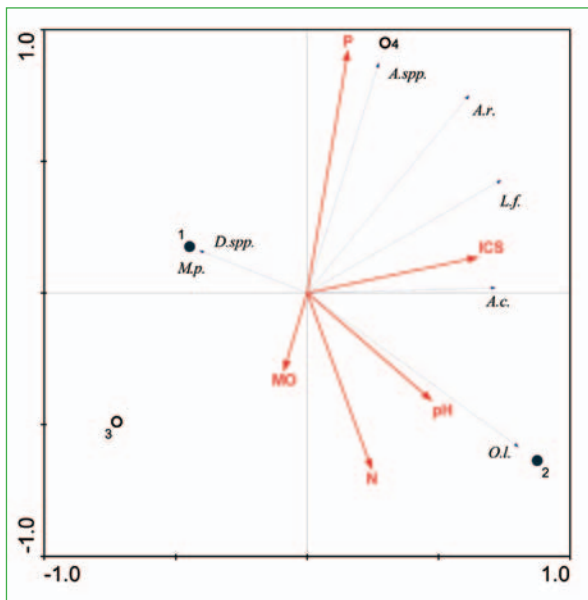


Figura 1. Diagrama de ordenación en el que se encuentran representadas las especies de lombrices, las variables medioambientales (pH, N, P, OM, CIC) y las praderas convencionales (1 y 3) y ecológicas (2 y 4)

La figura 1 muestra la relación entre las diferentes especies de lombrices, las variables ambientales pH, P, N, OM e ICS y las praderas convencionales y ecológicas.

Se aprecia que A.r. sólo muestra correlación positiva con ICS y P, A.c. muestra correlación positiva con todas las variables excepto con la materia orgánica, O.l., M.p. y D.spp. están solamente positivamente correlacionadas con el fósforo asimilable y L.f. presenta correlación positiva con ICS, P y pH. La figura 2 representa la relación entre la diversidad de lombrices y las variables medioambientales del suelo.

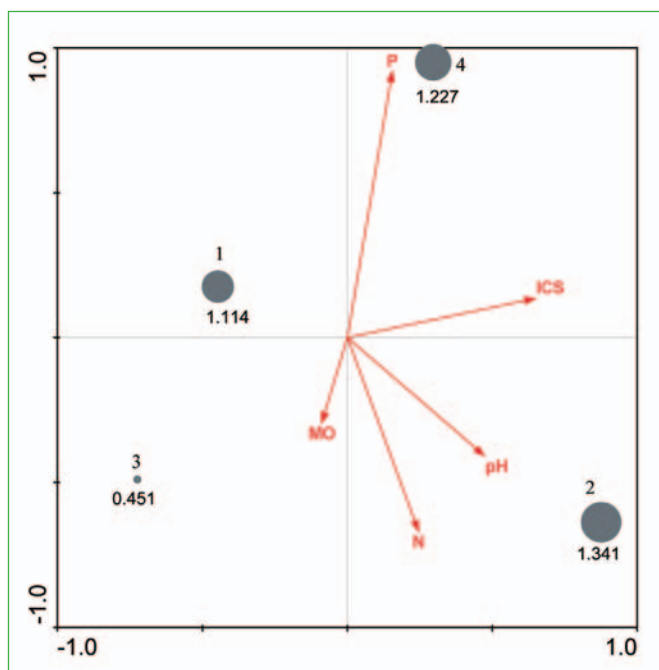


Figura 2. Gráfica que representa la diversidad de lombrices de cada pradera con respecto a las variables ambientales (pH, P, N, MO, ICS)

La diversidad suele estar positivamente correlacionada con la estabilidad del ecosistema. Una mayor diversidad aumenta las probabilidades de que al menos algunas especies o grupos funcionales respondan de forma diferente a perturbaciones en el suelo (Brussaard *et al.*, 2004). Las praderas ecológicas presentaron mayor diversidad de especies aunque la diferencia no fue significativa ($p = 0,389$).

La diversidad confiere estabilidad al sistema mientras que el estrés causado por el manejo reduce el número de especies. De la figura 2 se extrae que la diversidad está positivamente correlacionada con ICS, N, MO y pH y solamente negativamente correlacionada con P.

4 ► CONCLUSIONES

La hipótesis de que las lombrices puedan ser utilizadas como indicadoras de la calidad del suelo queda reforzada puesto que sólo el índice biológico de calidad del suelo presentó diferencias significativas al comparar las praderas convencionales y ecológicas. Por tanto, como en este trabajo dicho índice está calculado únicamente con las lombrices, esto implica que este grupo zoológico es un buen indicador de calidad.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALMOROX, J.; DE ANTONIO, R. Y HONTORIA, C. 2003**

Guía de campo para la descripción de perfiles. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Departamento de Edafología. 49 pp.

- **ALONSO MOYA, M. J.; LANTINGA, E. A. Y PÉREZ SARMENTERO, J. 2004**

Método para evaluar la calidad del suelo: estudio de cuatro praderas asturianas. En: VI Congreso de SEAE y II Congreso Iberoamericano de Agroecología, Almería. Aceptado. Pendiente de publicación.

- **ÁLVAREZ, M. A. Y DÍAZ - FIERROS, F. 1995**

Los suelos. En: Aramburu C. y Bastida F. (Eds.) Geología de Asturias, Gijón, 173-187.

- **BRUSSAARD, L.; KUYPER, T. W.; DIDDEN, W. A. M.; DE GOEDE, R. G. M. Y BLOEM, J. 2004**

Soil Quality from Biomass to Biodiversity - Importance and Resilience to Management Stress and Disturbance. En: Schjønning P. Christensen B.T., Elmont S. (Eds) Managing Soil Quality-Challenges in Modern Agriculture. CAB International, Wallingford, UK.

- **CHAN, K.Y. Y MUNRO, K. 2001**

Evaluating mustard extracts for earthworm sampling. *Pedobiologia* "45,272-278".

- **FAO 1977**

Guía para la descripción de perfiles. FAO. Roma.

- **GONZÁLEZ MARTÍNEZ, M. C. 1990**

Métodos analíticos para análisis de suelos. Colección Información Técnica agraria. Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 218 pp.

- **HAYGARTH, P. 1997**

Phosphorus losses from grassland soils: New understanding and concepts. *IGER Innovations*. 60-62.

- **HERODY, Y. 1999**

Conocimiento del suelo. Tomo I: El modelo básico. Ed. Biolur. Navarra.

- **HERNÁNDEZ, P.; GUTIÉRREZ, M.; RAMAJO, M.; TRIGO, D. Y DÍAZ COSIN, D. J. 2003**

Horizontal distribution of an earthworm community at El Molar, Madrid (Spain). *Pedobiologia* "47, 568-573".

- **LAMPKIN, N. 1999**

Organic Farming. 747 pp.

- **MAPA 1986**

Métodos Oficiales de Análisis. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- **MORISITA, M. 1959**

Measuring of the dispersion of individual and analysis of the distribution patterns. *Mem. Fac. Sci. Kyushu*

Univ. Ser. E. Biol., "2,215-235".

• **NEALE, S. Y SCULLION, J. 1998**

A comparison between organic and conventional farming systems with respect to earthworm biomass and its effects, pp. 85-90. En Van Keulen H., E.A. Lantinga, H.H. van Laar (1998). AP Minderhoudhoeve-reeks nr.2 (1998). Mixed Farming Systems in Europe. Workshop proceedings, Dronten, Holanda, 231 pp.

• **TRIGO, D. 1987**

Lombrices de Tierra de Portugal. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. España.

USDA (United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service). 1999. Soil Taxonomy. A Basic system of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Second Edition. Agriculture handbook. Number 436.

• **YEATES, G. W.; BARDGETT, R. D.; COOK, R.; HOBBS, P. J.; BOWLING, P. J. Y POTTER, J. F. 1997**

Faunal and microbial diversity in the three Welsh grassland soils under conventional and organic management regimes. Journal of Applied Ecology , 34, 453-470pp.

MÉTODO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL SUELO

Estudio de cuatro praderas asturianas

ALONSO MOYA, M. J.⁽¹⁾; **PÉREZ SARMENTERO, J.**⁽¹⁾ Y **LANTINGA, E. A.**⁽²⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Química y Análisis Agrícola. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Ciudad Universitaria, s/n. 28040, Madrid

E-mail: Maria.Alonso-moya@wur.nl / ipsarmentero@qaa.etsia.upm.es

⁽²⁾ Biological Farming System Group. Wageningen University and Research Centre. Wageningen (Holanda)
E-mail: Egbert.Lantinga@wur.nl

RESUMEN

Se propone un método para evaluar la calidad de los suelos y se aplica en la comparación de dos praderas del occidente asturiano con diferente manejo (convencional y ecológico). Se presenta un índice de calidad de suelo basado en tres tipos de indicadores (biológicos, físicos y químicos) y sub-indicadores. Se proponen valores de referencia para cada sub-indicador y valores de peso tanto para indicadores como para sub-indicadores, en función de su contribución a la calidad del suelo y basados en las condiciones de las praderas. Al aplicar la metodología al caso de las praderas, las praderas bajo manejo ecológico presentaron mayores índices de calidad de suelo.

PALABRAS CLAVE: ÍNDICE DE CALIDAD DE SUELOS, PRADERAS, ASTURIAS Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

1 ► INTRODUCCIÓN

Este estudio presenta una metodología para diagnosticar la calidad del suelo. Calidad del suelo es la capacidad de éste para funcionar con respecto a un clima, paisaje, ecosistema y manejo determinados; para producir manteniendo la calidad medio ambiental promoviendo la salud tanto de plantas y animales como de los seres humanos (Brussaard *et al.*, 2004). Se ha tomado esta definición de calidad del suelo por su simplicidad y por ser una recopilación de otras muchas definiciones. El concepto de calidad de suelo al que se hace referencia se basa en las propiedades biológicas, físicas y químicas del mismo; combina atributos del suelo con factores propios del lugar como son la pendiente o la orientación (Burger y Kelting, 1999) y por ello depende tanto del manejo como del propio ecosistema (Schoenholtz *et al.*, 2000). En términos más simples, la calidad del suelo refleja la vida y naturaleza dinámica de éste (Karlen *et al.*, 1997) y se debe entender como la capacidad del suelo para producir.

Dada la progresiva degradación de los suelos, es necesario incorporar el concepto de la calidad del suelo como un instrumento sensible y dinámico para evaluar las condiciones en las que se encuentran los suelos, así como su respuesta a cambios de manejo o a situaciones de estrés. No existe un único parámetro que pueda cuantificar la calidad del suelo, pero existen determinadas propiedades que se consideran buenos indicadores (Diack y Scott, 2001). Por ello, para cuantificar la calidad del suelo se necesita definir una base de datos que comprenda las medidas de varios atributos o propiedades esenciales del suelo y que puedan servir como indicadores claves de la calidad del suelo (Larson y Pierce, 1991). Por indicadores se entienden aquellas variables que proporcionan información sobre otras que son más difíciles de medir (Grass *et al.*, 1989). Según Brussaard *et al.* (2004) los indicadores de la calidad del suelo deben estar bien relacionados con los procesos que tienen lugar en el ecosistema. Deben integrar procesos y propiedades biológicas, físicas y químicas; deben servir para estimar aquellas propiedades del suelo que son más difíciles de medir, ser sensibles a variaciones tanto de manejo como climáticas en el largo plazo y además deben ser relativamente fáciles de utilizar bajo condiciones de campo. Por otra parte, deben ser tangibles, cuantificables y fáciles de medir y las mediciones deben poder repetirse a través del tiempo en las mismas condiciones. Los indicadores propuestos intentan ofrecer la visión más simple de la calidad del suelo y se han desarrollado a partir de datos recogidos en la bibliografía existente básicamente sobre praderas. Sin embargo, es difícil separar las funciones del suelo debido a la naturaleza dinámica de los procesos biológicos, físicos y químicos que tienen lugar en el suelo y a sus interacciones. Dichas interacciones son especialmente importantes entre indicadores de calidad biológicos y químicos (Schoenholtz *et al.*, 2000).

El objetivo es profundizar en la comprensión de las complejas interacciones existentes en el suelo y desarrollar un método sistemático para evaluar el estado actual de los suelos así como su evolución mediante el uso de un índice de calidad de suelo (ICS). La metodología propuesta se basa en una revisión bibliográfica de varios índices de calidad, sobre todo en los trabajos de Wang *et al.* (1998) y Glover *et al.* (2000). Dicha metodología se aplicará al caso concreto de cuatro praderas asturianas con el fin de servir como ejemplo.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Se han seleccionado tres grupos de indicadores: indicadores de calidad biológica, física y química. Cada indicador se ha dividido en sub-indicadores y al decisión de los sub-indicadores que se han utilizado se ha basado en la bibliografía existente sobre índices de calidad y en los datos disponibles de las cuatro praderas que servirán como ejemplo. La tabla 1 recoge los parámetros que han sido más utilizados en la bibliografía y la tabla 2 los indicadores y sub-indicadores propuestos en este trabajo.

Como sub-indicadores biológicos se eligieron únicamente las lombrices, como sub-indicadores físicos: textura, profundidad del suelo y la pendiente. Se eligió la textura puesto que influye sobre la prácticamente la totalidad del resto de indicadores y porque está relacionada con la cantidad de agua disponible (Wang *et al.*, 1998), con la retención de agua y el transporte de ésta y de los nutrientes (Schoenholtz *et al.*, 2000). La profundidad se tomó como sub-indicador por servir como estimación de la productividad de las plantas (Witty y Mitton, 2001) y por que está relacionada con la disponibilidad de nutrientes y de oxígeno (Schoenholtz *et al.*, 2000), y por último la pendiente por ser indicadora de la resistencia a la erosión, lo cual es importante y por su relación con la disponibilidad de agua para la planta. En cuanto a los sub-indicadores químicos, se realizaron análisis de correlación con SPSS para Windows versión 12.0 utilizando los datos químicos disponibles de praderas asturianas y las variables que presentaron alta correlación (>80%) se combinaron en una única variable. De esta forma la variable pH engloba pH, CE, Mg y CIC, la variable MO se refiere a CO, MO, Nt y C/N y la variable P engloba P y K. Por tanto finalmente, sólo se han considerado 7 sub-indicadores: abundancia total de lombrices de tierra (L), materia orgánica (MO), textura (T), pendiente (PD), profundidad del suelo (PRF), pH, y fósforo asimilable (P).

Los valores de los sub-indicadores se expresan en términos relativos y se utiliza una escala de 1-4 en función de los valores de referencia para un suelo de pradera por ser muy fácil de utilizar por los agricultores. Cuatro implica las condiciones más adecuadas para el crecimiento de las plantas mientras que un valor de uno quiere decir que existen limitaciones para el crecimiento de las plantas (Adaptado de Wang *et al.*, 1998 y SINDI, 2004). La contribución de cada indicador y sub-indicador es muy sencilla de obtener pues se apoya en coeficientes de ponderación que multiplican al valor de referencia dado para ese indicador o sub-indicador en cada caso.

La suma de los coeficientes de ponderación de los indicadores es la unidad, puesto que se ha considerado que calidad biológica, física y química tienen la misma importancia debido a que se encuentran interrelacionadas. Por ello, puesto que el índice de calidad de suelo (ICS) es la unidad, éste se ha dividido entre el número de indicadores que son tres, por lo tanto cada indicador tiene un coeficiente de ponderación C de 0.33 (ver tabla 1). El mismo criterio se ha aplicado para obtener el coeficiente de ponderación C' de cada sub-indicador. La tabla 1 presenta todos los valores aquí descritos. Dicha tabla se ha realizado de acuerdo a datos obtenidos en la literatura.

Tabla 1. Parámetros propuestos por diferentes autores como indicadores de calidad del suelo

PROPIEDAD	SUB-INDICADOR	REFERENCIA
Biológica	Carbono de biomasa microbiana	García <i>et al.</i> , (2000), USDA (2001)
	Respiración del suelo	García <i>et al.</i> , (2000), USDA (2001)
	Actividades enzimáticas	García <i>et al.</i> , (2000)
	Lombrices	Glover <i>et al.</i> , (2000), USDA (2001), Brusaard <i>et al.</i> , (2004), Edwards (2004)
Física	Textura del suelo	Doran y Parkin (1994), Wang <i>et al.</i> , (1998), García <i>et al.</i> , (2000), Schoenholtz <i>et al.</i> , (2000)
	Densidad aparente	Larson y Pierce (1991), Arshad y Coen (1992), Doran y Parkin (1994), Kary y Grant (1996), García <i>et al.</i> , (2000), USDA (2001), Diack y Scott (2001)
	Infiltración	García <i>et al.</i> , (2000), USDA (2001), Diack y Scott (2001)
	Capacidad de retención de agua	García <i>et al.</i> , (2000), USDA (2001)
	Humedad	García <i>et al.</i> , (2000)
	Temperatura	García <i>et al.</i> , (2000)
	Estructura del suelo	USDA (2001)
	Profundidad del suelo	Larson y Pierce (1991), Arshad y Coen (1992), Doran y Parkin (1994), Gomez <i>et al.</i> , (1996), Wang <i>et al.</i> , (1998), Schoenholtz <i>et al.</i> , (2000), USDA (2001), Witty y Mitton (2001)
	Pendiente	Wang <i>et al.</i> , (1998)
	Enraizamiento	USDA (2001)
	Química	pH
Conductividad eléctrica		García <i>et al.</i> , (2000), USDA (2001)
Carbono orgánico total		García <i>et al.</i> , (2000), Diack y Scott (2001)
Fraciones de carbono lábiles		García <i>et al.</i> , (2000)
Contenido mineral N, P, K total		García <i>et al.</i> , (2000)
Contenido mineral N, P, K extraíble		Reganold y Palmer (1995), Wang <i>et al.</i> , (1998), García <i>et al.</i> , (2000), Glover <i>et al.</i> , (2000), USDA (2001)
Materia orgánica		Karlen y Scott (1994), Romig <i>et al.</i> , (1996), Wang <i>et al.</i> , (1998), SINDI (2004)

Índice de calidad del suelo

Primero se calculó un subíndice (SIC) para cada sub-indicador mediante la ecuación: $SIC_i = \sum C_i \times I_i$ donde C_i es el coeficiente de ponderación del sub-indicador e I_i el valor de cada sub-indicador. De esta manera se obtienen tres sub-índices: sub-índice de calidad biológica (SICbi), subíndice de calidad física (SICf) y subíndice de calidad química (SICq). Los valores obtenidos se dividen por 4 que es el máximo valor que podría tomar I_i (adaptado de Wang *et al.*, 1998) y se obtuvieron ICbi, ICf e ICq que son los índices biológicos, físicos y químicos. Por último se calculó el índice de calidad del suelo sumando los índices biológicos, físicos y químicos cada uno de ellos previamente multiplicados por su respectivo coeficiente de ponderación C: $ICS = (ICbi \times Cbi) + (ICf \times Cf) + (ICq \times Cq)$.

El índice de calidad de un suelo ideal sería $ICS=1$ mientras que cero sería el de un suelo pésimo (Glover *et al.*, 2000). Índices de calidad de suelo alrededor de 0.50 indican necesidad de mejoras en el suelo.

Tabla 2. Indicadores y sub-indicadores de la calidad del suelo, coeficientes de ponderación, valores de referencia y rango de cada valor que aparece entre paréntesis después del valor de referencia

INDICADOR	C	SUB-INDICADOR	C'	VALORES DE REFERENCIA			
Calidad biológica	0,33	Lombrices (individuos por m ² en 20cm de profundidad)	1	>200 (4)	100-199 (3)	50-100 (2)	<50 (1)
		Textura	0,33	Franca (4)	Franco-arcillosa, franco limosa, franco-arenosa (3)	Arcillosa, arenosa (2)	Grava (1)
Calidad física	0,33	Profundidad del suelo (cm hasta la capa freática)	0,33	>100 (4)	80-100 (3)	50-80 (2)	<50 (1)
		Pendiente%	0,33	0-5 (4)	5-10 (3)	10-20 (2)	>20 (1)
Calidad química	0,33	Materia orgánica (g/100g suelo)	0,33	>17,00 (1)	13,01-17,00 (2)	9,01-13,00 (3)	5,00-9,00 (4)
		pH	0,33	6,01-6,5 (4)	5,51-6 (3)	5-5,5 (2)	<5 (1)
		Fósforo asimilable (ppm)	0,33	>100 (1)	50-100 (2)	20-50 (3)	12-20 (4)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos adaptados de: SINDI, 2004, Álvarez y Díaz-Fierros, 1995

Praderas utilizadas como caso práctico

Se han empleado cuatro praderas permanentes bajo régimen de siega que pertenecen al municipio de Arbón (Concejo de Villayón), en el occidente asturiano. Las praderas 1 y 3 están sometidas a manejo convencional. Mientras que las praderas 2 y 4 recibieron la certificación ecológica en el año 2001, y su fertilización se basa en el uso de abono ecológico en pellets una vez al año. Las características de cada pradera quedan explicadas en la tabla 1.

Tabla 3. Caracterización de las praderas que se han estudiado

PRADERAS	1	2	3	4
Lugar	Arbón			
Orientación	Este			
Situación	Fondo de Valle	Fondo de valle	Ladera	Fondo de valle
Material geológico	Pizarra, cuarcita, arenisca			
Altura (m)	60	60	75	60
Pendiente	0		2 - 6	0
Superficie (ha)	1.5	1	1.5	0.5
Manejo	Convencional	Ecológico (certificación 2001)	Convencional	Ecológico (certificación 2001)
Pesticidas	No			
Riego	No			
Uso	Siega para uso en fresco y conservación mediante ensilado. Tres cortes al año (Marzo, Junio y Septiembre).			
Fertilización	Química	Ecológica (0-14-7)	Purín	Ecológica (0-14-7)
Fecha del último corte	Principios de junio 2003			

Datos de los suelos de las praderas

Los datos que se presentan en la tabla 2 proceden de los análisis físico-químicos del suelo efectuados según los métodos oficiales de análisis del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 1986).

Tabla 4. Datos de los suelos de cada pradera

PARÁMETRO	PRADERA			
	1	2	3	4
pH	5,35	6,02	5,93	5,82
CE dS/kg 250C	0,08	0,13	0,11	0,12
CO (ppm)	105,22	76,18	50,23	37,29
Nt %	0,59	0,64	0,44	0,33
P (ppm)	59,25	45,75	55,75	140,50
MO %	18,10	13,10	8,64	6,41
K (ppm)	110,50	201,50	186,88	455,25
K cmol(+)/kg	0,28	0,51	0,48	1,16
Mg cmol(+)/kg	4,89	11,80	8,07	5,05
Ca cmol(+)/kg	0,43	2,32	1,62	1,12
Na cmol(+)/kg	0,13	0,29	0,26	0,14
CIC cmol(+)/kg	8,26	14,91	10,53	7,57
C/N	17,83	11,90	11,56	11,3
Arena	26,10	26,15	37,25	25,55
Limo	52,83	53,40	45,2	54,83
Arcilla	21,05	20,65	18,8	19,63
Textura	Franco limoso	Franco limoso	Franco	Franco limoso
GD	45	55	> 60	> 60
NO Horizontes	6	6	4	3
Tipo de suelo	Endoaquoll Fluvaquentic Mollisol	Typic Endoaquoll Mollisol	Typic hapludoll Mollisol	Typic Udifluent Entisol

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 3 se ha desarrollado la metodología propuesta para comparar los suelos de las praderas convencionales (1 y 3) y ecológicas (2 y 4). Se puede apreciar que las praderas bajo manejo ecológico presentan índices de calidad de suelo mayores, con un valor ICS de 0,75 y 0,79, mientras que las praderas convencionales tienen índices con valores 0,53 y 0,68.

Tabla 5. Valores obtenidos para las praderas convencionales: sub-índices biológicos, físicos y químicos e índices de calidad de suelo para cada una de las praderas

CI	SUB-INDICADOR	C'I	PRADERA 1					PRADERA 3					
			li	C'i×li	SIC	SIC/4	IC×Ci	li	C'i×li	SIC	SIC/4	IC×Ci	
ICbi	0,33	Lombrices	1	2	2	2	0,5	0,17	1	1	2	0,5	0,17
ICfi	0,33	Textura	0,33	3	0,99	2,64	0,66	0,22	4	1,32	3,3	0,83	0,27
		Profundidad	0,33	1	0,33				3	0,99			
		Pendiente	0,33	4	1,32				3	0,99			
ICq	0,33	MO	0,33	1	0,33	1,65	0,41	0,14	4	1,32	2,97	0,74	0,25
		pH	0,33	2	0,66				3	0,99			
		P	0,33	2	0,66				2	0,66			
ICS												0,53	0,68

Tabla 6. Valores obtenidos para las praderas ecológicas: sub-índices biológicos, físicos y químicos e índices de calidad de suelo para cada una de las praderas

CI	SUB-INDICADOR	C'I	PRADERA 2					PRADERA 4					
			li	C'i×li	SIC	SIC/4	IC×Ci	li	C'i×li	SIC	SIC/4	IC×Ci	
ICbi	0,33	Lombrices	1	3	3	3	0,75	0,25	3	3	3	0,75	0,25
ICfi	0,33	Textura	0,33	3	0,99	2,97	0,74	0,25	3	0,99	3,30	0,83	0,27
		Profundidad	0,33	2	0,66				3	0,99			
		Pendiente	0,33	4	1,32				4	1,32			
ICq	0,33	MO	0,33	2	0,66	2,97	0,74	0,25	4	1,32	3,30	0,83	0,27
		pH	0,33	4	1,32				3	0,99			
		P	0,33	3	0,99				3	0,99			
ICS												0,75	0,79

Los suelos ecológicos son suelos de alta calidad que se encuentran en buen estado y equilibrados biológica, física y químicamente puesto que cada uno constituye un tercio del índice total de calidad de suelo (ICS). Los valores de ICS de las praderas convencionales indican que serían necesarias una serie de mejoras, sobre todo en el caso de la pradera 1.

4 ► CONCLUSIÓN

Es un método sencillo y útil para que los agricultores entiendan sus suelos puedan mejorarlos en caso de necesidad. Mediante el uso del índice de calidad propuesto (ICS) se podrán comparar parcelas o hacer el seguimiento de una parcela en concreto a lo largo de un período de tiempo determinado.

La metodología es general para cualquier tipo de suelos aunque en este estudio se haya particularizado para el caso de praderas asturianas. Para aplicarlo a otros suelos sería necesario consultar la bibliografía adecuada y considerar las características del ecosistema concreto en el cual está situado el suelo que se pretende evaluar. Además se trata de un método flexible en el que se pueden incorporar parámetros en caso de disponibilidad de datos y valores de referencia. Por ejemplo, si el agricultor o el técnico dispusiera de datos sobre la actividad enzimática del suelo, sería útil incorporarlo dentro del parámetro de calidad biológica. En ese caso, habría dos sub-indicadores por lo que cada uno tendría un coeficiente de ponderación de 0,50.

Además sería útil en el caso de hacer estudios comparativos sobre como inciden distintos manejos sobre el suelo. Por otra parte se podría utilizar además para catalogar los suelos al nivel de municipio, comarca, región o incluso a escala nacional. Podría tomarse como una manera de ver la evolución de los suelos una vez ha comenzado la conversión a la agricultura ecológica. Sería útil si los agricultores utilizaran el ICS anualmente y tomaran conciencia de las interacciones existentes entre todos los parámetros que constituyen el suelo.

Sería necesario probar la utilidad de la ecuación propuesta en distintos tipos de suelos: suelos de pradera, de pasto, suelos bajo cultivo de secano, de regadío, suelos bajo plantaciones frutales, etc. Es de esperar que a mayor aplicación de la ecuación se puedan ir incorporando parámetros para cada caso concreto que permitan mejorar el índice de calidad de suelo.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ÁLVAREZ, M. A. Y DÍAZ - FIERROS, F. 1995**

Los suelos. En Aramburu C. y F. Bastida (Eds.), Geología de Asturias, Gijón, 173-187.

- **BRUSSAARD, L.; KUYPER, T. W.; DIDDEN, W. A. M.; DE GOEDE, R. G. M. Y BLOEM, J. 2004**

Soil Quality from Biomass to Biodiversity – Importance and Resilience to Management Stress and Disturbance. En: Schjønning P. Christensen B.T., Elmont S. (Eds) Managing Soil Quality-Challenges in Modern Agriculture. CAB International, Wallingford, UK.

- **BURGER, J. A. Y KELTING, D. L. 1999**

Using soil quality indicators to assess forest stand management. Forest Ecology and Management 122. 155-156.

- **DIACK, M. Y SCOTT, D. E. 2001**

Development of a Soil Quality Index for the Chalmers Silty Clay Loam from the Midwest USA. En: Scott D.E., Mohtar R.H., Steinhart G.C. (Eds).. The Global Farm.

- **GARCÍA, C. Y HÉRNANDEZ, M. T. 2001**

Investigación y perspectivas de la Enzimología de Suelos en España 352 pp.

- **GLOVER, J. D.; REGANOLD, J. P. Y ANDREWS, P. K. 2000**

Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. Agriculture, Ecosystems and environment "80, 29-45".

- **GRASS, R.; BENOIT, M.; DEFONTAINES, J. P.; DURU, M.; LAFARGE, M.; LANGLET, A. Y OSTY, P. L. 1989**

Le fait technique en agronomie. Activité Agricole, concepts et Méthodes d'Étude. Institut National de la Reserche Agronomique, L'Hamarttan, Paris, Francia, 1984 pp.

- **GREGORICH, E. G.; CARTER, M. R.; ANGERS, D. A.; MONREAL, C. M. Y ELLERT, B. H. 1994**

Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Can. J. Soil Science. "74, 375-385".

- **KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J. W.; CLINE, R. G.; HARRIS, R. F. Y SCHUMAN, G. E. 1997**

Soil Quality: A Concept, Definition, and Framework for Evaluation. From Soil Science Society of America Journal. "61,4-10".

- **LAMPKIN, N. 1999**

Organic Farming. 747 pp.

- **LARSON, W. E. Y PIERCE, F. J. 1991**

Conservation and enhancement of soil quality. En: Evaluation for sustainable land management in the developing world. Int. Board Soil Res. And Management (IBSRAM). Proc. 12, 2. Bangkok, Tailandia.

- **MAPA 1986**

Métodos Oficiales de Análisis. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- **SCHOENHOLTZ, S. H.; VAN MIEGROET, H. Y BURGER, J. A. 2000**

A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. Forest Ecology and Management "138, 335-356".

- **SINDI 2004**

<<http://sindi.landcare.cri.nz/>>.

- **USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE) 1999**

Soil Taxonomy. A Basic system of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Second Edition. Agriculture handbook. Number 436.

- **WANG, X. Y GONG, Z. 1998**

Assessment and analysis of soil quality changes after eleven years of reclamation in subtropical China. Geoderma "81,339-355).

OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ESPÁRRAGO ECOLÓGICO MEDIANTE LA ADECUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN

ALONSO, ANTONIO M. Y GUZMÁN, GLORIA I.

Doctores Ingenieros Agrónomos
Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural
C/Camino de El Jau, s/n. Apartado 113. 18320 Santa Fé (Granada)
Telf.: 958 513195 / Fax: 958 513196
E-mail: gloranto@tiscali.es

RESUMEN

Uno de los cultivos más extendidos de la horticultura ecológica de la provincia de Granada es el espárrago. En éste se analizan, dadas las deficiencias de manejo encontradas, distintas aportaciones de fertilizantes permitidos por la normativa de agricultura ecológica con el objetivo general de mejorar la eficiencia actual del uso de estos insumos y generar información científica in situ, es decir, adaptada a las condiciones reales de producción.

El diseño experimental elegido son 4 tratamientos con tres repeticiones en bloques al azar. Los tratamientos diferenciales se corresponden con aplicaciones de 35, 25 y 15 t/ha de estiércol compostado, y un tratamiento testigo sin aplicación de esta materia orgánica.

Los resultados muestran diferencias significativas entre tratamientos para un nivel de significación menor del 0,05 (se ha utilizado el programa Statistix 1.0 for Windows). Existen diferencias significativas entre los tres tipos de abonados y el testigo, siendo los rendimientos total y comercial mayores en los primeros. Ello puede ser debido a los bajos porcentajes de materia orgánica y macronutrientes existentes inicialmente en el suelo.

PALABRAS CLAVE: AGRICULTURA ECOLÓGICA Y FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

1 ► INTRODUCCIÓN

Los resultados obtenidos en la primera fase del proyecto “Análisis de la situación actual de la horticultura ecológica en la provincia de Granada: problemática y potencialidades”, financiado por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa a través del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA), muestran la necesidad de llevar a cabo proyectos de investigación que permitan superar diversos limitantes del manejo actual de la horticultura ecológica en esta provincia. Entre esos limitantes se ha estimado oportuno, ligando importancia e interés de los horticultores, priorizar para su estudio el manejo de la fertilización, aspecto clave para la consecución de resultados económicos satisfactorios.

Teniendo en cuenta que uno de los cultivos más representativos de la horticultura ecológica de la provincia de Granada es el espárrago, se ha realizado un ensayo *in situ*, analizando el efecto de distintas aportaciones de fertilizantes permitidos por la normativa de agricultura ecológica con los objetivos de mejorar la eficiencia actual del uso de estos insumos y generar información científica adaptada a las condiciones reales de producción.

Este segundo objetivo específico presenta una notable relevancia al estar directamente relacionado con la lógica del diseño experimental. En efecto, desde los años setenta del siglo pasado se vienen detectando una serie de deficiencias en los modelos clásicos de extensión agraria, caracterizados por la transferencia vertical, parcelaria y unidireccional de tecnologías, testadas casi exclusivamente en fincas experimentales sometidas a unas condiciones de producción muy diferentes a las condiciones reales de las explotaciones agrícolas y ganaderas existentes. Entre las consecuencias negativas de ello cabría destacar las siguientes: baja adopción de tecnologías por los productores con escasos recursos; ausencia de transferencia de información adicional sobre las características, el manejo y los efectos indirectos de esas tecnologías; adopción de tecnologías no adaptadas a determinadas condiciones económicas y/o biofísicas que suponen un endeudamiento de las explotaciones poniendo en peligro la continuidad de las mismas; y falta de sistemas de comunicación desde el productor que impide a los encargados de la transferencia tecnológica conocer las necesidades reales del sector agrario.

Así, la investigación en finca supone un salto cualitativo importante en la concepción de la investigación y transferencia de tecnologías y conocimientos asociados. La realización de la investigación en las propias fincas de los agricultores permite soslayar muchos de los problemas apuntados anteriormente, al posibilitar el conocimiento directo de las condiciones de producción (topografía, disponibilidad de maquinaria y mano de obra...) y los objetivos y habilidades de los productores. Ello lleva consigo, no obstante, un mayor esfuerzo por parte del investigador, tanto en la planificación y consecuente adaptación de los experimentos, como en la ejecución de los mismos. El resultado final, sin embargo, puede verse altamente enriquecido por el análisis de los condicionantes que están determinando el manejo y la aplicación de tecnologías en los procesos de producción ecológica.

2 ► METODOLOGÍA

El ensayo que se presenta consiste en el análisis de distintos niveles de fertilización en el cultivo ecológico del espárrago. Ello se realiza en la finca “La Tinajilla”, situada en el término municipal de Pinos Puente (Granada).

El punto de partida teórico lo constituye el contenido de macronutrientes esenciales que presenta el estiércol de ovino (fertilizante orgánico que más comúnmente se utiliza en el cultivo del espárrago ecológico en la Vega de Granada); así, según Urbano y Moro (1992) el contenido medio de este tipo de estiércol puede ser del 0,83% de N, 0,23% de P_2O_5 y 0,67% de K_2O sobre materia húmeda. Para unas necesidades de macronutrientes en torno a 150 kg/ha de N, 45 kg/ha de P_2O_5 y 190 kg/ha de K_2O (Maroto, 1989), se necesitarían aportar alrededor de 30.000 kg/ha de tal estiércol según el elemento más limitante: el potasio.

El diseño experimental elegido son 4 tratamientos con tres repeticiones en bloques al azar, correspondiendo a los siguientes abonados:

- A = 35.000 kg/ha de estiércol compostado+ 134 kg/ha de Patenkali (30% de K_2O)
- B = 25.000 kg/ha de estiércol compostado+ 134 kg/ha de Patenkali (30% de K_2O)
- C = 15.000 kg/ha de estiércol compostado + + 134 kg/ha de Patenkali (30% de K_2O)
- T = Testigo sin estiércol + 134 kg/ha de Patenkali (30% de K_2O)

La parcela experimental del espárrago, situada en la zona central cultivada para evitar el “efecto borde”, consta de 5 líneas separadas 1,5 m entre sí, con una longitud de 4 m, estando las plantas separadas a una distancia aproximada de 30 centímetros. La toma de muestras se realiza sobre la parcela virtual interna (3 líneas) y se descartan las plantas que se encuentren en una franja de 40 centímetros (20 cm por cada parte) que marca la separación entre parcelas; ello hace que exista un máximo de 36 plantas por parcela.

Los espárragos del ensayo se recolectan con la misma frecuencia que el resto, generalmente cada día o cada dos días desde finales de febrero a mayo; esto supone un periodo de recolección de unos 90-100 días. De cada toma de muestra se separan los espárragos según su calibre comercial y se cortan en función del mismo. Esta tipificación ha sido facilitada por la empresa Huertas Bajas que comercializa la mayor parte de la producción de espárrago ecológico de esta explotación, y que puede verse en la Tabla 1.

Tabla 1. Características comerciales el espárrago

Calibre (mm)	> 16	[16-12]]12-10]]10-8]	< 8 (no comercial)
Longitud de corte (cm)	25		22		

Posteriormente se pesa el total y por tipos comerciales. Después de cubierto el periodo de recolección se tienen los pesos totales y por categoría de cada parcela. Dado que se trata de un ensayo en finca es necesario adaptar esa producción total al número de plantas existentes por parcela, homogeneizándola en función de la parcela que presente el mínimo de plantas de espárrago.

Así pues, los principales indicadores cuantitativos a evaluar mediante el análisis de la varianza son los kilogramos totales y comerciales (de cada una de las categorías establecidas) por tratamiento.

Además, se ha realizado un análisis del suelo para determinar sus características. Por cada tratamiento se han tomado 15 submuestras de un kilogramo de peso a una profundidad de 30 centímetros (5 por parcela básica), las cuales se han mezclado para obtener una muestra final de aproximadamente un kilo de peso que se ha llevado inmediatamente al Laboratorio Agroalimentario de la Junta de Andalucía, situado en Atarfe (Granada), para su análisis.

3 ▶ RESULTADOS DEL ENSAYO

En primer lugar, cabe señalar los aspectos de manejo del espárrago ecológico que se realizan en esta explotación. Así, de las 10,5 hectáreas que tiene la finca, 1,5 ha se encuentran ocupadas por espárrago ecológico sobre las que se realiza este ensayo. La plantación tiene 5 años y la variedad cultivada es UC-157 (híbrido F1), a una densidad de plantación de unas 22.222 plantas por hectárea (1,5 m entre líneas y 0,3 m entre plantas).

A finales de diciembre de 2003 se ha realizado la siega de las plantas de espárrago que han crecido durante el verano y otoño, mediante una picadora de doble eje vertical con cuchilla “loca” (ancho de trabajo de 1,2 metros) enganchada al tractor. Posteriormente, se ha dado un pase entre calles con el subsolador para permitir la aireación del suelo y una cierta incorporación al mismo de los restos del corte. Con ello se consigue adicionar materia orgánica al suelo, sin perderla por quema, tal y como es habitual en el manejo convencional de este cultivo. Los beneficios resultantes son múltiples, dado el papel de ésta en los procesos químicos y en las propiedades físicas de los suelos, a saber: incrementa la capacidad de intercambio catiónico (y aniónico), regulariza los niveles de disponibilidad de nutrientes y agua, activa la edafogénesis (formación de suelo), contribuye a inactivar los plaguicidas, incrementa el poder tampón del suelo (capacidad para impedir cambios bruscos como una variación del pH), favorece la formación de agregados, mejora la infiltración de agua, contribuye a reducir las pérdidas de agua por evaporación, e intensifica la aireación del suelo (Fassbender y Bornemisza, 1987; Guzmán *et al.*, 2000).

A principio de enero se ha procedido a dar un pase lento de motocultor en calles alternas para preparar el terreno; seguidamente se ha dado otro pase rápido para afinarlo.

Después se ha realizado la siembra en esas calles de haboncillo, a una dosis de unos 140 kg/ha, dando otro pase rápido a continuación para enterrarlas ligeramente.

Las principales razones por las que este agricultor siembra esta leguminosa en calles alternas son la aportación de materia orgánica al final de la recolección, cuando siega esta especie junto al espárrago, y la fijación de nitrógeno atmosférico que realiza esta planta, y que es posteriormente utilizado por el espárrago, reduciendo las necesidades de este macronutriente. En efecto, algunos autores (Guerrero, 1987; Urbano, 1992) cifran esta fijación entre 80 y 150 kg de nitrógeno por hectárea en plantaciones regulares; si se tiene en cuenta que en este caso estaría ocupada aproximadamente un tercio del suelo, se tendría una fijación media teórica en torno a los 45 kg N/ha, cantidad que permitiría reducir notablemente las aportaciones de este elemento.

También a principios de enero, siguiendo a la siembra de haboncillo, se ha esparcido Patenkali, un abono orgánico con una notable riqueza en potasio (30% de K₂O), a razón de unos 134 kg/ha, procediendo, como en el caso anterior, a dar posteriormente un pase rápido de motocultor para enterrarlo, seguido de un pase de rastra.

A finales de enero (el día 26) se han establecido las parcelas de ensayo, con las aplicaciones de estiércol compostado referidas en la metodología: 35, 25 y 15 toneladas por hectárea, más el testigo (sin estiércol).

En cuanto a la climatología, es necesario destacar que las bajas temperaturas y los episodios de lluvia han estado determinando el comportamiento productivo del espárrago. En efecto, esta climatología adversa ha impedido el calentamiento temprano del suelo y, con éste, el periodo de crecimiento de los turiones. Así, se ha retrasado notablemente el inicio de la recolección hasta finales de marzo (la toma de muestras se inició el día 25), cuando en años normales puede comenzar a finales de febrero.

Durante el periodo de recolección tampoco el clima ha sido benigno; muy al contrario, se ha caracterizado por periodos fríos y, sobre todo, por abundantes lluvias que han favorecido la proliferación de hierbas, dificultando su eliminación, tanto por medios mecánicos como manuales. En las parcelas del ensayo se han tenido que realizar 3 escardas manuales (días 6 y 21 de abril, y 7 de mayo). Con respecto a la adversidad del clima destacan como ejemplos especialmente virulentos las heladas de los días 10 y 11 de abril, que llegaron a afectar incluso a los espárragos, y el periodo tardío de lluvia o frío comprendido entre los días 1 y 11 de mayo.

Se puede decir, por tanto, que no ha sido un ciclo productivo normal, aunque ello no afecta al ensayo, al tratarse de una comparación entre distintas dosis de fertilización orgánica.

Por otro lado, en cuanto al análisis de suelos es similar para todas las muestras, por lo que en la Tabla 2 se presentan datos medios. Se trata de un suelo de textura franca, ligeramente

básico, con unos porcentajes de carbonatos y caliza activa muy alto y alto, respectivamente, lo que puede limitar la absorción de fósforo. Su Capacidad de Intercambio Catiónico es normal, con valores muy altos de calcio (saturado) y magnesio de cambio, y valores bajos de sodio y potasio de cambio. La baja relación K/Mg puede ocasionar carencia inducida de potasio, elemento cuya fracción asimilable existente en el suelo también presenta un valor bajo.

Por último, resaltar que tanto el fósforo asimilable como la materia orgánica oxidable muestran unos valores muy bajos. Los desequilibrios, por tanto, que presenta este suelo pueden estar limitando considerablemente la productividad del cultivo ecológico del espárrago.

Tabla 2. Análisis de suelo de las parcelas

CIC (meq/100 g)	14,348
Calcio de cambio (meq/100 g)	saturado
Magnesio de cambio (meq/100 g)	4,099
Sodio de cambio (meq/100 g)	0,069
Potasio de cambio (meq/100 g)	0,46
Carbonatos (%)	47,8
Caliza activa (%)	12,45
Fósforo asimilable (Olsen) (ppm)	5
Materia orgánica oxidable (%)	0,73
Nitrógeno orgánico (%)	0,086
pH 1/2,5	7,7
pH en CLK	7,5
Potasio asimilable (ppm)	175
Arcilla (%)	25,7
Arena (%)	27,09
Limo (%)	47,21

Fuente: Laboratorio Agroalimentario de Atarfe (Granada)

Los resultados del ensayo se presentan en la Tabla 3, donde se puede observar el número de plantas y los rendimientos corregidos por categorías (ver metodología) en gramos, por tratamiento y bloque.

Tabla 3. Número de plantas y rendimientos obtenidos por tratamiento (g)

TRATAMIENTO	BLOQUE	PLANTAS (N)	RENDIMIENTO COMERCIAL					DESTRIO	RTOTAL
			R16	R12	R10	R8	RCOM		
A	1	18	322	452	342	863	1979	486	2465
A	2	19	392	734	515	561	2203	404	2606
A	3	21	496	649	509	417	2072	423	2495
B	1	21	520	539	353	542	1954	392	2346
B	2	21	335	677	467	440	1919	337	2256
B	3	19	266	780	521	609	2176	452	2628
C	1	22	619	848	337	457	2261	369	2630
C	2	23	306	838	591	461	2196	304	2500
C	3	21	202	834	458	547	2041	361	2402
T	1	29	222	665	330	398	1614	253	1868
T	2	22	87	625	236	286	1234	385	1618
T	3	24	79	723	327	234	1363	215	1578

Una vez obtenidos tales resultados productivos se ha procedido a aplicar el análisis de la varianza a través del programa Statistix 1.0 for windows, mostrando diferencias entre tratamientos para el caso del rendimiento total y del rendimiento comercial.

Tabla 4. Comparación de medias del rendimiento total y comercial

RTOT		RCOM	
Tratamiento	Media	Tratamiento	Media
A	2522 a	C	2166 a
C	2511 a	A	2085 a
B	2410 a	B	2016 a
T	1688 b	T	1404 b

Test LSD (T) para un nivel de significación $p < 0,05$

Los números con letras diferentes presentan diferencias significativas

Como se puede observar en la Tabla 4, en ambos casos existen diferencias significativas entre los tratamientos A, B y C, respecto al testigo (T), siendo los rendimientos mayores en los tres primeros. Esto es, el espárrago ha respondido positivamente a la adición de estiércol compostado en cantidades de 15, 25 y 35 T/ha, respecto al tratamiento testigo sin aportes de esta materia orgánica, lo que puede estar relacionado con los bajos niveles iniciales en suelo de materia orgánica, potasio y fósforo.

4 ▶ CONCLUSIONES

Se ha podido constatar una deficiente fertilización en el manejo del cultivo ecológico del espárrago en esta finca. Además, esta deficiencia no es reciente como muestra el hecho de que sean muy bajos los contenidos de macronutrientes y, sobre todo, de materia orgánica en el suelo.

El agricultor ha señalado la no aplicación de materia orgánica desde la plantación del espárrago (hace 5 años), por lo que, a pesar de que siembra entre calles alternas haboncillo que luego incorpora al suelo, los porcentajes de materia orgánica en éste son muy bajos. Ello incide negativamente en sus características estructurales y químicas, limitando la productividad del espárrago. Para paliar estas deficiencias sería recomendable la adición de materia orgánica y enmiendas minerales, coincidiendo con el final de la recolección (finales de junio o principios de julio), en dosis que permitan una recuperación de la “garra” que incrementa el rendimiento en el siguiente ciclo productivo y una mejora de la fertilidad natural del suelo.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Los datos utilizados en el presente trabajo han sido obtenidos a partir del proyecto “Optimización de la productividad del tomate cherry y el espárrago ecológicos mediante la incorporación de variedades más adaptadas y la adecuación de la fertilización (Exp. 92041)”, financiado por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa a través del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA).

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **FASSBENDER, H. W. Y BORNEMISZA, E. 1987**
Química de suelos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José (Costa Rica).

• **GUERRERO, A. 1987**

Cultivos Herbáceos Extensivos. Mundi-Prensa. Madrid.

• **GUZMÁN, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M. Y SEVILLA, E., Eds. 2000**

Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Mundi-Prensa. Madrid.

• **MAROTO, J. V. 1989**

Horticultura Herbácea Especial. Mundi-Prensa. Madrid.

• **URBANO, P. 1992**

Tratado de Fitotecnia General. Mundi-Prensa. Madrid.

• **URBANO, P. Y MORO, R. 1992**

Sistemas agrícolas en rotaciones y alternativas de cultivos. Mundi-Prensa. Madrid.

EFFECTOS DEL SISTEMA DE LABOREO Y DE LAS ROTACIONES SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE UNA REGIÓN SEMIÁRIDA DE LA CUENCA DEL DUERO

ÁLVAREZ, M. A.; GONZÁLEZ - BARRAGÁN, M. I.; DíEZ, D.; DE BENITO, A. Y SOMBRERO, A.

Dpto. de Producción Vegetal y Agronomía. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
Carretera de Burgos Km. 119. 47071 Valladolid
Telf.: 983 414432 / Fax: 983414780
E-mail: alvniema@jcy.es

RESUMEN

Se analiza la influencia de las rotaciones (cereales y leguminosas) y del sistema de laboreo (tradicional, mínimo laboreo y siembra directa) sobre algunos parámetros edáficos (materia orgánica total, nitrógeno, potasio, fósforo, carbonatos y pH) de un suelo calizo ubicado en una región semiárida de la Cuenca del Duero.

Los análisis realizados durante el periodo vegetativo del cultivo indican que el laboreo de conservación influye positivamente, creando un medio más favorable para el desarrollo de los vegetales en zonas semiáridas. El contenido en materia orgánica aumenta, el pH disminuye y se incrementa el contenido en N, P y K. Por tanto, el laboreo de conservación mejora las propiedades edáficas a medio plazo, dando lugar a un suelo mejorado en sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Según los resultados obtenidos, el efecto de las rotaciones tiene menos incidencia que el del laboreo.

La mejora edáfica permitirá reducir el consumo de fertilizantes, aumentar la capacidad de retención de agua, reducir la erosión y usar más eficientemente el agua en regiones semiáridas. El control de la erosión mejora la calidad de las aguas superficiales y disminuye los costes sociales relacionados con la reparación de sus efectos dañinos. En consonancia con lo indicado en el protocolo de Kyoto, el mayor contenido en materia orgánica del suelo revela que éste actúa más eficazmente como sumidero de carbono frente al laboreo tradicional.

PALABRAS CLAVE: AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN, SIEMBRA DIRECTA, NO LABOREO, ROTACIONES Y PARÁMETROS EDÁFICOS

1 ► INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la sociedad está tomando conciencia de la fragilidad de los recursos naturales y de la imperiosa necesidad de gestionarlos de modo adecuado para asegurar su conservación a largo plazo. Se trata de la búsqueda de la sostenibilidad, tendencia de la que no escapa la agricultura. Se ha sugerido que un manejo adecuado de la materia orgánica es el corazón de la agricultura sostenible (Weil, 1992). Por ello, las técnicas agrícolas que propugnan la reducción o eliminación del laboreo resultan de excepcional importancia para preservar la materia orgánica y potenciar sus efectos benéficos en los sistemas agrarios.

Entre las alternativas que se han planteado para controlar la degradación de los suelos agrícolas, destaca la que ha venido en denominarse agricultura de conservación, con cuyas prácticas puede llegar a reducirse hasta en un 90% la erosión del suelo (García Torres y González Fernández, 1999).

Se ha comprobado que la acumulación de materia orgánica en el suelo debida al sistema de laboreo se produce fundamentalmente en los 10 cm superficiales. Por el contrario, el efecto de la rotación puede extenderse a 20 o 30 cm de profundidad (Yang y Kay, 2001). Algunos autores, no obstante, han mostrado que el laboreo de conservación no incrementa de forma significativa el contenido de materia orgánica tampoco en la superficie del suelo (Stelay *et al.*, 1988; Haines y Uren, 1990; Carter, 1991). Sin embargo, a partir de mediados de la década de los 90 se observa en los trabajos científicos un mayor número de ensayos en los que se comprueba un incremento significativo de la materia orgánica bajo laboreo de conservación frente al laboreo tradicional, particularmente en los 10 centímetros superiores (Hunt *et al.*, 1996; Campbell *et al.*, 1999; West y Marland, 2002; Ding *et al.* 2002; Bessam y Mrabet, 2003; Machado *et al.*, 2003).

La cantidad de residuos de cultivo que retornan al suelo constituye un factor principal en el contenido de materia orgánica en el suelo (Barber, 1979; Zielke y Christensen, 1986). Los beneficios edáficos derivados del mayor contenido en materia orgánica son particularmente útiles en ambientes semiáridos, tanto por la mejora en la fertilidad física y química como por el aumento de la capacidad de retención de agua. Es por ello que en regiones semiáridas existen numerosos equipos de investigación que analizan los beneficios de estas técnicas. Los beneficios que aporta el no laboreo al suelo pueden modificarse rápidamente al introducir de nuevo el sistema de manejo convencional. En este sentido cabe citar los trabajos de Kettler *et al.* (2000).

El objetivo de este trabajo es exponer algunos de los resultados recientes de la investigación iniciada en 1993 sobre la influencia de los diferentes sistemas de laboreo y rotaciones de cultivo sobre las propiedades físico-químicas del suelo, las producciones y el control de arvenses (Sombrero *et al.*, 1996; De Benito *et al.*, 1999). Concretamente se analizan los resultados obtenidos en relación con varios parámetros químicos del suelo durante la campaña 2002-2003.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

La localidad de estudio se encuentra en la región semiárida de la cuenca del Duero. Se trata concretamente de la localidad burgalesa de Torrepadierne, dentro del término municipal de Pampliega. Este municipio se encuentra en la zona oeste de la provincia de Burgos, a unos 25 km de la capital provincial. La finca se encuentra en la parte superior de un páramo calizo a 920 m de altitud. La precipitación media en la zona de estudio es de 531 mm anuales. Los suelos son de tipo Mollisol, según la clasificación americana Soil Taxonomy (orden Mollisol, suborden Xerralls, grupo Calcixerolls). Según la clasificación USDA la textura es arcillosa (9,42% de arena, 27,11% de limo y 63,41% de arcilla, según análisis de textura realizado en la campaña 2001-2002) (González-Barragán, 2002).

El ensayo se instaló por primera vez en la citada finca durante el año 1994. Se trata de un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, donde el factor principal es el sistema de laboreo y el subfactor la rotación de cultivos. Cada repetición o bloque consta de 15 parcelas, correspondientes a 5 rotaciones repetidas en tres sistemas de laboreo. En total el ensayo cuenta con 60 parcelas, cada una de las cuales tiene 450 m² (25x18 m). Los sistemas de laboreo estudiados son el laboreo tradicional (LT), la siembra directa (SD) y el mínimo laboreo (LM). Las rotaciones desde la campaña 2001-2002 han sido: cebada/garbanzo/cebada (R1); cebada/veza/trigo (R2); garbanzo/cebada/veza (R3); trigo/cebada/garbanzo (R4); veza/trigo/cebada (R5).

Las labores preparatorias del terreno fueron las correspondientes a cada sistema de laboreo. En laboreo tradicional: vertedera, cultivador, rastra, rodillo y siembra. En laboreo mínimo: rastra, rodillo y siembra. Para la siembra directa: aplicación del herbicida y siembra. La siembra se realizó el mismo día para todas las parcelas y los tratamientos fitosanitarios también fueron comunes a lo largo del ciclo. A lo largo de cada campaña se recaban datos en las distintas fases de desarrollo del cultivo sobre la evolución de la biomasa y del ahijamiento, así como sobre composición cualitativa y cuantitativa de la flora arvense. En cosecha se analizan las componentes de rendimiento y producción. También se determina la compactación del suelo y la evolución de sus propiedades físico-químicas.

La toma de muestras de suelo para el análisis de las propiedades químicas se realizó con una barrena manual, que es introducida cinco veces en puntos aleatorios de cada parcela. Cada muestra extraída se dividió en 3 partes correspondientes a 0-5 cm de profundidad, 5-10 cm y 10-15 cm. De cada parcela se obtuvo un total de 3 muestras (3 profundidades). Por tanto, cada muestra de una parcela X a una profundidad Y está constituida por la mezcla de la porción correspondiente a esa profundidad de las cinco extracciones de barrena en dicha parcela.

El primer muestreo analizado en el presente documento se realizó el 10 de abril del 2003, por tanto, en pleno periodo vegetativo del cultivo en la campaña 2002-2003. Se recogieron muestras correspondientes a las parcelas de LT y SD en tres rotaciones (2, 3 y 4).

El segundo muestreo analizado se realizó el 9 de octubre de 2003, previamente a la siembra de la campaña 2003-2004. En este caso se recogieron las muestras correspondientes a las parcelas de LT y SD en todas las rotaciones. En ambos muestreos los parámetros químicos analizados fueron: Materia orgánica (en%, determinada por volumetría redox); pH; nitrógeno total (en% de nitrógeno total, determinado por el método Kjeldahl); fósforo (en mg/kg de P₂O₅, determinado por el método Olsen); potasio (en mg/kg de K₂O, determinado por emisión atómica); carbonatos (en%, determinados por el método del calcímetro de Bernard). El análisis estadístico de los resultados se ha realizado con el paquete estadístico "The SAS System". La elaboración estadística ha consistido en el análisis de la varianza (ANOVA), utilizando la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para discriminar la significación de las diferencias entre medias.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El muestreo de abril de 2003 se realizó cuando el cultivo se encontraba en pleno periodo vegetativo, tras 9 años de establecimiento del ensayo. Se analizó la influencia del sistema de laboreo (SL) y de la rotación (ROT) sobre la materia orgánica y otros parámetros químicos. Los resultados obtenidos del análisis de la varianza para las parcelas muestreadas según el sistema de laboreo se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Parámetros analizados en cada sistema de laboreo para las tres profundidades estudiadas; de 0 a 5 cm, de 5 a 10 cm y de 10 a 15 cm. Abril de 2003

SL	PROF (CM)	MO (%)	PH	N (%)	P (MG/KG)	K (MG/KG)	CARB. (%)
LT	5	2,11 b	8,33 a	0,17 b	26,14 b	659,67 b	22,19 a
SD	5	2,68 a	8,21 b	0,21 a	66,44 a	802,58 a	20,27 a
LT	10	2,11 b	8,33 a	0,17 b	28,3 b	612,25 b	23,68 a
SD	10	2,49 a	8,22 b	0,2 a	42,51 a	750,67 a	21,01 a
LT	15	2,07 b	8,33 a	0,17 a	21,37 b	619,58 a	25,61 a
SD	15	2,28 a	8,27 a	0,18 a	29,93 a	761,75 a	23,14 a

Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro a la misma profundidad son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0.05$

SL= Sistema de laboreo; SD=Siembra directa; LT=Laboreo tradicional; MO=Materia orgánica total, en porcentaje (%); N=Nitrógeno total, en porcentaje (%); P=Fósforo, en mg/kg de P₂O₅; K=Potasio, en mg/kg de K₂O; Carb=carbonatos, en porcentaje (%)

En el caso de la materia orgánica, se observan diferencias significativas entre los dos sistemas de laboreo para todas las profundidades estudiadas. El contenido de materia orgánica en siembra directa es siempre significativamente superior al encontrado en laboreo tradicional. El pH y el nitrógeno siguen un patrón similar, puesto que existen diferencias significativas entre los valores de estos parámetros en los dos sistemas de laboreo analizados en los 10 primeros centímetros. Sin embargo, difieren en el sistema que aporta los valores significativamente más altos. Para el caso del nitrógeno es la siembra directa (SD) la que aporta mayores valores, de forma análoga a la materia orgánica, mientras que en el caso del pH es en el laboreo tradicional (LT) donde se alcanzan los valores más altos.

Los valores medios de materia orgánica, aunque bajos, nos indican que la SD tiende a aproximar el suelo a valores propios de suelos de vega, mientras que el LT se mantiene más próximo a los suelos típicos de secano. En cuanto al pH, nos encontramos ante suelos de tipo básico (según los intervalos establecidos por el USDA en 1971), aunque resulta clara la corrección que tiende a hacer la SD en los centímetros superiores. Merece ser destacado el interés de estos fenómenos en suelos de tipo semiárido como los analizados. El mayor contenido en materia orgánica proporcionará numerosas mejoras edáficas de índole física, química y biológica. El mayor contenido en nitrógeno evitará limitaciones en la actividad microbiana, necesaria para el proceso de humificación de la materia orgánica fresca. El descenso del pH, que puede estar relacionado con los compuestos ácidos generados por una actividad microbiana más intensa, resulta también benéfico en un suelo marcadamente básico. El fósforo y el potasio siguen el mismo patrón de variación. En ambos casos se observa que su contenido es significativamente más elevado en SD que en LT para los tres rangos de profundidad estudiados, salvo para el rango de 10 a 15 cm en el caso del potasio, donde las diferencias no son significativas estadísticamente. Por tanto, no sólo encontramos un suelo mejor estructurado y con mayor actividad biológica bajo SD frente al LT, sino que paralelamente se trata de un suelo más fértil.

En cuanto al contenido en carbonatos, no se observan diferencias significativas entre los dos sistemas de laboreo para ningún rango de profundidades. Los resultados del análisis estadístico para las tres rotaciones estudiadas se presentan a continuación. Las tres rotaciones estudiadas son R2, R3 y R4. R2 en la campaña 2002-2003 estaba representada por veza tras cebada; R3 por cebada tras garbanzo y R4 por cebada tras trigo.

En el Cuadro 2, la influencia de las rotaciones sobre las propiedades químicas analizadas para los tres rangos de profundidad fue menor que la influencia del sistema de laboreo. Se observan diferencias estadísticamente significativas para la materia orgánica en los cinco centímetros superiores, de manera que en la rotación 4 (cebada tras trigo) su contenido fue mayor que en la rotación 2 (veza tras cebada). También se aprecian diferencias significativas en el pH en los 10 cm superiores del perfil. La rotación 2 (veza tras cebada) presentó valores del pH significativamente superiores a los de la rotación 4 (cebada tras trigo). También se observa que para los 10-15 cm de profundidad el contenido en fósforo para la rotación 3 (cebada tras garbanzo) fue significativamente inferior que para las otras dos rotaciones.

Cuadro 2. Parámetros analizados en cada rotación para las tres profundidades estudiadas; de 0 a 5 cm, de 5 a 10 cm y de 10 a 15 cm. Abril de 2003

ROT	PROF (CM)	MO (%)	PH	N (%)	P (MG/KG)	K (MG/KG)	CARB. (%)
R2	5	2,28 b	8,31 a	0,19 a	45,50 a	677,88 a	24,26 a
R3	5	2,39 ab	8,26 ab	0,19 a	45,30 a	772,13 a	20,02 a
R4	5	2,50 a	8,24 b	0,20 a	48,07 a	743,38 a	19,40 a
R2	10	2,23 a	8,32 a	0,18 a	33,91 a	676,25 a	24,86 a
R3	10	2,28 a	8,25 b	0,18 a	31,90 a	633,50 a	21,54 a
R4	10	2,39 a	8,25 b	0,19 a	40,40 a	734,63 a	20,62 a
R2	15	2,12 a	8,30 a	0,18 a	26,91 a	647,5 a	25,84 a
R3	15	2,11 a	8,29 a	0,17 a	20,90 b	594,0 a	23,85 a
R4	15	2,29 a	8,30 a	0,18 a	29,12 a	830,5 a	23,44 a

Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro a la misma profundidad son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0.05$

ROT= Rotación; R2: veza tras cebada; R3: cebada tras garbanzo y R4: cebada tras trigo

MO=Materia orgánica total, en porcentaje (%); N=Nitrógeno total, en porcentaje (%); P=Fósforo, en mg/kg P_2O_5 ; K=Potasio, en mg/kg de K_2O ; Carb=carbonatos, en porcentaje

Si al analizar el efecto de las rotaciones no consideramos la influencia de la profundidad, los resultados obtenidos son:

Cuadro 3. Parámetros analizados en cada rotación. Abril de 2003

ROT	MO (%)	PH	N (%)	P (MG/KG)	K (MG/KG)	CARB. (%)
R2	2,21 b	8,31 a	0,18 a	35,44 a	667,21 a	24,99 a
R3	2,26 b	8,27 b	0,18 a	32,7 a	666,54 a	21,80 ab
R4	2,39 a	8,26 b	0,19 a	39,2 a	769,50 a	21,15 b

Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro a la misma profundidad son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0.05$

ROT= Rotación; R2: veza tras cebada; R3: cebada tras garbanzo y R4: cebada tras trigo

MO=Materia orgánica total, en porcentaje (%); N=Nitrógeno total, en porcentaje (%); P=Fósforo, en mg/kg P_2O_5 ; K=Potasio, en mg/kg de K_2O ; Carb=carbonatos, en porcentaje

En este caso, además de las diferencias significativas en el pH y en el contenido de materia orgánica, aparecen diferencias estadísticamente significativas en los carbonatos. La rotación R4 (cebada tras trigo) presentó valores significativamente superiores en el contenido en materia orgánica con respecto a R2 (veza tras cebada). Cabe considerar que la cantidad de materia orgánica aportada al suelo por el trigo fue mayor que la cebada, o bien que los residuos de ésta última se descompusieron con mayor rapidez. Los carbonatos siguieron una tendencia opuesta, de manera que su contenido es significativamente superior en la rotación 2 (veza tras cebada) que en la 4 (cebada tras trigo), de manera análoga a lo que ocurrió con el pH.

En cuanto al muestreo de octubre de 2003, se realizó pasados 3 meses tras la cosecha y cuando faltaba un mes para la siembra de la siguiente campaña. Aunque en este caso se recogieron muestras de todas las rotaciones, para el presente trabajo se han seleccionado solamente los datos correspondientes a las mismas rotaciones que para el muestreo anterior (2, 3 y 4), con el fin de facilitar la comparación de los resultados. Los resultados obtenidos del análisis de varianza para las parcelas muestreadas según el sistema de laboreo se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Parámetros analizados en cada sistema de laboreo para las tres profundidades estudiadas; de 0 a 5 cm, de 5 a 10 cm y de 10 a 15 cm. Octubre de 2003

SL	PROF (CM)	MO (%)	PH	N (%)	P (MG/KG)	K (MG/KG)	CARB. (%)
LT	5	2.09 b	8.20 a	0.17 b	85.66 a	691.83 b	25.58 a
SD	5	2.49 a	8.13 a	0.21 a	89.09 a	951.17 a	20.26 a
LT	10	2.16 a	8.26 a	0.17 b	61.14 a	651.50 b	25.78 a
SD	10	2.35 a	8.18 a	0.20 a	66.18 a	776.42 a	22.35 a
LT	15	2.09 a	8.24 a	0.17 b	41.69 a	621.25 a	26.72 a
SD	15	2.18 a	8.22 a	0.18 a	53.94 a	665.58 a	23.83 a

Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro a la misma profundidad son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0.05$

SL= Sistema de laboreo; SD=Siembra directa; LT=Laboreo tradicional; MO=Materia orgánica total, en porcentaje (%); N=Nitrógeno total, en porcentaje (%); P=Fósforo, en mg/kg de P_2O_5 ; K=Potasio, en mg/kg de K_2O ; Carb=carbonatos, en porcentaje (%)

Merece ser destacado que en este muestreo se producen notables diferencias en el comportamiento de los parámetros estudiados respecto al muestreo realizado en abril. Básicamente en todos los parámetros se produce una atenuación de las diferencias por

sistemas de laboreo y profundidad. Así, en el caso de la materia orgánica, sólo aparece una superioridad numérica significativa de la SD sobre el LT para los 5 cm superficiales y los valores medios tienden a ser inferiores en este muestreo frente al anterior para todas las profundidades. Esto puede deberse a un efecto combinado de la disminución de los aportes de materia orgánica, una oxidación más intensa de ésta en superficie debido a las elevadas temperaturas del verano, y quizás una atenuación de la actividad microbiana.

Para el pH y el fósforo ya no aparecen diferencias significativas por sistemas de laboreo y profundidades. En este caso puede haber influido especialmente una mayor variabilidad en los datos analizados debida a la diferente evolución durante el verano de los restos de cultivo en las distintas rotaciones y sistemas de laboreo.

Debe reseñarse también que en el LT, paralelamente a un aumento del contenido en carbonatos, se produjo un aumento del pH, en tanto que para la SD ambos parámetros muestran una mayor estabilidad en sus valores medios interanuales. También destaca que en el caso del fósforo, junto a la atenuación de las diferencias entre sistemas de laboreo, se produce de manera generalizada un notable incremento de la presencia de este componente. Probablemente está relacionado con el abonado de fondo previo a la siembra.

El potasio y el nitrógeno siguen los mismos patrones de variación que en el muestreo anterior, con valores significativamente más elevados en la SD hasta los 10 cm de profundidad. En el caso del nitrógeno, a diferencia del muestreo realizado en abril, se encuentran diferencias significativas para todas las profundidades analizadas, incluyendo el rango de 10 a 15 cm. Salvo esto, el nitrógeno no ha visto modificados ni las tendencias ni tampoco los valores medios. El potasio ya no presenta diferencias significativas entre los 10 y 15 cm según sistema de laboreo.

Se observa además un incremento general de los valores medios respecto al muestreo de abril, que también está relacionado con el abonado previo a la siembra.

Los resultados del análisis estadístico para las tres rotaciones estudiadas en el muestreo realizado en octubre se presentan en el Cuadro 5.

Si al analizar el efecto de las rotaciones no consideramos la influencia de la profundidad, los resultados obtenidos son los que se presentan en el Cuadro 6.

A la vista de estos resultados, la influencia de las rotaciones sobre los parámetros analizados es aún menos significativa en este muestreo. Teniendo en cuenta la influencia de la profundidad se observa que para la profundidad de 5 a 10 cm el contenido en nitrógeno es significativamente superior en la rotación 4 (cebada tras trigo) que en la 2 (veza tras cebada). También que el pH es significativamente más alto en la rotación 2 que en la 4 entre los 10 y 15 cm. Se trata de la misma tendencia observada en los muestreos de abril, aunque manifestada a mayor profundidad.

Cuadro 5. Medias de los datos del análisis de suelo en cada rotación para las tres profundidades estudiadas; de 0 a 5 cm, de 5 a 10 cm y de 10 a 15 cm. Octubre de 2003

ROT	PROF (CM)	MO (%)	PH	N (%)	P (MG/KG)	K (MG/KG)	CARB. (%)
R2	5	2.21 a	8.16 a	0.18 a	78.58 a	777.63 a	24.90 a
R3	5	2.30 a	8.20 a	0.19 a	89.91 a	825.75 a	23.01 a
R4	5	2.36 a	8.14 a	0.19 a	93.64 a	861.13 a	20.85 a
R2	10	2.17 a	8.22 a	0.177 b	68.43 a	678.50 a	25.42 a
R3	10	2.34 a	8.22 a	0.184 ab	62.36 a	715.63 a	24.69 a
R4	10	2.24 a	8.20 a	0.190 a	60.19 a	747.75 a	22.09 a
R2	15	2.05 a	8.29 a	0.17 a	46.35 a	598.00 a	27.12 a
R3	15	2.21 a	8.27 ab	0.17 a	45.04 a	669.88 a	24.91 a
R4	15	2.14 a	8.14 b	0.17 a	52.06 a	662.38 a	23.77 a

Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro a la misma profundidad son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0.05$

ROT= Rotación; R2: veza tras cebada; R3: cebada tras garbanzo y R4: cebada tras trigo

MO=Materia orgánica total, en porcentaje (%); N=Nitrógeno total, en porcentaje (%); P=Fósforo, en mg/kg P_2O_5 ; K=Potasio, en mg/kg de K_2O ; Carb=carbonatos, en porcentaje

Cuadro 6. Parámetros analizados en cada rotación. Octubre de 2003

ROT	MO (%)	PH	N (%)	P (MG/KG)	K (MG/KG)	CARB. (%)
R2	2.14 a	8.22 a	0.177 b	64.45 a	684.71 a	25.82 a
R3	2.28 a	8.23 a	0.184 ab	65.77 a	737.08 a	24.20 ab
R4	2.25 a	8.16 a	0.188 a	68.63 a	757.08 a	22.24 b

Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro a la misma profundidad son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0.05$

ROT= Rotación; R2: veza tras cebada; R3: cebada tras garbanzo y R4: cebada tras trigo

MO=Materia orgánica total, en porcentaje (%); N=Nitrógeno total, en porcentaje (%); P=Fósforo, en mg/kg P_2O_5 ; K=Potasio, en mg/kg de K_2O ; Carb=carbonatos, en porcentaje.

Sin desagregar por profundidades, aparecen diferencias significativas en el contenido de nitrógeno y de carbonatos.

En el caso del nitrógeno se observa la misma tendencia que en el análisis por profundidades, ya que R4 tienen un contenido significativamente superior de este elemento que R2. En el caso de los carbonatos es R2 quien muestra una concentración significativamente superior a R4. La materia orgánica no presenta diferencias significativas en ningún caso, ni considerando los resultados por profundidades ni de forma conjunta atendiendo únicamente el efecto de la rotación.

4 ► CONCLUSIONES

La influencia de las rotaciones y del sistema de laboreo sobre la materia orgánica resultó más clara durante el periodo vegetativo del cultivo que pasados varios meses sin cubierta vegetal tras la recogida de la cosecha. El sistema de laboreo influyó marcadamente sobre el contenido de materia orgánica en el suelo, particularmente en los 5 cm superiores, aunque esta diferencia puede manifestarse, al menos, hasta los 15 cm. En los 5 primeros centímetros esta influencia se mantiene incluso pasados varios meses tras la cosecha. Según la experiencia estudiada, la siembra directa aumenta significativamente el contenido de materia orgánica frente al laboreo tradicional, ejerciendo una labor especialmente benéfica en ambientes semiáridos como los estudiados. La siembra directa influye también marcadamente en otros parámetros, como el contenido en nitrógeno, fósforo y potasio, que también se han visto incrementados significativamente en nuestras experiencias en el laboreo de conservación frente al tradicional. Asimismo, la siembra directa hace descender significativamente el pH frente al laboreo tradicional en los 10 cm superiores.

La influencia de las rotaciones sobre la materia orgánica y los restantes parámetros es poco marcada y en todo caso menos notoria que la influencia del sistema de laboreo. Los parámetros que han mostrado respuestas significativamente diferentes a alguna profundidad según la rotación son el contenido en materia orgánica, el pH y la concentración de N y P.

La mejora edáfica producida por el laboreo de conservación frente al tradicional en el área de estudio es clara y notoria. Aparte de los resultados analíticos estudiados, visualmente puede apreciarse que el suelo bajo laboreo de conservación está mejor estructurado, conserva mejor la humedad, se agrieta menos, presenta una mayor cantidad de organismos, etc. Todo ello favorece el desarrollo de los vegetales. Sin embargo, el problema de las infestaciones por malas hierbas constituye el principal obstáculo para el desarrollo de los cultivos en estos sistemas de laboreo. Además de la ausencia del control mecánico de la germinación de adventicias por el volteo del suelo con el arado de vertedera, la mejora edáfica del laboreo de conservación favorece estas infestaciones creando unas condiciones óptimas para el desarrollo de todo tipo de vegetales, tanto cultivo como adventicias. A pesar de estas dificultades agronómicas, el laboreo de conservación, y en particular la siembra directa, se muestra como un sistema de manejo básico para promover la conservación y mejora del suelo en ambientes semiáridos como los presentes en buena parte de la cuenca del Duero.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Caja Burgos la cesión de la finca para la realización de los ensayos. Esta investigación se ha realizado con cargo al proyecto RTA02-058-C3-1 “Rotaciones de cultivo de sistemas de laboreo de conservación en zonas semiáridas” financiado por el INIA.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **BARBER, S. A. 1979**
Corn residue management and soil organic matter. *Agronomy Journal*, 71: 625-627
- **BESSAM, F. Y MRABET, R. 2003**
Long-term changes in soil organic matter under conventional tillage and no-tillage systems in semiarid Morocco. *Soil use and management*, 19(2): 139-143
- **CAMPBELL, C. A.; BIEDERBECK, V. O.; MC CONKEY, B. G.; CURTIN, D. Y ZENTNER, R. P. 1999**
Soil quality-effect of tillage and fallow frequency. Soil organic matter as influenced by tillage and fallow frequency in a silt loam in southwestern Saskatchewan. *Soil Biology Biochemistry*, 31: 1-7
- **CARTER, M. R. 1991**
The influence of tillage on the proportion of organic carbon and nitrogen in the microbial biomass of medium-texture soils in a humid climate. *Biol. Fert. Soils*, 11: 135-139
- **DE BENITO, A.; SOMBRERO, A. Y ESCRIBANO - VILLA, C. 1999**
Influencia del laboreo de conservación sobre las propiedades del suelo. *Agricultura*, 804: 538-541.
- **DING, G.; NOVAK, J. M.; AMARASIRIWARDENA, D.; HUNT, P. G. Y XING, B. 2002**
Soil organic matter characteristics as affected by tillage management. *Soil Science Society of America Journal*, 66(2): 421-429
- **GARCÍA TORRES, L. Y GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, P. (EDITORES) 1997**
Agricultura de Conservación: Fundamentos Agronómicos, Medioambientales y Económicos. Asociación Española de Laboreo de Conservación/Suelos Vivos. Córdoba.
- **GONZÁLEZ BARRAGÁN, I. 2002**
Influencia del sistema de laboreo y de las rotaciones sobre el cultivo de cebada y trigo y las características químicas del suelo. Trabajo de Investigación Tutelado. Universidad de Valladolid. Inédito.
- **HAINES, P. J. Y UREN, N. C. 1990**
Effects of conservation tillage farming on soil microbial biomass, organic matter and earth-worm populations, in north-eastern Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 30: 635-371
- **HUNT, P. G.; KARLEN, D. L.; MATHENY, T. A. Y QUISENBERRY, V. L. 1996**
Changes in carbon content of a Norfolk loamy sand after 14 years of conservation and conventional tillage. *Journal of Soil and Water Conservation*. 51: 255-258
- **KETTLER, T. A.; LYON, D. J.; DORAN, J. W.; POWERS, W. L. Y STROUP, W. W. 2000**
Soil quality assessment after weed control tillage in a no-till wheat-fallow cropping system. *Soil Science Society of America Journal*, 64 (1): 339-346
- **MACHADO, PLOA; SOHI, S. P. Y GAUNT, J. L. 2003**
Effect of no-tillage on turnover of organic matter in a Rhodic Ferralsol. *Soil use and management*, 19 (3):

250-256

• **SOMBRERO, A.; DE BENITO, A.; ESCRIBANO, C. Y GARCÍA, M. A. 1996**

Evolución de la humedad y de la compactación del suelo en tres sistemas de laboreo. Congreso Nacional de Agricultura de Conservación: Rentabilidad y Medio Ambiente. Córdoba (España), 2-4 de octubre de 1996: 183-187.

• **STELAY, T. E.; EDWARD, W. M.; SCOTT, C. L. Y OWENS, L. B. 1988**

Soil microbial biomass and organic component alteration in a no-tillage chronosequence. Soil Science Society of American Journal, 52: 998-1005.

• **WEIL, R. R. 1992**

Inside the heart of sustainable farming. The New Farm, 14 Jan: 43-48

• **WEST, N. E. Y MARLAND. 2002**

A synthesis of carbon sequestration, carbon emissions, and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States. Agriculture, Ecosystems and Environment, 91: 217-232

• **YANG, X. M. Y KAY, B. D. 2000**

Rotation and tillage effects on soil organic carbon sequestration in a typical Hapludalf in Southern Ontario. Soil & Tillage Research, 59: 107-114.

• **ZIELKE, R. C. Y CHRISTENSEN, D. R. 1986**

Organic carbon and nitrogen changes in soils under selected cropping systems. Soil Science Society of American Journal, 50: 363-367

EVALUACIÓN DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS TROPICALES PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS AGROSILVOPASTORALES EN LOS LLANOS VENEZOLANOS DEL ESTADO GUÁRICO

ANDRÉU SOLER, ERNESTO

Dpto. de Ingeniería. Área de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos (UNERG). San Juan de los Morros, Guárico (VENEZUELA)

E-mail: eandreu@telcel.net.ve

RESUMEN

Los sistemas de producción que predominan en los Llanos venezolanos del estado Guárico son principalmente agropecuarios, donde se desarrolla la actividad ganadera bovina junto a una agricultura de cereales (maíz y sorgo) en secano, cuyos residuos después de la cosecha pasan a formar parte de la alimentación animal. Esta agricultura intensamente mecanizada se realiza sobre tierras totalmente deforestadas, con alto uso de fertilizantes y agroquímicos, lo que ha causado la degradación de los suelos. En este sentido se estableció una investigación cuyo objetivo fue evaluar el establecimiento y desarrollo de leguminosas arbóreas autóctonas, como elemento de sostenibilidad en el desarrollo de sistemas agrosilvopastorales alternativos. Los ensayos se establecieron en arborescencias de 10.000 m² aproximadamente, sobre suelos altamente degradados, ácidos, de muy baja fertilidad y con bajo contenido de materia orgánica. Se sembraron árboles de Samán (*Pithecellobium saman*), Cañafístolo llanero (*Cassia moschata*), Masaguaro (*Pithecellobium guachapele*), y Carocaro (*Enterolobium cyclocarpum*), en cuadrículas a una distancia de 20 x 20 m; en cada hoyo de 0.40x0.40x0.50 m (0.08 m³), se colocó previamente una mezcla de 30 kg de compost con 150 g de fertilizante completo, con el objeto de mejorar el desarrollo y la profundidad de enraizamiento de los árboles durante los meses de lluvia, a fin de no utilizar riego ni volver a utilizar más fertilizantes durante el resto de la vida de estos árboles, limitando el mantenimiento posterior a eliminar mecánicamente las malezas dos veces por año. Se evaluó quincenalmente la altura de las plantas y el diámetro de los tallos durante el primer año y semestralmente durante los siguientes 5 años.

Los resultados obtenidos, hasta el momento, muestran las diferentes formas y tasas de crecimiento y adaptación al medio de todas estas especies, notándose una buena adaptabilidad, en estos suelos pobres, de las especies más autóctonas como el Cañafístolo, el Masaguaro y el Carocaro, mientras que el Samán mejoró sustancialmente su desempeño alcanzando alturas superiores promedio a los 3 m en el primer año, diámetros de tallo basal cercanos a 10 cm y diámetros a la altura del pecho (DAP) superiores a 5 cm, lográndose a los 6 años alturas efectivas promedio superiores a 7 m, diámetro basal del tallo superior a 35 cm y DAP superiores a 25 cm.

PALABRAS CLAVE: COMPOST, *PITHECELLOBIUM SAMAN*, *CASSIA MOSCHATA*, *PITHECELLOBIUM GUACHAPELE* Y *ENTEROLOBIUM CYCLOCARPUM*

1 ► INTRODUCCIÓN

En los Llanos Altos Centrales de Venezuela de clima semiárido y con una superficie superior a los 2 millones de hectáreas, el riesgo de desertificación se ve cada día más acentuado en la medida en que se deforesta el bosque seco y muy seco tropical con el objeto de hacer, en secano, siembras limpias de maíz y sorgo, muchas veces con la finalidad de obtener, a corto plazo, alguna ganancia con la venta del grano además de dejar sobre el campo una soca (residuo de cosecha) lo suficientemente rica como para aminorar las pérdidas de peso del ganado vacuno durante la larga época seca, que muchos años supera los 6 meses sin caer ni una gota de agua. Por otra parte, el riego, salvo en alguna excepción, es imposible debido a que los niveles freáticos están a mucha profundidad y con aguas de regular a mala calidad. Por último, los suelos son ácidos, de baja fertilidad y en algunas zonas de relieve semi ondulado con pendientes que pueden superar 10% al 15%. En resumen, esta región, desde la década pasada de los 70, ha sido trabajada con altas cantidades de fertilizantes químicos, sistemas de laboreo convencional, donde se hace un uso excesivo de pases de grada (tanto pesada como liviana) y una necesidad de utilizar cada vez mayores cantidades de herbicidas y plaguicidas debido al incremento de las áreas de monocultivo (maíz o sorgo), año tras año, durante la época de lluvia (Mayo-Octubre), con precipitaciones de alta intensidad.

Estos sistemas causaron tal grado de deterioro (desertificación) en los suelos que ya desde la década de los 90, en algunos sectores, no era rentable sembrar comercialmente ningún cultivo, destinándose a pasturas de baja calidad o a barbecho. Desde esa época, la Universidad Rómulo Gallegos y la Compañía Agrícola Agroi-teca, a través de la Fundación Polar, establecieron un Convenio para la investigación en alternativas de manejo de esa región con miras a frenar el deterioro acelerado de los suelos e incluso, la posible recuperación de suelos degradados. Se han realizado, para ello, experiencias muy positivas con la utilización de la siembra directa (Bravo y Andreu, 1995), la rotación con soja, la siembra de leguminosas herbáceas forrajeras para suplemento proteico en la alimentación animal y como plantas mejoradoras del suelo y por último, desde 1998, se comenzó un proyecto para el estudio de las especies arbóreas típicas de la región, así como la posibilidad de introducir especies de otras regiones del país o exóticas adaptadas al clima tropical, que favorecieran la implantación de bosques manejables a través de sistemas agro-silvo-pastorales (o modelos agroforestales) que puedan ser más sustentables, esperándose que aumente la regulación hídrica, la biodiversidad y la diversificación de la producción, mejoren los efectos sobre el suelo (adición de materia orgánica), se controlen las plagas y enfermedades y mejore el microclima, según lo relatan Gutiérrez *et al.*, 1999.

De este proyecto, que se pretende mantener por, al menos, 10 años para poder tener más certeza en cuanto a conclusiones y recomendaciones y donde se está trabajando, en el campo, con más de 15 especies de árboles y más de 1.000 individuos, se han separado 4 especies leguminosas que ya han cumplido su sexto año desde la siembra en campo, a fin de adelantar algunos resultados de adaptación y tasa de crecimiento observados,

hasta el momento, destacando la forma como se sembraron y mantuvieron estas especies de gran potencial y utilidad para la zona de los llanos venezolanos, debido, entre otras características, a su rapidez de crecimiento y adaptabilidad.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se llevan a cabo en las fincas: “Las Guacamayas” y “Las Mercedes”, cuya ubicación geográfica es 9° 5' 32" latitud Norte y 66° 59' 00" longitud Oeste, a 150 m.s.n.m., con temperatura promedio anual de 26,5 °C, precipitación promedio anual de 1.041 mm (registrados entre los años 1998 y 2003) y una evapotranspiración potencial (ETP) de aproximadamente 1.800 mm anuales.

Cuadro 1. Análisis físico y químico del suelo del arboreto A8 en cinco profundidades

PROFUNDIDAD (cm)	0 - 5	5 - 25	25 - 50	50 - 100	100 - 150
Arena (2,0 - 0,05 mm)	63,3	60	49,5	46,3	48,7
Limo (0,05 - 0,002 mm)	28,7	27,3	25,5	27,7	26
Arcilla (< 0,002 mm)	8	12,7	25	26	25,3
Clase textural (Bouyoucos mod.)*	Fa	Fa	FAa	FAa	FAa
pH (Suspensión 1:2)	5,90	5,38	4,83	4,88	4,60
Carbono orgánico (W&B) (%)	1,60	0,95	0,72	0,60	0,60
Nitrógeno total (Kjeldahl) (%)	0,11	0,06	0,05	0,04	0,03
Fósforo (Olsen) (mg/kg)	26	22	6	10	9
Potasio (NH ₄ O Ac 1N) (mg/kg)	90	220	130	40	30
H ⁺ (Acidez intercambiable) (cmol/kg)	0	0	0,25	0,20	0,35
Al ⁺⁺⁺ (cmol/kg)	0	0	0,15	0,10	0,20
Saturación de bases (%)	100	100	80,49	83,15	62,83
Hierro (mg/kg)	156	95	13	12,5	12
Cobre (mg/kg)	0,8	0,8	1,2	1,2	1,0
Zinc (mg/kg)	10,5	1,4	2,2	2,6	3,8
Manganeso (mg/kg)	31	27	21	15,5	12

(*)Fa= Franco-arenoso; FAa= Franco-arcillo-arenoso

Cuadro 2. Análisis físico y químico del suelo del arboreto L1 en cinco profundidades

PROFUNDIDAD (cm)	0 - 5	5 - 25	25 - 50	50 - 100	100 - 150
Arena (2,0 - 0,05 mm)	73,3	73,7	62,5	61,3	56
Limo (0,05 - 0,002 mm)	18	16,3	15,3	16	14,5
Arcilla (< 0,002 mm)	8,7	10	22,2	22,7	29,5
Clase textural (Bouyoucos mod.)*	Fa	Fa	FAa	FAa	FAa
pH (Suspensión 1:2)	6,23	5,33	5,91	5,26	4,71
Carbono orgánico (W&B) (%)	1,39	0,95	0,83	0,68	0,61
Nitrógeno total (Kjeldahl) (%)	0,09	0,07	0,06	0,04	0,04
Fósforo (Olsen) (mg/kg)	23	15	9	7	4
Potasio (NH₄O Ac 1N) (mg/kg)	140	50	150	105	40
H⁺ (Acidez intercambiable) (cmol/kg)	0	0,15	0	0,20	0,40
Al⁺⁺⁺ (cmol/kg)	0	0,05	0	0,10	0,20
Saturación de bases (%)	100	87,5	100	87,75	60
Hierro (mg/kg)	217	171,5	21	11	15,5
Cobre (mg/kg)	0,6	0,4	0,6	1,0	1,0
Zinc (mg/kg)	4,2	4,0	1,2	2,4	2,2
Manganeso (mg/kg)	20	12,0	1,6	0,2	0,2

(*)Fa= Franco-arenoso; FAa= Franco-arcillo-arenoso

Para el presente trabajo se consideraran, solamente, dos de los diez sitios de ensayos con árboles que tiene el proyecto completo, debido a que fueron sembrados el mismo año con dos meses de diferencia. En el primer sitio denominado Arboreto A8, los árboles (Samán y Cañafístolos) fueron transplantados desde el vivero el día 09-06-98, mientras que en el segundo sitio denominado arboreto L1 los árboles (Samanes, Cañafístolos, Masaguaros y Carocaros) fueron transplantados el 05-08-98. En todos los casos los árboles habían permanecido, previamente 3 meses en vivero.

En los Cuadros 1 y 2, se pueden observar las características físicas y químicas de los suelos en los dos sitios bajo estudio. Metodología utilizada: Palmaven (1992).

Con el objeto de incrementar la retención de humedad y favorecer el desarrollo inicial de las raíces de los árboles al ser transplantados, se preparó una cantidad suficiente de

compost utilizando los residuos vegetales de desecho de las fincas (hojas de árboles, heno de sorgo, otros), junto con excrementos tomados de los corrales de los vacunos, mezclados en proporciones volumétricas iguales, manteniendo la humedad de la mezcla y aireándola cada 3 días. Lográndose un compostaje de buena calidad (75% de porosidad; densidad aparente: 0,54 Mg/m³; pH: 7,8; N total:0,80%; relación C/N:25; CIC: 75,20 me/100g; relación NH₄⁺/NO₃⁻:0,16; CE: 0,66 dS/m) después de 45 días de iniciado el proceso

Este compost se utilizó para llenar las bolsas del vivero y para añadir un aproximado de 30 kg en los hoyos de siembra de los árboles, además de unos 150 g de fertilizante completo (12-24-12) mezclado con este compost.

Las dimensiones de los hoyos realizados para la siembra en campo de los árboles eran de 40 cm x 40 cm por 50 cm de profundidad (0,08 m³).

Los árboles fueron sembrados, en ambos sitios, en cuadrícula de 20m x 20m. Con esta distancia se pretende darles espacio suficiente para que se desarrollen lo más posible y que quede espacio suficiente entre ellos para poder sembrar pasturas que pudiesen ser aprovechadas por el ganado vacuno, de manera de iniciar ensayos de tipo silvo-pastoral, al tiempo que se realizaban las evaluaciones de desarrollo comparativo entre las especies en estudio.

En el Cuadro 3, se puede observar la clasificación y algunas características de las 4 especies leguminosas de árboles utilizados en este trabajo. Es de hacer notar que a pesar de que no se mencione la característica de maderable tanto al Cañafistolo como al Carocaro, es debido a que no se usa comúnmente aún en Venezuela para tal fin, sin embargo en algunos otros países, en algunos casos, son utilizados. Además, Solórzano *et al.*, (1998) señalan otras bondades del Samán como mejorador de la fertilidad del suelo y de algunos tipos de pasturas que crecen bajo su sombra

Cuadro 3. Clasificación y utilidad de las cuatro especies de árboles bajo estudio

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA (SUBFAMILIA)	USOS PRINCIPALES
Samán	<i>Pithecellobium saman</i> (Jacq.) Benth.	Fabaceae (Mimosoideae)	Sombra, frutos, madera
Masaguaro	<i>Pithecellobium guachapele</i> (Kunth) Harms	Fabaceae (Mimosoideae)	Sombra, Madera
Cañafistolo llanero	<i>Cassia moschata</i> HBK	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Sombra, frutos
Carocaro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Fabaceae (Mimosoideae)	Sombra, frutos

En cuanto a la escarificación de las semillas se realizó en forma mecánica usando licuadora con agua, en las especies que lo requirieron (Samán, Cañafístolo y Carocaró), dando excelentes resultados y superando el 90% de germinación. En otras especies leguminosas de árboles, al parecer, funcionan mejor otros métodos de escarificación, como lo señalan Atencio *et al.* (2003) en *Peltophorum pterocarpum* y Razz y Clavero (2003) en *Pithecellobium dulce*.

El número de árboles sembrados, de cada especie, en cada uno de los dos sitios en estudio, puede observarse en el Cuadro 4. Cabe destacar que en el arboreto A8 se sembraron solamente dos especies, el Samán al cual se desea probar la factibilidad de ser introducido de otras área más húmedas y con suelos de mejor calidad del país y el Cañafístolo que es un árbol endémico de esta parte de los Llanos Centrales.

Asimismo, en el arboreto L1 se sembraron 4 especies, es decir, además del Samán y el Cañafístolo, el Masaguaro y el Carocaró que son también endémicas, no solamente en los Llanos Centrales sino, de diversas otras partes de Venezuela.

En cuanto al mantenimiento, se limitó a hacer dos controles mecánicos de malezas por año durante los dos primeros años y luego un control anual antes de la época seca para evitar las quemas. No fueron regados ni fertilizados después del trasplante a fin de evaluar su capacidad de adaptación a la sequía así como el porcentaje sobrevivencia.

Cuadro 4. N° de individuos por especie de árbol sembrados originalmente en cada arboreto bajo estudio

ARBORETO	SAMÁN	CAÑAFÍSTOLO	MASAGUARO	CAROCARO
A8	13	12	0	0
L1	14	4	2	4

Las mediciones realizadas fueron las siguientes:

- ▶ **Durante el primer año:** Se realizaron mediciones de longitud (desde el suelo a la yema apical), diámetro basal del tallo (a 10 cm sobre el nivel del suelo) y diámetro del tallo a la altura del pecho (DAP, a 130 cm sobre el nivel del suelo). Todas estas con una frecuencia de cada 15 días.
- ▶ **Durante los siguientes años:** Se realizaron y se siguen realizando mediciones de altura efectiva (desde el nivel del suelo hasta el final de la copa del árbol) en vez de la longitud. También se siguió midiendo el diámetro basal y diámetro a 130 cm (DAP). Todas estas en forma semestral (dos veces por año).

- ▶ A partir de este sexto año se comenzó con la medición del tipo y profundidad de enraizamiento en cada una de las especies bajo estudio, realizando calicatas hasta 150 cm de profundidad.
- ▶ También se ha ido observando la adaptabilidad de estas especies al medio a través de los porcentajes de sobrevivencia de cada una de ellas, ya que una vez transplantadas no se les aplicó ningún tipo de riego, debiendo aprovechar cada árbol los meses de lluvia para crecer y desarrollar su sistema radicular.
- ▶ Se midieron y se siguen midiendo, diariamente con pluviómetros simples, las precipitaciones acontecidas durante los años de duración de los experimentos. En la Fig.1, se puede observar tanto la precipitación promedio mensual como la evapotranspiración potencial durante los años de estudio (1998-2003).

El procesamiento de los datos se realizó en base a promedios y coeficientes de variación de cada una de las variables, obteniéndose curvas comparativas de: Longitud durante el primer año, velocidad y momentos de mayor crecimiento; altura efectiva a partir del segundo año en adelante; diámetro basal y diámetro a la altura del pecho (DAP).

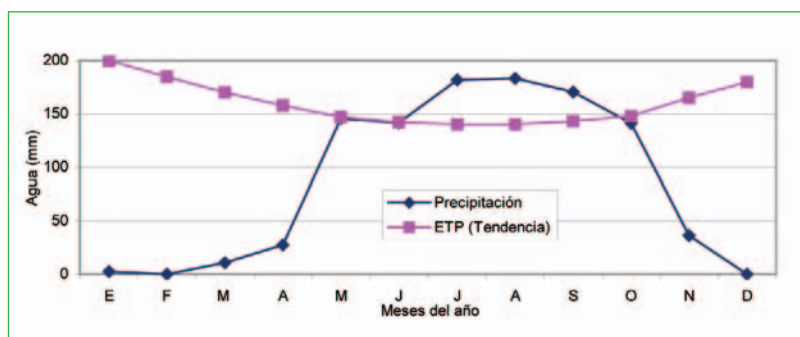


Fig. 1. Precipitación promedio (1998-2003) y evapotranspiración potencial (ETP) en la finca "Las Guacamayas", Estado Guárico, Venezuela.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Fig.2 se puede observar el crecimiento longitudinal de los Samanes y Cañafístolos del arboreto A8 donde resalta el mayor desarrollo longitudinal de los Samanes en relación a los Cañafístolos, observándose además, que los Samanes detienen su crecimiento cuando aumenta la sequía (Dic. - Feb.) siguiendo después su desarrollo normal. Los Cañafístolos, si bien crecen menos, mantienen su ritmo de crecimiento similar durante todo el año, aún en la época de sequía.

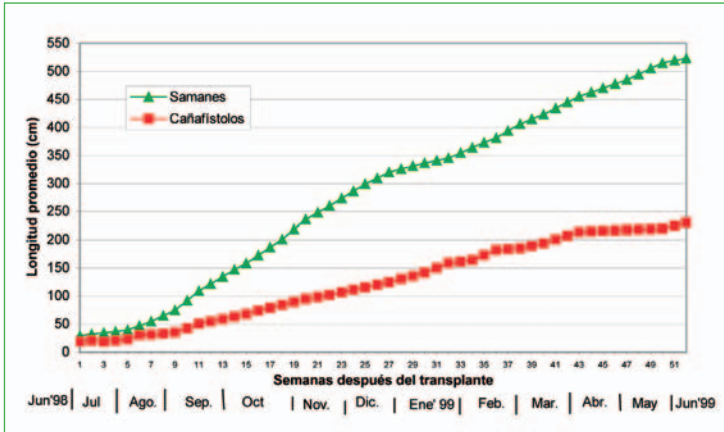


Fig. 2. Crecimiento longitudinal promedio de los árboles en el arboreto A8 durante el primer año después del trasplante.

La velocidad de crecimiento (cm/día) de los árboles durante el primer año en el arboreto A8 se muestra en la Fig. 3, observándose que los Samanes pueden llegar a valores hasta de 2,34 cm/día (CV=30,8%) durante algunas semanas del año, con un promedio de 1,39 cm/día (CV=17,2%) durante todo el primer año, mientras que los Cañafistolos llegan a crecimientos promedio de 0,59 cm/día (CV=9,1%), durante todo el año. Estos resultados que señalan un crecimiento muy rápido de los Samanes, coinciden con lo reportado por Skolmen (1990) y contradicen lo señalado por Hoyos (1994), quien identifica al Samán como un árbol de crecimiento lento.

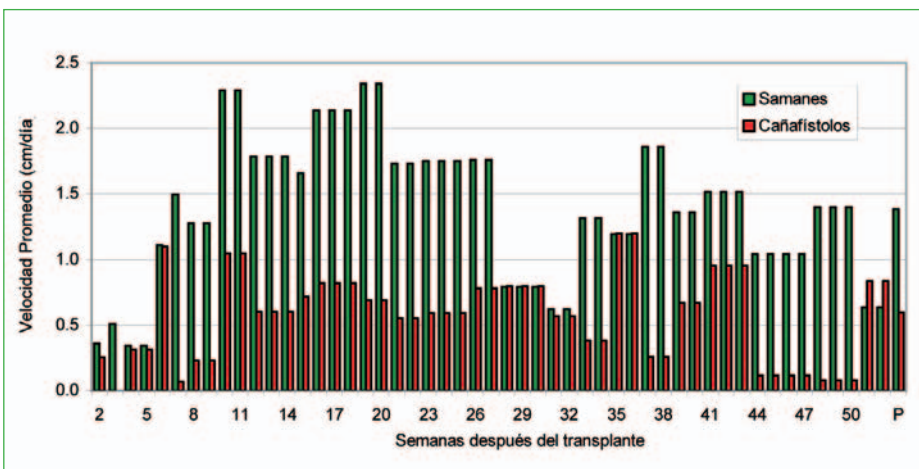


Fig. 3. Velocidad de crecimiento longitudinal promedio de los árboles del arboreto A8 durante el primer año después del trasplante.

En el arboreto L1 sembrado 2 meses después de A8, en Agosto de 1998 se vió un resultado similar en cuanto al crecimiento longitudinal durante el primer año después del transplante(Fig. 4). Pero el crecimiento relativo fue menor posiblemente debido a recibir 2 meses menos de lluvias que ese año correspondió a unos 330 mm. En el caso del Masaguaros, se ve el tipo de crecimiento escalonado que presenta (Fig.4), siendo muy diferente al Samán y al Cañafistolo su velocidad de crecimiento, viéndose en algunos momentos del año crecimientos de más de 3 cm/día. La velocidad de crecimiento promedio en este arboreto L1 durante todo el primer año después del transplante fue de 1,06 cm/día (CV=18,3%) para los Samanes, 0,85 cm/día (CV=20,7%) para Cañafistolos y 0,73 cm/día (CV=31,3%) para los Masaguaros.

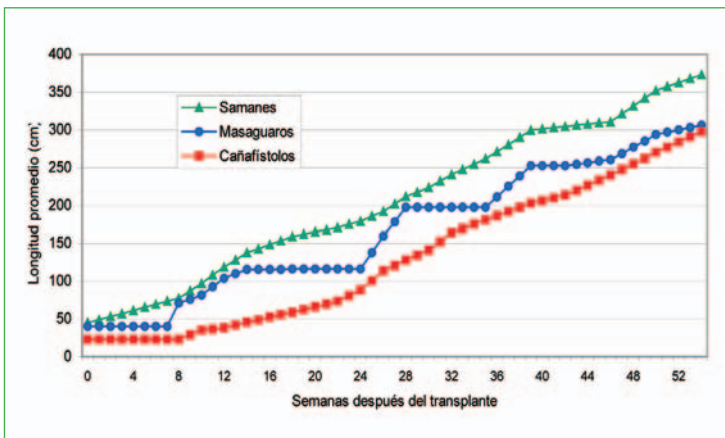


Fig. 4. Crecimiento longitudinal de algunos árboles leguminosas en el arboreto L1 durante el primer año después del transplante.

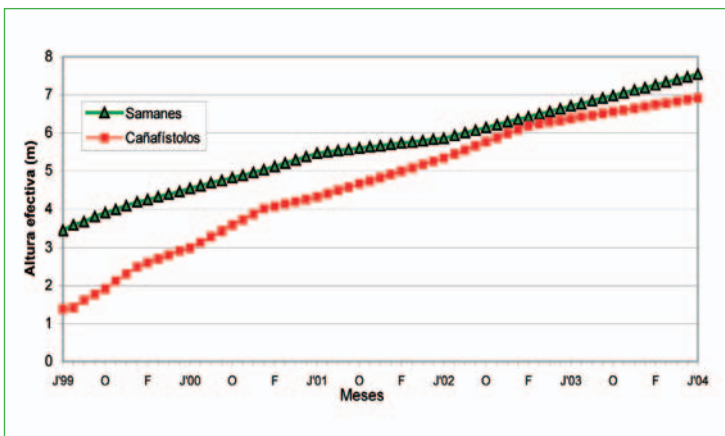


Fig. 5. Incremento de la altura efectiva promedio de los árboles en el arboreto A8 a partir del primer año hasta el sexto año después del transplante.

La altura efectiva se ve en el comportamiento de los árboles (Samanes y Cañafístolos) en el arboreto A8 (Fig.5), mientras que en la Fig.6 se puede ver el desarrollo en 6 años, de las 4 especies, destacándose en ambos casos el desarrollo de los Samanes sobre las otras especies, siendo más cercanas las alturas a partir del 5º año (muy parecidas las alturas efectivas).

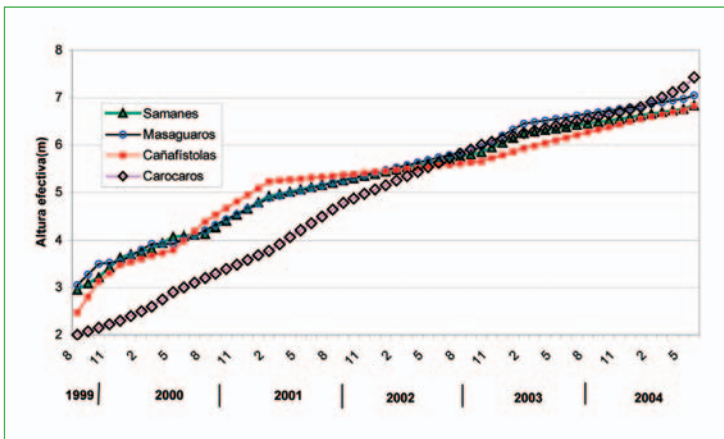


Fig. 6. Incremento de la altura efectiva promedio de los árboles en el arboreto L1 a partir del primer año hasta el sexto año después del trasplante.

En la Fig. 7 se ve la forma como han incrementado los diámetros tanto basales como a la altura del pecho (DAP) de los Samanes y Cañafístolos en el arboreto A8, viéndose la superioridad de los Samanes en ambos casos.

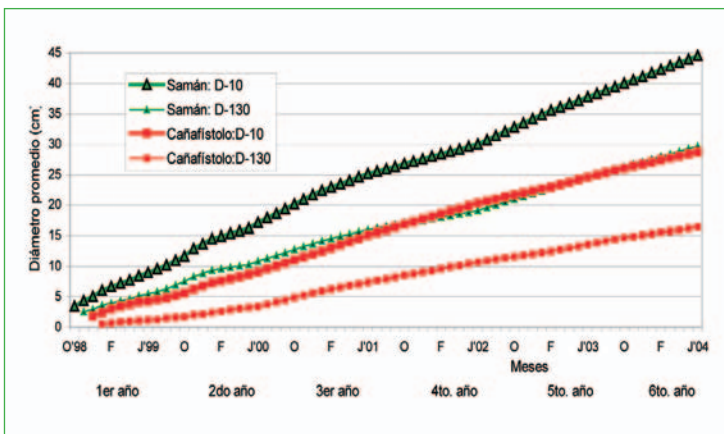


Fig. 7. Incremento de los diámetros promedio basales y a altura del pecho (130 cm) en las dos especies del arboreto A8 durante los 6 años después del trasplante.

Obteniéndose un diámetro basal promedio de 44,6 cm (CV=13,5%) y 29,7 cm (CV=24%) para DAP en los Samanes, mientras que para los Cañafístolos se tiene un diámetro basal promedio de 28,7 cm (CV=22,4%) y 16,4 cm (CV=24,8%) para diámetros a altura del pecho (DAP). Esta diferencia tan grande en DAP, se debe a que los Cañafístolos, naturalmente, tienden a emitir muchas ramas desde la base del tallo.

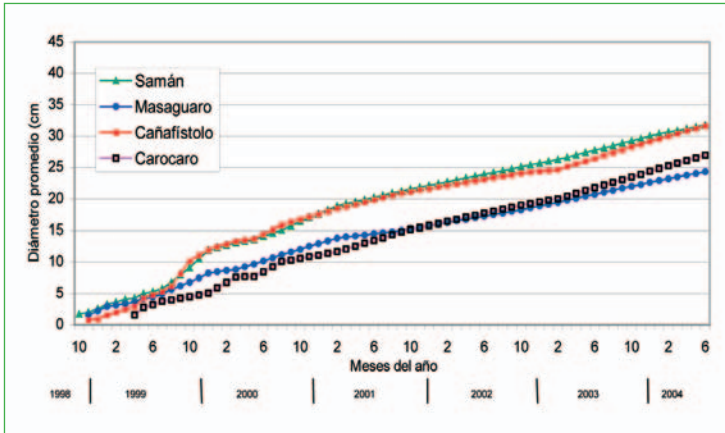


Fig. 8. Incremento de los diámetros promedio basales en las cuatro especies sembradas en el arboreto L1 durante los 6 años después del transplante.

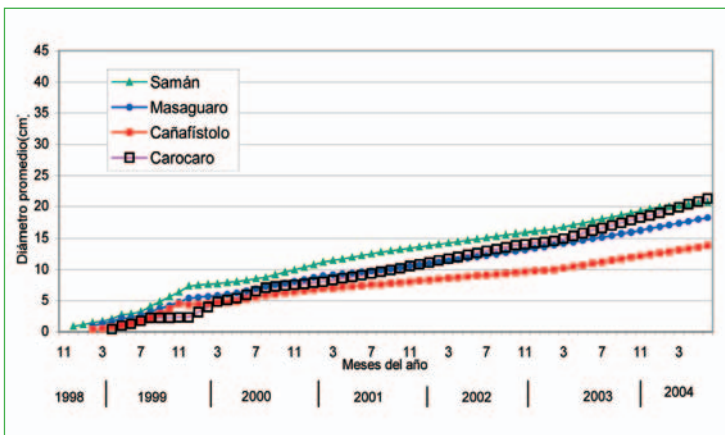


Fig. 9. Incremento del diámetro promedio a la altura del pecho (DAP) en las cuatro especies de árboles del arboreto L1 durante los seis años después del transplante.

Como se puede observar en la Fig.8, los diámetros basales promedio de los Samanes de L1 obtuvieron valores de 31,7 cm (CV=13%) los cuales fueron menores que en A8. Los cañafístolos

alcanzaron un diámetro basal promedio de 31,6 cm (CV=26%), similar al diámetro basal de los Samanes de este mismo arboreto y algo mayor que los Cañafistolos de A8, mientras que los Carocaros alcanzaron los 26,9 cm (CV=8,6%), superando a los Masaguaros que quedaron por debajo con 24,3 cm (CV=18%). En la Fig.9 se puede observar como incrementaron los diámetros promedio a la altura del pecho (DAP), donde los Samanes estuvieron siempre por encima de los demás árboles llegando a 20,7 cm (CV=17,2%), sin embargo, los Carocaros al final los superaron con 21,3 cm (CV=13%). Por otra parte, los valores de los Cañafistolos estuvieron siempre por debajo de los demás (13,8 cm, CV=19%) debido, posiblemente, al mayor número de ramas que emiten desde su base, mientras que los Masaguaros mantuvieron todo el tiempo una posición intermedia, llegando a 18,2 cm (CV=19%).

En cuanto a la sobrevivencia de las diferentes especies sembradas en los dos arboretos según se mostró en el Cuadro 4, cabe destacar que hasta el momento todos los árboles han sobrevivido a excepción de los Cañafistolos del arboreto A8, donde de 12 individuos solamente quedan 5 (41,7% sobrevivencia), lo que tal vez sea un valor muy bajo para un árbol que es endémico y de amplia distribución natural en esta región. Sin embargo, los ataques repetidos de hormigas y bachacos (*Atta* spp.) aparentemente son la causa, pero como se planteó desde el principio del Proyecto, que no se controlarían ni plagas ni enfermedades a fin de observar el nivel de tolerancia de las diferentes especies al ambiente natural y a todos los árboles se les dieron los mismos tratamientos y se expusieron a los mismos riesgos, este podría ser un resultado aunque se pudiese pensar que no es lógico, pero se debe hacer notar que esta especie se disemina mucho por esta zona y aunque se pierdan muchos árboles en sus primeros estadios, quedan aún muchos otros que sobreviven.

Por último, se comenzaron las observaciones de raíces y a pesar que todos estos árboles tienen sistemas radiculares profundos, ya que logran pasar la época de sequía con éxito, se pueden observar diferencias en cuanto a la forma y distribución de las raíces tanto de anclaje como de absorción. Asimismo, se pudo constatar que las raíces de absorción del Samán son mucho más abundantes hasta 1,50 m de profundidad que en los otros árboles. En general todos tienen raíces de anclaje en las capas superficiales (0 – 30 cm) y luego en capas de 80 – 100 cm, observándose en los Carocaros una raíz principal (pivotante) muy vertical que supera los 150 cm, aunque no se sabe si ésta la pierde con el transcurso de los años (Francis, 1988), a diferencia del Samán y el Masaguaro cuya raíz tiende a bifurcarse después de los 80 cm. Estas evaluaciones seguirán siendo realizadas año tras año a fin de entender mejor la forma de enraizamiento que van desarrollando estas especies de árboles.

4 ► CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El árbol Samán (*Pithecellobium saman*), hasta este momento (6 años después del trasplante) se ha adaptado muy bien, ya que no se ha perdido ninguno de los 27 individuos sembrados entre los dos arboretos y mantiene los valores promedio más

altos en cuanto a altura, diámetro del tallo tanto basal como a la altura del pecho, así como, velocidad de crecimiento y gran tolerancia a plagas de la zona.

► Las otras 3 especies endémicas de la región, Cañafistolo llanero (*Cassia moschata*), Carocaró (*Enterolobium cyclocarpum*) y Masaguaro (*Pithecellobium guachapele*) crecen adecuadamente, sin embargo, apenas pueden llegar, hasta el momento, a niveles similares al Samán.

► Se observa al Cañafistolo llanero como la especie más susceptible a ciertas plagas comunes en la zona (*Atta* spp.)

► Se requiere, al menos de 4 años más, para seguir tomando las mediciones necesarias a fin de poder recomendar, con el menor nivel de riesgo, el éxito la implantación y desarrollo de estas especies arbóreas en esas condiciones de clima, suelo y medio ambiente.

5 ► AGRADECIMIENTOS

Se debe dar las más sinceras gracias a la empresa agrícola Agroindustrias Integrales C.A. (Agrointeca), a sus gerentes (Luis Cortes, Domingos Martins, Antonio Almeida), a su asesor (Oswaldo Luque) y en especial sus directivos (Antonio Salgado y Carlos Quintero) por depositar su confianza en este Convenio y en la gente que lo realiza. Así también se debe agradecer a la Universidad Rómulo Gallegos (Profesores: Alfredo Baldizán, Mercedes Velásquez y Zaide Tiape) por todo el apoyo recibido y también a la Fundación Polar por haber iniciado los primeros Convenios de Investigación con los profesores de la Universidad y por haber apoyado siempre todos Proyectos que posteriormente se han seguido llevando a cabo. Por último, un agradecimiento especial a otros colaboradores: Profesora Adriana Florentino (Fac. Agronomía -UCV) y al Prof. Luis Fernández P. (F. de Ciencias, Uni. de Extremadura, España) por su apoyo personal y a través de sus Proyectos Internacionales.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

• **ATENCIO, L.; COLMENARES, R.; RAMÍREZ - VILLALOBOS, M. Y MARCANO, D. 2003**

Tratamientos pregerminativos en acacia San Francisco (*Peltophorum pterocarpum*) Fabaceae. Rev. Fac. Agron. (LUZ), Maracaibo, Venezuela. 20,63-71.

• **BRAVO, C. Y ANDREU, E. 1995**

Propiedades físicas y producción de maíz (*Zea mays* L.) en un Alfisol del Estado Guárico, Venezuela, bajo dos sistemas de labranza. Venesuelos, Vol. 3(2): 62-68.

- **FRANCIS, J. 1988**

Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. Guanacaste, earpod-tree. SO-ITF-SM-15. U.S. Dep. Of Agric., Forest Service, Southern For.Exp.Station. 4 p.

- **GUTIÉRREZ, B.; ACEVEDO, F.; BUSTAMANTE, C.; CORREDOR, G.; ESCOBAR, C.; CAMACHO, A. Y PLAZA, J. 1999**

Plan de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Sistemas Agro-forestales. <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Gutierrz.htm> (Consulta: Julio 2004)

- **HOYOS, J. 1994**

Guía de los Árboles de Venezuela. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Monografía N° 32 (p.184). Caracas, Venezuela. 384 p.

- **PALMAVEN 1992**

Análisis de suelo y su interpretación. Serie técnica. 2° edición. Ediciones Palmaven. Caracas. 12 p.

- **RAZZ, R. Y CLAVERO, T. 2003**

Efecto de la escarificación, remojo y tiempos de alma-cenamamiento sobre la germinación de *Pithecellobium dulce*. Rev. Fac. Agron. (LUZ), Maracaibo, Venezuela. 20,180-187.

- **SKOLMEN, R. 1990**

Pithecellobium saman (Jacq.) Benth. Monkey-pod. En: Burns, R.; B. Honkala, eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 645. Washington,DC:U.S. Dep. Of Agric., Forest Service:507-510.

- **SOLÓRZANO, N.; ARENDS, E. Y ESCALANTE, E. 1998**

Efectos del Samán (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) sobre la fertilidad del suelo en un pastizal de estrella (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) en Portuguesa. Rev. Forestal Venezolana 42(2), 149-155.

VARIABILIDAD BIOQUÍMICA EN SUELOS DE OLIVAR BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

BENÍTEZ, E.; NOGALES, R.; CAMPOS, M. Y RUANO, F.

Dpto. de Agroecología y Protección Vegetal. Estación Experimental del Zaidín. CSIC
C/ Profesor Albareda, 1. 18008 Granada
E-mail: emilio.benitez@eez.csic.es

RESUMEN

Este trabajo propone la caracterización bioquímica de suelos de olivar cultivado mediante tres sistemas de manejo diferentes: ecológico, integrado y convencional, y localizados en dos comarcas andaluzas: valle de los Pedroches (Córdoba) y Montes Orientales (Granada).

Para tal fin, en cada suelo se han determinado diversas actividades enzimáticas: oxidoreductasas (deshidrogenasa, o-difenol oxidasa), actividades hidrolíticas ligadas a los ciclos del C y P (β -glucosidasa, y fosfatasa) y producción de ácido indol-acético (auxinas), así como concentración de fenoles, carbono orgánico, pH y conductividad eléctrica del suelo.

Los datos obtenidos, una vez procesados mediante análisis discriminante, han agrupado los suelos en tres grupos bien diferenciados. Del total de suelos considerados a priori como suelos bajo agricultura ecológica, el 89% fueron clasificados como pertenecientes a un mismo grupo, mientras que 11% restante mostró características similares al grupo de agricultura integrada. En cambio, de los suelos previamente considerados como suelos bajo agricultura integrada, el 17% de ellos presentó características que los hicieron más parecidos a aquellos que sostuvieron un cultivo ecológico de olivo, mientras que el 8% fueron semejantes a los desarrollados bajo agricultura convencional.

La respuesta bioquímica del suelo fue, por tanto, diferente en función del tipo de manejo empleado, y ésta podría ser utilizada como un posible sistema de control de cultivos bajo agricultura ecológica.

PALABRAS CLAVE: ENZIMAS DEL SUELO Y OLIVICULTURA ECOLÓGICA

1 ► INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la sensibilización de los agentes económicos y sociales por el modelo de desarrollo sostenible ha llevado asociado un creciente interés por la agricultura ecológica. Así, productores agrícolas, consumidores, organismos gubernamentales, centros de investigación, universidades, etc., vienen contribuyendo de forma notable al desarrollo y al estudio de la misma. La agricultura ecológica ha sido definida como un sistema de cultivo que propone obtener alimentos de máxima calidad nutritiva respetando el medio y conservando la fertilidad del suelo, mediante una utilización óptima de los recursos locales sin el uso de productos químicos-sintéticos.

La superficie de agricultura ecológica certificada en Andalucía se ha multiplicado por cien en la última década, pasando de 2.212 hectáreas en 1992 a más de 225.500 en 2002. En este año, el sector aglutinaba a 4.024 productores, 214 industrias de transformación y 185 explotaciones ganaderas. El 75% de la producción se destina a los mercados exteriores, principalmente la Unión Europea, siendo el aceite de oliva virgen extra el producto más exportado.

El cultivo del olivo bajo las normas de la agricultura ecológica en nuestra comunidad autónoma ha experimentado un aumento del 270% en los últimos seis años (CAAE). La importancia económica y social del cultivo del olivo es de sobra conocida (2.500 almazaras que producen más del 30% de la producción mundial y generan más de 2.000 millones de euros al año en España), pero la importancia ecológica de esta forma de cultivo es enorme, ya que el olivar constituye el paisaje –o forma parte fundamental de él– de extensos territorios en la cuenca mediterránea. Por tanto, su manejo va a determinar, además de la rentabilidad de las explotaciones, las condiciones de vida y trabajo, y la calidad ambiental de esos territorios (Pajarón, 2000). Ante este enorme incremento, tanto de la superficie de cultivo como del número de productores, se hace imprescindible el desarrollo de sistemas de control que permitan comprobar si un sistema de producción es realmente ecológico. Dichos controles consisten en comprobar que la tierra y los cultivos estén libres de residuos procedentes de productos químicos de síntesis. Este tipo de controles asegura que los alimentos estén libres de esos tipos de contaminantes y, por otra parte, que la agricultura que se está practicando es una agricultura respetuosa con el medio ambiente.

Sin embargo, estos controles no contemplan la sostenibilidad del agrosistema, y específicamente, la capacidad continuada del suelo para producir cosechas de forma económicamente rentable para el agricultor y beneficiosa para la salud pública, sin peligros para las generaciones venideras. Para lograr este objetivo, son imprescindibles los controles sobre la calidad y sobre la salud del suelo.

La calidad del suelo es su capacidad, dentro de los límites naturales o antrópicos de los agroecosistemas, de mantener la producción agrícola, la calidad del agua y del aire, y en consecuencia la salud humana y ambiental (Papendick y Parr, 1992). El concepto de la salud

del suelo incluye las cualidades ecológicas del mismo, que tienen implicaciones más allá de su calidad o capacidad de producir una cosecha particular.

En este sentido, el estado bioquímico del suelo ha sido propuesto como indicador del estado biológico real del mismo así como de procesos de recuperación, tanto en ecosistemas naturales como en agroecosistemas (Martynuik y Wagner, 1978; Doran, 1980; Bolton *et al.*, 1985; Ramsay *et al.*, 1986; Dick y Tabatabai, 1993; Dick, 1994). Las enzimas catalizan todas las reacciones bioquímicas y por tanto juegan un papel clave en los ciclos de nutrientes del suelo. Por este motivo, han sido sugeridas como indicadores potenciales de la calidad del suelo, debido a su relación con la actividad biológica del mismo, facilidad de medida, y respuesta rápida a los cambios en el manejo (Dick 1994; Dick *et al.*, 1996, Benítez *et al.*, 2004). Así, han sido propuestos diversos índices que integran las características químicas, físicas y biológicas y son utilizados para determinar los efectos que producen los diferentes tipos de manejo del suelo sobre la productividad del mismo a largo plazo (Doran y Parkin, 1994). Las investigaciones demuestran que las prácticas de manejo agrícola afectan la actividad bioquímica del suelo, pero aún existe una amplia gama de enzimas que no se han investigado suficientemente como indicadores de la calidad del mismo y para evaluar los efectos que, a largo plazo, provocan dichas prácticas (Dick, 1994). El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de los diferentes tipos de manejo del cultivo (convencional, integrado y ecológico) y de las plantas adventicias (laboreo, no laboreo y aplicación de herbicidas) sobre las características bioquímicas del suelo para evaluar la calidad del agrosistema.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

En el olivar convencional e integrado se aplican abonos químicos de síntesis e insecticidas, con un diferente nivel de uso de estos últimos, mucho menor en el olivar integrado, habitualmente con un máximo de una aplicación anual, mientras que en el olivar convencional ocurren entre dos y cuatro aplicaciones. En el olivar ecológico se utilizan abonos naturales y el uso de insecticidas de origen natural permitidos por la normativa es muy infrecuente (no ocurrió en ninguna de las fincas ecológicas durante el periodo de estudio).

Sin embargo, el manejo del suelo, que puede incidir muy directamente en la calidad de éste, no está bien caracterizado en la normativa referida a los diferentes sistemas de cultivo, de manera que podemos encontrar olivares ecológicos en los que se usen diferentes medios mecánicos para el control de las adventicias (desde laboreo en profundidad de diferente frecuencia hasta el uso de desbrozadoras anterior a la época de competencia hídrica), aunque nunca son utilizados herbicidas. En los cultivos convencionales e integrados se utilizan el laboreo en profundidad y el aporte de herbicidas para el control de adventicias. De este modo, hemos clasificado las muestras en procedentes de suelos con laboreo, (en los que se araba en profundidad más de una vez al bimestre), sin laboreo (fincas en las que se utilizaba desbrozadora o rastra en superficie) y en los que se aplicaban herbicidas.

Se muestrearon un total de 14 fincas, 6 de ellas en la comarca de los Montes Orientales (Granada), y 8 en el Valle de los Pedroches (Córdoba). La clasificación de cada una de las fincas, con respecto al tipo de manejo del cultivo (convencional, integrado y ecológico) y al tipo de manejo de adventicias se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Fincas muestreadas

Valle de los Pedroches (Córdoba)

FINCA	MANEJO CULTIVO	MANEJO SUELO
PA	convencional	herbicida
PB	ecológica	laboreo
PC	ecológica	sin laboreo
PD	ecológica	laboreo
PE	convencional	herbicida
PG	integrada	herbicida
PH	integrada	herbicida
PN	ecológica	sin laboreo

Montes Orientales (Granada)

FINCA	MANEJO CULTIVO	MANEJO SUELO
C	convencional	herbicida
LG	convencional	laboreo
A1	integrada	laboreo
A2	integrada	laboreo
DT	ecológica	laboreo
DS	ecológica	sin laboreo

En cada finca fueron recogidas 3 muestras sobre una línea recta elegida al azar, y separadas por 5m. Se hacía un agujero de 20 cm de diámetro aproximadamente, se separaban 10 cm de la superficie del suelo y se recogía tierra de la capa siguiente (hasta 30 cm) después de mezclarla en el mismo agujero.

Análisis químico

El carbono orgánico total, pH y conductividad eléctrica fueron determinados según los métodos de análisis propuestos por M.A.P.A. (1986), mientras que los polifenoles extraíbles fueron determinados según Julkumen Tiito (1985).

Actividades enzimáticas

La actividad deshidrogenasa se determinó mediante el método propuesto por García *et al.* (1997) y el ácido indolacético según Wöhler (1997). Las actividades fosfatasa y

glucosidasa fueron determinadas según Tabatabai (1982) y Nannipieri *et al.* (1982) y la o-diphenol oxidasa según el método propuesto por Perucci *et al.* (2000).

Análisis estadístico

Para el tratamiento estadístico de los resultados se ha realizado el análisis discriminante mediante el programa informático STATISTICA (StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma, USA). Básicamente, el método de selección de variables denominado hacia adelante comienza eligiendo la variable que más discrimina entre los 3 grupos. A continuación seleccionan la segunda más discriminante y así sucesivamente. Si de las variables que quedan por elegir ninguna discrimina de forma significativa entre los grupos analizados el algoritmo finaliza.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis discriminante de los suelos de olivar muestreados en este trabajo se determinaron las siguientes variables: actividades deshidrogenasa, fenoloxidasa, indolacético, β -glucosidasa y fosfatasa, carbono orgánico total, pH y contenido en fenoles.

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos al aplicar el algoritmo de selección de variables en función del tipo de manejo: convencional, integrado y ecológico.

Tabla 2. Análisis discriminante de suelos de olivar con diferente tipo de sistema de manejo

N = 42	ANÁLISIS DISCRIMINANTE. Nº VARIABLES: 8 LAMBDA DE WILKS: 0,14518 APROX. F (16,64) = 6,4979; P < 0,0000					
	LAMBDA DE WILKS	LAMBDA PARCIAL	F - REMOVE (2,32)	P	TOLERANCIA	1 - TOLERANCIA (R2)
Indolacético	0,2375	0,6114	10,1696	0,0004	0,2454	0,7546
Deshidrogenasa	0,2247	0,6462	8,7600	0,0009	0,1499	0,8501
Fosfatasa	0,2404	0,6040	10,4880	0,0003	0,1900	0,8100
Glucosidasa	0,2319	0,6262	9,5519	0,0006	0,2187	0,7813
Fenoloxidasa	0,1856	0,7824	4,4506	0,0197	0,2066	0,7934
pH	0,1895	0,7663	4,8798	0,0141	0,1724	0,8276
Carbono Orgánico	0,1917	0,7573	5,1263	0,0117	0,2724	0,7276
Fenoles	0,1838	0,7897	4,2608	0,0229	0,2296	0,7704

En ella se observa que las variables con mayor poder discriminante fueron las actividades enzimáticas de los suelos, seguidas del pH, carbono orgánico total y contenido en fenoles.

La matriz de clasificación (Tabla 3) indica que del total de suelos considerados a priori como suelos bajo agricultura ecológica, el 89% fueron clasificados como pertenecientes a un mismo grupo, mientras que 11% restante mostró características similares al grupo de agricultura integrada. En cambio, de los suelos previamente considerados como suelos bajo agricultura integrada, el 17% de ellos presentó características que los hicieron más parecidos a aquellos que sostuvieron un cultivo ecológico de olivo, mientras que el 8% fueron semejantes a los desarrollados bajo agricultura convencional.

Tabla 3. Matriz de clasificación tras el análisis discriminante de suelos de olivar con diferente tipo de sistema de manejo

GRUPO	MATRIZ DE CLASIFICACIÓN ANÁLISIS DISCRIMINANTE FILAS: OBSERVADOS; COLUMNAS: PREDICHOS			
	PORCENTAJE OBSERVACIONES CORRECTAS	CONVENCIONAL P = 0,28517	ECOLÓGICO P = 0,42857	INTEGRADO P = 0,28517
Convencional	83,33	10	0	2
Ecológico	88,89	0	16	2
Integrado	75,00	1	2	9
Total	83,33	11	18	13

La representación del análisis canónico, (Fig. 1), muestra la distribución de los suelos de acuerdo a las dos funciones discriminantes generadas teniendo en cuenta el tipo de manejo de suelo (convencional, integrado o ecológico). Cada suelo es representado según los valores que las variables adquieren tras el análisis discriminante, las cuales dan lugar a dos funciones canónicas. La función 1 (root 1) muestra mayor poder discriminante que la función 2 (root 2), que discriminó entre cultivo integrado y convencional. La primera de ellas, en cambio, separó los suelos en los que no se aplicaron sustancias químicas de síntesis (agricultura ecológica) de los suelos sobre los que sí se utilizaron (agricultura integrada y convencional).

4 ► CONCLUSIONES

La actividad bioquímica de los suelos de olivar estudiados fue diferente dependiendo del sistema de cultivo. El análisis discriminante se mostró efectivo para diferenciar suelos de

olivar bajo diferente sistema de manejo. Utilizando el análisis discriminante predictivo con las variables determinadas en este trabajo se podría caracterizar un suelo de olivar como perteneciente a uno de los tres sistemas de cultivo estudiados; convencional, integrado y ecológico. La respuesta bioquímica del suelo fue diferente en función del tipo de manejo empleado, y ésta podría ser utilizada como un posible sistema de control de cultivos bajo agricultura ecológica. Los resultados deben ser validados con el análisis de suelos de olivar de diferentes tipos y localización geográfica.

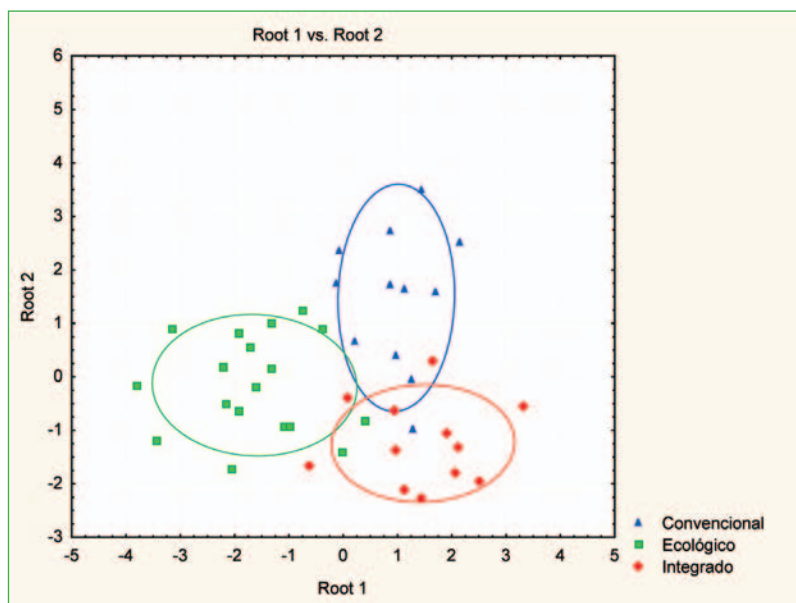


Figura 1. Análisis canónico de suelos de olivar con diferente tipo de sistema de manejo.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, Proyecto CO-041.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

• **BENÍTEZ, E.; MELGAR, R. Y NOGALES, R. 2004**

Estimating soil resilience to a toxic organic waste by measuring enzyme activities. *Soil Biology and Biochemistry*. SBB P17. In press.

- **BOLTON JR., H.; ELLIOTT, L. F.; PAPENDICK, R. I. Y BEZDICEK, D. F. 1985**
Soil microbial biomass and selected soil enzyme activities: effect of fertilization and cropping practices. *Soil Biology and Biochemistry* 17, 297-302.
- **DICK, R. P. 1994**
Soil enzyme activities as indicators of soil quality. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdick, D.F., Stewart, B.A., (Eds.). *Defining soil quality for a sustainable environment. Spec. Pub. 35, Soil Science Society of America Inc., Madison, WI,* pp. 107-124.
- **DICK, R. P.; BREAKWILL, D. Y TURCO, R. 1996**
Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrating biological indicators. In: Doran, J.W., Jones, A.J. (Eds.), *Handbook of Methods for Assessment of Soil Quality. Soil Science Society America, Madison,* pp. 247-272.
- **DICK, W. A. Y TABATABAI, M. A. 1993**
Significance and potential uses of soil enzymes. In: Metting, F.B. (Ed.), *Soil Microbial Ecology: Application in Agricultural and Environment Management. Marcel Dekker, New York,* pp. 95-125.
- **DORAN, J. W. 1980**
Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. *Soil Science Society of America Journal* 44, 765-771.
- **DORAN, J. W. Y PARKIN, B. T 1994**
Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Soil Science Society of America, Inc. Special Publication. Number 35. Madison, Wisconsin, USA.
- **GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, M. T. Y COSTA, F. 1997**
Potencial use of dehydrogenase activity as an index of microbial activity in degraded soils. *Communications in Soil Science and Plant Analyses* 28, 123-134.
- **JULKUNEN TIITO, R. 1985**
Phenolics constituents in the leaves of northern willows: methods for the analysis of certain phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 33, 231-217.
- **MAPA 1986**
Metodos oficiales de analisis. Tomo III. Plantas, productos organicos, fertilizantes, suelos, agua, fertilizantes organicos. *Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion. Madrid,* 532 pp.
- **MARTYNUK, S. Y WAGNER, G. H. 1978**
Quantitative and qualitative examination of soil microflora associated with different management systems. *Soil Science* 125, 340-343.
- **NANPIERI, P.; CECCANTI, B.; CONTI, C. Y BIANCHI, D. 1982**
Hydrolases extracted from soil: their properties and activities. *Soil Biology and Biochemistry* 14, 257-263.
- **PAJARON, M. 2000**
Valores agroecológicos de los sistemas agrarios actuales: el olivar. III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica: Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio, pp 17-30. Valencia, 21 al 26 de Septiembre de 1988.
- **PAPENDICK, R. I. Y PARR, J. F. 1992**
Soil quality — The key to a sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture* 7, 2-3.
Perucci, P., C. Casucci, D. Dumonet. 2000. An improved method to evaluate o-diphenol oxidase activity of soil. *Soil Biology and Biochemistry* 32, 1927-1933.
- **RAMSAY, A. J.; STANNARD, R. E. Y CHURCHMAN, G. J. 1986**

Effects of conservation from ryegrass pasture to wheat cropping on aggregation and bacterial populations in a silt loam soil in New Zealand. *Aust. J. Soil Res.* 24, 253–264.

• **TABATABAI, M. A. 1982**

Soil enzymes. In: Page, A.L., Keeney, D.R. (Eds.) *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, 2. Soil Science Society of America, Madison, pp. 922 -928, 937-940.

• **WÖHLER, I. 1997**

Auxin-indole derivatives in soils determined by a colorimetric method and by high performance liquid chromatography. *Microbiological Research* 152, 399-405.

COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE DE RESIDUOS GANADEROS Y FORESTALES

Diferencias en las características bioquímicas

BENÍTEZ, E.⁽¹⁾; TARAZONA, F.⁽²⁾ Y POMARES, F.⁽²⁾

⁽¹⁾ Estación Experimental del Zaidín. CSIC. C/ Profesor Albareda, 1. 18008 Granada
E-mail: emilio.benitez@eez.csic.es

⁽²⁾ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)
Carretera Moncada-Náquera km 4,5. 46113 Moncada (Valencia)

RESUMEN

Este trabajo propone el estudio bioquímico de dos procesos de bioestabilización de la materia orgánica - compostaje y vermicompostaje -, ensayados en dos mezclas diferentes de residuos procedentes de ganadería ecológica: gallinaza y estiércol de conejo, mezclados cada uno de ellos con restos vegetales procedente de poda.

Durante 270 días de compostaje o vermicompostaje se ha estudiado la evolución de diferentes actividades enzimáticas: actividad deshidrogenasa, producción de ácido indol-acético (auxinas) y actividades hidrolíticas ligadas a los ciclos del C y P (β -glucosidasa y fosfatasa).

Para comparar ambos procesos de bioestabilización se han utilizado dos índices bioquímicos: índice de potencial metabólico (PMI), que relaciona la actividad microbiológica con el carbono fácilmente metabolizable, y un nuevo índice propuesto, índice de producción de auxinas (API), que relaciona la fracción de microorganismos capaces de producir auxinas con la actividad microbiológica total. La evolución de dichos índices ha servido para caracterizar dos fases a lo largo del compostaje o el vermicompostaje, de duración diferente según el proceso y el tipo de residuo; una primera fase de elevada actividad hidrolítica y una fase final de estabilización bioquímica, correspondiente al periodo de maduración de la materia orgánica. El índice API podría considerarse como un sistema para evaluar la maduración de residuos orgánicos, ya que presentó idénticos valores al final del compostaje o vermicompostaje, independientemente de los residuos utilizados.

1 ► INTRODUCCIÓN

La pérdida de materia orgánica en los suelos de la cuenca mediterránea, en gran parte debida a la agricultura intensiva, es en gran medida responsable de la baja fertilidad de los mismos (Rasmussen y Collins, 1991). La práctica más común para restaurar la fertilidad de los suelos es la utilización de materiales orgánicos (Costa *et al.*, 1991) que potencien la fertilidad natural de los suelos y la capacidad productiva del sistema agrario. Para producir tales efectos, la materia orgánica añadida debe estar lo suficientemente estabilizada mediante alguno de los sistemas de bioestabilización disponibles (Gallardo-Lara y Nogales, 1987). Entre ellos, el compostaje y el vermicompostaje son dos de las alternativas más eficientes para convertir residuos orgánicos en abonos o enmiendas orgánicas.

Las ventajas y desventajas de cada uno de estos procesos es un tema controvertido y en constante discusión (Domínguez *et al.*, 1997). El compostaje es un proceso de biooxidación acelerado de la materia orgánica que pasa a través de una etapa termofílica (45 a 65 °C), donde los microorganismos (principalmente bacterias, hongos y actinomicetos) liberan calor, dióxido de carbono y agua. Como proceso aerobio las condiciones adecuadas de aireación deben asegurarse mediante volteo manual o mecánico. El material orgánico heterogéneo se transforma en humus homogéneo estabilizado. El vermicompostaje es asimismo un proceso de oxidación y estabilización de materiales orgánicos, mediado por la acción combinada de lombrices y microorganismos, a través del cual se obtiene un producto denominado vermicompost. Esta práctica de biotransformación aprovecha varias ventajas del comportamiento de ciertas especies de lombrices de tierra, las cuales aceleran la descomposición y humificación de la materia orgánica, mejoran la estructura del producto final, aumentan el contenido en nutrientes convirtiéndolos en formas asimilable para la planta, favorecen la producción de sustancias fitohormonales y posibilitan la explotación de las lombrices como fuente proteica para consumo animal (Nogales *et al.*, 1999). Sin embargo, y a pesar de que las lombrices son las responsables directas de la aireación y fragmentación del material orgánico, necesita de mayor control del proceso, consumo de agua, mano de obra, así como de una amplia superficie para su ejecución.

Los sistemas de compostaje y vermicompostaje han sido a menudo desarrollados de forma ineficiente debido a la mitología existente de que estos son procesos naturales que necesitan pocos elementos de control. Al contrario, son sistemas que requieren de una gestión adecuada del proceso y criterios de control del mismo. Por otra parte, la investigación en vermicompostaje no se desarrolla al mismo nivel que el compostaje y es necesario saber y entender mejor el proceso con el fin de hacerlo más eficiente.

Con el fin de controlar y evaluar los procesos de compostaje y vermicompostaje se han utilizado parámetros físicos, químicos y biológicos (Zucconi *et al.*, 1981; Hirai *et al.*, 1983). De particular interés son la evaluación cualitativa y cuantitativa de las sustancias húmicas formadas durante los procesos de biooxidación de la materia orgánica (De Nobili y Petrusi, 1988). Sin embargo, la posible presencia de sustancias como ácidos grasos, extraídos junto a

las sustancias húmicas y evaluadas como tales, pueden enmascarar la realidad de la evolución del proceso (Benítez *et al.*, 2000).

Una aproximación importante al estudio del estado y evolución de la materia orgánica es el estudio de parámetros bioquímicos tales como ATP, actividades enzimáticas y biomasa microbiana, los cuales han sido propuestos como sistemas alternativos para evaluar el avance de proceso de compostaje y vermicompostaje (García *et al.*, 1993; Benítez *et al.*, 1999). Las enzimas juegan un papel clave en estos procesos de bioxidación ya que catalizan todas las reacciones bioquímicas que suceden en el material orgánico.

El objetivo de este trabajo es comparar ambos procesos mediante el estudio de diferentes actividades enzimáticas: actividad deshidrogenasa, producción de ácido indolacético (auxinas) y actividades hidrolíticas ligadas a los ciclos del C y P (β -glucosidasa y fosfatasa).

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Teularet (Centro de Ecoturismo y Formación) localizado en Enguera (Valencia) que dispone de una granja ecológica y una planta piloto para el compostaje de los residuos orgánicos que se generan en sus instalaciones. Los materiales utilizados en ambos procesos de estabilización fueron: 1) mezcla de restos de cunicultura y restos de poda de $\varnothing < 10$ cm de especies forestales resinosas en la proporción 1:1,15 en peso y 2) mezcla de restos de gallinero y restos de poda similares a los anteriores, pero en la proporción 1:1,78 en peso. Los materiales de partida presentaron los siguientes valores de relación C/N: restos de cunicultura 19, restos de gallinero 14,2 y restos de poda 62,3.

Para el ensayo de compostaje se realizaron dos montones de sección trapezoidal (2 m de anchura x 1,5 m de altura), cubiertos con una malla de sombreado para reducir la desecación de los materiales. La humedad el compost se mantuvo entre 40 y 60%, realizándose los riegos al inicio y en cada uno de los volteos. El volteo de los montones se realizó manualmente, adoptando como criterios indicadores: una temperatura media de la pila inferior a 30°C o un contenido de humedad insuficiente. El final del compostaje se decidió cuando tras un volteo determinado la temperatura no registró ninguna subida significativa. Para completar las fases de compostaje se necesitaron 7 volteos y un periodo de 150 días. Tras el compostaje, los materiales se sometieron a un tratamiento de maduración durante 30 días, y posteriormente los montones permanecieron en la parcela hasta el final del ensayo de vermicompostaje (270 días), en ese momento se tamizaron con un tamiz de 5 mm.

Para el ensayo de vermicompostaje se ubicaron en las proximidades de los montones de compost, dos literas construidas a base de tela metálica y tutores anclados en el suelo, con dimensiones de 3,0 m x 1,45 m y 2,53 x 1,43, y una altura de sustrato de 0,30 m

para evitar elevaciones de la temperatura excesivas que pudieran afectar al desarrollo de las lombrices. Para la bioestabilización se utilizaron lombrices rojas de California (*Eisenia foetida*), introduciendo 2761 y 2611 lombrices en cada una de las literas, respectivamente. El contenido de humedad en el sustrato de las literas se mantuvo entre 60 y 80%. El proceso de vermicompostaje finalizó a los 270 días.

Para la caracterización bioquímica de los materiales, en el ensayo de compostaje se cogieron muestras al inicio, en cada uno de los volteos y al final, en el producto tamizado, y en el ensayo de vermiestabilización los muestreos se realizaron al inicio, y mensualmente.

En las muestras de compost y vermicompost secadas al aire, molidas y tamizadas (<2 mm), se determinaron algunas características bioquímicas. El carbono hidrosoluble se extrajo a 50 °C durante 1 hora con agua destilada (1:10 p:v) y determinado colorimétricamente a 590 nm (Sims y Haby, 1971). La actividad deshidrogenasa se determinó mediante el método propuesto por García *et al.* (1997) y el ácido indolacético según Wöhler (1997). Las actividades fosfatasa y glucosidasa fueron determinadas según Tabatabai (1982) y Nannipieri *et al.* (1982).

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El carbono hidrosoluble es un indicador de la cantidad de materia orgánica fácilmente asimilable por los microorganismos (García *et al.*, 1994), fundamentalmente compuesta por aminoácidos, péptidos y azúcares sencillos, así como cierta cantidad de ácidos húmicos. El carbono hidrosoluble disminuyó en los dos-tres primeros meses de compostaje o vermicompostaje (Fig. 1) como consecuencia del consumo por parte de los microorganismos de la sustancia orgánica más fácilmente disponible. En el vermicompostaje la tendencia fue similar para ambos sustratos: una disminución brusca en las primeras etapas del proceso y una posterior estabilización a partir del segundo-tercer mes. En el compostaje el consumo de la materia orgánica soluble se produjo de forma más gradual, mientras que la estabilización en el consumo de la misma tuvo lugar a partir del cuarto-quinto mes, tras un aumento producido probablemente por solubilización de materia orgánica más recalcitrante.

La actividad deshidrogenasa ha sido utilizada tanto en suelos como en materiales orgánicos como una medida indirecta de la actividad biológica de los mismos (García *et al.*, 1997, Benítez *et al.*, 1999), al ser un enzima intracelular que interviene en los procesos de fosforilación oxidativa de los microorganismos (Alef y Nannipieri, 1995). Los elevados valores iniciales de actividad deshidrogenasa (Fig. 2) indican la elevada actividad biológica inicial en los sustratos, en correspondencia con la elevada concentración de carbono orgánico hidrosoluble (Fig. 1). Dichos valores fueron mayores en la mezcla que incorporaba gallinaza que en la que presentaba estiércol de conejo, si bien durante el compostaje de éste último se alcanzó una alta actividad durante el primer mes (Fig. 2b).

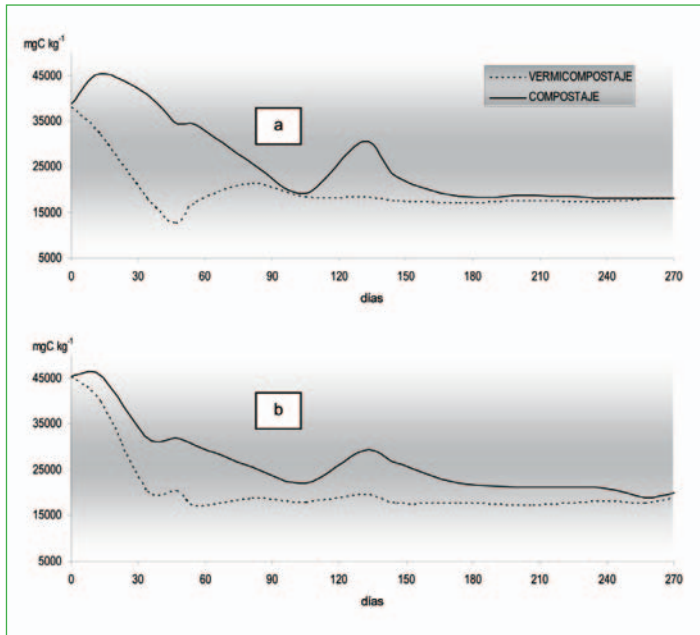


Fig.1. Evolución del Carbono Hidrosoluble en las mezclas gallinaza+poda (a) y estiércol de conejo+poda (b)

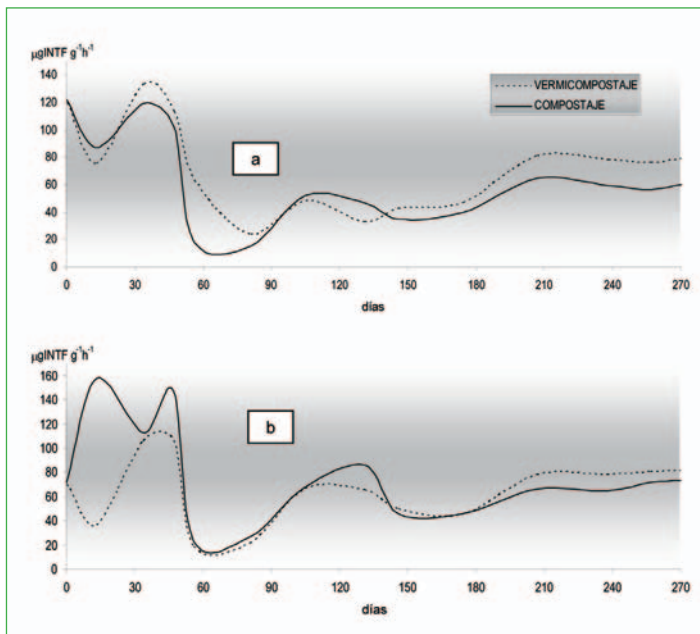


Fig.2. Evolución de la actividad deshidrogenasa en las mezclas gallinaza+poda (a) y estiércol de conejo+poda (b)

Las variaciones en la actividad deshidrogenasa a lo largo de los procesos indicarían un cambio de poblaciones a lo largo de los mismos. En ambas mezclas de residuos, y a partir del séptimo mes, los niveles de actividad fueron aproximadamente iguales, lo cual indicaría que un substrato orgánico maduro tras un proceso de compostaje o vermicompostaje posee una actividad biológica parecida, y en nuestro caso, independientemente del residuo utilizado.

La fosfatasa es un enzima con un amplio espectro capaz de hidrolizar ésteres orgánicos y transformarlos en fosfato inorgánico (Alef y Nannipieri, 1995). La elevada actividad detectada en la mezcla estiércol de conejo+poda indicaría, por una parte, mayores niveles de fósforo orgánico en el estiércol de conejo (Fig. 3). Por otra parte, al ser la fosfatasa un enzima hidrolítico inducible, los niveles observados indicarían un mayor contenido de fósforo inorgánico (fosfatos), inhibidores de la actividad fosfatasa, en la gallinaza que en el estiércol de conejo. Tras un descenso producido por el consumo de ésteres fosfatos presentes en los residuos se observó un aumento de actividad fosfatasa, más acusada en los procesos de compostaje, y debida a la liberación al medio de compuestos orgánicos fosforados o a la desaparición de inhibidores de esta actividad enzimática, tales como iones fosfato. En los procesos de vermicompostaje los niveles de fosfatasa fueron menores, hecho probablemente relacionado con el consumo de substratos fosforados por parte de las lombrices, las cuales utilizan el P en la formación de nuevos tejidos. Al existir menos P disponible para los microorganismos, se produciría una menor síntesis de enzima fosfatasa (Burns, 1982).

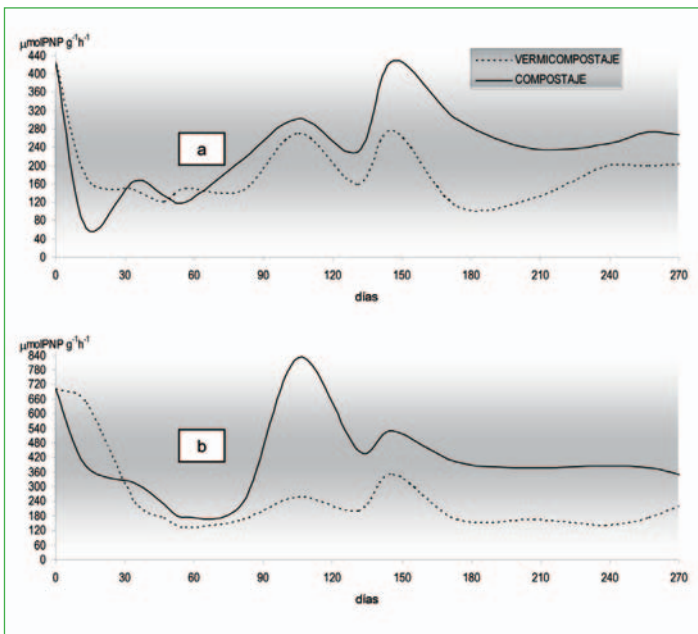


Fig.3. Evolución de la actividad fosfatasa en las mezclas gallinaza+poda (a) y estiércol de conejo+poda (b)

Al final de ambos procesos se observó una tendencia a la estabilización de actividad fosfatasa, mucho más rápida en la mezcla estiércol de conejo+poda (Fig. 3b), e indicativa del agotamiento de sustratos fosforados disponibles.

La β -glucosidasa es un enzima implicado en el ciclo del C y cataliza el paso de glucosidos (disacáridos) a glucosa. La actividad β -glucosidasa de la mezcla estiércol de conejo+poda disminuyó gradualmente a lo largo del compostaje o vermicompostaje (Fig. 4b) como consecuencia del consumo de sustratos de carbono.

A partir del quinto mes la actividad se estabiliza en ambos procesos, siendo los valores finales de actividad mayores cuando la mezcla fue sometida a compostaje. La actividad en la mezcla gallinaza+poda presentó una evolución diferente (Fig. 4a): un notable aumento después de dos meses de biodegradación. Esto indica la liberación al medio de compuestos glucósidos que inicialmente no estaban en forma asimilable en la gallinaza y que provocaron la síntesis de enzima. Al igual que sucedió en el estiércol de conejo, al final se produce la estabilización de actividad motivada por el consumo de sustratos metabolizables por los microorganismos. Al igual que sucedió con la fosfatasa, los valores finales de actividad glucosidasa en ambas mezclas fueron mayores cuando los sustratos fueron sometidos a un proceso de compostaje. Este hecho indicaría la labor de las lombrices en la biooxidación de la materia orgánica, acelerando la degradación de compuestos de los ciclos del P y del C.

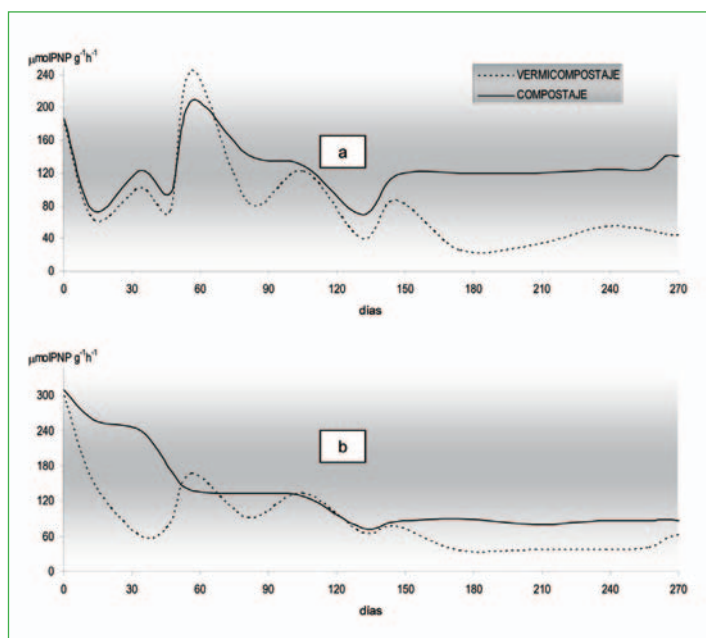


Fig.4. Evolución de la actividad β -glucosidasa en las mezclas gallinaza+poda (a) y estiércol de conejo+poda (b)

La biosíntesis de auxinas (i.e. ácido indolacético) esta llevada a cabo por determinados grupos de microorganismos, fundamentalmente bacterias (Patten y Glick, 1996), la mayoría de ellos implicados en la estimulación del crecimiento vegetal. La actividad inicial en las dos mezclas ensayadas fue alta (Fig. 5), como consecuencia de una actividad biológica elevada (Fig. 2). A medida que tuvo lugar el compostaje o el vermicompostaje, la producción de ácido indolacético (IAA) sufrió aumentos y descensos hasta estabilizarse en las últimas etapas del proceso. Dichas variaciones indicarían cambios en las poblaciones de microorganismos, de diferente intensidad y duración dependiendo del sustrato y del proceso de biooxidación. Al final del compostaje o el vermicompostaje, la capacidad de producción de IAA fue similar en las dos mezclas ensayadas, lo que da idea de la semejanza en las poblaciones de microorganismos capaces de sintetizar IAA en la materia orgánica estabilizada, independientemente del proceso utilizado para ello.

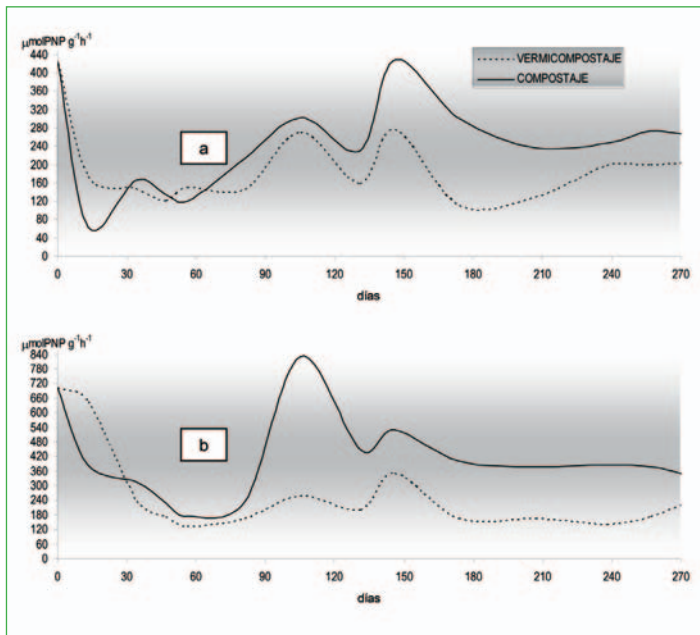


Fig.5. Evolución del ácido indolacético en las mezclas gallinaza+poda (a) y estiércol de conejo+poda (b)

Índices de maduración

Índice de potencial metabólico (PMI) (Fig. 6) relaciona la actividad microbiana (estimada como actividad deshidrogenasa, fig. 2) con la cantidad de carbono fácilmente metabolizable por los microorganismos (estimado como carbono hidrosoluble, fig. 1), y ha sido utilizado para caracterizar procesos de vermicompostaje (Benítez *et al.*, 1999). La evolución del

índice divide ambos procesos de bioestabilización en dos partes diferenciadas, una inicial de marcados cambios en el índice que indican la degradación del carbono por parte de los microorganismos tanto libres (compostaje) como asociados al tracto intestinal de las lombrices (vermicompostaje). Como resultado, se produce una estimulación de la actividad deshidrogenasa (Benítez *et al.*, 1999). La segunda fase se caracteriza por un descenso de las actividades hidrolíticas iniciales y posterior estabilización, así como el consumo del carbono soluble, indicativo de un proceso de maduración de la materia orgánica. En la mezcla gallinaza+poda (Fig. 6a) la fase de maduración se alcanzó antes (aproximadamente 2 meses) cuando el substrato fue sometido a un proceso de vermicompostaje, mientras que en la mezcla estiércol de conejo+poda (Fig. 6b) ocurrió de forma simultánea.

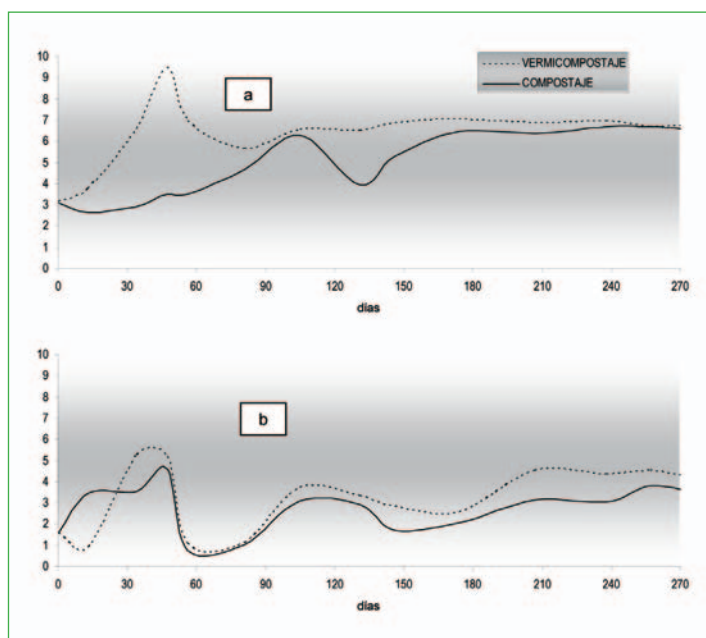


Fig.6. Índice de potencial metabólico (PMI) en las mezclas gallinaza+poda (a) y estiércol de conejo+poda (b)

Índice de producción de auxinas (AII) (Fig. 7) relaciona la actividad de la población capaz de producir auxinas (estimada como producción de indolacético; fig. 5) con la actividad metabólica global de los microorganismos (estimada como actividad deshidrogenasa; fig. 2). En la mezcla gallinaza+poda (Fig. 7a) los valores del índice AII fueron prácticamente similares a lo largo del compostaje y el vermicompostaje, mientras que en la mezcla estiércol de conejo+poda (Fig. 7b) el índice alcanzó valores más elevados en las primeras etapas de la degradación. Esto último indicaría el cambio poblacional ocurrido en dicha mezcla, así como el aumento de la población de productores de auxinas durante los primeros meses, aumento que fue mucho más acusado en el proceso de vermicompostaje.

Los valores finales del índice API en los productos finales humificados (compost y vermicompost) fueron similares ($\sim 0,20$), independientemente de la naturaleza de los residuos utilizados. El índice API podría, por tanto, considerarse como un sistema de evaluación de maduración de residuos orgánicos en procesos de compostaje y vermicompostaje.

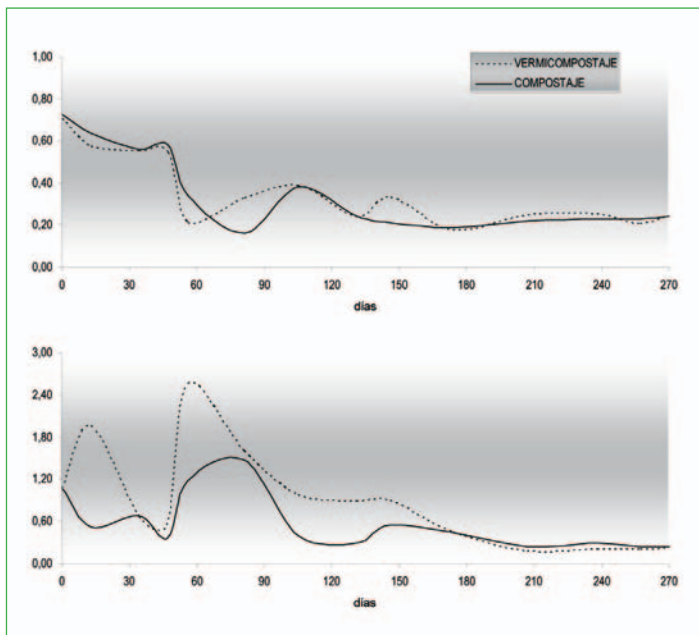


Fig.7. Índice de producción de auxinas (API) en las mezclas gallinaza+poda (a) y estiércol de conejo+poda (b)

4 ► CONCLUSIONES

El estudio de las actividades enzimáticas deshidrogenasa, fosfatasa, β -glucosidasa y producción de ácido indolacético ha servido para diferenciar 2 fases a lo largo de un sistema de compostaje o vermicompostaje, de duración diferente según el proceso y el tipo de residuo.

La primera fase se caracterizó por presentar una elevada actividad hidrolítica relacionada con la elevada cantidad de material degradable presente en los residuos. La segunda fase en cambio, se caracterizó por presentar mayor estabilidad biológica y bioquímica en los residuos, característica de una etapa de maduración de la materia orgánica.

La actividad enzimática de los productos finales (compost y vermicompost) indican que la presencia de lombrices aceleró la degradación del material orgánico presente en los residuos.

Tanto el índice de potencial metabólico (PMI) como el índice de producción de auxinas (API) caracterizaron igualmente una fase hidrolítica y otra de maduración en ambos procesos de biodegradación. Los valores de API de los compost y vermicompost obtenidos fueron iguales tras un periodo de 270 días de compostaje o vermicompostaje, independientemente del residuo y del sistema de bioestabilización utilizado.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALEF, K. Y NANNIPIERI, P. 1995**
Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic Press., London.
- **BENÍTEZ, E.; NOGALES, R.; ELVIRA, C.; MASCIANDARO, G. Y CECCANTI, B. 1999**
Enzymes activities as indicators of the stabilization of sewage sludges composting by *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology* 67, 297-303.
- **BENÍTEZ, E.; NOGALES, R.; MASCIANDARO, G. Y CECCANTI, B. 2000**
Isolation by isoelectric focusing of humic-urease complexes from earthworm (*Eisenia foetida*)-processed sewage sludges. *Biology y Fertility of Soils* 31, 489-493.
- **BURNS, R. G. 1982**
Enzyme activity in soils: location and a possible role in microbial activity. *Soil Biology and Biochemistry* 14, 423-427.
- **COSTA, F.; GARCÍA, C.; HERNANDEZ, M. T. Y POLO, A. 1991**
Residuos orgánicos urbanos, manejo y utilización. CEBAS-CSIC. Murcia. España. 181 pp.
- **DE NOBILI, M. Y PETRUSSI, F. 1988**
Humification index (HI) as evaluation of stabilization degree during composting. *J. Ferment. Tech.* 66, 577-583.
- **DOMINGUEZ, J.; EDWARDS, C. A. Y SUBLER, S. 1997**
A comparison of vermicomposting and composting. *BioCycle*, 57-58.
- **GALLARDO - LARA, F. Y NOGALES, R. 1987**
Effect of the application of town refuse compost on the soil plant system: a review. *Biol. Wastes* 19, 35-62.
- **GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, M. T.; COSTA, F.; CECCANTI, B. Y GANNI, A. 1993**
Hydrolases in the organic matter fractions of sewage sludge: changes with composting. *Bioresource Technology* 45, 47-52.
- **GARCÍA, C.; M. T. HERNÁNDEZ; COSTA, F. Y CECCANTI, B. 1994**
Biochemical parameters in soils regenerated by addition of organic wastes. *Waste Management and Research* 12, 457-466.
- **GARCÍA, C.; M. T. HERNÁNDEZ Y COSTA, F. 1997**
Potential use of dehydrogenase activity as an index of microbial activity in degraded soils. *Communications in Soil Science and Plant Analyses* 28, 123-134.
- **HIRAI, M. F.; CHANYASAK, V. Y KUBOTA, M. 1983**
A standard measurement for compost maturity. *BioCycle* 24, 54-56.
- **NANNIPIERI, P.; CECCANTI, B.; CONTI, C. Y BIANCHI, D. 1982**
Hydrolases extracted from soil: their properties and activities. *Soil Biology and Biochemistry* 14, 257-263.

- **NOGALES, R.; MELGAR, R.; GUERRERO, A.; LOZADA, G.; BENÍTEZ, E.; THOMPSON, R. Y GÓMEZ, M. 1999**
Growth and reproduction of *Eisenia andrei* in dry olive cake mixed with other organic wastes. *Pedobiologie* 43, 744-752.
- **PATTEN, C. L. Y GLICK, B. R. 1996**
Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. *Can. J. Microbiol.* 42, 207–220.
- **RASMUNSEN, P. E. Y COLLINS, H. P. 1991**
Long-term impact of tillage, fertilizer and crop residue on soil organic matter in temperate semiarid regions. *Avd. Agron.* 45, 93-134
- **SIMS, J. R. Y HABY, V. A. 1971**
Simplified colorimetric determination of soil organic matter. *Soil Sci.*, 112, 137-141.
- **TABATABAI, M. A. 1982**
Soil enzymes. In: Page, A.L., Keeney, D.R. (Eds.) *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, 2. Soil Science Society of America, Madison, pp. 922 -928, 937-940.
- **WÖHLER, I. 1997**
Auxin-indole derivatives in soils determined by a colorimetric method and by high performance liquid chromatography. *Microbiological Research* 152, 399-405.
- **ZUCCONI, F.; FORTE, M.; MONACO, A. Y DE BERTOLDI, M. 1981**
Biological evaluation of compost maturity. *BioCycle* 22, 27-29.

ÍNDICES BIOLÓGICOS DE DISPONIBILIDAD DE NITRÓGENO EN SUELOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

CALABRIA, CARMEN; BAUTISTA, INMACULADA⁽¹⁾ Y VALERO, MIGUEL⁽²⁾

⁽¹⁾ Edafología. Dpto. de Química. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia
Camino Vera, s/n. 46020 Valencia
E-mail: ibautista@gim.upv.es / mivamo@aaa.upv.es⁽²⁾

RESUMEN

La descomposición de la materia orgánica del suelo es el resultado de una serie compleja de procesos microbianos. Uno de los procesos de particular importancia en agroecología, es la mineralización del nitrógeno orgánico. Se han propuesto distintas determinaciones químicas o biológicas como índices que permiten predecir las cantidades de N disponible de un suelo bajo unas condiciones concretas. El objetivo de este trabajo es comparar los índices propuestos en distintos suelos de la Comunidad Valenciana. Se han muestreado los horizontes superficiales de 11 suelos que difieren en el tratamiento del cultivo (orgánico y convencional), tipo de cultivo, tipo de suelo y régimen de agua. Se han determinado: a) el nitrógeno mineralizado en incubación aeróbica a largo plazo, b) la producción de amonio durante incubación anaeróbica y c) la biomasa microbiana del suelo por fumigación-incubación y fumigación-extracción y esta última, a su vez, con distintos tipos de determinaciones analíticas. El nitrógeno mineralizado a largo plazo varió entre 42 mg/kg en un suelo de secano y 203 mg/kg para un suelo de hortícolas en cultivo ecológico y presentó correlación positiva con el carbono y nitrógeno orgánicos, con el nitrógeno en la biomasa y con el nitrógeno liberado por incubación anaeróbica.

PALABRAS CLAVE: NINHIDRINA Y CLOROFORMO

1 ► INTRODUCCIÓN

Durante décadas se ha estudiado la mineralización del nitrógeno con el fin de mejorar la eficiencia en el manejo de este nutriente, obtener una óptima productividad y calidad del cultivo conjuntamente con el mínimo impacto ambiental (Shepers y Meisinger, 1994). Durante mucho tiempo, la mejor metodología para medir la mineralización del nitrógeno han sido las incubaciones a largo plazo (Cabrera *et al.*, 1994) pero, debido a la larga duración del método, no son útiles para predecir la disponibilidad del nutriente. Se establece la necesidad de obtener índices más simplificados que den la misma información. Como alternativa, algunos autores (Hong *et al.*, 1990) han propuesto algunos índices químicos de disponibilidad con diverso grado de éxito. Los índices biológicos son una buena opción ya que están basados en los mismos procesos que causan la liberación del nitrógeno disponible para las plantas. En especial, la biomasa microbiana es considerada como una importante y lábil fracción implicada en el ciclo de energía y nutrientes. Las características biológicas, además, se consideran propiedades importantes para evaluar la calidad de un suelo (Doran y Parkin, 1994) e incluyen el carbono y el nitrógeno potencialmente mineralizables así como el carbono y el nitrógeno en la biomasa microbiana.

Cuadro 1. Descripción del sistema de cultivo en las parcelas y fecha de muestreo

SUELO	PARCELA	CLASIFICACIÓN U.S.D.A.	CULTIVO	SISTEMA DE MANEJO	FECHA DE MUESTREO
1	Almenara	—	Hortícolas	Riego por superficie	15-10-1999
2	Carcaixent Hort.	Xerorternt	Hortícolas	Riego por superficie, Orgánico	10-02-2000
3	Carcaixent Nar. Ecol.	Xerorternt	Cítricos	Riego por goteo, Orgánico	10-02-2000
4	Carcaixent Nar. Quím.	Xerorternt	Cítricos	Riego por superficie	10-02-2000
5	Onda Cristobal	Xerochrept	Cítricos	Riego por superficie	27-01-2000
6	Onda secano	Xerochrept	Almendro	Secano	27-01-2000
7	Puzol	Xerofluvent			15-10-1999
8	Borbotó (R. Ballester)	Xerofluvent	Hortícolas	Riego por superficie	09-02-2000
9	Borbotó (V. Sanchís)	Xerofluvent	Hortícolas	Riego por superficie, Orgánico	09-02-2000
10	Vila-real	—	Cítricos	Riego por goteo	27-01-2000
11	Vinalesa	Xerofluvent	Hortícolas	Riego por superficie	13-12-1999

Se comparan diferentes índices de actividad biológica con nitrógeno mineralizado por incubación aeróbica y obtener el mejor indicador de disponibilidad del nutriente en el suelo.

2 ▶ MATERIAL Y MÉTODOS

Selección de suelos

Se escogieron 11 suelos agrícolas de la Comunidad Valenciana sometidos a varios sistemas de manejo (Cuadro 1). Los suelos escogidos en los municipios de Carcaixent y Borbotó comparan parcelas de la misma zona y cultivo con diferente tipo de manejo, convencional frente a orgánico. De cada suelo se tomó una muestra compuesta superficial (0-20 cm), la cual se tamizó en húmedo a través de un tamiz de 4 mm y se mantuvo a temperatura ambiente hasta comenzar las incubaciones en el tiempo más rápido posible. Una submuestra se secó al aire y se pasó a través de un tamiz de 2 mm para caracterización de los suelos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Caracterización físico-química del suelo (0-20 cm) de las parcelas bajo estudio (identificación de las parcelas por número en el Cuadro 1)

	SUELO N°										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
El. Gr. (>2 mm)%	0	1	1	1	21	22	4	2	1	4	3
Arena (g/kg)	195	658	826	862	651	691	685	693	729	431	595
Limo (%)	648	183	90	76	192	160	250	174	128	222	250
Arcilla (%)	158	158	84	62	157	150	65	133	144	347	155
θ _{incub}	0,44	0,32	0,27	0,28	0,22	0,26	0,18	0,22	0,18	0,20	0,17
CE (1:2,5)(dS/m)	2,75	0,37	0,26	0,32	0,39	0,28	0,13	0,67	0,85	0,47	0,5
pH (agua)	8,82	8,15	8,41	8,35	8,42	8,43	8,82	8,28	7,88	8,27	8,23
CIC (cmolc/kg)		10,7	6,5	3,3	5,4	6,5		4,7	3,1	0,5	8,8
N _{org} (g/kg)	3,50	1,33	1,21	0,76	0,64	0,77	0,70	0,63	0,47	0,53	1,23
C _{org} (g/kg)	35,2	22,8	15,1	9,1	9,7	10,6	6,3	8,5	9,3	8,0	10,1
C/N	10,1	17,2	12,5	11,9	15,2	13,7	8,9	13,5	19,7	15,3	8,3
Carbonatos (g/kg)	347	97	41	26	239	123	93	266	261	59	263

Así, La textura se determinó por el método del densímetro de Bouyoucos (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1986) y la clase textural según el sistema USDA.

También se determinó el pH en agua y la conductividad eléctrica en el extracto acuoso 1:2,5 (Llorca, 1991), la capacidad de intercambio catiónico (Rhoades,1982), el nitrógeno orgánico por método Kjeldahl (Bremner,1965), el carbono orgánico según el método de Walkey-Black modificado (Nelson y Sommers, 1982) y los carbonatos mediante la utilización de un calcímetro (Llorca, 1991).

La textura varió entre franco-arenosa (Vinalesa, Carcaixent,..) y franco arcillosa (Vila-real); el pH en agua osciló entre 7,88 y 8,82, presentando un valor característico de los suelos de la zona; la conductividad varió entre 0,13 y 2,75 dS/m; el nitrógeno orgánico entre 0,47 y 3,50 g/kg, y el C orgánico entre 6,3 y 35,2 g/kg. Los carbonatos, por su parte, oscilaron entre 26 y 347 g/kg.

Mineralización neta del nitrógeno mediante incubación aeróbica

Las muestras tamizadas en húmedo a través de tamiz de 4 mm se utilizaron para llevar a cabo las incubaciones aeróbicas (Hart *et al.*, 1994) durante un periodo de 6 meses, en matraces de 250 cm³, a 25 °C y a una humedad equivalente a la retenida a una tensión mátrica de 10 kPa. La mineralización del carbono y el nitrógeno se determinó por el método descrito en Tormo y Bautista (2002).

Producción de amonio durante incubación anaeróbica

Este método se utiliza como índice rápido biológico de estimación del nitrógeno mineralizable (Waring y Bremner, 1964; Keeney, 1982). A 5 g de suelo (< 2 mm) seco al aire se le añaden 12,5 ml de agua y se incuban a 40 °C. Después de 7 días se añaden 12,5 ml de KCl 4M y se agitan durante 1 h. Se determina el N-NH₄⁺ en el filtrado. El N mineralizable se estima por diferencia con el contenido de N-NH₄⁺ en el suelo antes de la incubación determinado por el mismo procedimiento. Para cada suelo se realizaron seis repeticiones y se determinó el valor medio.

Determinación de la biomasa microbiana por el método de fumigación-incubación

Se han puesto a punto los dos métodos más utilizados de determinación de la biomasa microbiana: el de fumigación - incubación, basado en el método original de Jenkinson y Powlson (1976) y el de fumigación - extracción, basado en el descrito por Brookes *et al.* (1985). El fundamento del método de fumigación - incubación es la relación que existe entre el incremento de la mineralización del carbono y del nitrógeno que se produce tras

la fumigación de un suelo y la cantidad de biomasa microbiana presente, en el momento de la fumigación, en ese suelo. Las muestras de suelo (25 g) se fumigaron durante 24 horas con cloroformo en un sistema de vacío. Tras eliminar el cloroformo, se inocularon con una pequeña cantidad (entre 1 y 1,8 g) de suelo no fumigado y se introdujeron en matraces de 250 cm³ cerrados herméticamente junto con sus correspondientes trampas de sosa. Por cada determinación se dejaron incubar tres repeticiones de muestras fumigadas y tres sin fumigar durante 10 días, a 25 °C, con humedad del suelo a la capacidad de campo, y después se procedió a realizar la extracción de los suelos. A cada muestra se le añadieron 100 mL de K₂SO₄ 0,5 M, se agitó durante 1 hora y se separó el extracto por centrifugación a 2500 r.p.m. durante 4-5 minutos. En estos extractos se analizó la concentración de nitratos (NO₃⁻) y amonio (NH₄⁺). El carbono y el nitrógeno en la biomasa se determinaron a partir de los valores de carbono y nitrógeno mineralizados tanto en las muestras fumigadas (C min F, N min F), como en las no fumigadas (C min NF, N min NF) con los coeficientes determinados por Jenkinson, 1988:

- **N Biomasa** = (N min F - N min NF) / 0,57
- **C Biomasa** = (C min F - C min NF) / 0,45

Determinación de la biomasa microbiana por el método de fumigación-extracción

La fumigación de los suelos con cloroformo provoca la lisis de las células de la biomasa microbiana del suelo y las convierte en componentes microbianos parcialmente extractables (Amato y Ladd, 1988).

En el método original se utiliza, como extractante, el KCl 2 M. Joergensen y Brookes (1990) propusieron una modificación de este método que consistía en el uso de K₂SO₄ 0,5 M como extractante. El método se basa en la fumigación con cloroformo, seguido de la inmediata extracción con K₂SO₄ 0,5 M y determinación del nitrógeno y carbono totales liberados por el tratamiento con cloroformo en los extractos. Las diferencias entre el carbono y el nitrógeno extractables de los suelos tratados con cloroformo y los controles (sin tratar), están estrechamente relacionadas con el carbono y nitrógeno de la biomasa microbiana.

El método de fumigación-extracción lleva asociados otros métodos analíticos como el método del nitrógeno reactivo con la ninhidrina, que relaciona este nitrógeno con el carbono y nitrógeno de la biomasa y, por otra parte, el método del dicromato modificado, para la determinación del carbono soluble en el extracto y su correlación con el carbono de la biomasa microbiana. Se realizó el método de fumigación-extracción con distintos extractantes (KCl 2M y K₂SO₄ 0,5 M). En los extractos se determinó el nitrógeno reactivo con ninhidrina (Brookes *et al.*, 1985), y la concentración de carbono soluble basado en la absorbancia del Cr oxidado a 340 nm (Yakovchenko y Sikora, 1998). Estas determinaciones no se realizaron en todas las muestras al no haber bastante suelo disponible.

3 ▶ RESULTADOS

Evolución del nitrógeno y carbono mineralizados en incubaciones a largo plazo

El nitrógeno mineralizado neto (Figura 1) para el período considerado osciló para el conjunto de los suelos entre los 40 mg/kgss y los 200 mg/kg de ss, observándose en un gran conjunto de suelos hortícolas una mineralización de unos 60-70 mg de N /kgss. De igual modo se comportó el carbono mineralizado neto (Figura 2) con un intervalo entre los 1000 y 3000 mg C-CO₂/kgss, con un valor predominante situado entre los 1400-1800 mg de C/kg ss. Estos valores corresponden al 4-16% y del 8-21% del nitrógeno y carbono orgánico presente inicialmente en los suelos (Figuras 3 y 4).

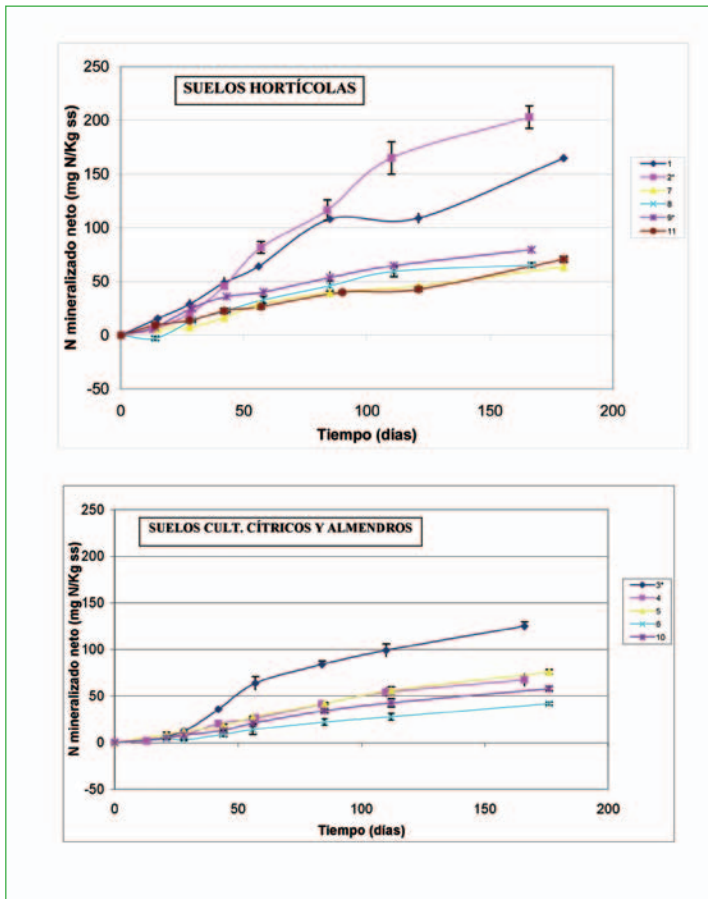


Figura 1. Nitrógeno mineralizado neto aparente acumulado en el período de incubación para los suelos ensayados con intervalos de confianza para el 95%. * Suelos con manejo ecológico

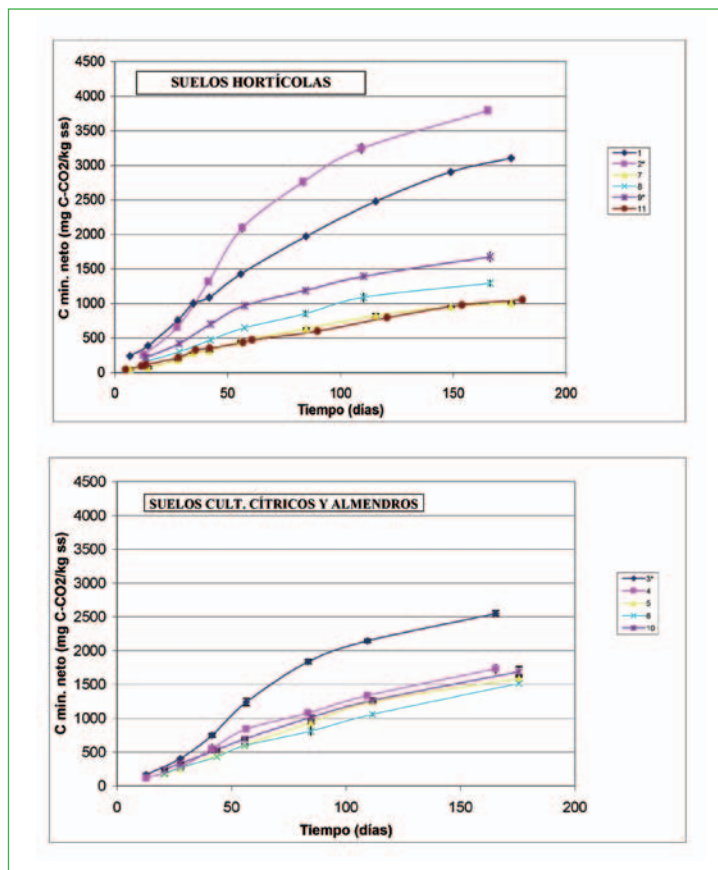


Figura 2. Carbono mineralizado acumulado en el período de incubación para los suelos ensayados con intervalos de confianza para el 95%.* Suelos con manejo ecológico

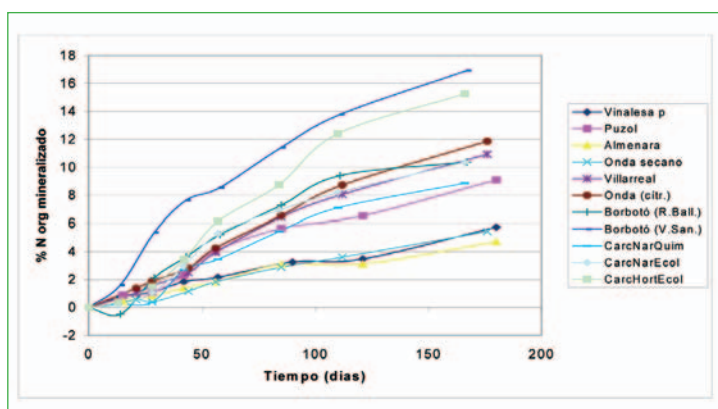


Figura 3. Mineralización del nitrógeno en% respecto al N orgánico presente inicialmente en el suelo.

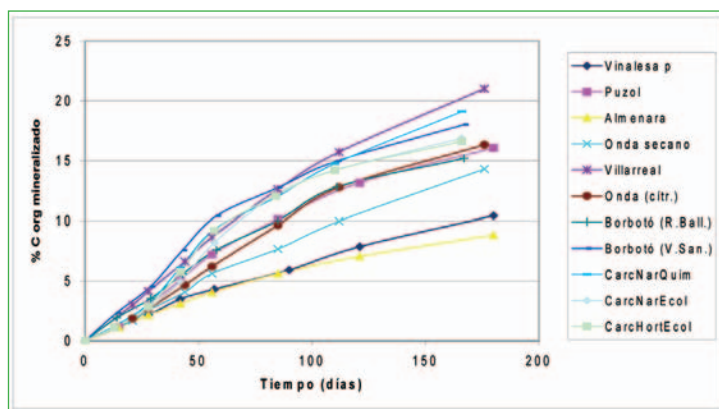


Figura 4. Mineralización del carbono en% respecto al N orgánico presente inicialmente en el suelo

El nitrógeno mineral extraído del suelo durante la incubación se halla en la mayoría de los suelos en forma nítrica, no presentándose o siendo inapreciable con el método de análisis empleado el contenido en nitrógeno en forma amoniacal. La mineralización neta del nitrógeno en todos los suelos se ajusta bien a una cinética de orden 0 (Cuadro 3), es decir, se mantiene una velocidad de mineralización constante a lo largo del período de incubación.

Cuadro 3. Regresiones de los datos de mineralización del nitrógeno a cinéticas de orden cero $N_{min} = a + bt$

CAMPO	A (MG N/KG SS)	B (MG N/KG SS Y DÍA)	R2
Vinalesa	3,7	0,368	0,980
Puzol	1,9	0,364	0,964
Almenara	7,4	0,911	0,963
Onda secano	- 1,0	0,250	0,988
Villarreal CE	- 0,1	0,351	0,980
Onda (citr.)	0,6	0,451	0,988
Borbotó (R. Ball.)	1,3	0,447	0,919
Borbotó (V. San.)	8,1	0,478	0,941
CarcNarQuim	- 0,2	0,443	0,973
CarcNarEcol	0,8	0,833	0,944
CarcHortEcol	- 4,9	1,353	0,971

La velocidad de mineralización oscila entre 0,25 y 1,4 mg de N/kgss y día, tratándose de las parcelas sometidas a manejo ecológico como el campo hortícola de Carcaixent y otro dedicado al cultivo de naranjos los que a lo largo del período alcanzan tasas mayores. Por otro lado, los valores de mineralización más bajos se obtuvieron en el campo de secano. La velocidad de mineralización del carbono presenta una tendencia de disminución con el tiempo de incubación salvo en el caso de los suelos de Carcaixent y de Onda en los que se observa cómo a lo largo del período de incubación ésta alcanza un máximo en el primer tercio de la incubación y luego va disminuyendo.

Cuadro 4. Regresiones de los datos de mineralización del carbono a cinéticas de primer orden. Co: carbono potencialmente mineralizable; k: velocidad de mineralización del carbono; DW: coeficiente de Durbin-Watson de la regresión; MSR: de la suma de los cuadrados medios residual

CAMPO	$C_{min} = C_o \cdot (1 - e^{-k \cdot t})$			
	CO (MG C/KG SS)	K (DÍA-1)	R2	MSR
Vinalesa	2187 [1836-2539]	0.0035 [0.0028-0.0042]	0.9948 DW=1.61	510
Puzol	1649 [1393-1905]	0.0057 [0.0044-0.0069]	0.9862 DW=0.58	1374
Almenara	4280 [4026-4534]	0.0072 [0.00654-0.0079]	0.9964 DW=1.25	3046
Onda secano	3552 [2877-4232]	0.0031 [0.0023-0.0040]	0.9926 DW=1.05	1475
Villarreal CE	3155 [2719-3590]	0.0044 [0.0036-0.0053]	0.9928 DW=1.62	1770
Onda (cítr.)	3817 [2589-5045]	0.0032 [0.0019-0.0044]	0.9838 DW=0.71	3982
Borbotó (R. Ball.)	1873 [1623-2123]	0.0068 [0.0054-0.0081]	0.9855 DW=1.59	2021
Borbotó (V. San.)	2237 [2039-2434]	0.0089 [0.0076-0.0102]	0.9885 DW=0.63	2746
CarcNarQuim	3154 [2398-3912]	0.0051 [0.0034-0.0067]	0.9802 DW=0.57	6330
CarcNarEcol	4525 [3073-5977]	0.0055 [0.0030-0.0079]	0.9636 DW=0.31	26120
CarcHortEcol	5622 [4458-6785]	0.0073 [0.0050-0.0096]	0.9654 DW=0.23	54741

La velocidad de mineralización del carbono para el conjunto de suelos toma valores entre 50-25 mg de C/kgss y día en su valor máximo y disminuye hasta los 2 -10 mg C/kgss y día para las fechas finales de incubación, en donde alcanza los valores mínimos.

Los datos de mineralización del carbono presentan un buen ajuste a una cinética de mineralización de orden 1 (Cuadro 4), con una cantidad de carbono potencialmente mineralizable que oscila entre 5622.mg C/kg ss en el suelo de producción hortícola ecológica y 1649 mg C/kgss en el suelo de Puzol. La relación entre el carbono mineralizado y el nitrógeno mineralizado oscila para la totalidad de los suelos entre los 15 y los 50 mg de C/mg de N, presentando la mayoría valores entre los 15 y los 25 mg de C/mg de N.

Cuadro 5. Correlaciones de Pearson entre los métodos de determinación de la biomasa y el nitrógeno mineralizado. Entre paréntesis aparece el número de pares de datos utilizados para obtener la correlación.
* Correlaciones significativas al 95%

	C ORG	N ORG	C MIN	N MIN	C FI BIOM.	N FI BIOM.	N NIN CL	N NIN SO ₄	INC. ANAER.
C org	1	0.9362 (11) 0.0000*	0.8224 (11) 0.0019*	0.8295 (11) 0.0016*	0.4045 (11) 0.2172	0.6742 (11) 0.0229*	0.9694 (6) 0.0014*	0.7187 (7) 0.0688	0.6320 (11) 0,0369*
N org		1	0.5929 (11) 0.0546	0.6385 (11) 0.0345*	0.2324 (11) 0.4917	0.4659 (11) 0.1487	0.8997 (6) 0.0146*	0.7927 (7) 0.0335*	0.3654 (11) 0.2691
C min			1	0.9437 (11) 0.0000*	0.7072 (11) 0,0149*	0.8879 (11) 0.0003*	0.9662 (6) 0.0017*	-0.3147 (7) 0.4919	0.8823 (11) 0.0003*
N min				1	0.6015 (11) 0.0503	0.8038 (11) 0.0029*	0.9646 (6) 0.0019*	-0.3692 (7) 0,4150	0.7538 (11) 0,0074*
C FI Biom.					1	0.8367 (11) 0.0013*	0.8824 (6) 0.0199*	0.3887 (7) 0.3888	0.6998 (11) 0.0165*
N FI Biom.						1	0.9726 (6) 0,0011*	0.3513 (7) 0.4397	0.8285 (11) 0.0016*
N nin Cl							1	0.0623 (3) 0.9603	0.8978 (6) 0.0151*
N nin SO₄								1	-0.0003 (7) 0.9995
Inc.Anaer.									1

Relación entre el N mineralizado y otros índices biológicos

Los coeficientes de correlación entre el nitrógeno mineralizado con las determinaciones biológicas medidas se presentan en el Cuadro 5. El N mineralizado a largo plazo (N min) presenta correlaciones positivas y significativas al 95% de probabilidad con el carbono orgánico inicial del suelo (C org), con el nitrógeno orgánico inicial (N org), con el carbono mineralizado a largo plazo (C min), con el nitrógeno en la biomasa obtenido tanto por el método de fumigación incubación (N FI Biom.) como por el método de fumigación extracción extraído con KCl (N nin Cl). También presenta correlación positiva y significativa con el amonio liberado durante incubación anaerobia (Inc. Anaer.)

Los valores de C soluble obtenidos por el método de fumigación-extracción no se han correlacionado con ninguna otra variable; por ello, se ha omitido este parámetro de la matriz de correlación.

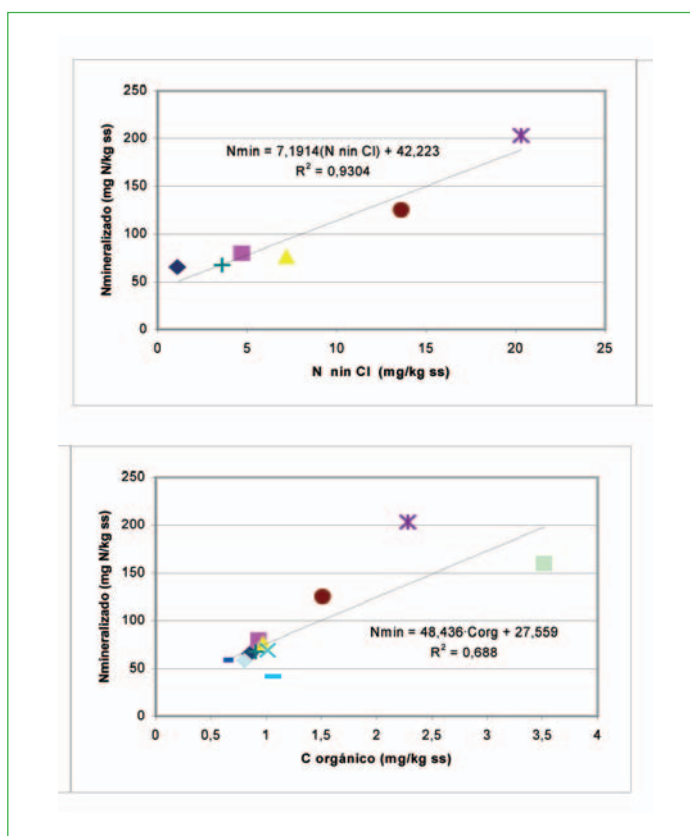


Figura 5. Relaciones entre el nitrógeno mineralizado a largo plazo con a) nitrógeno reactivo con ninhidrina en extracto de KCl y b) carbono orgánico.

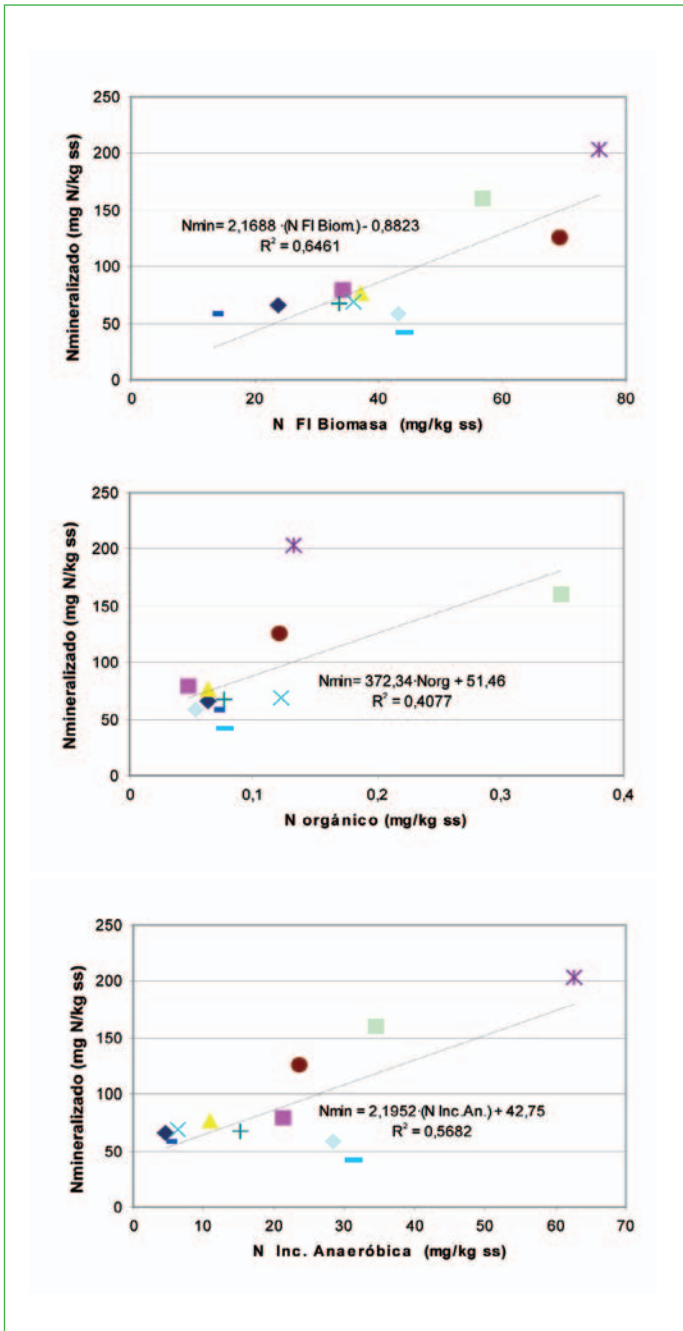


Figura 6. Relaciones entre el nitrógeno mineralizado a largo plazo con a) nitrógeno en la biomasa por fumigación incubación, b) amonio liberado por incubación anaeróbica y c) nitrógeno orgánico.

De todas las relaciones, la existente entre el nitrógeno en la biomasa y el nitrógeno mineralizado es la que presenta el coeficiente de correlación más alto. En el extracto con K_2SO_4 la única relación significativa ha sido la del N-ninhidrina con el nitrógeno orgánico. El método modificado por Joergensen y Brookes (1990), evita los precipitados, pero los análisis muestran que el SO_4^{2-} no es tan buen extractante como el KCl. Los extractos con KCl han dado resultados más satisfactorios.

El nitrógeno de la biomasa que reacciona con la Ninhidrina en los extractos de KCl filtrados presenta una buena correlación con el carbono orgánico ($r = 0,9694$), algo superior a la relación obtenida por Murphy *et al.* (1998).

4 ► DISCUSIÓN

El análisis de la mineralización del nitrógeno muestra que los suelos con tratamiento orgánico presentan mayor velocidad de mineralización asegurando una mayor disponibilidad de este elemento a partir de la materia orgánica del suelo.

El índice que mejor explica la disponibilidad del nutriente es el nitrógeno reactivo con ninhidrina tras la fumigación del suelo con cloroformo, aunque los resultados de la matriz de correlación no son totalmente comparables porque no todas las correlaciones se han determinado con el mismo número de datos. Este método cuenta con la ventaja adicional de su rápida determinación, si bien se precisa de un equipo de extracción al vacío. Otros métodos que presentan buena correlación con el nitrógeno mineralizado a largo plazo son el carbono orgánico inicial del suelo, el nitrógeno en la biomasa determinado por el método de fumigación incubación y el nitrógeno liberado por incubación anaerobia.

Tras los resultados obtenidos, se propone como un índice de disponibilidad de nitrógeno el nitrógeno extraído del suelo con KCl tras la fumigación con cloroformo reactivo con ninhidrina. Otros métodos de determinación más fácil tales como la determinación de carbono orgánico del suelo y el nitrógeno liberado por incubación anaeróbica pueden ser utilizados como índices alternativos.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

• **AMATO, M. Y LADD, J. N. 1988**

An assay for microbial biomass based on ninhydrin - reactive nitrogen in extracts of fumigated soils. Soil Biology and Biochemistry, 20: 107-114.

• **BREMNER, J. M. 1965**

Total Nitrogen. Inorganic forms of nitrogen. Organic forms of nitrogen. En: Methods of soil analysis. Part

2. Chemical and Microbiological properties. Agronomy n° 9. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, 1149-1254.

• **BROOKES, P. C.; LANDMAN, A.; PRUDEN, G. Y JENKINSON, D. S. 1985**

Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen. *Soil Biology and Biochemistry*, 17 (6): 837-842.

• **CABRERA, M. L.; KISSEL, D. E. Y VIGIL, M. F. 1994**

Potential nitrogen mineralization: laboratory and field evaluation. En: *Soil testing: prospects for improving nutrient recommendations*. SSSA Special Publication n° 40: 15-29

• **DORAN, J. W. Y PARKIN, T. B., Eds. 1994**

Defining and assessing soil quality. En: *Defining soil quality for a sustainable environment*. SSSA Spec. Publ. n° 35: 3-21.

• **HART, S. C.; STARK, J. M.; DAVIDSON, E. A. Y FIRESTONE, M. K. 1994**

Nitrogen Mineralization, Immobilization and Nitrification. En: *"Methods of Soil Analysis"*, Part 2. Microbiological and Biochemical Properties. SSSA Book Series, 5: 985-1018

• **HONG, S. D.; FOX, R. H. Y PIEKIELEK, W. P. 1990**

Field evaluation of several chemical indexes of soil nitrogen availability. *Plant and Soil*, 123: 83-88.

• **JENKINSON, D. S. 1988**

The determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil. En: J.R. Wilson (Ed.), *Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems.*, 368-386.

• **JENKINSON, D. S. Y POWLSON, D. S. 1976**

The effects of biocidal treatments on metabolism in soil-V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, 8: 209-213.

• **JOERGENSEN, R. G. Y BROOKES, P. C. 1990**

Ninhydrin - reactive nitrogen measurements of microbial biomass in 0,5 M K₂SO₄ soil extracts. *Soil Biology and Biochemistry*, 22 (8): 1023-1027.

• **KEENEY, D. R. 1982**

Nitrogen availability indices.. En: A. L. Page et al. (Eds.) *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological properties. Agron. Monogr. 9 ASA. SSSA, 2ª ed, Madison, Wi., 711-733.

• **LLORCA, R. 1991**

Prácticas de Edafología. Departamento de química. U. P. de Valencia. 261 pp.

• **MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN 1986**

Métodos oficiales de análisis. Tomo III. Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid.

• **MURPHY, D. V.; SPARLING, G. P. Y FILLERY, I. R. P. 1998**

Stratification of mineral biomass C and N and gross N mineralisation with soil depth in two contrasting Western Australian agricultural soils. *Australian Journal of Soil Research*, 36: 45-55.

• **NELSON, D. W. Y SOMMERS, L. E. 1982**

Total carbon, organic carbon and organic matter. En A. L. Page A.L. et al. (Eds.) *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological properties. Agron. Monogr. 9 ASA. SSSA, 2ª ed., Madison, Wi., 539-580.

• **RHOADES, J. D. 1982**

Cation exchange capacity. En: *Methods of Soil Analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological properties. Page A.L. et al. (Ed.). Agron. Monogr. 9 ASA. SSSA, 2ª ed., Madison, Wi., 149-157

• **SCHEPERS, J. S. Y MEISINGER, J. J. 1994**

Field indicators of nitrogen mineralization. En: Soil Testing. Prospects for Improving Nutrient Recommendations. SSSA Special Publication n°. 40: 31-47.

• **TORMO, LL. Y BAUTISTA, I. 2002**

Evolución de nutrientes disponibles en un suelo enmendado con distintos tipos de estiércoles. Actas del V Congreso de la SEAE- I Congreso Iberoamericano de Agroecología, 431-441

• **WARING, S. Y BREMNER, J. M. 1964**

Ammonium production in soil under waterlogged conditions as an index of nitrogen availability. Nature, 201: 951-952.

• **YAKOVCHENKO, V. P. Y SIKORA, L. J. 1998**

Modified dichromate method for determining low concentrations of extractable organic carbon in soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 29 (3-4): 421-433

EFFECTO DEL OZONO EN DISTINTAS VARIETADES DE TOMATE

CALVO, E.; MARTÍN C. Y SANZ M. J.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM). Parque Tecnológico
C/ Charles Darwin, 14. 46980 Paterna (Valencia)
E-mail: espe@ceam.es

RESUMEN

En el campo experimental de Open Top Chambers (OTC) situado en La Peira (Benifaió, Valencia), se llevaron a cabo experiencias con el objetivo principal de estudiar la respuesta del tomate al ozono e intentar establecer un orden de sensibilidad entre diferentes variedades. Se cultivaron las variedades: Nikita, Piedmont, UC 82 L, Ailsa Craig, Moneymaker y Claudia, se sometieron a niveles diferentes de ozono: aire filtrado (F), aire no filtrado (NF) y aire no filtrado enriquecido con ozono (NF⁺). Los resultados indican que el efecto de las concentraciones de ozono sobre las plantas de tomate depende de la sensibilidad o tolerancia de cada variedad al contaminante. Los niveles de ozono de las cámaras fumigadas (NF⁺) producen síntomas en las hojas, aceleran la senescencia, reducen la cantidad de biomasa, retrasan la maduración de los frutos, reducen la producción de tomate y alteran su calidad. En el tratamiento no filtrado (NF), equivalente a las concentraciones ambientales de ozono en La Peira, sólo se han obtenido resultados significativos en la variedad Nikita y en algunos aspectos de las variedades UC 82 L y Ailsa Craig. Los resultados obtenidos sugieren que la variedad Nikita se revela como la más sensible seguida de Ailsa Craig, Claudia y UC 82 L, finalmente las variedades más tolerantes como Moneymaker y Piedmont.

PALABRAS CLAVE: SÍNTOMAS FOLIARES, DESCENSO EN PRODUCCIÓN Y RETRASO EN MADURACIÓN

1 ► INTRODUCCIÓN

En la cuenca mediterránea occidental existe un problema de contaminación regional por ozono que puede estar afectando a los cultivos de hortalizas como el tomate (Millán *et al.*, 2002). El tomate es un cultivo considerado como sensible al ozono (Hill *et al.*, 1970; Lacasse y Treshow, 1976), los niveles ambientales de ozono pueden ocasionar síntomas visibles en las hojas que pueden verse en los cultivos de verano desarrollados al aire libre (Benton *et al.*, 2000; Fumagalli *et al.*, 2001).

Los primeros estudios sobre el efecto del ozono son de los años 70, y se centraron en la comparación de diferentes variedades en función de la aparición de síntomas, producidos por el ozono, sobre las hojas (Reinert *et al.*, 1969, 1972 a). Los estudios sobre la producción de frutos, demuestran que el ozono puede inducir pérdidas desde el 30% hasta el 49%, con exposiciones que varían entre las 80 ppb y las 100 ppb, durante 7 u 8 horas al día (Temple, 1990; Hassan *et al.*, 1999). Además de los estudios de producción de frutos, las respuestas del tomate al ozono se han observado en la biomasa y el crecimiento (Olszyc y Wise, 1997), en el aumento de mecanismos de defensa (Langebartels, *et al.*, 2002), y en las tasas fotosintéticas (Hassan *et al.*, 1999; Moeder *et al.*, 2002). Finalmente, también han sido estudiadas las interacciones de los efectos del ozono y las enfermedades, como el caso de los nematodos (Khan y Khan, 1997) y de las virosis (Jiménez *et al.*, 2001, Calvo *et al.*, 2002).

El objetivo del experimento, es analizar la respuesta de diferentes variedades comerciales de tomate a diferentes concentraciones de ozono: niveles ambientales y niveles ambientales enriquecidos con ozono. Asimismo, intentar establecer un orden de sensibilidad de las variedades de tomate a este contaminante y cuantificar sus efectos en las hojas, la biomasa y la producción de frutos. Para ello las plantas se han expuesto al ozono utilizando las instalaciones de Open Top Chambers (OTC, cámaras de techo descubierto) que la fundación CEAM dispone en la granja ecológica de La Peira en Benifaió (Valencia).

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Las experiencias descritas en esta comunicación se han llevado a cabo durante el verano del 1998 y de 1999, utilizando semillas de 6 variedades diferentes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Todas las variedades seleccionadas son híbridos comerciales y pueden agruparse según su patrón de crecimiento en variedades indeterminadas: Nikita, Ailsa Craig, Claudia y Moneymaker; y en variedades determinadas: UC 82 L y Piedmont. Las semillas se sembraron directamente en bandejas de 110 alvéolos, con una mezcla de vermiculita y turba rubia (1:1). El trasplante, a los contenedores de 7l, donde se mantuvieron las plantas el resto del cultivo, se realizó cuando apuntaba la 2 hoja adulta. El sustrato de las macetas era una mezcla de turba rubia 80%, de vermiculita 10% y de arena de sílice 10%. A la mezcla se le añadió una dosis (1.5 cc/l) de abono de liberación lenta (Osmocote Plus 15:12:13). El

riego se realizó en cada maceta con goteros autocompensantes de 2 l/h. Las plantas de las variedades indeterminadas se desbrotaron manteniendo su crecimiento a una sola guía.

En las experiencias del año 1998 y 1999, se aplicaron tres ambientes: aire filtrado (F), es decir aire libre de ozono (concentración media horaria aproximada de 15 ppb); aire NF, concentraciones actuales de ozono en La Peira; y aire NF enriquecido con 70ppb de ozono, sobre el ambiente (NF+70). Las fumigaciones consisten en añadir una cantidad controlada y conocida de ozono sobre el nivel ambiental durante 8 horas. La adición de ozono se inicia por la mañana, a las 10 y concluye a 18 (CET). En el texto, en las figuras y en los cuadros, los ambientes con ozono se expresan como NF y NF+70. Hasta el momento de iniciarse los ambientes con ozono, todas las plantas se encontraban en aire filtrado. El inicio de la fumigación se realizó cuando las plantas tenían de 2 a 4 hojas adultas totalmente expandidas, 2 días después del trasplante. Las concentraciones de ozono a las que han estado expuestas las plantas se indican utilizando el valor de AOT40 tal y como establece la normativa en curso (2002/03/CEE). Este valor se calcula sumando, para un periodo de tiempo dado, el excedente sobre 40 ppb, tomando como base los promedios horarios entre las 8 y 20 h (CET), se expresa en ppb.h.

A lo largo del cultivo se contaron las hojas de todas las plantas, desde la base hacia arriba. En cada una de las plantas se anotaba: número de hojas totales; número de hojas dañadas con síntomas atribuibles al ozono y número de hojas secas.

Para cada planta, se determinó la biomasa aérea y radicular al final del cultivo. Las raíces se lavaron con agua a presión, se quitó el excedente y se pesaron. El peso seco, se obtuvo desecando el material vegetal en una estufa a 80 °C, durante al menos 48 h hasta que se alcanzó un peso constante.

Durante el cultivo se contaban el número de frutos, se cosechaban y se pesaban, apartando un tomate maduro por planta para la determinación de los grados Brix. Dentro de cada una de las cámaras se dispusieron 10 plantas de cada variedad intercaladas, describiendo dos circunferencias concéntricas. En el año 1998 se utilizaron 3 cámaras para cada tratamiento ambiental mientras que en el año 1999 se utilizaron 2 cámaras para cada tratamiento ambiental.

De manera general con los datos que cumplen los requisitos necesarios, se realiza una ANOVA de una vía, utilizando el ambiente como factor. Cuando $p < 0.05$ se realiza un test posterior (LSD) para determinar las diferencias entre las medias. En el caso de comparaciones entre dos medias se utiliza la t-student. Las regresiones se han realizado mediante el método de mínimos cuadrados comprobando mediante una t que el valor de la pendiente (m) y de la intersección con el eje x (b) son distintos de cero. Para comparar las rectas de regresión obtenidas en los distintos ambientes, se han comparado los valores de m mediante una t-student. Todos los análisis estadísticos se han realizado con el programa SPSS versión 10 para entorno Windows, utilizando como réplicas las plantas de cada uno de los ambientes.

3 ▶ RESULTADOS

Síntomas en las hojas y senescencia

Dependiendo del tipo de exposición al ozono, en tomate se han encontrado dos tipos de lesiones: punteados cloróticos, pardos, irregulares, de pequeño tamaño e internerviales, derivados de exposiciones cortas pero con concentraciones de ozono elevadas (figura 2A) y clorosis continuas entre las nervaduras de las hojas derivadas de exposiciones prolongadas con concentraciones de ozono moderadas (Figura 2B). En ambos años de experimento se observaron los síntomas foliares descritos anteriormente, aunque con diferencia en el valor de AOT40 alcanzado: en el año 1998 el valor de AOT40 fue de 2366 ppb.h y en el año 1999 fue inferior, 1646 ppb.h. Otra diferencia entre los resultados fue la presencia de síntomas en las plantas del ambiente NF en la campaña de 1998 que no se produjo en 1999 (Figura 1). Las variedades estudiadas presentaron síntomas sin establecerse diferencias entre ellas en el valor de AOT40. Sin embargo las variedades sí que se diferencian el porcentaje de hojas afectadas al final del cultivo (Cuadro 1).

Año 1998	dds	Año 1999
Siembra (29/6/98)	0	Siembra (20/4/99)
	1	
	8	
	23	
Inicio de la fumigación	24	
	25	
	26	
	27	Inicio de la fumigación
Aparición de síntomas x AOT 40 = 2366 ppb.h	28	
	29	
	30	
	31	
	32	
	33	
	34	
	35	
	36	
	37	
	38	
	39	
	40	
	41	Inicio de la fumigación
	42	
	43	x Aparición de síntomas
	44	AOT 40 = 1646 ppb.h
	45	
	46	

Figura 1. (Izquierda) Cronograma de la presencia de síntomas foliares producidos por el ozono en hojas de plantas de tomate en los dos experimentos realizados. Dds: días desde la siembra



Figura 2A. (abajo) Aspecto de los síntomas producidos por el ozono en folíolos de hojas adultas de tomate Cv. Nikita. El aspecto de las lesiones es igual para todas las variedades ensayadas. Figura 2A. Punteado necrótico ocasionado por exposiciones cortas y con elevados niveles de ozono.

Figura 2B. Aspecto de la clorosis internervial producida por la exposición prolongada al ozono.

Cuadro 1. Porcentaje de hojas dañadas por el ozono al final del cultivo (133 dds)

Variedad	Ambiente NF		Ambiente NF+70	
	1998	1999	1998	1999
Nikita	6.8	0	81	76
Ailsa Craig	2.3	0	85	89
Moneymaker	2.7	0	78	-
Piedmont	4.9	0	73	-
UC 82 L	8.2	0	86	-
Claudia	-	-	-	71

NF: aire no filtrado concentraciones equivalente a las ambientales. NF+70: aire no filtrado enriquecido con ozono.

La evolución de los síntomas provocados por el ozono en las plantas de tomate, conduce a la marchitez de aquellas hojas que se dañaron primero y también al inicio de nuevos síntomas en hojas maduras, conformando un patrón característico en el que las plantas NF+70 presentan

solamente sanas las hojas más jóvenes, seguidas de las maduras con síntomas, hojas viejas senescentes y la base del tallo desnuda al desprenderse las hojas marchitas. La senescencia se produce antes en los ambientes con ozono (NF+70) presentando diferencias significativas con los valores de hojas secas obtenidos en el ambiente F. (Cuadro 2)

Cuadro 2. Porcentaje de hojas secas al final del cultivo (133 dds)

	1998		
	F	NF	NF+70
Nikita	26.2 a	27.8 a	52.6 b
Ailsa Craig	35.5 a	33.1 a	49.5 b
Moneymaker	28.6 a	32.9 a	46.5 b
UC 82 L	42.1 a	40.8 a	57.9 b
Piedmont	43.1	40.3	47.3 ns

	1999		
	F	NF	NF+70
Nikita	10.9 a	15.6 a	33.6 b
Ailsa Craig	14.4 a	22.8 a	61.2 b
Claudia	16.9 a	17.0 a	62.9 b

Senescencia producida por el ozono en plantas de tomate. El porcentaje de hojas secas se calcula con respecto al total de hojas de la planta. Las letras minúsculas indican diferencias significativas entre los tres ambientes (ANOVA de una vía LSD $p < 0.05$) n.s. sin diferencias significativas.

Cuadro 3. Pérdidas significativas en biomasa seca (g) producidas por el ozono

Año	Variedad	Parte aérea		Raíz		
		NF	NF+70	NF	NF+70	
1998	Nikita	28%	49%	Nikita	29%	47%
	Ailsa Craig		26%	Ailsa Craig		
	Moneymaker		26%	Moneymaker		
	UC 82 L		32%	UC 82 L	33%	43%
	Piedmont			Piedmont		
1999	Nikita		31%	Nikita		51%
	Ailsa Craig		38%	Ailsa Craig		33%
	Claudia		32%	Claudia	30%	52%

NF aire no filtrado equivalente a concentraciones ambientales de ozono y NF+70 aire ambiente enriquecido con 70 ppb de ozono. Los porcentajes que aparecen en el cuadro se calculan con respecto al tratamiento filtrado y presentan diferencias significativas con el ambiente filtrado (ANOVA una vía LSD $p < 0.05$).

Biomasa

Con el objeto de poder comparar los resultados de ambos años, los valores de biomasa seca se han expresado como porcentaje del peso obtenido en cada tratamiento ambiental en función del peso alcanzado por las plantas del tratamiento filtrado. De este modo puede verse fácilmente el descenso que produce el ozono, al final del cultivo, en la biomasa seca de las plantas. Los valores que aparecen en el cuadro son aquellos en los que se han obtenido diferencias significativas con el tratamiento filtrado (ANOVA de una vía, LSD $p < 0.05$). Destacar el descenso significativo en la biomasa área de las plantas NF de la variedad Nikita en el año 1998 y los descensos significativos, de hasta el 33%, en la biomasa de la raíz de las plantas NF de las variedades Nikita, UC 82 L y Claudia (Cuadro 3).

Producción de frutos

El ozono retrasa la aparición de los frutos en las plantas del ambiente NF+70, e incluso en algunos casos en las del ambiente NF. Además el ozono produce un retraso en la maduración de los frutos que se ha constatado a partir de regresiones lineales, como la representada en la figura 3, entre el número acumulado de frutos maduros y el tiempo transcurrido. Para cada una de las variedades estudiadas en cada año y en cada ambiente se ha realizado la regresión entre el número de frutos y el tiempo transcurrido, siendo el valor de la pendiente de la recta un indicador de la velocidad de maduración. El ozono produce un retraso en la maduración de los frutos indicado por el descenso significativo del valor de la pendiente en el ambiente NF+70. En los casos de Nikita, Moneymaker y Piedmont también se produce un retraso significativo en las plantas del ambiente NF.

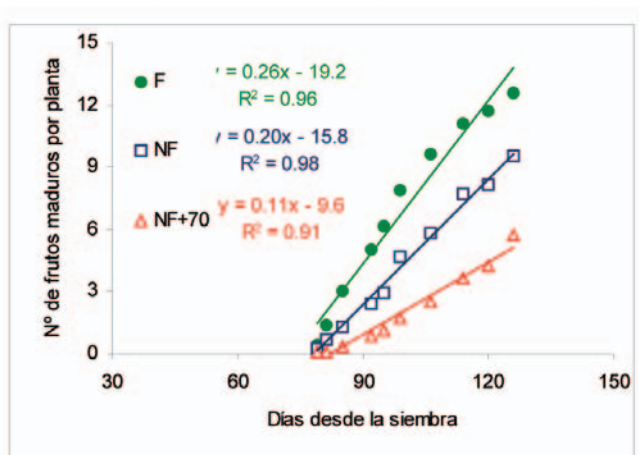


Figura 3. (derecha). Ejemplo de la evolución del número de frutos maduros en la variedad Nikita y del cálculo de las rectas de regresión para cada uno de los ambientes. Las ecuaciones completas de cada recta aparecen junto al código de la leyenda de la gráfica.

Cuadro 4. Velocidad de maduración de los frutos

Variedad	1998		
	F	NF	NF+70
Nikita	0.26 c	0.20 b	0.12 a
Ailsa Craig	0.73 b	0.65 b	0.28 a
Moneymaker	0.38 c	0.29 b	0.11 a
UC 82 L	0.53 b	0.51 b	0.29 a
Piedmont	0.13 c	0.09 b	0.04 a

Variedad	1999		
	F	NF	NF+70
Nikita	0.40	0.38	0.34
Ailsa Craig	1.07 b	1.05 b	0.81 a
Claudia	0.32 b	0.29 b	0.19 a

(Izquierda). Pendiente de las rectas de regresión entre el número de frutos y el tiempo transcurrido. Las letras indican diferencias significativas entre los ambientes (ANOVA de una vía, LSD $p < 0.05$)

La reducción en la producción de frutos y el retraso en la maduración, se traducen en un descenso significativo de la producción de tomates. En el ambiente NF no se ha detectado descenso significativo debido a la concentración de ozono, sin embargo en las plantas del ambiente NF+70 la producción a los 3 meses y medio de cultivo (114 días desde la siembra) puede descender hasta un 60% con respecto a la producción obtenida en el ambiente F. Los resultados de producción se han expresado con respecto al filtrado con el objeto de facilitar la comparación de resultados entre los dos años (Cuadro 4).

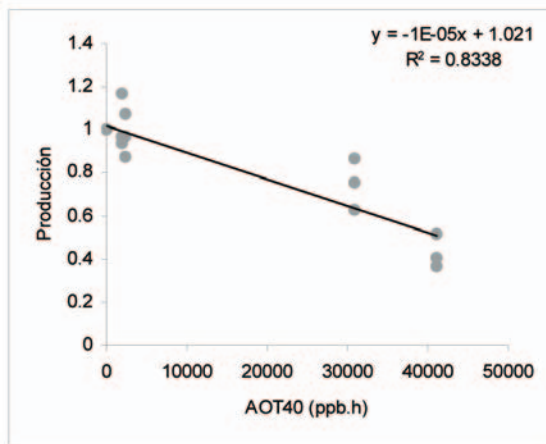


Figura 4. (Derecha). Gráfico de dosis respuesta construido con los valores de producción relativa y el valor de AOT40 de 3 meses. Los puntos indican la producción obtenida por las variedades de tomate a distintos valores de AOT40. La línea se ha obtenido por regresión lineal ($R^2=0.83$ $p < 0.001$).

Los valores de producción expresados con respecto a los obtenidos en el ambiente filtrado a los 114 dds, se han representado junto con los correspondientes valores de AOT40 (figura 4).

Cuadro 5. Pérdidas significativas en producción

Variedad	114 dds	133 dds
1998		
Nikita	49%	
Ailsa Craig	60%	30%
Moneymaker	63%	25%
UC 82 L		
Piedmont		39%
1999		
Nikita	13%	35%
Ailsa Craig	37%	29%
Claudia	25%	38%

(izquierda). Pérdidas significativas en producción de tomate del ambiente enriquecido con ozono. A los 114 días desde la siembra y al final del cultivo (133 días desde la siembra).

Se ha realizado una regresión lineal obteniéndose un coeficiente de determinación de 0.86. Se han utilizado los valores a los 114 dds, puesto que supone un periodo de tres meses de duración, aproximadamente el tiempo indicado por la normativa para calcular el valor objetivo de daños en los cultivos (2002/03/CEE).

Además del descenso en producción, también se han detectado alteraciones en el contenido en azúcares solubles. El valor de °Brix en tomates maduros es significativamente menor en plantas de ambientes con ozono de las variedades Ailsa Craig, Nikita y Moneymaker en 1998 (Cuadro 6). En el caso de Ailsa Craig también se ha detectado diferencias significativas entre el ambiente filtrado y no filtrado en tomates de cosechas tardías. En cambio durante el año 1999 no se han detectado diferencias significativas en el valor de °Brix.

4 ► DISCUSIÓN

La manifestación de diferentes tipos de síntomas producidos por el ozono, parece estar ligada al tipo de exposición que ha sufrido la planta (Sanderman, 1996) y también a su

Cuadro 6. Grados brix en dos cosechas

Variedad	Cosecha	1998		
		F	NF	NF+70
Nikita	Temprana	5.28 b	4.83 ab	4.42 a
	Tardía	5.05 b	4.58 b	4.14 a
Ailsa Craig	Temprana	4.33	4.39	4.46
	Tardía	3.99 b	3.75 a	3.71 a
Moneymaker	Temprana	4.43 b	4.29 b	3.80 a
	Tardía	4.14 b	4.06 b	3.59 a
UC 82 L	Temprana	3.73	3.66	3.22
	Tardía	3.65	3.35	3.05
Piedmont	Temprana	4.74	4.65	5.40
	Tardía	4.84	4.59	5.04
		1999		
Nikita	Tempranas	4.3	4.2	4.2
	Tardías	4.1	3.9	3.7
Ailsa Craig	Tempranas	3.8	3.8	3.5
	Tardías	3.6	3.6	3.2
Claudia	Tempranas	3.1	2.9	2.7
	Tardías	2.7	3.0	2.1

Valor de los grados Brix de tomates maduros recolectados en cosechas tempranas y en cosechas tardías. Las letras indican diferencias significativas entre los tratamientos ambientales (ANOVA de una vía LSD $p < 0.05$).

estado de desarrollo vegetativo en el momento de iniciarse la exposición (Sanderman *et al.*, 1998; Lyons y Barnes, 1998). Las exposiciones crónicas, sin interrupciones, iniciadas con plantas de corta edad (de 2 ó 3 semanas de edad), provocan síntomas como las clorosis. Por el contrario, exposiciones más cortas al ozono iniciadas con plantas un poco más maduras (de un mes de edad) producen punteados marrones y clorosis internerviales. Ambos síntomas, han sido los observados en las plantas NF+70 de la experiencia del año 1999 mientras que en el año 1998 sólo se observaron las clorosis.

La respuesta del tomate al ozono en el año 1999, en cuanto a la observación de síntomas visibles se refiere, se mostró en 48 horas, después de iniciarse la exposición, este resultado coincide con otras experiencias realizadas con la variedad de tomate Roma (Tuomainen *et al.* 1997). En la experiencia del año 1998, los síntomas producidos por el ozono sobre las hojas se manifestaron a los 4 días de iniciarse la exposición al ozono. En el año 1998, las plantas de tomate tenían 24 dds, mientras que en el año 1999 las plantas tenían 41 dds. El estado de desarrollo de las plantas en el momento de iniciarse la exposición al ozono condiciona su respuesta, en la bibliografía se encuentran referencias en las que se indica que el efecto del ozono es más notable sobre plantas mas viejas que sobre las jóvenes (Lyons y Barnes, 1998; Carlsson *et al.*, 1996).

El peso seco de la parte aérea y de la raíz sufre una disminución significativa con el ozono en ambos años. Entre otras cosas, esta reducción de biomasa, está asociada a la pérdida de hojas por senescencia, que es significativa entre el ambiente filtrado y el NF+70, en el momento de obtener los pesos de las plantas. A este nivel la variedad más afectada es Nikita con reducciones significativas en el ambiente NF y NF+ de la biomasa aérea y radicular, seguida de Claudia y UC 82 L que también reducen el peso de las raíces en el ambiente NF y en NF+. Este tipo de respuestas sobre la biomasa de plantas sometidas a concentraciones naturales de ozono, también se ha encontrado en tomate (Bermejo, 2002) y en judía. (Ribas y Peñuelas, 2000). La senescencia producida por el ozono puede desembocar en alteraciones en la movilización de carbohidratos que a largo plazo repercuten en la biomasa de las raíces para favorecer el desarrollo de frutos (Grantz y Farrar, 1999; Drogoudi y Ashmore, 2001)

Normalmente la reducción en la producción se atribuye al descenso en la biomasa fotosintéticamente activa con la consecuente reducción en la producción de carbohidratos que podrán ser movilizados a los frutos (Soja y Soja, 1995). En las experiencias realizadas la reducción de la producción viene producida por un descenso en la formación de frutos y por un retraso en la maduración de los frutos. En las plantas de los ambientes NF y NF+70, los tomates tardan más en madurar que en el ambiente filtrado. Esta respuesta ha sido significativa en las 6 variedades. En Nikita (1998), Moneymaker y en Piedmont, además, se han encontrado una gradación en la velocidad de maduración debida a las concentraciones de ozono. Este efecto se ha documentado para ciruelas, en las que las plantas expuestas al ozono producían frutos de menor calidad y con una maduración más lenta (Crisosto *et al.*, 1993).

Además, también se ha constatado una pérdida en el contenido de azúcares solubles (°Brix) de los frutos procedentes de las plantas NF+70, pero sólo en la experiencia del año 1998. En este sentido las variedades Moneymaker y Nikita son las más afectadas, seguidas de la variedad Ailsa Craig, y finalmente Piedmont y UC 82 L en las que no se han encontrado diferencias significativas en este parámetro. En sandía, concentraciones ambientales de ozono produjeron descensos significativos del contenido en azúcares solubles (Gimeno *et al.*, 1999 a). En tomate también se han observado descensos en los °Brix de plantas expuestas al ozono en condiciones similares a las desarrolladas en esta experiencia (Bermejo, 2002).

5 ► CONCLUSIONES

Los niveles de ozono de la cuenca mediterránea pueden estar ejerciendo efectos nocivos sobre la producción de los frutos de tomate. Sobre variedades sensibles, como Ailsa Craig, Nikita o Claudia los niveles de ozono actuales pueden reducir el número de frutos, retrasar su maduración y reducir su calidad, en los cultivos desarrollados al aire libre.

La clasificación de las variedades de tomate según su sensibilidad al ozono puede realizarse bajo diferentes criterios. Si nos basamos en aspectos vegetativos, -Nikita, Claudia y UC 82 L son las más sensibles, seguidas de Ailsa Craig y Moneymaker. Finalmente Piedmont sería la variedad más tolerante.

Atendiendo a criterios de producción y calidad del fruto, es más difícil establecer la sensibilidad, ya que se han encontrado respuestas a varios niveles. Los resultados sugieren que Moneymaker y Ailsa Craig son las más sensibles, seguidas por Claudia, Nikita y Piedmont, mientras que UC 82 L es la más tolerante por ser la variedad que ha mantenido inalterada la producción y la calidad de sus frutos.

6 ▶ AGRADECIMIENTOS

La fundación CEAM está apoyada económicamente por la Generalitat Valenciana (Consellería de Medio Ambiente y Consellería de Agricultura, Alimentación y Pesca) y Bancaixa. El trabajo presentado ha sido financiado por los proyectos FAIR5-CT97-3493 y AGF1998-1600-CE.

7 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- BENTON, J.; FUHRER, J.; GIMENO, B. S.; SKARBY, L.; PALMER - BROWN, D.; BALL, G. Y ROADKNIGHT, C. 2000

An international cooperative programme indicates the widespread occurrence of ozone injury on crops. *Agriculture Ecosystems & Environment* 78(1): 19-30.

- BERMEJO, V. 2002

Efectos del ozono sobre la producción y la cantidad de frutos de *Lycopersicon esculentum*. Modulación por diversos factores ambientales. Tesis Doctoral Inédita. Universidad Autónoma de Madrid. 392 pp.

- CALVO, E.; JIMÉNEZ, A.; MARTÍN, C. Y SÁNZ, M. J. 2002

Estudio de la interacción entre el ozono y el desarrollo de las virosis en el cultivo del tomate, en La agricultura y la ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario. Dapena, E. Porcuna, J. L Eds. Gijón. *Serida-SEAE* (46): 1091-1098.

- CARLSSON, A. S.; WALLIN, G. Y SANDELIUS, A. S. 1996

Species and age dependent sensitivity to ozone in young plants of pea, wheat and spinach. Effects on acyl lipid and pigment content and metabolism. *Physiologia Plantarum* 98(2): 271-280.

- CRISOSTO, C. H.; RETZLAFF, W. A.; WILLIAMS, L. E.; DE JONG, T. M. Y ZOFFOLI, J. P. 1993

Postharvest performance evaluation of plum (*Prunus salicina* Lindel., "Casselman") fruit grown under three ozone concentrations. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 118(4): 497-502.

- DROGODI, P. D. Y ASHMORE, M. R. 2001

C-allocation of flowering and deblossomed strawberry in response to elevated ozone. *New Phytologist* 152,

455-461.

• **FUMAGALLI, I.; GIMENO, B. S.; VELISSARIOU, D.; DE TEMMERMAN, L. Y MILLS, G. 2001**

Evidence of ozone-induced adverse effects on crops in the Mediterranean region. *Atmospheric Environment* 35(14): 2583-2587.

• **GIMENO, B. S.; BERMEJO, V.; REINERT, R. A.; ZHENG, Y. B. Y BARNES, J. D. 1999 A**

Adverse effects of ambient ozone on watermelon yield and physiology at a rural site in Eastern Spain. *New Phytologist* 144(2): 245-260.

• **GRANTZ, D. A. Y FARRAR, C. A. 1999**

Acute exposure to ozone inhibits rapid carbon translocation from source leaves of pima cotton. *Journal of Experimental Botany* 50(336): 1253-1262.

• **HASSAN, I. A.; BENDER, J. Y WEIGEL, H. J. 1999**

Effects of ozone and drought stress on growth, yield and physiology of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cv. Baladey). *Gartenbauwissenschaft* 64(4): 152-157.

• **HILL, A. C.; HEGGESTAD, H. E. Y LINZON, S. 1970**

Ozone, en Recognition of air pollution injury to vegetation: a pictorial atlas. TR-7 Agricultural Committee Eds. Pennsylvania. 1-22.

• **JIMENEZ, A.; CALVO, E.; MARTÍN, C.; PORCUNA, J. L. Y SANZ, M. J. 2001**

Estudio de la interacción entre el ozono y el desarrollo de las virosis en el cultivo del tomate. *Agrícola Verge*. Horticultura, fruticultura y floricultura 231, 141-150.

• **KHAN, M. R. Y KHAN, M. W. 1997**

Effects of the root-knot nematode, *Meloidogyne Incognita*, on the sensitivity of tomato to sulfur dioxide and ozone. *Environmental & Experimental Botany* 38(2): 117-130.

• **LACASSE, N. L. Y THRESHOW, M. 1976**

Diagnosing vegetation injury caused by air pollution. Applied Science Association y Air Pollution Training Institute Eds. Research Triangle park, NC.

• **LANGEBARTELS, C.; WOHLGEMUTH, H.; KSCHIESCHAN, S.; GRÜN, S. Y SANDERMANN, H. 2002**

Oxidative burst and cell death in ozone-exposed plants. *Plant Physiology & Biochemistry* 40, 567-575.

• **LYONS, T. M. Y BARNES, J. D. 1998**

Influence of plant age on ozone resistance in *Plantago major*. *New Phytologist* 138(1): 83-89.

• **MILLÁN, M.; SANZ, M. J.; SALVADOR, R. Y MANTILLA, E. 2002**

Atmospheric dynamics and ozone cycles related to nitrogen deposition in the western Mediterranean. *Environmental Pollution*. 118, 167-186.

• **MOEDER, W.; BARRY, C. S.; TAURIANEN, A. A.; BETZ, C.; TUOMAINEN, J.; UTRIAINEN, M.; GRIERSON, D.; SANDERMANN, H. J.; LANGEBARTELS, C. Y KANGASJARVI, J. 2002**

Ethylene synthesis regulated by biphasic induction of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase and 1-aminocyclopropane-

• **OLSZYK, D. M. Y WISE, C. 1997**

Interactive effects of elevated CO₂ and O₃ on rice and flacca tomato. *Agriculture Ecosystems & Environment* 66(1): 1-10.

• **REINERT, R. A.; TINGEY, D. T. Y CARTER, H. C. 1969**

Varietal sensitivity of tomato and radish to ozone. *Hortscience* 4, 189.

• **REINERT, R. A.; TINGEY, D. T. Y CARTER, H. C. 1972**

Sensitivity of tomato cultivars to ozone. *Journal of American Society for Horticultural Sciences* 97(2): 149-

151.

• **RIBAS, A. Y PEÑUELAS, J. 2000**

Effects of ethylene diurea as a protective antiozonant on beans (*Phaseolus vulgaris* Cv Lit) exposed to different tropospheric ozone doses in Catalonia (NE Spain). *Water, Air, & Soil Pollution* 117(1-4): 263-271.

• **SANDERMANN, H. 1996**

Ozone and plant health [Review]. *Annual Review of Phytopathology* 34, 347-366.

• **SANDERMANN, H.; ERNST, D.; HELLER, W. Y LANGEBARTELS, C. 1998**

Ozone: an abiotic elicitor of plant defence reactions [Review]. *Trends in Plant Science* 3(2): 47-50.

• **SOJA, G. Y SOJA, A. M. 1995**

Ozone effects on dry matter partitioning and chlorophyll fluorescence during plant development of wheat, *Water, Air and Soil Pollution Austria*. 1461-1466.

• **TEMPLE, P. J. 1990**

Growth and yield response of procesing tomato (*Lycopersicon sculentum* Mill.) cultivars to ozone. *Environmental & Experimental Botany* 30(3): 283-291.

• **TUOMAINEN, J.; BETZ, C.; KANGASJARVI, J.; ERNST, D.; YIN, Z. H.; LANGEBARTELS, C. Y SANDERMANN, H. 1997**

Ozone induction of ethylene emission in tomato plants: Regulation by differential accumulation of transcripts for the biosynthetic enzymes. *Plant Journal* 12(5): 1151-1162.

EL EFECTO DE LA AGRICULTURA EN LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO EN ESPAÑA

CERDÁ, ARTEMI

Departament de Geografia. Universitat de Valencia
C/ Blasco Ibañez, 28. 46010 Valencia
E-mail: artemio.cerda@uv.es

Instituto Pirenaico de Ecología. Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Avda. Montañana, 177. Apartado 2002. 50080 Zaragoza

RESUMEN

Es bien conocido que las condiciones culturales y naturales en España favorecen altas tasas de erosión. Ello se debe a las lluvias intensas, la reducida cubierta vegetal y a suelos muy erosionables. También las actividades antrópicas pueden acelerar la degradación del suelo y con ello aumentar las tasas de erosión. Incendios forestales, sobrepastoreo, deforestación, minería y vías de comunicación son ejemplos de algunas actividades antrópicas que incentivan los procesos de erosión. De entre todas ellas, la agricultura es probablemente la más agresiva por la gran superficie que ocupa y porque tradicionalmente se ha basado en la roturación y la eliminación de la vegetación espontánea, con lo que se incentivan los mecanismos de la erosión.

Este trabajo revisa la literatura científica dedicada a la erosión de los suelos, con el fin de comparar las tasas de erosión entre suelos forestales y agrícolas. Los resultados demuestran que la agricultura es la actividad clave para entender el proceso de erosión y sus tasas en España. Las medidas tomadas a distintas escalas demuestran que las pérdidas de suelos más altas siempre se producen en cultivos de secano, como los olivos, viñas o almendros. La agricultura ha producido las más grandes pérdidas de suelo debido al laboreo, reducción de la cubierta vegetal, encostramiento del suelo y la acentuación de la escorrentía superficial. Sin duda, la agricultura de conservación y la agricultura ecológica deben ser favorecidas con el fin de evitar la degradación y la erosión de los suelos.

PALABRAS CLAVE: AGRICULTURA, SUELO, EROSIÓN, BIBLIOGRAFÍA Y ESPAÑA

1 ► INTRODUCCIÓN

Vaclac Smil afirma en su libro “Alimentar el mundo. Un reto del siglo XXI” que la producción alimentaria mundial debería poder adaptarse a la mayoría de sus consecuencias, y nuestra adaptación debería ser capaz de mantener dentro de unos límites tolerables sus repercusiones negativas. Una de esas consecuencias es la aceleración de las altas tasas de erosión que ponen en riesgo el suministro de alimentos. Debemos recordar que a mediados de siglo XXI la población mundial alcanzará los 10.000 millones de habitantes, y que por lo tanto bien aumenta la superficie agrícola, bien la productividad. En ambos casos parece inevitable el aumento de la erosión y con ello se pone en duda la fertilidad de los suelos.

La agricultura tiene como objetivo alimentar a la humanidad. El constante aumento de los habitantes de la Tierra hace que se ponga en duda el suministro de alimentos. Como la población, la producción mundial de alimentos no ha dejado de crecer, incluso a un ritmo mayor que el de los habitantes. Ese crecimiento ha estado basado en el siglo XX en el uso de fertilizantes químicos de síntesis, mecanización y uso de combustibles fósiles. Como consecuencia de ello muchos suelos han sido y están siendo mineralizados, salinizados, esquilados de materia orgánica y degradados química, física y biológicamente.

La discusión acerca de la capacidad de la agricultura, de los suelos en definitiva, de mantener y aumentar las producciones a lo largo del siglo XXI es mantenida básicamente por economistas. Sin embargo, la producción agraria depende de la fertilidad de los suelos y esta sabemos que está mantenida por los fertilizantes químicos de síntesis, los cuales dependen de los combustibles fósiles. Es por lo tanto una agricultura no sostenible.

Erosión hídrica del suelo es el proceso de arranque, transporte y sedimentación de las partículas del suelo. Este es un proceso natural que modela la superficie terrestre, aporta nutrientes a los ríos y zonas litorales, permite la redistribución de semillas y la heterogeneidad espacial de los suelos y el paisaje. Las más importantes civilizaciones - Mesopotamia o Egipto son los ejemplos más paradigmáticos- florecieron en espacios desarrollados y mantenidos por la erosión de los suelos aguas arriba de las zonas aluviales. Sin embargo, el proceso de erosión puede acelerarse al producirse cambios en la cubierta vegetal y en los suelos. En España, las condiciones naturales, tanto climáticas, litológicas como topográficas, y culturales han favorecido tradicionalmente el desarrollo de altas tasas de erosión (López Bermúdez y Albaladejo, 1990).

La pérdida de cubierta vegetal y la degradación de los suelos son los procesos que dan lugar a altas tasas de erosión al aumentar la erosividad del impacto de las gotas y la escorrentía superficial, tanto la concentrada como la difusa. Así, una vez desprotegidos los suelos se producen mayores pérdidas de partículas minerales, orgánicas y por lo tanto de nutrientes, lo que a su vez provoca un menor desarrollo vegetal. El ciclo de degradación por erosión se puede acelerar cuanto más agresivo es el clima y cuanto menor sea la cubierta vegetal.

La región Mediterránea aparece catalogada siempre como una de las que presenta mayores tasas de erosión. Un ejemplo lo encontramos en el sudeste peninsular, donde se encuentran la mayor parte de los 145.000 Km² (29%) de suelos con alto riesgo de erosión de la Península Ibérica.

La agricultura ha propiciado el desarrollo de las condiciones idóneas para la aceleración de la erosión de los suelos. Sin embargo, en España, y a diferencia de otros países, se ha prestado poca atención a la erosión de los suelos agrícolas. Además, las prácticas de la agricultura de conservación se han incentivado y desarrollado escasamente y el laboreo es cada vez más agresivo con el suelo. También el abuso de fertilizantes químicos está degradando los suelos y con ello acelerando los procesos de erosión. Así, en los campos ibéricos es frecuente de regueros, descalzamientos, caída de muros y cárcavas, lo que denotan una actividad erosiva intensa. Sin embargo, en zonas colindantes pero con cubiertas vegetales más abundantes no son habituales estas formas. El objetivo de este trabajo es aportar datos que verifiquen o no estas ideas.

En muy pocas ocasiones se ha tenido en cuenta la pérdida de suelo como un factor determinante de la sostenibilidad de los suelos y de las producciones agrarias. Recordemos que la erosión de los suelos da lugar a la pérdida del horizonte superficial, el más fértil. Así, se produce el transporte y redistribución de partículas minerales, orgánicas, semillas, microorganismos, etc. En definitiva, la erosión acelerada supone la reducción de la fertilidad de los suelos, y finalmente su desaparición. Por lo tanto, los suelos con altas tasas de erosión no son sostenibles. Este trabajo pretende dar información de cual es la situación de la erosión hídrica del suelo en España con especial referencia a los suelos agrícolas. Para ello, se revisa la literatura científica sobre erosión hídrica comparando las pérdidas de suelo en zonas cultivadas y forestales. De esa comparación podremos conocer el verdadero efecto de la agricultura sobre los suelos

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopilaron los trabajos sobre erosión hídrica del suelo relacionado con campos de cultivo mediante la solicitud directa a los autores, revisión bibliográfica y consultas al resto de la comunidad científica española, además de aquellos autores extranjeros que han desarrollado sus trabajos de investigación aquí. La revisión bibliográfica se ha realizado tanto en libros como en revistas y actas de congresos, y para ello se ha contado con la ayuda de los principales grupos de investigación dedicados al estudio de la erosión hídrica del suelo. Se han seleccionado aquellos en los que se aportasen datos de interés sobre erosión en espacios agrícolas y también los ejemplos representativos de los suelos forestales para compararlos.

Se ha prestado atención a las mediciones y a las estimaciones de las tasas de erosión. Las parcelas cerradas, los aforos de cuencas y los simuladores de lluvia son las 3 técnicas más

utilizadas en España. La aplicación de la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo (Wischmeier y Smith, 1958) ha sido escasa a pesar de que se desarrolló para zonas cultivadas.

Se han recopilados 36 trabajos en los que la erosión en campos de cultivo está presente y se comparan con los trabajos clásicos de la erosión en zonas forestales, entre los que hay estudios desde Almería (Estación Experimental de Zonas Áridas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas) hasta los Pirineos (Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas).

Tabla 1. Tasa de erosión estimada por la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo

AUTOR	AÑO	TASA DE EROSIÓN	USOS DEL SUELO
Suelos agrícolas		(Mg ha⁻¹ año⁻¹)	
Ferre y Senciales	1990	162,3	Almendros-Abandono
Ferre y Senciales	1990	56,22	Abandonado
Ferre y Senciales	1990	36,06	Trigo
Ferre y Senciales	1990	117,79	Trigo
Ferre y Senciales	1990	50,13	Trigo
Ferre y Senciales	1990	326,50	Almendros
Ferre y Senciales	1990	230,44	Almendros
Ferre y Senciales	1990	353,60	Almendros
Giraldez <i>et al.</i>	1989	58,50	Trigo
Giráldez <i>et al.</i>	1989	70,50	Girasol
Giráldez <i>et al.</i>	1989	58,90	Remolacha
Giráldez <i>et al.</i>	1989	46,30	Habas
Giráldez <i>et al.</i>	1989	68,00	Olivo
Suelos forestales		(Mg ha⁻¹ año⁻¹)	
Rodríguez <i>et al.</i>	1999-2000	1,62	Bosque
Ruecker <i>et al.</i>	1998	2,18	Matorral / Pradera
Ruecker <i>et al.</i>	1998	0,68	Matorral / Pradera
Ruecker <i>et al.</i>	1998	0,53	Matorral / Pradera
Ruecker <i>et al.</i>	1998	0,17	Matorral / Pradera

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ecuación universal de la pérdida de suelo

La aplicación de la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo (USLE) en zonas agrícolas muestra siempre altas tasas de erosión. Aquí destacamos los datos aportados por Ferre y Senciales (1990) en cultivos de Almendros en Málaga (Tabla 1). Valores por encima de 50 Mg ha⁻¹ año⁻¹, e incluso de 100 Mg ha⁻¹ año⁻¹ en los campos de secano en pendiente son habituales. Giráldez *et al.*, (1989) ya mostró en uno de los trabajos pioneros las altas tasas de erosión en campos de trigo, girasol, olivo, remolacha o habas. Sin embargo, esta no es la situación global de la Península Ibérica ya que otros estudios se ha comprobado como en las zonas cubiertas con hierbas, matorrales o árboles las tasas de erosión son relativamente bajas. Ejemplos como el los de Rodríguez *et al.*, (1999-2000) en Aragón o de Ruecker *et al.*, (1998) en Castellón son sólo dos ejemplos de los estudios realizados en España.

Parcelas de erosión cerradas

Otra forma de estudiar el proceso de erosión consiste en medir el material transportado. Para ello se construyen parcelas de erosión, que consisten en un sistema de recolección de las escorrentías y los sedimentos. Si la zona contribuyente está delimitada artificialmente se las conoce como parcelas cerradas. Si no lo están, son parcelas abiertas, las cuales tienen el problema de definir con exactitud la superficie real de las parcelas. Las parcelas cerradas tienen en cambio otro problema: la alteración de los flujos de agua.

Un problema añadido a ambos tipos de parcelas es el tamaño de la parcela. El proceso de erosión es dependiente de la escala de medición, por lo que utilizar distintos tamaños de parcelas hace que los datos no sean totalmente comparables. Por ello se hace referencia en los datos aquí presentado al tamaño de las parcelas utilizadas.

Las parcelas abiertas prácticamente no se han utilizado en la medición de la erosión del suelo en campos de cultivo, por lo que se ha decidido no incluirlas en este estudio. Las parcelas cerradas, en cambio, han sido ampliamente utilizadas, lo que permite utilizar una base de datos más amplia.

La revisión de los datos existentes en España procedentes de mediciones en parcelas cerradas demuestra que las tasas de erosión son mucho más bajas de lo que estimó la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo. Los trabajos publicados durante los años 90 por Cuadros *et al.*, (1993), de Alba, (1994; 1998), García-Ruiz (1996), Rodríguez Martínez-Conde (1996; 1998), Bienes y Torcal (1997), Padrón *et al.*, (1998), Bienes *et al.*, (2000), Martínez Raya *et al.*, (2001), dan ejemplos más que suficientes de que las tasas de erosión fueron mucho más altas en las zonas cultivadas que allí donde la cubierta vegetal natural no es alterada.



Foto 1. Parcela de 3 x 30 m dedicada al estudio de la erosión en campos de cultivo en la estación experimental Valle de Aísa en Huesca. Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Inverstigaciones Científicas.

Distintos trabajos realizados en los últimos 10 años demuestran estas bajas tasas de erosión. López Bermúdez *et al.*, (1996), Puigdefábregas *et al.*, (1996), Bochet *et al.*, (1998) y Cantón *et al.*, (2001) en matorrales, prados o bosques presentan tasas de erosión muy bajas. Tasas de erosión naturales inferiores a 1 Mg ha⁻¹ año⁻¹, incluso inferior a 0,1 Mg ha⁻¹ año⁻¹ fueron publicadas en los últimos 10 años (Tabla 2).

Muchos estudios compararon las tasas de erosión en suelos agrícolas y en suelos forestales. Así García-Ruiz (1996) demostró que en el Pirineo Central Español los campos de cultivo presentan tasas de erosión 10 veces más altas que en los campos colonizados por el matorral de *Genista scorpius*. Para Bienes *et al.*, (2000), en el centro peninsular, el efecto del cultivo aumenta las tasas de erosión en más de 2 veces, mientras que para Martínez Raya *et al.*, (2001) en Andalucía, el cultivo es responsable de tasas de erosión 13 veces más altas. En las Islas Canarias el efecto del cultivo es aún mayor, ya que las zonas laboreadas tiene tasas de erosión de hasta 28.5 Mg ha⁻¹ año⁻¹ que las cubiertas por *Pinus radiata* (0 Mg ha⁻¹ año⁻¹) (Padrón *et al.*, 1998).

Tabla 2. Tasa de erosión medidas a partir de parcelas de erosión cerradas de distintos tamaños en suelos agrícolas y suelos forestales con cubiertas vegetales de bosque, matorral y herbáceas

AUTOR	AÑO	EROSION RATE	PLOT SIZE	SOIL CONDITIONS
Suelos agrícolas		(Mg ha⁻¹ año⁻¹)	(m x m)	
Mart. Raya <i>et al.</i>	2001	5,17	6 x 24	Legumbres
Mart. Raya <i>et al.</i>	2001	1,65	6 x 24	Cereal
Bienes <i>et al.</i>	2000	0,30	4 x 20	Cebada
De Alba	1998	7,30	10 x 25	Laboreo
Padrón <i>et al.</i>	1998	28,50	8 x 25	Laboreo
Rodríguez Mart.	1998	17,04	5 x 5	Laboreo
Rodríguez Mart.	1998	18,00	5 x 5	Laboreo
Rodríguez Mart.	1998	17,70	5 x 5	Laboreo
Bienes y Torcal	1997	4,31	4 x 20	Desnudo
Bienes y Torcal	1997	0,06	4 x 20	Cebada
García-Ruiz	1996	10,00	3 x 10	Artica
García-Ruiz	1996	5,20	3 x 10	Cebada
García-Ruiz	1996	15,50	3 x 10	Abandonado
Rodríguez Mart.	1996	9,69	5 x 5	Laboreo
Rodríguez Mart.	1996	13,42	5 x 5	Laboreo
De Alba	1994	0,48	10 x 25	Cereal con laboreo
De Alba	1994	2,39	10 x 25	Desnudo
De Alba	1994	0,17	10 x 25	Abandonado
Cuadros <i>et al.</i>	1993	10,88	6 x 24	Almendros con laboreo
Cuadros <i>et al.</i>	1993	2,94	6 x 24	Almendros sin laboreo
Suelos forestales		(Mg ha⁻¹ año⁻¹)	(m x m)	
Mart. Raya <i>et al.</i>	2001	0,38	6 x 24	Matorral
García-Ruiz	1996	1,10	3 x 10	Matorral
Bienes y Torcal	1997	0,05	4 x 20	Matorral
Bochet <i>et al.</i>	1998	0,04	< 1 m ²	<i>Rosmarinus</i> sp.
Andreu <i>et al.</i>	1998	0,01-0,4	40 x 8	Matorral
Padrón <i>et al.</i>	1998	0,00	8 x 25	<i>Pinus radiata</i>
Bienes <i>et al.</i>	2000	0,0002-0,15	4 x 20	Scrubland
Cantón <i>et al.</i>	2001	0,02	0,24	Matorral
Cantón <i>et al.</i>	2001	0,02	0,24	Herbáceas
Cantón <i>et al.</i>	2001	0,16	0,24	Líquenes
López Bermúdez <i>et al.</i>	1996	0,09	10 (8) x 2	Matorral
Puigdefábregas <i>et al.</i>	1996	0,16	2 x 8	Matorral
Puigdefábregas <i>et al.</i>	1996	0,40	2 x 8	Matorral

Cuencas de drenaje

Las parcelas de erosión dan información de los procesos erosivos a escala de ladera, parte de la ladera o pedon. Para obtener información a una escala inferior debemos recurrir a estudios realizados mediante aforadores. Los datos existentes demuestran que las tasas de erosión en cuencas de drenaje suelen ser inferiores a 1 Mg ha⁻¹ año⁻¹ (Tabla 3). Pero también aportan información en la que se demuestra que las tasas de erosión son siempre mayores en las cuencas de drenajes donde hay zonas agrícolas. Los casos de Batalla *et al.*, (1995) y López-Bermúdez (1989) son los dos ejemplos más claros. Cuando la cubierta vegetal es de matorral, bosque o hierbas, allí donde no existe laboreo, encontramos tasa de erosión que suelen estar por de bajo de 0,1 Mg ha⁻¹ año⁻¹.

Tabla 3. Tasa de erosión en diferentes cuencas de drenaje en España

AUTOR	AÑO	TASA DE EROSIÓN
Suelos agrícolas		(Mg ha ⁻¹ año ⁻¹)
Regües <i>et al.</i>	1998	0,19
Rodríguez Mart.-Conde	1998	0,50
Batalla <i>et al.</i>	1995	1,30
Batalla y Sala	1994	0,266
Llorens <i>et al.</i>	1992	0,01
García Ruiz <i>et al.</i>	1990	0,12
López-Bermúdez	1989	2,30
Avilà y Rodà	1988	0,00
Díaz Fierros <i>et al.</i>	1985	0,94
Escarre <i>et al.</i>	1984	0,00
Wise <i>et al.</i>	1982	0,16-0,40
Jansen y Painter	1974	0,25

Tasas de erosión bajo lluvia simulada

Las tasas de erosión a escala de pedon (1 m²) deben ser medidas mediante parcelas de pequeño tamaño (Fotografía 2). A estas parcelas se les puede aplicar lluvia simulada, lo que

permitirá una mayor precisión en la medición, y también la generación de bases de datos más amplias ya que no se depende de la lluvia natural, tan variable temporalmente en el Mediterráneo, en la generación de datos. Estos experimentos permiten comparar el efecto de los usos del suelo con gran precisión debido a que las condiciones de las lluvias son idénticas entre parcelas.



Foto 2. Vista de dos parcelas de lluvia simulada en la Sierra de Enguera. La segunda está cubierta por *Erica multiflora*. El diámetro de la parcela es de 55 cm.

Algunos ejemplos de estas mediciones los tenemos en los trabajos de Ries *et al.*, (2001), quienes encontraron tasas de erosión mucho más altas en los campos cultivados en el valle del Ebro, donde se está produciendo un rápido abandono de las zonas semiáridas.

Tabla 4. Tasa de erosión medida mediante lluvia simulada. Pp, Intensidad de la precipitación durante el experimento

AUTOR	AÑO	Pp (mm h ⁻¹)	TASA DE EROSIÓN (Mg ha ⁻¹ hora ⁻¹)	CONDICIONES DEL SUELO
Lasanta <i>et al.</i>	2000	60	0,24	Abandonado
Lasanta <i>et al.</i>	2000	60	0,66	Barbecho
Lasanta <i>et al.</i>	2000	60	0,88	Cereal
Ries <i>et al.</i>	2000	40	0,64	Labrado
Molina y Rubio	1998	54	0,95	Labrado
Molina y Rubio	1998	54	0,05	Abandonado

También en la misma zona Lasanta *et al.*, (2000) encontraron tasas de erosión más altas en los cultivos de cereal que en los que habían sido abandonados. Finalmente, Molina y Rubio (1998) midieron tasas de erosión 19 veces más altas en suelos con laboreo reciente que en aquellos abandonados donde los matorrales y los herbáceos habían cubierto el suelo. El uso de los simuladores de lluvia ha sido poco aplicado en campos de cultivo debido a que los tamaños de estos instrumentos son reducidos y costosos de utilizar.

4 ► DISCUSIÓN

Las tasas de erosión en los suelos agrícolas en España son dos ordenes de magnitud más altas que en los suelos no cultivados. La formación de suelo en las condiciones climáticas semiáridas es muy lenta por lo que las altas tasa de erosión suponen la pérdida de un recurso no renovable. Uno de los mitos más ampliamente difundido en España respecto a la erosión de los suelos es que las tasas son en general muy altas. Sin embargo, esta y otras revisiones bibliográficas (Romero-Díaz, 2000; Cerdà, 2001) demuestran que las tasas de erosión en suelos naturales o forestales son habitualmente bajas al estar protegidas por la vegetación. Pero, en suelos agrícolas la situación es muy distinta, ya que los manejos favorecen tasas de erosión extraordinariamente altas. Por lo tanto es la acción del hombre mediante la agricultura la que favorece las altas tasas de erosión en España.

Esta revisión bibliográfica también demuestra que las tasas de erosión estimadas mediante la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelos en España claramente sobreestiman las mediciones llevadas a cabo en parcelas, cuencas de drenaje o bajo lluvia simulada. Esto es debido en parte a que la USLE fue diseñada para los suelos cultivados del medio oeste americano, condiciones que no se ajustan a las de la Península Ibérica.

Las altas tasas de erosión en zonas cultivadas son mayores que las tasas de formación de los suelos. Por lo tanto, la agricultura española actual no es sostenible debido a que las tasas de erosión no permitirán el mantenimiento de la fertilidad del suelo a largo plazo. De hecho los suelos agrícolas dependen de la fertilización química de síntesis como consecuencia del bajo contenido en materia orgánica y el tradicional sobrelaboreo, lo que da lugar a la degradación del suelo y el aumento de la tasa de erosión y escorrentía.

Los datos aquí presentados deben animar a los gestores agrícolas a aplicar técnicas de agricultura de conservación para recuperar la fertilidad del suelo, reducir las tasas de erosión, impedir la desertificación y desarrollar una agricultura sostenible, la cual se basa en que las tasas de erosión no reduzcan la fertilidad del suelo. La importancia del manejo agrícola en el control de las tasas de erosión ha sido demostrada por algunos autores. de Alba (1994) encontró que el barbecho -paradójicamente financiado por Unión Europea- incrementa las tasas de erosión hasta 5 veces respecto a los suelos laboreados y con producciones de cereal. También en el Pirineo Central el barbecho produce 3 veces

más pérdida de suelo que los campos de cebada (García Ruiz, 1996). El cultivo también determina la tasa de erosión al influir en el manejo. Martínez Raya *et al.*, (2001) encontró que las legumbres favorecen tasas de erosión más altas ($5.17 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) que los campos de trigo ($1.65 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$).

No sólo los agricultores y gestores deben favorecer un cambio en el manejo de los suelos para impedir la pérdida de partículas minerales y orgánicas. También los científicos deben desarrollar investigaciones que permitan conocer las estrategias más favorables para reducir las tasas de erosión. Algunos ejemplos los encontramos en los trabajos aquí citados, pero cabe destacar algunos estudios que pretenden informar a los usuarios cual es el mejor manejo desde el punto de vista de la erosión (Ingelmo *et al.*, 1998; Rodero *et al.*, 2000; Albadalejo *et al.*, 2000; Cerdà, 2004). Iniciativas como las estaciones experimentales para el estudio de la erosión (Cerdà, en esta publicación) deben ser apoyadas, ya que de los datos generados en ellas depende la selección de los manejos más respetuosos con el medio ambiente.

5 ▶ CONCLUSIONES

Las tasas de erosión en suelos cultivados en España son dos ordenes de magnitud mayores que los de suelos forestales, en los que los bosques, el matorral o los prados cubren y protegen el suelo. Esta situación hace necesario la aplicación de políticas que favorezcan la agricultura de conservación y la agricultura ecológica para reducir a niveles sostenibles las tasas de erosión. La agricultura de secano española no es sostenible y además es la mayor fuente de sedimentos y escorrentías del territorio nacional, lo que tiene implicaciones ambientales negativas en los propios campos agrícolas, pérdida de fertilidad, pero también aguas abajo, aterramiento de embalses,

6 ▶ AGRADECIMIENTOS

El proyecto REN2002-00133 financió el estudio. La Masia d'Agricultura i Ramaderia Ecològica (MARE, El Teularet), el proyecto Leader-II (Macizo del Caroig) y la Obra Social de la Caja de Ahorros del Mediterráneo colaboraron en el desarrollo del trabajo.

7 ▶ BIBLIOGRAFÍA

• ALBALADEJO, J.; CASTILLO, V. Y DÍAZ, E. 2000

Soil loss and runoff on semiarid land as amended with urban solid refuse. Land degradation and development, 11, 363-373.

• **AVILA, A. Y RODÀ, F. 1988**

Export of dissolved elements in an evergreen-oak forested watershed in the Montseny mountains (NE Spain). *Catena Supplement*, 12, 1-11.

• **BATALLA, R.; SALA, M. Y WERRETTY, A. 1995**

Sediment budget focussed in solid material transport in a subhumid Mediterranean drainage basin. *Z. Geomorph. N.F.*, 39, 2, 249-264.

• **BATALLA, R. J. Y SALA, M. 1994**

Magnitud y frecuencia del transporte fluvial de sedimento en una cuenca mediterránea semihúmeda. *Pirineos*, 143-144, 3-15.

• **BIENES, R. Y TORCAL, L. 1997**

Influencia del manejo del suelo sobre la erosión en depósitos de terraza (El Encín y Marchamalo). *Cuaternario y Geomorfología*, 11 (3-4), pp. 113-124.

• **BIENES, R.; GUERRERO CAMPO, J.; AROCA, J. A.; GÓMEZ, B.; NICOLAU, J. M. Y ESPIGARES, T. 2000**

Runoff coefficient and soil erosion rates in croplands in a Mediterranean continental region in Central Spain. En *Third International ESSC Congress "Man and Soil at the Third Millennium"*, Valencia, 302.

• **BOCHET, E.; RUBIO, J. L. Y POESEN, J. 1998**

Relative efficiency of three representative matorral species in reducing water erosion at the microscale in a semi-arid climate (Valencia, Spain). *Geomorphology*, 23, 139-150.

• **CANTÓN, Y.; SOLÉ, A.; QUERALT, I. Y PINI, R. 2001**

Weathering of a gypsum-calcareous mudstone under semi-arid environment at Tabernas, SE Spain: laboratory and field-based experimental approaches. *Catena*, 44, 111-132.

• **CERDÀ, A. 2001**

Erosión hídrica del suelo en el territorio valenciano. El estado de la cuestión a través de la revisión bibliográfica. *Geoforma ediciones*, Logroño, 79 pp.

Cerdà, A. en esta publicación. Mediciones meteorológicas y climáticas en la estación experimental de la erosión hídrica del suelo de El Teularet-Sierra de Enguera.

• **CUADROS, S.; MARTÍNEZ, A. Y FRANCIA, J. R. 1993**

Cultivos frutales de secano en fuertes pendientes: aspectos erosivos. *Congreso Forestal Español*. Tomo III Ponencias y Comunicaciones, 39-44.

• **DE ALBA, S., LÓPEZ FANDO, C. Y PÉREZ GONZÁLEZ, A. 1994.**

Erosión hídrica en sistemas agrícolas. Diseño experimental y resultados preliminares. *III Reunión Nacional de Geomorfología*, Logroño, Tomo II, pp. 55-68.

• **DÍAZ FIERROS, F.; BENITO, E. Y SOTO, B. 1994**

Action of forest fires on vegetation cover and soil erodibility. In M. Sala y J.L. Rubio (Eds.), *Soil erosion and degradation as a consequence of forest fires*. *Geoforma Ediciones*, Logroño, pp. 163-176.

• **ESCARRÉ, A.; LLEDÓ, M. J.; SÁNCHEZ, J. R.; CLEMENTE, A.; BELLOT, J.; ESCLAPÉS, A. Y ROVIRA, A. 1984**

Comportamiento y flujos bioquímicos en un encinar, distinto predominio de factores físicos y biológicos en su control. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, V, 3, 65-80.

• **FERRÉ, E. Y SENCIALES, J. M. 1990**

Notas sobre la erosión hídrica en las laderas de los Montes de Málaga. *I Reunión Nacional de Geomorfología*, Teruel, 561-571.

• GARCÍA RUIZ, J. M. 1996

Marginación de tierras y erosión en áreas de montaña. In T. Lasanta y J.M. García Ruiz (Eds.), Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales. Instituto de Estudios Riojanos, Sociedad Española de Geomorfología, Logroño, pp. 33-50.

• GARCÍA RUIZ, J. M.; MARTÍNEZ CASTROVIEJO, R. Y GÓMEZ VILLAR, A. 1990

La exportación de sedimentos por la red fluvial en áreas de montaña. In García Ruiz, J.M. (Ed.) Geoecología de las áreas de montaña, 59-93.

• GIRÁLDEZ, J. V.; LAGUNA, A. Y GONZÁLEZ, P. 1989

Soil conservation under minimum tillage techniques in mediterranean dry farming. In Schwertmann, U. Rickson, R.J. y Auerswald, K. (Eds.) Soil erosion protection measures in Europe. Soil Technology series, 139-148.

• INGELMO, F.; IBÁÑEZ, A.; POMARES, F.; GARCÍA, J. Y MARES, M. 1998

Measures for soil protection in citrus orchards and in abandoned fields in the Community of Valencia (Spain). In A. Rodríguez, C.C. Jiménez y M.L. Tejedor (Eds.) The soil as a strategic resource: degradation processes and conservation measures. Geoforma Ediciones, Logroño, 431-439.

• JANSEN, J. M. L. Y PAINTER, R. B. 1974

Predicting sediment yield from climate and topography. Journal of Hydrology, 21, 371-380.

• LASANTA, T.; GARCÍA RUIZ, J. M.; PÉREZ RONTOMÉ, C. Y SANCHO MARCÉN, C. 2000

Runoff and sediment yield in a semi-arid environment: the effect of land management after farmland abandonment. Catena 38, 265-278.

• LÓPEZ BERMÚDEZ, F. 1989

Incidencia de la erosión hídrica en la desertificación de una cuenca fluvial mediterránea semiárida: Cuenca del Segura. España. In Degradación de zonas áridas en el entorno mediterráneo español. Monografías de la Dirección General de Medio Ambiente, MOPU, Madrid, pp. 63-81.

• LÓPEZ BERMÚDEZ, F. 1996

Erosión del suelo e intervención humana en las regiones mediterráneas de la Península Ibérica. In A.J. Campesino y C. Velasco (Eds.) España-Portugal: Ordenación Territorial del Sureste Comunitario. Universidad de Extremadura, Cáceres, 141-170.

• LÓPEZ BERMÚDEZ, F. Y ALBALADEJO, J. 1990

Factores ambientales de la degradación del suelo en el área Mediterránea. In Albaladejo, J., Stocking, M.A. y Díaz, E. (Eds.): Degradación y regeneración del suelo en condiciones ambientales mediterráneas, 14-42, CSIC, Murcia.

• LLEDÓ, M. J. Y ESCARRÉ, A. 1985

Datos preliminares de la exportación de materia disuelta y particulada en una cuenca de encinar. Cuadernos de Investigación Geográfica, XI, 55-63.

• LLORENS, P.; QUERALT, I. Y PLANA, F. 1992

Balance de sedimentos y caracterización de los materiales de las áreas fuente y los sedimentos transportados en una pequeña cuenca de campos abandonados (Cal Parisa). II Reunión Nacional de Geomorfología, Murcia, pp. 83-92.

• MARTÍNEZ RAYA, A.; FRANCIA, J. R.; RUIZ GUTIÉRREZ, S.; MARTÍNEZ VILELA, A. Y AGUILAR, J. 2001

Evaluation of soil protection with different types of plant cover. In García-Torres, L., Benites, J. y Martínez Vilela, A. (Eds.) Conservation agriculture. A worldwide challenge. I World Congress on Conservation Agriculture, 431-434.

- **MARTÍNEZ - CASASNOVAS, J. A.; RAMOS, M. C. Y RIBAS - DASI, M. 2002**
Soil erosion caused by extrem rainfall events: mapping and quantification in agricultural plots from very detailed digital elevation models. *Geoderma*, 105 (1-2) 125-140.
- **MOLINA, M. J. Y RUBIO, J. L. 1998**
Effects of soil surface conditions on runoff and soil loss in a calcareous agricultural soil in Valencia (Spain). In A. Rodríguez, C.C. Jiménez y M.L Tejedor (Eds.) *The soil as a strategic resource: degradation processes and conservation measures*. Geoforma Ediciones, Logroño, 115-126.
- **PADRÓN, P. A.; VARGAS, G. E. Y ORTEGA, M. J. 1998**
Preliminary data from erosion experimental plots of Andisols of Tenerife (Canary Islands). In A. Rodríguez, C.C. Jiménez y M.L Tejedor (Eds.), *The soil as a strategic resource: degradation processes and conservation measures*. Geoforma Ediciones, Logroño, 219-227.
- **PUIGDEFÁBREGAS, J.; SOLÉ, A.; GUTIÉRREZ, L.; DEL BARRIO, G. Y BOER, M. A. 1999**
Scales and proceses of water and sediment redistribution in drylands: results from the Rambla Honda field site in Southeast Spain. *Earth-Science Reviews*, 48, 39-70.
- **PUIGDEFÁBREGAS, J.; SOLÉ, A.; LÁZARO, R. Y NICOLAU, J. M. 1992**
Factores que controlan la escorrentía en una zona semiárida sobre micaesquistos. II Reunión Nacional de Geomorfología, pp. 117-127.
- **REGÜÉS, D.; BALASCH, J. C.; CASTELLTORT, X.; SOLER, M. Y GALLART, F. 2000**
Relación entre las tendencias emporales de producción y transporte de sedimentos y las condiciones climáticas en una pequeña cuenca de montaña mediterránea (Vallcebre, Pirineos orientales). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, XXVI, 41-65.
- **REGÜÉS, D.; GALLART, F.; LLORENS, P.; LATRON, J. Y SOLER, M. 1998**
Las cuencas experimentales de Vallcebre (I. dinámica de sedimentos. V Reunión Nacional de Geomorfología, Granada, 259-264.
- **RIES, J. B.; LANGER, M. Y REHBERG, Ch. 2000**
Experimental investigation on water and wind erosion on abandoned fields and arable land in the central Ebro Basin, Aragón/Spain. *Z. Geomorph. N.F.*, 121, 91-108.
- **RODERO, I.; BENITEZ, C. Y GIL, J. 2000**
Evaluación de la erosión hídrica en suelos de olivar. Datos preliminares. *Edafología*, 7 (2) 39-45.
- **RODRÍGUEZ MARTÍNEZ - CONDE, R.; PUGA, J. M.; VILA, R. Y CIBEIRA, A. 1996**
La erosión en campos cultivados en Galicia (NW España). IV Reunión de Geomorfología, O Castro (La Coruña), 147-162.
- **RODRÍGUEZ MARTÍNEZ - CONDE, R.; PUGA, J. M.; VILA, R. Y CIBEIRA, A. 1998**
Comportamiento de la escorrentía en un medio oceánico y de su uso agrícola (Galicia, España). In Gómez Ortiz, A., Salvador, F., Schulte, L. y García Navarro, A. (Eds.) *Investigaciones recientes de la Geomorfología Española*, SEG, Universidad de Barcelona, Universidad de Granada, 547-556.
- **ROMERO - DÍAZ, M. A. 2000**
Los estudios de erosión en la región de Murcia. Referencias bibliográficas. *Papeles de Geografía*, 32, 141-164.
- **ROMERO - DÍAZ, M. A.; CABEZAS, F. Y LÓPEZ BERMÚDEZ, F. 1992**
Erosion and fluvial sedimentation in the River Segura basin (Spain). *Catena*, 19, 379-392.
- **RUBIO, J. L. 1987**
Desertificación en la Comunidad Valenciana: antecedentes históricos y situación actual de erosión. *Revista*

Valenciana d'Estudis Autònòmics, 7, 231-258.

- **RUBIO, J. L.; SÁNCHEZ, J.; SANROQUE, P. Y MOLINA, M. J. 1984**

Metodología de evaluación de la erosión hídrica en suelos del área mediterránea. I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Madrid, 827-836.

- **RUECKER, G.; SCHAD, P.; ALCUBILLA, M. M. Y FERRER, C. 1998**

Natural regeneration of degraded soils and site changes on abandoned agricultural terraces in Mediterranean Spain. Land Degradation and Development, 9, 179-188.

- **SMIL, V. 2003**

Alimentar el mundo. Un reto del siglo XXI. Editorial S. XXI, Madrid, 411 pp.

- **WISCHMEIER, W. H. Y SMITH, D. D. 1978**

Predicting Rainfall Erosion losses. USDA Agricultural Handbook, 537 pp.

- **WISE, S. W.; THORNES, J. B. Y GILMAN, A. 1982**

How old are the badlands?. A case study from south-east Spain. In R. Bryan y A. Yair (Eds.), Badland Geomorphology and Piping. Geobooks, Norwich, pp. 259-277.

VALORACIÓN DE HARINAS CÁRNICAS COMO FERTILIZANTE ORGÁNICO

CHAVES, C.; MARÍN, J.; CANET, R.; ALBIACH, R.; POMARES, F. Y BOIX, R.

Dpto.de Recursos Naturales, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)
Apartado oficial. 46113 Moncada (Valencia)
E-mail: cchaves@ivia.es

RESUMEN

Dos harinas cárnicas con altos contenidos en materia orgánica, aminoácidos y elementos esenciales para las plantas, tales como nitrógeno y fósforo, con distintas propiedades y procedencias fueron aplicadas a un suelo de cultivo a cuatro dosis distintas (50, 100, 150, 200 kgN/ha) y se estudiaron los efectos en las propiedades del suelo y en la producción y contenido de nutrientes en lechuga y maíz. Además se estudió el efecto residual del material aplicado realizando un segundo cultivo de maíz en el mismo suelo. Entre otros cambios las harinas cárnicas aplicadas aumentaron la materia orgánica del suelo y ligeramente su salinidad. No se encontraron efectos negativos en el crecimiento de las hortalizas. De hecho el maíz tuvo una respuesta positiva llegando a obtenerse rendimiento relativos en la producción de hasta un 256% con respecto al tratamiento control (100%). También se encontraron efectos significativos en la extracción de nutrientes por los cultivos, dependiendo de la harina utilizada y de la dosis aplicada. Según los resultados obtenidos la aplicación de las harinas cárnicas en dosis adecuadas a los suelos de cultivo podría ser una buena alternativa para aprovechar el alto valor fertilizante de este residuo.

PALABRAS CLAVE: FERTILIZACIÓN ORGÁNICA, NUTRIENTES Y HARINA CÁRNICA

1 ► INTRODUCCIÓN

La encefalopatía espongiforme bovina (EEB) conocida como “mal de las vacas locas”, surgió a finales de la década de los 90 causando una grave crisis en el sector. Como consecuencia de la prohibición del uso de harinas de carne en la producción de piensos de alimentación animal, surgió un nuevo y abundante residuo, las harinas de carne, que directamente fueron destinadas a vertedero o incineradora a pesar de la pérdida de sus grandes contenidos nutricionales.

Una alternativa medioambientalmente más correcta, a la quema o vertido de las harinas, sería el uso agronómico como fertilizante. Este material cárnico una vez certificado como libre de EEB, podría ser utilizado en agricultura como fuente de materia orgánica, aminoácidos y nutrientes tales como nitrógeno y fósforo tan necesarios para el crecimiento de las plantas.

El uso de las harinas de carne y huesos como fertilizante en los terrenos de cultivos agrícolas no es algo nuevo, en 1774 James Hunter (Maroto, 1998) ya propuso el uso de las harinas de huesos como fertilizante, dadas sus excelentes propiedades y contenidos en nutrientes, materia orgánica y aminoácidos. A pesar de esto, existen pocos trabajos de investigación acerca del uso de este residuo como fertilizante orgánico.

La aplicación de este tipo de material como abono a los suelos de cultivo vendría en función de los contenidos de nutrientes presentes en ellas, que pueden ser muy variables debido a los distintos materiales de origen, por ello es necesario realizar determinaciones exhaustivas de las propiedades químicas y químico-físicas de las harinas de carne.

Así pues, el objetivo de este trabajo fue la caracterización analítica de las harinas cárnicas, así como el estudio de los efectos de la aplicación de estos materiales en la producción de hortalizas y en las propiedades físicas y químicas de un suelo típico de cultivo.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Se recogieron muestras de harinas de carne de distintas empresas de la Comunidad Valenciana, y se prepararon para su posterior análisis. Se realizó un análisis completo de cada una de ellas y se eligieron dos con distintas propiedades analíticas y origen: harina cárnica 1 (HC1) procedente de la digestión de plumas y algo de restos de ave y harina cárnica 2 (HC2) procedente de la digestión de restos de hueso y carne procedente de cerdo, ave y vaca.

Posteriormente se realizaron dos experiencias en invernadero con humedad y temperatura controlada. Se evaluaron cuatro dosis de cada una de las harinas cárnicas (50, 100, 150 y

200 kgN/ha), así como de fertilizante mineral (FM), y se compararon con controles de suelo sin fertilizante. Todos los tratamientos fueron realizados por cuadruplicado en macetas conteniendo 8,5 kg de suelo.

En la primera experiencia se cultivó lechuga (cv. *Valladolid*). Acabado el ciclo de cultivo se cosechó, se pesó y se preparó para el análisis. En la segunda experiencia se realizaron dos cultivos de maíz dulce (cv. *Challenger*). El primer cultivo (Maíz 1) se realizó en condiciones similares al de la lechuga y el segundo cultivo (Maíz 2) en el mismo suelo donde inicialmente se plantaron las lechugas, para estudiar el efecto residual de las harinas cárnicas aplicadas en el primer cultivo. Una vez terminado el ciclo de cultivo se cosechó, se midió el diámetro del tallo, la altura de la planta y el peso, posteriormente se prepararon para su análisis.

Se analizaron macro y microelementos de cada cultivo pero en este trabajo solo se presentan los valores obtenidos para el nitrógeno y el fósforo dada su importancia.

Los cultivos de lechuga y maíz 1, fueron fertilizados normalmente durante su crecimiento, al cultivo de maíz 2 solo se le aplicó fertilizante potásico.

Las determinaciones analíticas fueron realizadas al menos por triplicado usando los Métodos Oficiales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA 1986), o pequeñas modificaciones de los mismos.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de las harinas cárnicas

En el Cuadro 1 se muestran las propiedades analíticas de las harinas cárnicas utilizadas en la experiencia. En primer lugar cabe destacar el alto contenido en materia orgánica, lo cual podría tener una influencia apreciable en el contenido de ésta en el suelo. El contenido en nitrógeno de las dos harinas es muy alto, del mismo modo el contenido en fósforo en forma de $\%P_2O_5$ es elevado, lo que hace a estos materiales que potencialmente tengan un gran valor agronómico como fertilizante fosforado y nitrogenado.

Efecto de la aplicación de las harinas cárnicas en las propiedades del suelo

En el Cuadro 2 se muestra el efecto de la aplicación de los distintos fertilizantes (fertilizante mineral, harina cárnica 1, y harina cárnica 2) en las propiedades del suelo. Se puede observar que al aplicar tanto el fertilizante mineral como las harinas cárnicas se produce una acidificación del suelo de modo significativo, en el caso de las harinas cárnicas

podría ser debido a las distintas sustancias que se liberan en las reacciones que sufre la materia orgánica al ser incorporada al suelo, tales como ácidos orgánicos y CO_2 , que al reaccionar con el agua produce ácido carbónico. Existe una tendencia al aumento de la salinidad, pero la aplicación de las harinas cárnicas da valores menores de conductividad eléctrica que la aplicación del fertilizante mineral. A pesar de la baja tolerancia a la salinidad de determinadas especies hortícolas no es probable que puedan ser afectadas al aplicar este material. Otro parámetro de importancia que se modifica ligeramente es la materia orgánica, la cual sufre un ligero aumento, por lo que sucesivas aplicaciones de estos materiales podrían seguir aumentándola y esto aportaría mejoras en la estructura del suelo, en la aireación y en la capacidad de retención de agua. El nitrógeno orgánico aumenta para todas las dosis de harinas cárnicas y los valores de éstas son similares a los del fertilizante mineral.

Cuadro 1. Características analíticas de las harinas cárnicas utilizadas en las experiencias

	HARINAS CÁRNICAS	
	HC1	HC2
Humedad muestra (% sobre peso total)	13,5	5,00
pH (sol. Acuosa 1:25)	5,42	6,29
Materia orgánica (%)	98,2	80,4
Nitrógeno total (%)	10,4	8,90
Fósforo (%P205)	0,69	6,23
Relación C/N	5,48	5,25
Potasio (% K2O)	0,52	1,01
Calcio (% CaO)	0,45	10,97
Magnesio (% MgO)	0,15	0,45
Sodio (% Na)	0,25	0,93
Hierro (mg/Kg)	381	265
Cobre (mg/Kg)	347	371
Manganeso (mg/Kg)	259	263
Zinc (mg/Kg)	75,5	99,9
Conductividad eléctrica (extr. 1:5 (dS/m))	5,39	6,36
Cloruros (extr. 1:5 (mg/L))	698	1000

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de los fertilizantes en las propiedades del suelo

FERT	DOSIS (kgN/ha)	pH	CE (EXT. 1:5) (dS/m)	MATERIA ORGÁNICA (%)	N. ORGÁNICO (%)	K (mg/kg)	C/N
C	0	8,81	142	0,465	0,031	6,40	8,82
FM	50	8,65	179	0,457	0,035	6,78	7,48
	100	8,52	248	0,483	0,036	5,88	7,85
	150	8,42	269	0,483	0,037	4,80	7,67
	200	8,39	290	0,457	0,041	6,15	6,46
HC1	50	8,72	146	0,500	0,031	4,75	9,30
	100	8,77	171	0,509	0,033	5,47	9,08
	150	8,63	171	0,483	0,034	3,20	8,24
	200	8,60	235	0,500	0,038	4,13	7,57
HC2	50	8,76	161	0,422	0,033	6,55	7,32
	100	8,57	183	0,440	0,036	5,87	7,03
	150	8,66	191	0,552	0,037	6,40	8,74
	200	8,67	206	0,483	0,042	6,73	6,72
LSD 5%		0,12	12,9	0,023	0,003	1,47	

C: control, FM: fertilizante mineral, HC1: harina cárnica 1, HC2: harina cárnica 2.

Respuesta vegetal a la aplicación de harinas cárnicas

El cultivo de la lechuga se desarrolló con normalidad, sin incidentes dignos de reseñar. El crecimiento, fue adecuado y no aparecieron problemas sanitarios de importancia ni síntomas nutricionales que pudieran estar asociados de alguna manera inequívoca a algún tratamiento.

Los cultivos de maíz también se desarrollaron dentro de la normalidad mostrando una respuesta positiva al obtener valores de rendimientos relativos altos en la producción.

En la Figura 1 podemos observar el efecto de la aplicación de las HC en la producción de lechuga comparando con el FM y todos ellos respecto al suelo control sin fertilizar.

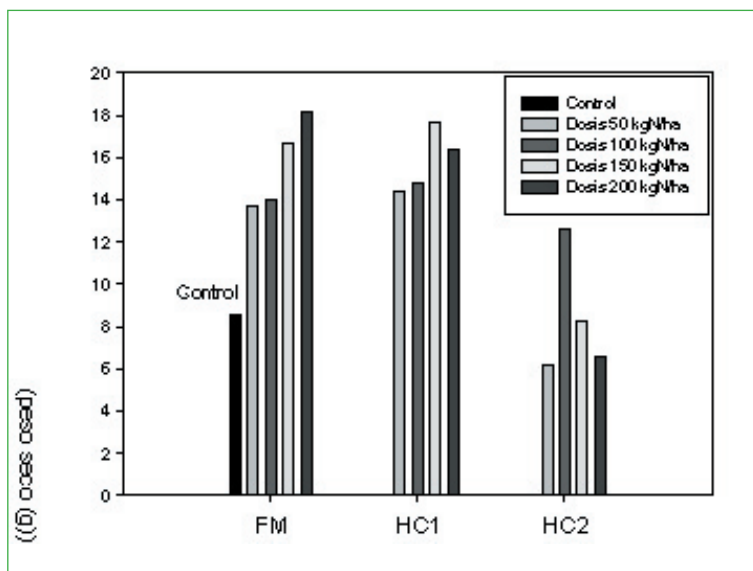


Figura 1. Efecto de la aplicación de las distintas dosis de fertilizante mineral y harinas cárnicas en la producción de lechuga.

Como se puede ver la HC1 dio unos resultados en la producción de lechuga similar al FM mucho mayores que los del suelo control, sin embargo, la HC2 solo dio producciones mayores que el control en alguna dosis. En la Figura 2 aparecen las gráficas de producción en los cultivos de maíz 1 y maíz 2. En este caso todos los tratamiento dieron resultados en producción mayores que los del suelo control. En el caso del maíz 1, la harina HC1 dio resultados similares a FM, pero HC2 dio valores menores. También podemos observar en esta figura los valores de diámetro y altura de las plantas, todos los resultados obtenidos fueron superiores a los del suelo control y similares a los obtenidos al aplicar el fertilizante mineral a las plantas.

En el Cuadro 3 se presenta el efecto de la adición de las HC en porcentaje de rendimiento relativo en los cultivos de lechuga, maíz 1 y maíz 2 respecto al suelo control. De esta tabla destacaremos los altos valores de rendimiento obtenidos para los cultivos de maíz 1 (111 - 256%) y maíz 2 (117 - 184%) al aplicarles las harinas cárnicas. Del mismo modo el cultivo de lechuga dio altos rendimientos para la HC1, pero no fue así para la HC2. En este punto podemos afirmar que el efecto residual de las harinas cárnicas es importante, produciendo liberación lenta de determinados nutrientes.

Este trabajo pretendió comparar el efecto fertilizante de dos harinas cárnicas con un fertilizante mineral nitrogenado, así una vez realizados los cultivos se procedió a evaluar la eficacia de la adición de las harinas cárnicas con respecto al fertilizante mineral, un ejemplo de esta eficacia se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 3. Efecto de la adición de los fertilizantes en el rendimiento relativo (%) en los cultivos de lechuga, maíz 1 y maíz 2 respecto al suelo control

Fert	Dosis (kgN/ha)	EXPERIMENTO 1 (LECHUGA)	EXPERIMENTO 2	
		Rendimiento relativo (%)	MAÍZ 1	MAÍZ 2
			Rendimiento relativo (%)	Rendimiento relativo (%)
C	0	100	100	100
FM	50	160	143	169
	100	163	184	208
	150	194	208	241
	200	212	252	264
HC1	50	168	118	117
	100	172	167	148
	150	206	213	143
	200	191	256	161
HC2	50	72	119	119
	100	148	135	117
	150	97	111	156
	200	77	159	184

C: control, FM: fertilizante mineral, HC1: harina cárnica 1, HC2: harina cárnica 2

Cuadro 4. Eficacia de las harinas cárnicas en la producción de cultivo con respecto al fertilizante mineral. (Para la dosis de 100kgN/ha)

Dosis kgN/ha	LECHUGA		MAÍZ 2		Eficacia total (%)		MAÍZ 1	
	Eficacia (%)		Eficacia (%)		Eficacia total (%)		Eficacia (%)	
	HC1	HC2	HC1	HC2	HC1	HC2	HC1	HC2
100	120	40	33	12	153	52	73	40

HC1: harina cárnica 1, HC2: harina cárnica 2

En este cuadro observamos dos efectos, la eficacia obtenida para un único cultivo (maíz 1 y lechuga), y la eficacia total al realizarse una secuencia de cultivos (primero lechuga y posteriormente maíz) para una de las dosis aplicada. Podemos observar que la HC1 siempre dio mayores valores de eficacia que la HC2 para todos los cultivos.

El efecto de la adición de las harinas cárnicas así como del fertilizante mineral en los contenidos de nitrógeno y fósforo del cultivo de lechuga podemos verlo en el Cuadro 5. Los tratamientos siempre produjeron un efecto significativo sobre el contenido de nitrógeno y fósforo en lechuga. Tanto el fertilizante mineral como las harinas cárnicas aumentaron las cantidades de nitrógeno con respecto al control. Del mismo modo los tres fertilizantes aplicados en sus distintas dosis produjeron valores mayores de fósforo que el obtenido con el cultivo en el suelo control.

Cuadro 5. Efecto de la adición de los fertilizantes en el contenido de nitrógeno y fósforo en lechuga

FERT	DOSIS (KGN/HA)	N TOTAL (%)	P (%)
C	0	1,03	0,136
FM	50	1,05	0,147
	100	1,10	0,183
	150	1,10	0,200
	200	1,37	0,227
HC1	50	1,02	0,155
	100	1,14	0,173
	150	1,16	0,176
	200	1,14	0,216
HC2	50	1,12	0,202
	100	1,19	0,211
	150	1,23	0,235
	200	1,09	0,190
LSD 5%		0,30	0,019

C: control, FM: fertilizante mineral, HC1: harina cárnica 1, HC2: harina cárnica 2.

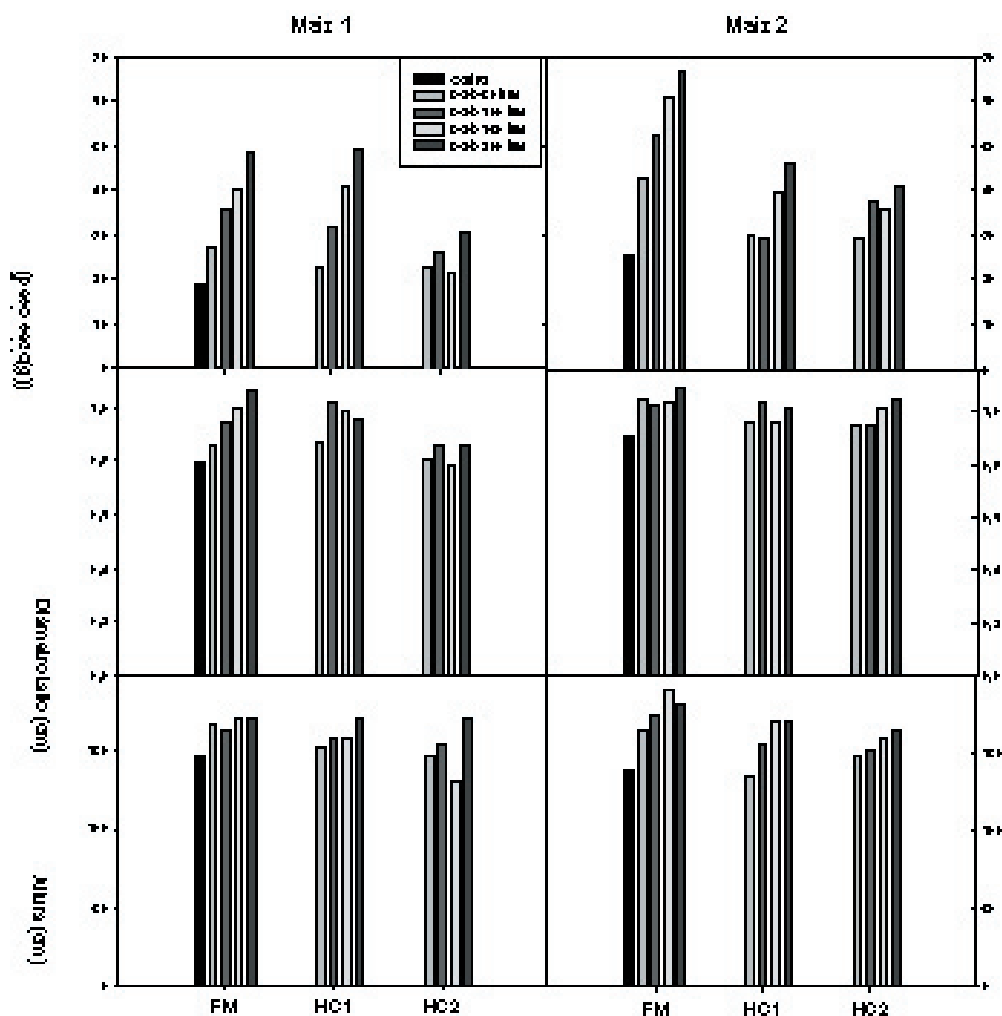


Figura 2. Efecto de la aplicación de las distintas dosis de fertilizante en la producción de maíz y efecto residual de los fertilizantes en la producción del segundo cultivo de maíz.

En el Cuadro 6 y Cuadro 7 podemos ver los efectos que produjeron la adición de las harinas cárnicas en los contenidos de nitrógeno y fósforo en tallo y hoja de los cultivos de maíz (maíz 1 y maíz 2). Todos los tratamientos produjeron efectos significativos tanto para el contenido de nitrógeno como de fósforo, en tallo o en hoja.

Así en el cultivo de maíz 1, el nitrógeno contenido en hojas aumento paralelo al aumento de la dosis aplicada y no todos los tratamiento dieron valores superiores al control.

Cuadro 6. Efecto de la adición de los fertilizantes en el contenido de nitrógeno y fósforo en hojas de maíz 1 y maíz 2

Fert	Dosis (kgN/ha)	MAÍZ 1		MAÍZ 2	
		N total (%)	P (%)	N total (%)	P (%)
C	0	0,79	0,114	0,94	0,132
FM	50	0,84	0,134	0,84	0,124
	100	1,08	0,118	0,76	0,111
	150	0,99	0,145	0,86	0,139
	200	1,41	0,208	1,02	0,119
HC1	50	0,68	0,114	0,83	0,116
	100	1,14	0,137	1,06	0,137
	150	1,30	0,137	1,04	0,148
	200	1,14	0,157	1,17	0,155
HC2	50	0,79	0,112	1,22	0,157
	100	0,96	0,121	1,28	0,176
	150	1,19	0,156	1,50	0,194
	200	1,51	0,184	1,65	0,223
LSD 5%		0,26	0,236	0,16	0,062

C: control, FM: fertilizante mineral, HC1: harina cárnica 1, HC2: harina cárnica 2.

Para el fósforo todas las dosis de harinas cárnicas produjeron mayores valores que el control. Para el cultivo de maíz 2, los valores fueron más variables para el nitrógeno, pero en el caso del fósforo todos los tratamientos dieron contenidos mayores que el control, aumentando con la dosis.

Los resultados obtenidos en los contenidos de fósforo y nitrógeno en tallos de maíz 1 dieron resultados variables en función de la dosis y el fertilizante aplicado.

En el caso del maíz 2 todos los fertilizantes en sus distintas dosis de aplicación dieron resultados mayores que el control.

Cuadro 7. Efecto de la adición de los fertilizantes en el contenido de nitrógeno y fósforo en tallos de maíz 1 y maíz 2

Fert	Dosis (kgN/ha)	MAÍZ 1		MAÍZ 2	
		N total (%)	P (%)	N total (%)	P (%)
C	0	0,410	0,081	0,344	0,087
FM	50	0,489	0,119	0,460	0,107
	100	0,416	0,106	0,532	0,119
	150	0,462	0,117	0,810	0,137
	200	0,869	0,171	0,949	0,136
HC1	50	0,348	0,097	0,371	0,105
	100	0,607	0,139	0,344	0,095
	150	0,670	0,084	0,367	0,135
	200	0,722	0,127	0,371	0,121
HC2	50	0,389	0,105	0,359	0,100
	100	0,410	0,093	0,389	0,101
	150	0,668	0,121	0,459	0,089
	200	0,745	0,150	0,511	0,100
LSD 5%		0,090	0,029	0,060	0,062

C: control, FM: fertilizante mineral, HC1: harina cárnica 1, HC2: harina cárnica 2.

4 ► CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos, podemos concluir que la aplicación de harinas cárnicas en un suelo de cultivo como fertilizante nitrogenado y fosforado no produjeron ningún perjuicio en el cultivo de lechuga y maíz.

Este sería un argumento suficiente para poder reutilizar este material residual que actualmente está causando tantos problemas de gestión, pero además debemos sumarle el aliciente del efecto positivo que causó la adición de estos materiales en los cultivos de maíz.

Además una aplicación continua en los suelos de cultivo podría mejorar las propiedades físicas, químico-físicas y biológicas del suelo, derivadas del aumento de la materia orgánica en el suelo, tales como mejora de la estructura, aumento de la porosidad, aumento de la capacidad de retención de agua, mejora de la actividad biológica, aspectos que serán estudiados en posteriores trabajos.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **IHACA, R. Y GENTLEMAN, R. 1996**

A language for data análisis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 5, 299-314.

- **ISTAS 2001**

Algunos criterios ambientales y de salud laboral sobre las harinas cárnicas. Lampkin, N. La nutrición de los cultivos. En: *Agricultura Ecológica*. 1998. Mundi prensa (Ed), Madrid. España, 51-84.

- **MAPA 1986**

Plantas, productos orgánicos fertilizantes, suelos, aguas, productos fitosanitarios, fertilizantes inorgánicos. Métodos oficiales de análisis, Tomo III; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

- **MAROTO, J. V. 1998**

Historia de la agronomía: una visión de la evolución histórica de las ciencias y técnicas agrarias. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.

EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE EN CULTIVO ECOLÓGICO EN INVERNADERO DE LA APLICACION AL SUELO DE DISTINTAS DOSIS DE RESTOS ORGÁNICOS PARA BIOFUMIGACION O BIOSOLARIZACION

**COIDURAS, P.⁽¹⁾; MARTÍNEZ, A.⁽¹⁾; DÍAZ, M.⁽¹⁾; FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, E. J.⁽¹⁾; CAMACHO FERRE, F.⁽¹⁾
Y PORCUNA, JOSÉ LUIS⁽²⁾**

⁽¹⁾ Dpto. de Producción Vegetal, Universidad de Almería

⁽²⁾ Servicio de Sanidad Vegetal, Valencia

RESUMEN

En Almería se investiga sobre la reutilización de las 1000000 de t anuales de biomasa que generan los restos de cosechas de los invernaderos. Según datos oficiales, existen hoy en día en esta provincia 150 ha de cultivos intensivos de hortalizas certificados en agricultura ecológica frente a las 25000 ha en cultivo convencional. Uno de los pasos que hay que dar en la reconversión hacia sistemas más sostenibles, es el de facilitar la recuperación del ciclo de la energía en los agrosistemas de los invernaderos y, en este sentido se orienta este trabajo, investigando conjuntamente sobre las características simultáneas de la materia orgánica de mejorar la sanidad y el rendimiento de los cultivos.

Mediante los tratamientos de Biofumigación y de Biosolarización, se producen sustancias volátiles procedentes de la biodegradación de la materia orgánica que son capaces de controlar nematodos y otros patógenos de origen edáfico, además en ciertas ocasiones, se ha comprobado que se produce un incremento positivo en la producción del cultivo. Las aplicaciones de estiércol al suelo como enmiendas orgánicas, ejercen un considerable efecto en el control de ciertas plagas y enfermedades de los cultivos. Los microorganismos eficientes en contacto con la materia orgánica incrementan sus efectos beneficiosos. En este ensayo se han aplicado distintas proporciones de restos de un cultivo de sandía ecológico, de estiércol mezcla de porcino y caprino y de microorganismos eficientes (EM), en 6 tratamientos y un testigo con tres repeticiones de 40 plantas cada una a un cultivo de tomate ecológico en invernadero. De los frutos obtenidos en las recolecciones efectuadas a lo largo de todo el cultivo, se ha medido la producción total y la de cada repetición. Los resultados han mostrado que no existen estadísticamente diferencias significativas en los tratamientos experimentados.

PALABRAS CLAVE: AGRICULTURA, SUELO, EROSIÓN, BIBLIOGRAFÍA Y ESPAÑA

1 ► INTRODUCCIÓN

La horticultura de Almería genera anualmente 1000000 t de restos vegetales procedentes de los cultivos hortícolas de invernadero (Cara Rodríguez, Rivera Menéndez, GEM), su no reutilización en su lugar de origen, ocasiona problemas de varios tipos: medioambientales (pérdida de biodiversidad, de suelo fértil y su capacidad de retención de agua, contribución a la alteración del ciclo global de nitrógeno y a la contaminación de los acuíferos, contaminación ambiental, generación de balances energéticos negativos) (Riechmann, 2003)), económicos (infraestructuras específicas, acumulación, transporte, transformación, y gestión) y, sanitarios (focos de transmisión de plagas y enfermedades).

Estos hechos hacen necesario el continuar con las investigaciones que ya están realizándose sobre el destino de esta biomasa (Camacho, 2003). Los pasos pendientes de dar hacia la vuelta de dichos residuos orgánicos hasta al sistema del que partieron, junto a las prácticas agroecológicas, que producen ahorro en el deterioro del agua, del suelo, del aire, y de los efectos toxicológicos (Porcuna, 1999), son aspectos fundamentales en el tránsito de la horticultura almeriense hacia la sostenibilidad.

Los microorganismos eficientes (EM), en contacto con la materia orgánica secretan sustancias beneficiosas (como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y antioxidantes) que, promueven su descomposición aumentando el contenido en humus del suelo (Higa, 1994; Tokeshi, 1997), e incrementando por tanto su potencial productivo así como su capacidad supresora de enfermedades. Las aplicaciones al suelo de restos orgánicos para la realización de tratamientos de biofumigación, con objeto de conseguir un mejor control de los patógenos, mediante la acción de las sustancias volátiles que se producen durante la biodegradación en determinadas condiciones de dichos restos orgánicos, incrementan su eficacia cuando se incluyen en un sistema integrado de protección de cultivos. Se ha encontrado que, por lo general, cualquier materia orgánica puede actuar como biofumigante, dependiendo su eficacia principalmente de la dosis y del método de aplicación (Bello, 2001).

Este manejo especial de los suelos se realiza actualmente en algunas zonas del mundo, y en España en concreto para cultivos de fresón en Andalucía y Valencia, de tomate en Valencia y Canarias, y de pimiento en Murcia y Castilla, como alternativa no química al Bromuro de Metilo (destructor de la capa de ozono) reconocida por el "Methyl Bromide Technical Committee" (MBTOC, 1998), para desinfección del suelo y cuya aplicación en la forma adecuada proporciona algunas ventajas como son: (a) la de no ejercer efectos perjudiciales sobre los seres vivos ni el medio ambiente, (b) el ser de fácil aplicación por agricultores y técnicos en fincas ecológicas, (c) el contribuir en gran medida a la solución del problema de la acumulación de restos de cosecha en zonas de concentración de cultivos intensivos, (d) el favorecer la eficiencia del cultivo mediante la reposición al suelo de parte de los nutrientes extraídos, (e) el potenciar la utilización de recursos locales, y (f) el producir un menor derroche energético y económico.

Su eficacia es similar a la de los pesticidas convencionales, y aunque la técnica es diferente a la solarización, se pueden complementar incrementando su eficacia (Bello, 2000).

La solarización por si sola no es eficaz para el control de organismos móviles como los nematodos, excepto cuando se trata de suelos poco profundos ó con alto contenido en materia orgánica (Bello, 2000). La solarización es eficaz cuando se combina con biofumigación (solarización mas biofumigación llamada biosolarización), manteniéndose durante dos meses a temperatura ambiente de mas de 40 °C (Lacasa *et al*,1999), pero se recomienda realizarla de 30 a 45 días durante los meses de julio y agosto con temperaturas de suelos mayores de 50 °C, aunque se observa que se produce una pérdida de biodiversidad (Bello, 2000).

En el sistema de producción ecológica en invernaderos, durante el periodo de reconversión desde un cultivo convencional, se pueden prever unos rendimientos ligeramente inferiores a los que se obtenían previamente (Gómez, 2002), lo que puede afectar de modo negativo a la implantación de los sistemas ecológicos por parte de algunos agricultores.

Es práctica habitual en la horticultura intensiva en Almería, la combinación de solarización con fumigantes químicos como el Metám-sodio, para el control de las 4 especies más comunes de *Meloidogyne*. La reconversión al sistema ecológico durante los primeros años no libera necesariamente al agricultor de la necesidad de continuar controlando los parásitos establecidos en el suelo de su finca, como los nematodos, cuyo control se podría realizar mediante rotaciones de cultivos, alternando especies o variedades huéspedes o no huéspedes de estos parásitos (Hartman, 1985), y mediante los sistemas de desinfección no químicos permitidos por los reglamentos de certificación de la producción ecológica, como la biofumigación y la biosolarización, con las restricciones en cuanto a frecuencia y tipo materia orgánica utilizada que determinan dichas normativas. Transcurrido el periodo de reconversión, la fertilización orgánica junto a un manejo agroecológico de la finca, proporcionará una mejoría notable de la fertilidad del suelo (Soriano, 2002), y de sus propiedades supresivas (Bello, 2000).

Se han observado incrementos de producción, en cultivo de tomate en Canarias al realizar tratamiento de solarización para control de nematodos (Díaz *et al*, 2002), de biofumigación para control de *Globodera* en cultivo de patata extratemprana en Motril (De Cara, 2002), de biosolarización para control de *Phitophthora capsici* y *Meloidogyne incógnita* en cultivo de pimiento de Murcia (Martínez *et al*, 2002).

Todo ello, hace patente la necesidad de estudiar los factores que puedan ayudar a garantizar la estabilidad de las producciones de los cultivos ecológicos por un lado, y por otro, contribuir a romper el flujo lineal de la energía y nutrientes propios de la agricultura industrial, por una rotación de los mismos, que ajuste de nuevo los cultivos y aprovechamientos a la vocación de los territorios en que se desenvuelven (Riechmann, 2003).

El objeto de esta investigación, es evaluar el efecto productivo, del resultado de los tratamientos de biofumigación y de biosolarización con distintas mezclas de estiércol, restos de sandía de un cultivo anterior, y microorganismos eficientes, sobre un cultivo de tomate en invernadero, en el segundo año de reconversión de convencional a ecológico, localizado en la comarca de Níjar-Almería.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Antecedentes y características de la finca y zona de cultivo

El ensayo se ha desarrollado en una finca comercial situada en Atochaes, término municipal de Níjar, (Almería). En la comarca “Campo de Níjar”. El clima según la clasificación “UNESCO-FAO” es de tipo “xeromediterráneo· con todos los meses del año secos excepto noviembre. En la estación meteorológica mas cercana situada en el aeropuerto de Almería, se registran temperaturas medias anuales en torno a los 28,3 ° C y humedades relativas medias del 65%, las medias, máximas absolutas en julio y agosto que alcanzan los 27 y 40 ° C respectivamente. La insolación es de 2500 horas al año y, los vientos dominantes en la zona son de poniente y de levante, este último especialmente en verano, alcanzando velocidades medias en esta época en torno a 15 km·h y máximas absolutas de 60 km·h.

La finca es propiedad de Francisco Fernández Vargas, agricultor con 25 años de experiencia y, que pertenece a la cooperativa “CoprhoNíjar”, de la cual fue socio fundador en el año 1991. La finca consta de 17500 m² de invernadero en tres módulos, de los cuales dos de ellos de 5500 m² y de 4500 m² los maneja en producción integrada desde hace 8 años y, en el tercero de 7500 m² que se cultiva mediante el sistema de ecológico desde su inscripción en el año 2002, es donde se realiza esta investigación.

En el año cero de reconversión a ecológico, cultivó tomate de tipo daniela-brenda en la campaña de invierno y sandía en primavera, en ambos casos con semilla y semillero de tipo convencional. Desde hace 4 años viene realizando de forma continuada tratamientos de solarización para control de nematodos.

El agua es de origen subterráneo, con un pH de 7,67 y, conductividad eléctrica a 25° C de 2,8 dS·m⁻¹.

Ubicación y estructura del invernadero

El invernadero de 7500 m² para cultivo ecológico, es de tipo “raspa y amagado”, con palos de madera en las bandas e hierro galvanizado en los laterales de 3,50 y 3,20 m de

altura respectivamente, 2,0 m de altura de bandas y cubierta de polietileno de 800 galgas. La ventilación es lateral y cenital pasiva, con malla antitrips de 16×10 hilos·cm⁻¹. El sistema de riego es de tipo interlínea de 3L·h⁻¹. El suelo es franco-arenoso cubierto con estiércol y arenado en la capa superior. La última operación de retranqueo de arena y adición de estiércol se realizó 3 años antes a la realización de esta investigación. El ensayo ocupa una superficie total de 231 m² en un sector del extremo norte del invernadero.

Material vegetal

La especie utilizada fue tomate de la variedad “Calvi” tipo LSL, procedente de un semillero de la zona con certificación ecológica y la plantación se realizó a un marco de 0,5 x 0,55 m (distancia entre emisores y líneas respectivamente).

Como materia orgánica para la biofumigación y la biosolarización, se utilizó estiércol procedente de ovino-caprino, restos de cultivo ecológico de sandía del cultivo anterior correspondiente al año cero de reconversión ecológico, y los microorganismos eficientes (EM) producidos por la empresa Agrofyt, que se prepararon y manejaron según las indicaciones de la Fundación Mokiti Okada MOA, en disolución en agua preparada con 5 L de EM en 3 L de agua, y aplicándose una dosis de 0,45 L·m⁻².

Diseño experimental

El diseño se realizó en un bloques al azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones. Las medidas fueron obtenidas de parcelas elementales de 40 plantas y 11 m² de superficie.

Los tratamientos realizados se describen a continuación:

- Biofumigación con 5 kg·m⁻² de sandía.
- Biosolarización con 5 kg·m⁻² de sandía
- Biofumigación con 2,5 kg·m⁻² de sandía + 2,5 kg·m⁻² de estiércol.
- Biosolarización con 2,5 kg·m⁻² de sandía+ 2,5 kg·m⁻² de estiércol.
- Biofumigación con 2,5 kg·m⁻² de sandía + 2,5 kg·m⁻² de estiércol + EM.
- Biofumigación con 5 kg·m⁻² de estiércol + EM.
- Testigo: el suelo original sin aplicación de materia orgánica ni plástico.

Aplicación de los tratamientos

El día 13 de junio de 2003, con anterioridad a la aplicación de las distintas mezclas en campo, se procedió a amontonar los restos del anterior cultivo de sandía de primavera, correspondiente al segundo cultivo del año cero de reconversión a ecológico, que tras

ser recientemente cosechada, se mantuvo en la zona exterior del invernadero junto a las bandas en progresivo estado de deshidratación, debido a las elevadas temperaturas y viento de levante, se procedió a regar los montones y, a cubrirlos con polietileno de 400 galgas, para iniciar su descomposición hasta percibirse un ligero olor amoníaco a los 12 días (Bello, 2000).

Para registro de temperaturas, se colocaron 2 termopares conectados a registradores de datos autónomos, con lecturas cada 15 minutos, uno de ellos ubicado a 40 cm sobre el cultivo en el interior del invernadero y el otro en el exterior.

Con fecha 28 de junio de 2003, en los tratamientos 1,2,3,4, en que no se aplicó EM, se desmenuzaron manualmente a pié de finca los restos de sandía transportados en carretilla desde los montones exteriores al invernadero hasta los pasillos interiores, para realizar las mezclas con el estiércol y facilitar su extendido, realizándose este con pala y rastrillo a lo largo de los pasillos de tierra de cultivo preparados con la arena retranqueada, de 1,10 m de ancho por 16 de largo, se aporcó la arena, y se colocaron las dos líneas de goteros con 16 emisores cada una, aplicándose a continuación un riego de 8 horas y, cubriéndose posteriormente con lámina de plástico transparente de 400 galgas en los tratamientos 2 y 4 de biosolarización fijándola con la arena en los bordes para evitar pérdida de gases y, sin lámina de plástico en los tratamientos 1 y 3 de biofumigación, finalmente se aplicó otro riego de 8 horas.

En los tratamientos 5 y 6, se aplicó EM (Agrofit) el 1 de julio de 2003, realizándose idéntico proceso al descrito anteriormente, a excepción de la colocación de la lámina de plástico.

La superficie real del suelo de cada pasillo sobre la que se aplicó cada tratamiento fue de $1,1 \text{ m} \times 16 \text{ m} \times 3 \text{ repeticiones} = 52,8 \text{ m}^2$.

La cantidad de estiércol total utilizada fue de 132 kg en los tratamientos 3, 4 y 5, a razón de $2,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ y, de 264 kg a $5 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$, en el tratamiento 6.

Desarrollo del cultivo

El asesoramiento técnico del cultivo (fertilización, riegos, control de plagas y enfermedades), se llevó a cabo por técnicos de la cooperativa especializados en agricultura ecológica.

Una semana antes de la plantación el día 16 de agosto, se levantaron los plásticos de los tratamientos 2 y 5 de biosolarización, y el 23 de octubre, se seleccionaron y marcaron las 40 plantas por repetición de cada una de las zonas preparadas con los 7 tratamientos, 20 en cada uno de los dos líneas de emisores a partir de la sexta planta desde el pasillo que limita

el sector de los ensayos con el resto del invernadero, desechando las que manifestaban síntomas de virosis, o con menor vigor que la mayoría, y las de los bordes exteriores de los líneas de emisores limitando con el lado norte del invernadero.

La recolección se realizó cada 3,4, 5 ó 6 días, a partir del 31 de octubre de 2003 (76 ddt), hasta el 15 de febrero de 2004 (183 ddt), en 22 veces a lo largo de 107 días.

La fertilización orgánica durante todo en cultivo se aplicó mediante fertirrigación a base de algas marinas y producto procedente de la caña de azúcar.

Las principales plagas y enfermedades (mosca blanca, araña roja, orugas, *Liriomyza*, y *Oidio*), se controlaron mediante: jabón potásico, piretrinas, extracto de ajo, azadiractín, aceite de neem, vinagre, *Bacillus Thuringiensis*, y, mediante control biológico: *Erectomocerus mundus* y *Diglifus isaea*.

Evaluación de la producción

De los frutos recogidos de las plantas en 22 recolecciones a lo largo de los 183 días después de la plantación, se ha medido la producción total acumulada. El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante el sistema "Stats Graphics".

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre distintos tratamientos. La media de los tratamientos fue de 6,88 kg·m⁻². Aún sin ser estadísticamente significativas, los datos muestran tendencia hacia una mayor producción con el tratamiento 6 con 100% de estiércol y adición de EM, superando en 1,16 kg·m⁻² al tratamiento 3 de biofumigación con sandía y estiércol al 50%, que con 6,32 kg·m⁻², al tratamiento que mostró tendencia a la menor producción.

Si se comparan entre sí los tratamientos (1, 2) y (3, 4), en los que la materia orgánica aplicada es de la misma cantidad y tipo, observamos que la biosolarización mostró mejor tendencia productiva que la biofumigación, (0,28 kg·m⁻²) y (0,95 kg·m⁻²) respectivamente. Entre los tratamientos 3, 4 y 5 con idénticas cantidades de materia orgánica, manifestó la mejor tendencia productiva la biosolarización, que con (7,27 kg·m⁻²) se aproxima a el tratamiento 6 (7,48), de mayor producción. Respecto a los tratamientos 3 y 5, ambos de biofumigación con idénticas cantidades y tipos de materia orgánica, la aplicación de EM en el tratamiento 5 mejoró la tendencia sobre el 3 en 0,24 kg·m⁻², deduciendo que en para estas cantidades y tipos de materias orgánicas, la adición de EM puede tender a incrementar la producción e, igualmente sucedió con los tratamientos de biosolarización, 2 y 4, respecto

al testigo. Comparando los casos de biofumigación, (1,3,5 y 6), entre si y con el testigo 7, la tendencia a producir es ligeramente menor al testigo en todos los casos excepto en el de la aplicación de estiércol al 100% con EM.

Tabla 1. Producción de cada tratamiento

TRATAMIENTO	Kg·m ⁻²
1 Biofumigación con 100% restos de sandía	6,66
2 Biosolarización con 100% sandía	6,94
3 Biofumigación con sandía y estiércol al 50 %	6,32
4 Biosolarización con sandía y estiércol al 50 %.	7,27
5 Biofumigación con sandía y estiércol al 50% + EM	6,56
6 Biofumigación con estiércol al 100 % + EM	7,48
7 Testigo	6,94

4 ► CONCLUSIONES

No han habido diferencias estadísticamente significativas en el parámetro “producción total” entre los diferentes tratamientos realizados. A espera de nuevos experimentos, la utilización de restos de cosecha, en este caso sandía, mezclada con estiércol o EM no produce descenso en el parámetro estudiado, con respecto al testigo.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **BELLO, A.; LÓPEZ PÉREZ, J. A. Y GARCÍA - ÁLVAREZ, A. 2001**
Biofumigación del suelo, residuos orgánicos y conservación de la capa de ozono. Acta científica y tecnológica 3.
- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A.; DÍAZ - VIRULICHE, L. Y TELLO, J. 2001**
Alternativas al bromuro de metilo como fumigante del suelo en España. In: R.Labrada (ed.) Report on validated Methyl Bromide Alternatives. FAO, Rome, 13 pp. (en prensa).
- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A. Y DÍAZ - VIRULICHE, L. 2000**
Biofumigación y solarización como alternativas al bromuro de metilo.
- **CAMACHO, F. 2003**
Diferentes alternativas para la gestión del residuo biomasa procedente de cultivos de invernaderos. Innovaciones tecnológicas en cultivos de invernadero. Ediciones Agrotécnicas, S.L. pp 211-237.

- **CARA, G. Y MENÉNDEZ, J. 2000**

Grupo Ecologista Mediterráneo. Almería.

- **DE CARA, M. 2002**

Control mediante biofumigación de *Globodera* en el cultivo de patata extratemprana Proyecto fin de carrera Escuela Politécnica superior. Universidad de Almería.

- **DÍAZ - HERNÁNDEZ, S.; RODRÍGUEZ PÉREZ, A.; DOMÍNGUEZ CORREA, P.; ALCOVERRO PEDROLA, T. Y GALLO LLOBET, L. 2002**

Solarización: un tratamiento físico de desinfección de suelo que incrementa la producción del cultivo de tomate. Actas V Congreso de la S.E.A.E. p 1027.

- **GÓMEZ, A.; POMARES, F.; ALBIACH, R.; CANET, R. Y BAIXAULI, C. 2002**

Efectos de la fertilización orgánica en cultivos hortícolas: producción, balance de nutrientes y de materia orgánica. Actas V Congreso S.E.A.E. pp: 443-451.

- **HARTMAN, K. M. Y SASSER, J. N. 1985**

Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal-pattern morphology. So: An advanced treatise on *Meloidogyne*. V.29. pp: 69-77.

- **HIGA, T. Y PARR, J. F. 1994**

Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature farming Research Center. A Tami, Japón. 16 pp.

- **MARTÍNEZ, M. A.; LACASA, A.; GUERRERO, M. M.; ROS, C.; GUIRAO, P., MARTÍNEZ, M. C.; BARCELÓ, N.; ONCINA, M. Y BELLO, A. 2002**

Desinfección del suelo mediante biofumigación con solarización en cultivos ecológicos de pimiento de invernadero. Actas V Congreso S.E.A.E. pp: 1015-1020.

- **MBTOC 1998**

Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee. 1998 Assessment of Alternatives to Methyl Bromide, UNEP, Nairobi, Kenya, 354 pp.

- **PORCUNA, J. L. 1999**

La producción integrada como estrategia de tránsito hacia sistemas de agricultura ecológica: un análisis agroecológico. Servicio de Sanidad Vegetal, Generalitat Valencia, Silla - Valencia. 13 pp.

- **RIECHMANN, J. 2003**

Agricultura ecológicamente sostenible. Cuidar la tierra. IcariaEditorial, s.a. pp: 307-309.

- **SORIANO, M. D.; LLORET, I. Y BOLUDA, R. 2002**

Evaluación de los cambios en el suelo durante tres años de seguimiento bajo cultivo ecológico y convencional de cítricos en la comarca de L'Horta (Valencia). Actas V Congreso S.E.A.E. pp: 453 — 463.

- **TOKESHI, H.**

La función de los microorganismos en un sistema agropecuario. 18 p. Fundación Mokiti Okada MOA..

- **TOKESHI, H. Y DOUGLAS Y. HARADA 1997**

Control integrado de doenças de especies olerícolas. HortiC bras, v.15, Suplemento.

- **VALARINI, P. J.; DÍAZ ÁLVAREZ, M. C.; GASCÓ, J. M.; GUERRERO, F. Y TOKESHI, H. 2003**

Assessment of soil properties y organic matter and EM-Microorganism incorporation. R. Bras.C.solo.27:519-525.

EXTRACTOS HIDROSOLUBLES Y HÚMICOS OBTENIDOS DE UN COMPOST Y DE UN VERMICOMPOST DERIVADOS DE LA MEZCLA DE ALPERUJOS CON OTROS RESIDUOS AGRÍCOLAS

CRUZ, J.; CANET, R.; POMARES, F. Y ALBIACH, R.

Dpto. de Recurso Naturales. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrárias (IVIA)
Apartado Postal 46113. Moncada (Valencia)
E-mail: jacruher@doctor.upv.es

RESUMEN

Los composts y vermicomposts de alperujos son fuentes importantes de micronutrientes y de materia orgánica humificada, pero también contienen sustancias no húmicas, que podrían condicionar su uso como enmiendas orgánicas. El efecto de las sustancias húmicas y la cantidad obtenida de ellas depende de diferentes factores, tales como el tipo de extractante que se utilice y del grado de humificación del material del cual se obtienen. En el presente trabajo se aplicó un método sencillo con el propósito de obtener una fracción de sustancias húmicas similar a la extraída con un método estándar, para ello se comparó el uso de agua y KOH + $K_4P_2O_7$ como extractantes, en diferentes proporciones y tiempos de agitación. Como fuente de materia orgánica se utilizó un compost y un vermicompost, producidos ambos a base de mezclas de alperujos con otros residuos agrícolas. El contenido de carbono fácilmente oxidable obtenido en las sustancias húmicas bajo los diferentes tratamientos aplicados dependió del tipo de extractante utilizado, del tiempo de agitación, de la proporción extractante: extractado, y en menor medida del material orgánico. De manera particular, cuando se utilizó agua como extractante, el contenido de carbono en sustancias húmicas fue menor comparado con el obtenido con el KOH + $K_4P_2O_7$, y no representó más del 35 a 40% respecto al obtenido con el método estándar. Por último, el tratamiento en reposo por 24 horas con posteriores agitaciones menores a 4 horas, puede sustituir el uso de agitación durante 24 horas seguidas.

PALABRAS CLAVE: SUSTANCIAS HÚMICAS, KOH, ÁCIDOS HÚMICOS Y ALPERUJOS

1 ► INTRODUCCIÓN

Los alperujos son residuos orgánicos derivados de la extracción de aceite de oliva, que se caracterizan por ser de consistencia semisólida, con elevado contenido de humedad, de materia orgánica y de micronutrientes, pero con valores elevados de conductividad eléctrica (Albuquerque, *et al.* 2003), así como altos contenidos de ácidos grasos y de sustancias fenólicas (Albuquerque, *et al.* 2003; Molina, *et al.* 2003), los cuales se ha comprobado que pueden causar efectos fitotóxicos en cultivos hortícolas (Aranda, *et al.* 2002; Jung, *et al.* 2003). La aplicación de éstos ha promovido efectos positivos en el rendimiento y calidad de maíz, trigo y arroz (Tejada, *et al.* 2001; Tejada y González, 2003; Tejada y González, 2004), pero su uso de manera directa en las actividades agrícolas no es recomendado porque pueden inhibir la germinación de semillas, el crecimiento de plantas, y provocar un efecto negativo en la estabilidad estructural y actividad microbiana en el suelo (Aranda, *et al.* 2002). Una de las alternativas más viables en zonas de bajo potencial de industrialización de estos residuos, consiste en la producción de composts (Canet, *et al.* 2002) o la obtención de vermicompost al mezclarlos con otros residuos agrícolas, de forma que se pueda disponer de productos estabilizados que puedan ser usados de manera más segura como enmiendas orgánicas.

Por otro lado, se tienen antecedentes del uso de extractos acuosos de alperujos, de la aplicación de éstos después de recibir un tratamiento de lavado o de la acción de *Fusarium sp.*, con los que se ha conseguido disminuir significativamente la fitotoxicidad en cultivos hortícolas sensibles (Aranda, *et al.* 2002). Así mismo, se han encontrado efectos positivos en el porcentaje y tasa de germinación en bioensayos con el uso de extractos acuosos de vermicompost de orujos (Sainz, *et al.* 2000).

Los extractos acuosos y las sustancias húmicas en algunos casos han influido significativamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas, pero en otros han resultado inconsistentes. El efecto de estas sustancias depende de factores tales como el método de extracción que se utilice, del origen y grado de humificación del material del cual se obtienen, de sus características y de las condiciones en las que se apliquen.

Para obtener tales sustancias se han desarrollado diferentes metodologías, las cuales se basan fundamentalmente en procesos de extracción, separación y purificación. Para la extracción se utilizan reactivos alcalinos combinados con diferentes tiempos de agitación o reposo. Se utilizan extracciones sucesivas con agitaciones de una hora, o agitaciones constantes en tiempos que van de una hasta 24 horas; sin embargo Ikeya y Watanabe (2003) indican que el reposo de las muestras en el extractante por 48 horas, puede sustituir el uso de agitaciones constantes durante 24 horas, resultando en un método más práctico y con eficiencias comparables.

Los extractantes químicos más comunes son el hidróxido de sodio, pirofosfato de sodio o combinaciones de éstos. Sin embargo, son productos que suelen alterar las propiedades fisico-químicas y la estructura de las sustancias húmicas o pueden extraer sustancias que

no son consideradas como constituyentes húmicos (Adani, *et al.* 1995; Harper, *et al.* 2000). El hidróxido de potasio ha dado resultados satisfactorios en la extracción de sustancias húmicas (Valdrighi, *et al.* 1996; Atiyeh, *et al.* 2002), con la ventaja de que el K no influye negativamente en la fisiología de las plantas (Valdrighi, *et al.* 1996).

Para evitar cambios en las características y propiedades de las sustancias húmicas, se ha usado el agua como extractante (Pinton, *et al.* 1998; Harper, *et al.* 2000), con la que se obtiene de manera eficiente un producto no alterado y caracterizado por ser de bajo peso molecular (Pinton, *et al.* 1998; Harper, *et al.* 2000); cuyo efecto en la formación de complejos con micronutrientes, así como su difusión en el suelo y su absorción por las plantas han quedado demostrados en diferentes investigaciones (Mohamed, *et al.* 1998; Pinton, *et al.* 1999 a; Pinton *et al.* 1999 b; Varanini y Pinton, 2000; Cesco, *et al.* 2002; Nikolic, *et al.* 2003). Estas sustancias tienen mayor movilidad en el suelo en comparación con moléculas de elevado peso molecular, y es factible su aplicación en sistemas de producción sostenibles o ecológicos.

De esta manera, en una primera fase del trabajo y con la utilización de una metodología sencilla de extracción, se tiene como objetivo comparar tiempos de reposo y agitación, así como la eficiencia del agua y la mezcla de hidróxido más pirofosfato potásico en la extracción de sustancias húmicas, respecto a las obtenidas con un método estándar. Para ello, se utilizó como fuente de materia orgánica a un compost y un vermicompost, producidos ambos a base de mezclas de alperujos con otros residuos agrícolas.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Como fuente de sustancias húmicas se utilizó un Compost y un Vermicompost, ambos producidos a partir de la mezcla de alperujo más estiércol de conejo y paja de arroz. Los dos materiales fueron elaborados bajo temperatura ambiente en las instalaciones del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) en Moncada Valencia, España.

El compost utilizado fue colectado después de un año de su elaboración en pilas con volteo constante, cuyas características y parámetros de evolución se indican en Canet *et al.* (2002). Parte del compost fue colocado en cajas de plástico, y sobre éste se aplicaron lombrices. El vermicompost así producido, fue colectado después de seis meses de aplicadas las lombrices y fue tamizado en una malla de 1 cm, inmediatamente después fue extendido y colocado al aire para permitir un secado homogéneo. Una vez seco, fue colocado en sacos y se dejó en almacén a temperatura ambiente hasta su utilización.

El análisis de las muestras se realizó siguiendo las metodologías descritas en los métodos oficiales de análisis del Ministerio de Agricultura (MAPA, 1994) o pequeñas modificaciones de las mismas. Las propiedades analíticas evaluadas en cada material se realizaron al menos por triplicado y se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Características de los productos orgánicos

CARACTERÍSTICAS		VERMICOMPOST	COMPOST
Densidad		0,78	0,63
Carbono orgánico oxidable	(%)	32,79	36,45
Sólidos volátiles	(%)	75,25	87,16
Carbono húmico total	(%)	9,63	11,68
Carbono ácido húmico	(%)	6,23	7,69
Carbono ácido fúlvico	(%)	1,56	2,34
E4/E6		8,04	8,54
AH/AF		4,00	3,29
GH	(%)	80,81	85,83
N total	(%)	2,56	2,70
P ₂ O ₅	(%)	3,28	2,49
K ₂ O	(%)	2,97	4,61
pH	(1:5)	9,35	9,23
C/N		12,80	13,50

Extracción de sustancias húmicas

Para la extracción de sustancias húmicas se utilizó agua ó hidróxido de potasio más pirofosfato potásico (0,1N) como extractantes, en las proporciones extractado/ extractante de 1:5, 1:10 y 1:20 (p/v), y a 5, 10, 15, 30, 60, 120, 240, 480 y 1440 minutos de agitación en agua o hidróxido de potasio. Por otro lado, se colocaron muestras a 24 horas de reposo en ambos extractantes y bajo las mismas proporciones que en el caso anterior, a las cuales se les aplicaron 0, 20, 60 y 240 minutos de agitación. El tratamiento de las muestras con el extractante durante 24 horas en reposo (Valdrighi, *et al.* 1996; Atiyeh, *et al.* 2002) permite una extracción eficiente de sustancias húmicas y resulta más práctico que agitaciones continuas.

Para separar las sustancias húmicas de las enmiendas estudiadas, se procedió a pesar muestras por triplicado de cada una de las proporciones y materiales manejados, colocando cada una de las muestras en recipientes de plástico de 65 ml de capacidad. A estas muestras se les agregó el extractante según la proporción a ensayo. Posteriormente

se procedió a colocar las muestras en reposo o en agitación a temperatura ambiente, de acuerdo a los tiempos ya indicados. Después de someter las muestras al tiempo de agitación correspondiente, se procedió a centrifugar cada una de las muestras durante 20 minutos a 4500 rpm. Tras ello el sobrenadante se aforó a 100 ml. Este extracto se consideró como el extracto húmico total. De este extracto se cogió una alícuota, la cual se desecó a 65 °C en estufa. Una vez desecadas las muestras, se les determinó su contenido de carbono orgánico oxidable mediante el método indicado en MAPA (1994). Para determinar el porcentaje de carbono en el extracto húmico, se tomó una alícuota del extracto húmico total y se añadió ácido sulfúrico 1:1 en agua, hasta alcanzar un pH de 1 y se dejó reposar durante la noche. Después de este tiempo, el sobrenadante se filtró con papel Watman 40. El filtrado se consideró como el extracto fúlvico. De este se cogió una alícuota y se procedió a secarlas en estufa a 65 °C. De las muestras así secas, se determinó el contenido de carbono fácilmente oxidable en el extracto fúlvico, de la misma manera que en el caso anterior. El contenido de carbono en el extracto húmico se obtuvo por diferencia respecto al carbono húmico total, como lo indica Wu y Ma (2002).

Los resultados obtenidos en cada uno de los materiales evaluados y con los extractantes utilizados, se compararon con las sustancias húmicas extraídas mediante el método estándar del Ministerio de Agricultura (MAPA, 1994)

Partiendo de la clasificación tradicional de las sustancias húmicas realizada por su solubilidad y separación en función del pH, en el presente trabajo al carbono contenido en el extracto húmico total, en el ácido fúlvico y en el ácido húmico se le denominó como carbono contenido en la fracción total, fracción fúlvica y fracción húmica respectivamente.

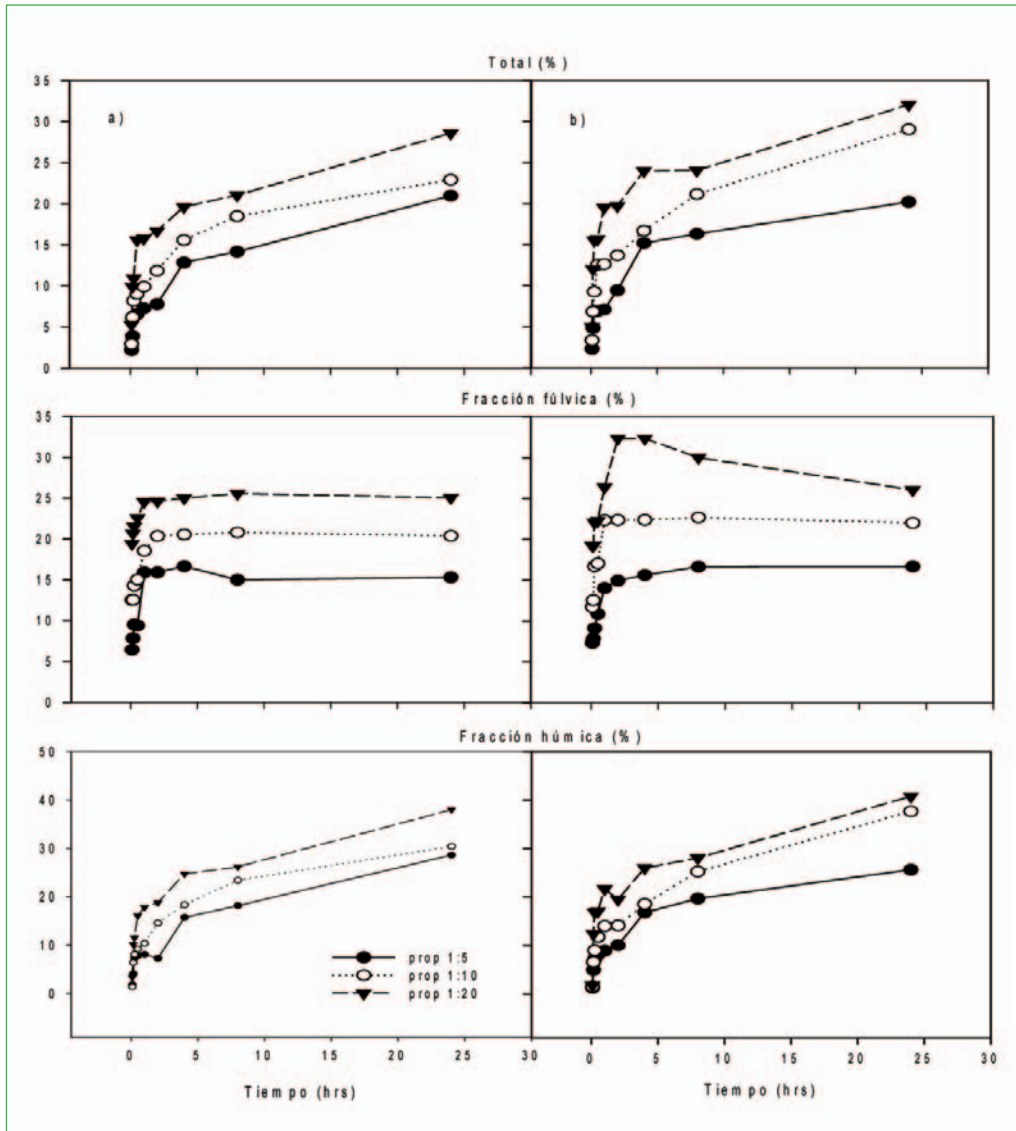
3 ▶ RESULTADOS

Contenido de carbono fácilmente oxidable en sustancias húmicas

- **Sustancias hidrosolubles**

En ambos materiales, el mayor contenido de sustancias hidrosolubles en general se encontró con la proporción 1:20 y en agitación durante 24 horas seguidas (Figura 1).

El contenido de carbono extraído con agua presentó una eficiencia menor al 35 - 40% en ambos productos orgánicos, respecto al carbono obtenido con el método estándar, aún después de 24 horas de agitación. Esta eficiencia resulta inferior en la proporción 1:10 a las dos horas de agitación respecto a la observada por Wu y Ma (2002), quienes encontraron de un 2,2 hasta un 34% de sustancias húmicas hidrosolubles respecto al total extraído en seis composts, dependiendo del tipo y del grado de humificación de los mismos.



El contenido de carbono en la fracción húmica soluble en agua resulta superior a las 24 horas, pero una agitación con esta duración resulta poco práctica.

En la fracción fúlvica, la estabilización se observó alrededor de la hora de agitación en el vermicompost y a las 2 horas en el compost, en las tres proporciones manejadas; esta situación en parte se explica al mayor grado de solubilidad de los ácidos fúlvicos, que los hace más fácilmente extraíbles como lo indica Wu y Ma (2002), y por la proporción de

ácido fúlvico contenido en cada producto orgánico. El vermicompost presentó una menor fracción húmica hidrosoluble total y una menor fracción fúlvica respecto a la observada en el compost, situación que refleja un mayor grado de estabilidad como lo indican diferentes autores citados por Wu y Ma (2002).

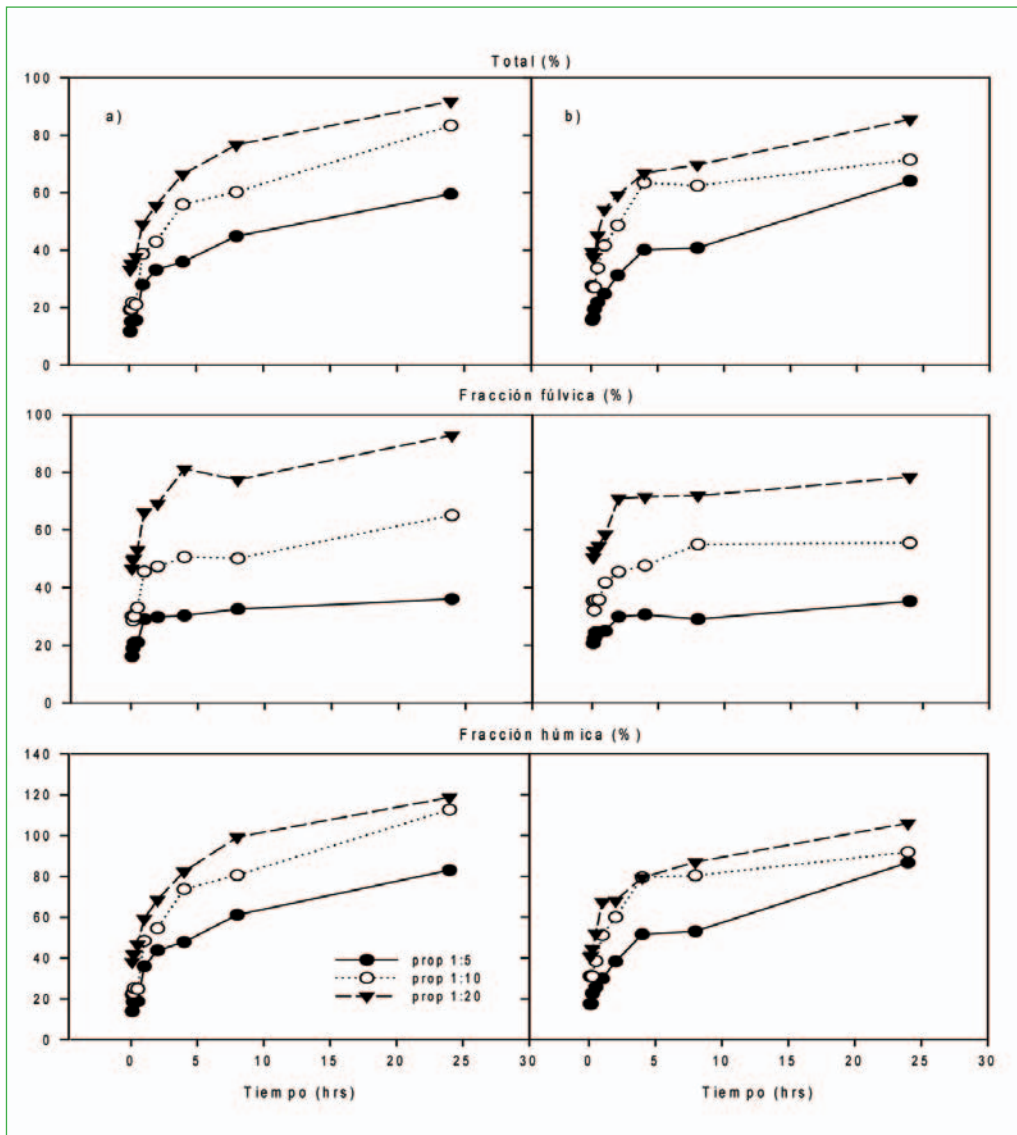


Figura 2. Eficiencia de $\text{KOH} + \text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0,1 N en la extracción de sustancias húmicas a diferentes proporciones y tiempos de agitación en un compost vermiestabilizado (a) y un compost (b) ambos a base de alperujo más estiércol de conejo y paja de arroz. Prop.= proporciones a 1:5, 1:10 y 1:20 p/v.

- **Sustancias húmicas extraídas con hidróxido más pirofosfato potásico**

Al usar hidróxido más pirofosfato potásico se obtuvieron mayores cantidades de carbono fácilmente oxidable en las tres sustancias húmicas evaluadas, comparadas con las cantidades obtenidas en las sustancias hidrosolubles en ambos materiales y respecto a la extracción con hidróxido y pirofosfato de sodio (Figura 2).

La proporción de carbono en la fracción húmica total como en el contenido en la fracción fúlvica no resultaron superiores respecto a la obtenida con el uso de hidróxido más pirofosfato de sodio, incluso después de 24 horas de agitación.

En la fracción húmica obtenida con hidróxido más pirofosfato potásico después de 8 horas de agitación en la proporción 1:20 y después de 24 horas en la proporción 1:10 en el vermicompost, se encontró una concentración superior al 100% respecto a la obtenida con el método estándar. Tal situación puede explicarse por una posible formación y extracción de sustancias que no son consideradas como constituyentes húmicos (Adani, *et al.* 1995; Harper, *et al.* 2000).

De la misma manera que con el uso de agua como extractante, con el hidróxido más pirofosfato potásico las mayores concentraciones de sustancias húmicas se encontraron en la proporción 1:20 y a 24 horas de agitación.

Con el uso de hidróxido de potasio se observa una mayor eficiencia en la extracción de carbono en el vermicompost, tanto en la fracción húmica total como en la fracción fúlvica y húmica; lo cual indica que este material puede estar constituido por una mayor proporción de sustancias húmicas menos solubles y más difíciles de extraer.

Sustancias húmicas extraídas después de 24 horas de reposo

- **Sustancias hidrosolubles**

Las sustancias hidrosolubles extraídas después de 24 horas de reposo y a tres tiempos de agitación resultaron ligeramente superiores en el vermicompost en las tres proporciones manejadas (Figura 3). De la misma manera que en los casos anteriores, con la proporción 1:20 y en el tiempo mas largo de agitación se obtuvieron las mayores extracciones de carbono fácilmente oxidable. Las máximas cantidades extraídas fueron similares a las obtenidas con 24 horas de agitación. Con lo cual, y por razones prácticas se puede utilizar el método de reposo durante 24 horas en sustitución de la agitación constante.

Bajo la consideración de que las cantidades extraídas de estas sustancias no superan el 35 a 40% respecto a las obtenidas con el método estándar en ambos residuos orgánicos manejados. Estas concentraciones resultan superiores a las observadas por Wu y Ma (2002), pero fueron inferiores a las observadas por Harper, *et al.* (2000) al usar 72 horas de reposo.

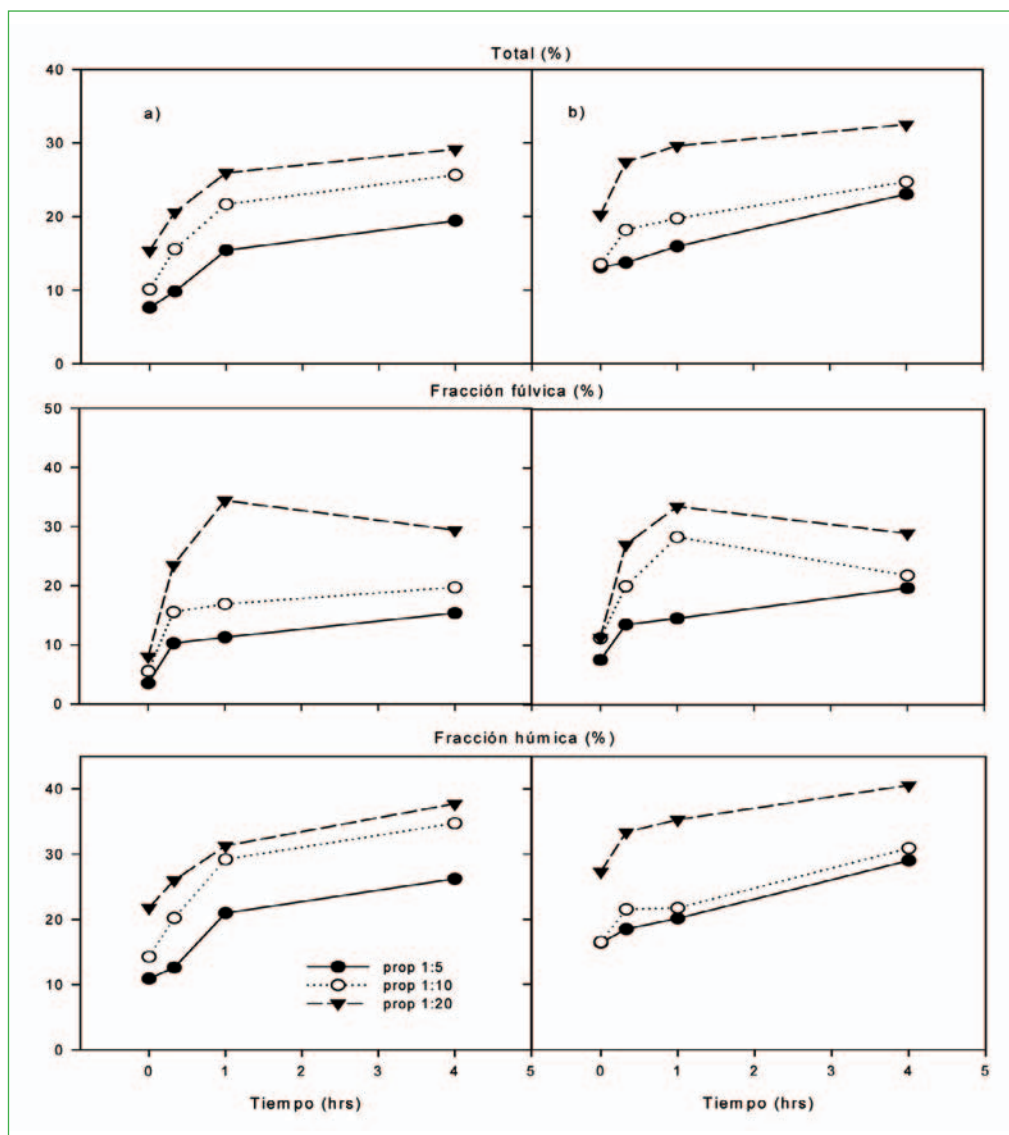


Figura 3. Eficiencia de agua en la extracción de sustancias húmicas a diferentes proporciones y tiempos de agitación, después de 24 horas de reposo en agua en un compost vermiestabilizado (a) y un compost (b) ambos a base de alperujo más estiércol de conejo y paja de arroz. Prop.= proporciones a 1:5, 1:10 y 1:20 p/v.

• **Sustancias húmicas extraídas con hidróxido más pirofosfato potásico**

Con el uso de hidróxido mas pirofosfato potásico como extractante, se encontró una mayor cantidad de carbono orgánico fácilmente oxidable en el vermicompost. Con relación a las sustancias extraídas con el método estándar, la mayor eficiencia de extracción se observó

en la proporción 1:20 y a 240 minutos de agitación después de 24 horas de reposo. En el vermicompost y el carbono contenido en la fracción húmica obtenida con hidróxido más pirofosfato potásico, después de 4 horas de agitación en proporción 1:20 se encontró una concentración superior al 100% respecto a la obtenida con el método estándar (Figura 4).

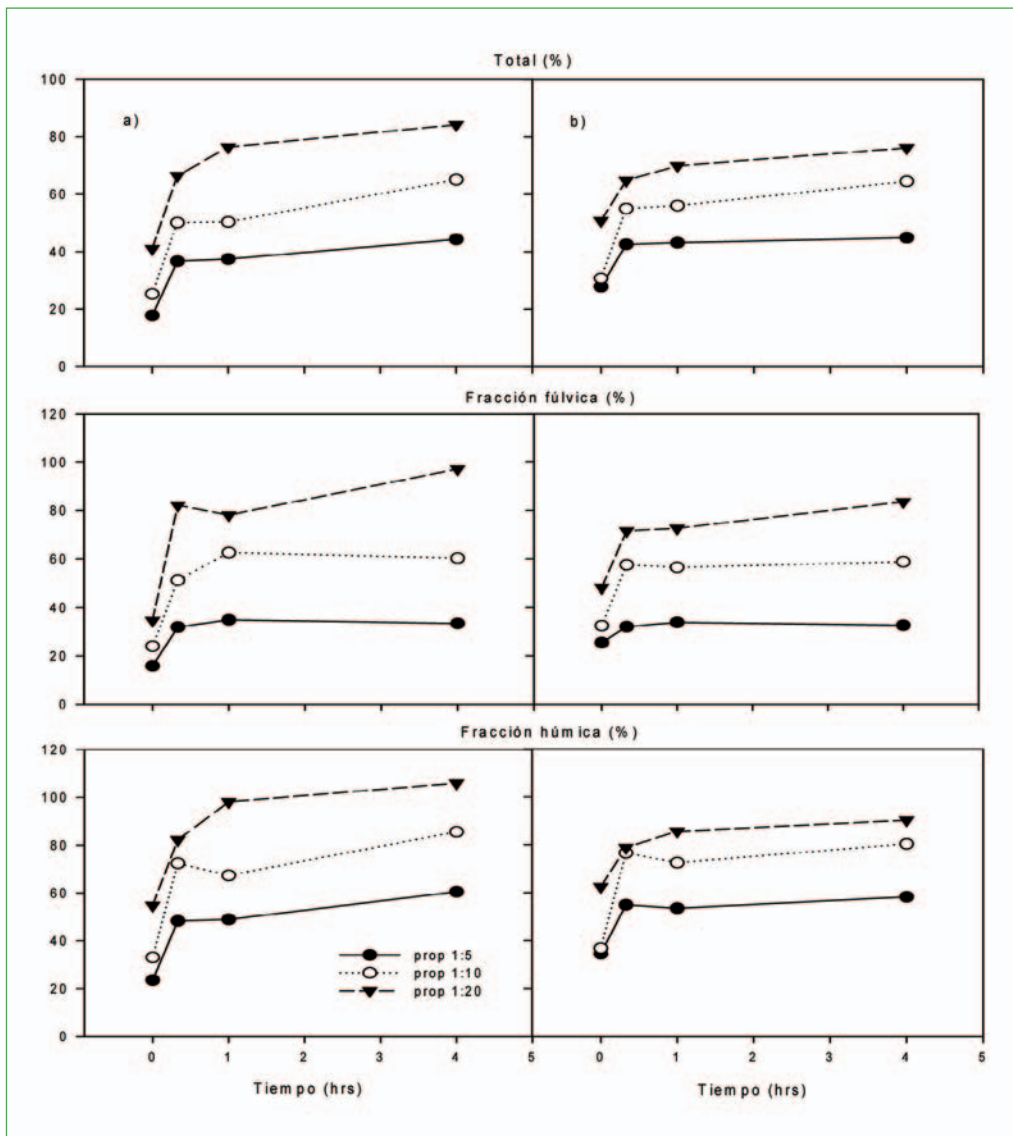


Figura 4. Eficiencia de $\text{KOH} + \text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0,1 N en la extracción de sustancias húmicas a diferentes proporciones, tiempos de agitación y 24 horas de reposo en un compost vermiestabilizado (a) y un compost (b) ambos a base de alperujo más estiércol de conejo y paja de arroz. Prop.= proporciones a 1:5, 1:10 y 1:20 p/v.

Nuevamente, con el uso de hidróxido más pirofosfato de potasio como extractante y después de un reposo de 24 horas, el vermicompost presentó un mayor contenido de sustancias húmicas, confirmando que se trata de un material más humificado, con un tipo de sustancias menos solubles. De la misma manera que en el caso anterior, la utilización de reposo durante 24 horas más agitación, resulta un método más práctico comparado con la agitación durante 24 horas seguidas.

4 ► CONCLUSIONES

El contenido de carbono fácilmente oxidable obtenido en las sustancias húmicas bajo los diferentes tratamientos aplicados, dependió en gran medida del tipo de extractante utilizado, del tiempo de agitación, de la proporción extractante: extractado, y en menor medida del material orgánico en cuestión. De manera particular, cuando se utilizó agua como extractante, el contenido de carbono en sustancias húmicas hidrosolubles fue menor comparado con el obtenido con el uso de hidróxido más pirofosfato potásico, y no representó más del 35 a 40% respecto al obtenido con el método estándar. Por último, el tratamiento en reposo durante 24 horas con posteriores agitaciones menores a 4 horas, puede sustituir el uso de 24 horas seguidas de agitación.

Resultaría interesante determinar el contenido total de sustancias hidrosolubles y en la misma muestra extraer el resto de sustancias con hidróxido más pirofosfato potásico en cada material orgánico, y por separado estudiar el efecto de estas sustancias sobre el crecimiento y desarrollo de cultivos hortícolas sensibles a la materia orgánica poco estabilizada. Sobre todo, partiendo de que los vermicomposts y los composts de alperujos aún podrían contener sustancias fitotóxicas y que estas podrían quedar separadas en la fracción hidrosoluble, como se observa en los resultados obtenidos por Aranda *et al.* (2002).

5 ► BIBLIOGRAFÍA

• **ADANI, F.; GENEVINI, P. L. Y TAMBONE, F. 1995**

A new index of organic mater stability. *Compost Science and Utilization*. 3:25-37.

• **ALBUQUERQUE, J. A.; GONZÁLEZ, J.; GARCÍA, D. Y CEGARRA, J. 2003**

Agrochemical characterisation of alperujo, a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction. *Bioresource Technology* (en prensa).

• **ARANDA, E.; SAMPEDRO, I.; OCAMPO, J. A. Y GARCÍA, I. 2002**

Reducción de la fitotoxicidad del extracto acuoso de alperujo en plantas de tomate mediante el uso de *Fusarium lateritium*. pp. 233-236. Jornadas de Investigación y Transferencia de Tecnología Oleícola Andalucía 2002.

• **ATIYEH, R. M.; LEE, S.; EDWARDS, C. A.; ARANCON, N. Q. Y METZGER, J. D. 2002**

The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource*

Technology. 84:7-14.

• **CANET, R.; POMARES, F.; CABOT, B.; CHAVES, C.; FERRER, E. Y ALBIACH, M^o. R. 2002**

Composting as a management alternative for olive-mill pomace (alperujo) and other agricultural residues from South-Eastern Spain. In: Lowe, P. and Hudson, J A. (Eds.)

• **CESCO, S.; NIKOLIC, M.; ROMHELD, V.; VARANINI, Z. Y PINTON, R. 2002**

Uptake of ⁵⁹Fe from soluble ⁵⁹Fe-humate complexes by cucumber and barley plants. Plant and Soil. 241:121-128.

• **HARPER, S. M.; KERVEN, G. L.; EDWARDS, D. G. Y OSTATEK - BOCZYNSKI, Z. 2000**

Characterisation of fulvic and humic acids from leaves of *Eucalyptus camaldulensis* and from decomposed hay. Soil Biology & Biochemistry. 32:1331-1336.

• **IKENYA, K. Y WATANABE, A. 2003**

Direct expression of an index for the degree of humification of humic acids using organic carbon concentration. Soil Sci. Plan Nutr. 49(1):47-53.

• **JUNG, V.; OLSSON, E.; CASPERSEN, S.; ASP, H.; JENSÉN, P. Y ALSANIUS, B. W. 2003**

Response of young hydroponically growth tomato plants to phenolic acids. Scientia Horticulturae. 100(2004):23-37.

MAPA 1994. Métodos oficiales de análisis. Tomo III. Madrid, España. 662 p.

• **MOHAMED, A. A.; AGNOLON, F.; CESCO, S.; VARANINI, Z. Y PINTON, R. 1998**

Incidence of lime-induced chlorosis: plant response mechanisms and role of water soluble humic substances. Agrochimica. 42(6):255-262.

• **MOLINA, A. E.; YÁÑEZ, R. D.; MOUMEN, A. Y MARTÍN, G. I. 2003**

Chemical composition and nitrogen availability for goats and sheep of some olive by-products. Small Ruminant Research. 49:329-336.

• **NIKOLIC, M., CESCO, S., RÖMHELD, V., VARANINI, Z. AND PINTON, R., 2003**

Uptake of Iron (⁵⁹Fe) complexed to water-extractable humic substances by sunflower leaves. Journal of Plant Nutrition. 26(10 & 11):2243-2253.

• **PINTON, R.; CESCO, S.; NOBILI, M. D.; SANTI, S. Y VARANINI, Z. 1998**

Water and pyrophosphate-extractable humic substances fractions as a source of iron for Fe-deficient cucumber plants. Biol. Fertil. Soils. 26:23-27.

• **PINTON, R.; CESCO, S.; SANTI, S.; AGNOLON, F. Y VARANINI, Z. 1999**

Water extractable humic substances enhance iron deficiency responses by Fe-deficient cucumber plants. Plant and Soil. 210:145-157.

• **PINTON, R.; CESCO, S.; IAOLETTIG, G.; ASTOLFI, S. Y VARANINI, Z. 1999**

Modulation of NO₃⁻ uptake by water-extractable humic substances: involvement of root plasma membrana H⁺ ATPase. Plan and Soil. 215:155-161.

• **SAINZ, H.; BENÍTEZ, E.; MELGAR, R.; ÁLVAREZ, R.; GÓMEZ, M. Y NOGALES, R. 2000**

Biotransformación y valorización agrícola de subproductos del olivar orujos secos y extractados mediante vermicompostaje. Edafología. 72(2):103-111.

• **TEJADA, M. Y GONZÁLEZ, J. L. 2003**

Aplication of a byproduct of the two-step olive oil mill process on rice yield. Agrochimica 47(3-4):94-102.

• **TEJADA, M. Y GONZÁLEZ, J. L. 2004**

Effect of aplication of a by-product of the two-step olive oil mill process on maize yield. Agronomy Journal. 96:692-699.

• **TEJADA, M., ORDOÑEZ, C. Y GONZALEZ, J. L. 2001**

Utilization of a by-product of the two-step olive oil mill process on wheat under dry land conditions. *Agrochimica*. 45(5-6):199-206

• **VALDRIGHI, M. M.; PERA, A.; AGNOLUCCI, M.; FRASSINETTI, S.; LUNARDI, D. Y VALLINI, G. 1996**

Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*)- soil system : a comparative study. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 58:133-144.

• **VARANINI, Z. Y PINTON, R. 2000**

Direct versus indirect effects of soil humic substances on plant growth and nutrition. In: Pinton, R., Varanini, Z. and Nannipieri, P. (Eds.) *The rhizosphere. Biochemistry and organic substances at the soil plant interface*. Marcel Dekker, Inc. N.Y. p 141-157.

• **WU, L. Y MA, L. Q. 2002**

Relationship between compost stability and extractable organic carbon. *Jurnal of the Environmental Quality* 31:1323-1328.

COMPARACIÓN DE TRES FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

FARRÚS, E.; ADROVER, M.; FORSS, A. Y VADELL, J.

Departament de Biologia. Universitat de les Illes Balears
07122 Palma de Mallorca
E-mail: jaume.vadell@uib.es

RESUMEN

Se comparan tres fuentes de materia orgánica: estiércol de vacuno, compost de equinácea (*Equinacea purpurea*) y compost de residuos sólidos urbanos (RSU) procedentes de recogida selectiva en origen. En los tres tratamientos con aplicación de materiales orgánicos se aprecia un incremento en los contenidos de fósforo soluble, nitrógeno total, biomasa microbiana, actividades enzimáticas deshidrogenasa, β -glucosidasa, arilsulfatasa y fosfatasa alcalina respecto al tratamiento testigo. Entre los materiales orgánicos destaca, con diferencias significativas el compost de RSU que presenta niveles de nitrógeno total, biomasa microbiana y actividades enzimáticas muy elevados respecto al resto de tratamientos.

La estabilidad estructural del suelo se ha visto especialmente mejorada en el tratamiento de compost de RSU.

Se han estudiado las relaciones entre los parámetros físicos, químicos y biológicos analizados. Mientras que en el fósforo soluble no se aprecia ninguna relación consistente con el resto de parámetros, el contenido en nitrógeno total presenta coeficientes de correlación elevados con los parámetros biológicos.

En el primer cultivo, la producción presenta coeficientes de correlación elevados con la mayoría de parámetros biológicos. En cambio, en el segundo cultivo, con producciones muy similares en todos los tratamientos, estas relaciones no se aprecian.

PALABRAS CLAVE: COMPOST, RSU, EQUINÁCEA, ESTIÉRCOL Y LECHUGA

1 ► INTRODUCCIÓN

La materia orgánica constituye el recurso fundamental de la fertilidad de los suelos en Agricultura Ecológica. Los efectos de las aportaciones orgánicas sobre la fertilidad del suelo dependen de las características de los materiales aportados y del propio suelo. La presencia de carbono lábil y la disponibilidad de compuestos nitrogenados son dos aspectos de especial relevancia. De este modo el grado de evolución de la materia orgánica utilizada afectará a los procesos biológicos (Bernal *et al.*, 1998; Deboz *et al.*, 1999) así como a la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

La incorporación de compuestos de carbono activa la vida microbiana del suelo. La actividad biológica provoca la mineralización de la materia orgánica generándose sustancias húmicas, que intervienen en primera instancia sobre las propiedades físicas del suelo, y elementos minerales que son aprovechados por los propios microorganismos y las plantas. La biomasa microbiana y las actividades enzimáticas son parámetros que nos permiten aproximar a los procesos que ocurren en el suelo, actuando como factores indicadores de la calidad y potencial de un suelo (Tabatabai y Dick, 2002).

Muchos estudios se han centrado en el estudio de la disponibilidad de nitrógeno después de la aplicación de compost. A corto plazo, cuando la relación C/N es superior a 20 se puede reducir la producción de los cultivos debido a la inmovilización microbiana mientras que cuando la relación es inferior a 20 una fracción del nitrógeno orgánico (hasta un 25%) puede ser disponible durante el primer año (Sims, 1990; Sullivan *et al.*, 2002). Los compuestos de carbono estables (recalcitrantes) presentes en el compost o en los residuos vegetales normalmente interactúan menos con el nitrógeno que los materiales con una mayor presencia de carbono lábil.

En el presente estudio se comparan los efectos de tres fuentes de materia orgánica sobre el suelo. Se evalúan los efectos sobre propiedades físicas (estabilidad estructural), químicas (materia orgánica, nitrógeno y fósforo soluble) y biológicas (biomasa microbiana y actividades enzimáticas deshidrogenasa, β -glucosidasa, fosfatasa alcalina y arilsulfatasa) así como sus relaciones con la producción de cultivos de lechuga.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado en la finca experimental “sa Canova” (sa Pobla, Mallorca) sobre un luvisol cálcico (Tabla1).

Se han ensayado tres fuentes de materia orgánica: estiércol de vacuno, compost de equinácea (*Equinacea purpurea*) elaborado a partir del residuo generado en el proceso de extracción realizado por una industria farmacéutica y compost de residuos sólidos urbanos

(RSU) procedentes de partidas de recogida selectiva en origen de la planta de compostaje de Menorca. Las características de los materiales ensayados se indican en la Tabla 2.

Tabla 1. Características edáficas de la parcela donde se ha desarrollado el estudio

CAPA (cm)	0-30	30-75
Elementos gruesos (%)	55,3	65,8
Tierra fina (%)	44,7	34,2
Arenas (2-0,05 mm) (%)	42,4	40,8
Limos (0,05-0,002 mm) (%)	33,6	29,9
Arcillas (< 0,002mm) (%)	24,0	29,2
Textura USDA	Franca	Franco arcillosa
CIC (cmol/kg)	16,7	17,3

Tabla 2. Características fisicoquímicas de los materiales orgánicos ensayados

	COMPOST EQUINÁCEA	ESTIÉRCOL VACUNO	COMPOST RSU SELEC.
pH 1:5	7,2	7,5	7,9
CE 25 °C 1:5 (dS/m)	3,79	6,38	15,00
Mat. Org. (%)	22,1	29,2	51,7
N total (%)	1,54	1,45	2,66
N-NH4 (%)	0,08	0,12	0,31
Relación C/N	6,8	9,3	8,7
P (%)	0,4	0,55	0,76
K (%)	1,91	2,01	2,05
Ca (%)	13,5	12,6	9,24
Mg (%)	1,6	1,35	1,25
Fe (%)	2,07	1,45	0,93

El riego ha sido por microaspersión. Las características del agua de riego son: conductividad eléctrica de 1,2 dS/m a 25 °C y un contenido de unos 26,5 mg N-NO₃⁻/L.

La aplicación de la materia orgánica se ha realizado dos semanas antes de la plantación, a razón de 50 t/ha e incorporándolo mediante un pase de fresa.

La planta utilizada ha sido la lechuga tipo romana (*Lactuca sativa*, var. longifolia Lam. cv. Mikel RZ). El marco de plantación es de 37,5 cm x 50 cm (16 plantas/parcela; densidad equivalente a 53300 plantas/ha).

El primer cultivo se ha desarrollado entre otoño de 2000 e invierno de 2001 (plantación: 3/11/2000; cosecha: 5/02/2001). El muestreo del suelo se ha realizado el 22/01/2001.

El segundo cultivo se ha desarrollado en primavera-verano de 2001 (plantación: 15/5/2001; cosecha: 4/7/2001). El muestreo del suelo se ha realizado el 4/7/2001.

El muestreo del suelo se ha realizado a partir de muestras compuestas de 5 puntos, correspondientes a los 12-15 cm superiores, en cada parcela elemental. Las muestras de suelo se han secado parcialmente (evitando altas temperaturas y exposición directa al sol, tamizado y almacenado en botes a 4 °C.

El carbono orgánico se ha determinado mediante oxidación con dicromato potásico en medio ácido y valorando el exceso con sal de Mohr. El fósforo soluble en bicarbonato sódico a pH 8,5 (método Olsen) y el nitrógeno total mediante el método Kjeldahl.

La estabilidad estructural de los agregados entre 1 y 2 mm se ha cuantificado a partir de los agregados estables (más de 0,65 mm) después de agitar la muestra en agua a velocidad constante (35 rpm) en comparación con el material dispersado siguiendo el mismo método, utilizando una solución de hexametáfosfato de sodio (Kemper y Rosenau, 1986).

La biomasa microbiana se ha determinado sobre muestras húmedas, analizados el mismo día del muestreo, siguiendo el método de Vance *et al.* (1987). Las actividades enzimáticas deshidrogenasa, β-glucosidasa, fosfatasa alcalina y arilsulfatasa se han determinado de acuerdo a Tabatabai (1982).

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incorporación de los materiales orgánicos se ha traducido en un incremento de materia orgánica que se ha hecho más patente en el cultivo de primavera, después de la segunda aplicación (Cuadro 3). En el tratamiento testigo se aprecia una clara disminución en el segundo cultivo, a pesar de los restos de plantas que se han podido incorporar. Probablemente, la

presencia de materiales poco descompuestos, al iniciar la primera experiencia ha provocado esta diferencia, lo cual es apoyado por la alta relación C/N, en las parcelas testigo.

a) Primer cultivo (otoño - invierno)

Tabla 3. Parámetros del suelo y producción de lechugas. Valores medios acompañados de la desviación estándar (n=4). Para cada parámetro, medias seguidas por la misma letra no son significativamente distintas (test de Fisher PLSD, $p < 0,05$)

	TESTIGO	COMPOST EQUINÁCEA	ESTIÉRCOL VACUNO	COMPOST RSU SELEC.
CO	2,72 b ± 0,33	2,90 b ± 0,20	3,03 ab ± 0,25	3,38 a ± 0,31
N total	0,20 d ± 0,02	0,34 b ± 0,01	0,29 c ± 0,02	0,51 a ± 0,04
C/N	13,3 a ± 1,2	8,5 c ± 0,7	10,4 b ± 1,1	6,6 d ± 0,8
P Olsen	84 b ± 17	129 a ± 19	166 a ± 35	132 a ± 22
BM	213 c ± 65	368 b ± 162	285 bc ± 37	1001 a ± 58
DH	144 b ± 14	212 b ± 11	211 b ± 29	550 a ± 95
β-G	129 c ± 20	238 b ± 26	220 b ± 6	904 a ± 44
PA	1,64 b ± 0,17	2,31 ab ± 0,47	2,73 a ± 0,82	2,32 ab ± 0,30
AS	0,30 c ± 0,06	0,82 b ± 0,30	0,85 b ± 0,05	1,28 a ± 0,42
IEE	72,8 b ± 16,3	78,8 b ± 6,4	77,7 b ± 6,9	95,1 a ± 1,1
Prod.	339 b ± 56	464 ab ± 66	506 ab ± 58	633 a ± 55

Unidades en que se expresan los resultados:

CO: carbono orgánico

P Olsen: fósforo soluble por el método Olsen

BM: biomasa microbiana-C

DH: actividad deshidrogenasa

β-G: actividad β-glucosidasa

PA: actividad fosfatasa alcalina

AS: actividad arilsulfatasa

IEE: índice de estabilidad estructural

N-NO₃⁻: nitratos en hoja

Prod.: producción de las lechugas

CO: %

P Olsen: mg fósforo soluble/kg suelo

BM: µg carbono orgánico/g suelo

DH: µg TPF/g suelo 24 h

β-G: µmol p-NP/kg suelo h

PA: mmol p-NP/kg suelo h

AS: mmol p-NP/kg suelo h

IEE: %

N-NO₃⁻: mg N-NO₃⁻/kg masa fresca hoja

Prod.: g peso fresco/lechuga

b) Segundo cultivo (primavera - verano)

Tabla 3. Parámetros del suelo y producción de lechugas. Valores medios acompañados de la desviación estándar (n=4). Para cada parámetro, medias seguidas por la misma letra no son significativamente distintas (test de Fisher PLSD, $p < 0,05$)

	TESTIGO	COMPOST EQUINÁCEA	ESTIÉRCOL VACUNO	COMPOST RSU SELEC.
CO	2,04 d \pm 0,18	3,57 c \pm 0,12	3,94 b \pm 0,08	5,02 a \pm 0,22
N total	0,20 c \pm 0,01	0,39 b \pm 0,02	0,34 b \pm 0,02	0,68 a \pm 0,10
C/N	10,0 b \pm 0,3	9,2 b \pm 0,5	11,8 a \pm 0,7	7,5 c \pm 1,1
P Olsen	65 d \pm 8	133 c \pm 20	216 a \pm 139	172 b \pm 18
BM	346 b \pm 52	616 b \pm 245	469 b \pm 66	907 a \pm 255
DH	154 b \pm 47	255 b \pm 20	223 b \pm 84	777 a \pm 505
β -G	153 b \pm 33	220 b \pm 40	237 b \pm 49	678 a \pm 222
PA	1,89 c \pm 0,19	3,47 b \pm 0,17	3,54 b \pm 0,25	7,14 a \pm 1,65
AS	0,39 b \pm 0,06	0,85 b \pm 0,31	0,85 b \pm 0,11	1,69 a \pm 0,65
IEE	84,5 \pm 8,5	89,9 \pm 3,9	84,9 \pm 9,1	94,0 \pm 4,4
N-NO3-	572 c \pm 112	906 bc \pm 229	1066 b \pm 268	1848 a \pm 463
Prod.	902 \pm 46	1080 \pm 170	1078 \pm 186	930 \pm 332

Los contenidos de nitrógeno presentan diferencias importantes entre tratamientos. En el cultivo de otoño, la aportación de compost de equinacea o estiércol de vacuno ha supuesto un aumento de alrededor del 50% del contenido de nitrógeno total del suelo y la aportación de compost de RSU del 150%. En el segundo cultivo de primavera el nivel de nitrógeno total de las parcelas testigo se han mantenido estables mientras que en los otros tratamientos, gracias a la nueva aplicación de materia orgánica estos niveles se han visto incrementados.

El fósforo soluble, extraído mediante el método Olsen, es otro parámetro que se ha visto modificado, con valores máximos en el tratamiento de estiércol de vacuno, seguidos del compost de RSU y compost de equinacea. Los niveles de partida (testigo) presentan valores elevados, atribuibles a la gestión histórica de esta parcela en la cual se han realizado aportaciones regulares de estiércol animal.

La aplicación de materia orgánica ha supuesto en todos los tratamientos una mejora de la estabilidad estructural, determinada sobre los agregados entre 1 y 2 mm. Los aumentos más

destacables se han producido en el tratamiento de RSU. La presumible mayor presencia de carbono lábil acompañado de un alto contenido en nitrógeno han favorecido una alta actividad de microorganismos, favoreciendo la síntesis de gomas microbianas y otros compuestos que favorecen la estructuración del suelo (Piccoloa y Joe, 1999). En el segundo cultivo se aprecia un incremento de la estabilidad estructural en los tratamientos control, compost de equinácea y estiércol, desapareciendo las diferencias estadísticamente significativas con el tratamiento de RSU que sigue presentando los valores más elevados. Se ha estudiado la actividad biológica a partir del contenido en carbono de la biomasa microbiana y cuatro actividades enzimáticas relacionadas con el ciclo del carbono (deshidrogenasa y β -glucosidasa) del fósforo (fosfatasa alcalina) y del azufre (arilsulfatasa).

La biomasa microbiana presenta los valores más elevados en las parcelas con RSU, seguidas de las de compost de equinácea y estiércol. En el primer cultivo, el carbono correspondiente a la biomasa microbiana supone alrededor del 0,8% del carbono total del suelo en las parcelas testigo, 1,3% en el tratamiento de compost de equinácea, 1% en las parcelas con estiércol y alrededor del 3% del carbono total en las parcelas con RSU. Los altos valores registrados en este último tratamiento indican una alta presencia de carbono lábil, fácilmente aprovechable para la microflora edáfica (Anderson y Domsch, 1989). En el cultivo de primavera, el tratamiento con estiércol de vacuno presenta la proporción más baja (1,2%) mientras que los otros tres tratamientos se sitúan alrededor del 1,8%. El incremento registrado en el tratamiento testigo es atribuible al aumento en la disponibilidad de compuestos de carbono procedentes de los residuos del cultivo anterior (García-Gil *et al.*, 2000; García *et al.*, 1998).

La actividad deshidrogenasa presenta un comportamiento similar a la biomasa microbiana, con valores máximos en el compost de RSU y mínimos en el testigo. De manera similar ocurre con la actividad β -glucosidasa, con diferencias más acusadas, entre tratamientos que la deshidrogenasa. De forma similar se comporta la actividad arilsulfatasa, con valores mínimos en el testigo y máximos en el compost de RSU. Estos resultados son similares a los obtenidos por otros autores usando compost de RSU en cultivos de lechuga (Lee *et al.*, 2004).

La actividad deshidrogenasa presenta una alta correlación con la biomasa microbiana (Cuadro 4). Esta relación pone de manifiesto la relación de esta enzima intracelular implicada en procesos de oxidoreducción con la actividad de los microorganismos edáficos (García *et al.*, 1994). De forma similar ocurre con la actividad β -glucosidasa que, también, presenta altas correlaciones con la biomasa microbiana.

La actividad enzimática fosfatasa alcalina presenta, en el primer cultivo, incrementos moderados respecto al testigo (aumento del 40% en los composts de equinácea y de RSU y del 66% en el estiércol de vacuno). Es en el cultivo de primavera cuando se disparan las diferencias, con aumentos superiores al 80% en el compost de equinácea y estiércol y casi cuadruplicando los valores del testigo en el compost de RSU.

En el primer cultivo se ha producido una clara diferenciación de las producciones, con valores mínimos en el testigo y máximos en el compost de RSU. Los otros dos tratamientos presentan valores intermedios. La producción presenta correlaciones positivas muy elevadas con el contenido de materia orgánica, nitrógeno, biomasa microbiana y las actividades deshidrogenasa, β -glucosidasa y arilsulfatasa (Cuadro 4). La alta correlación entre producción y carbono orgánico pone de manifiesto que no se ha producido una inmovilización de nutrientes por parte de la microflora edáfica. De hecho la correlación más elevada se produce con el contenido total de nitrógeno del suelo. Las bajas relaciones C/N favorecen que el nitrógeno mineralizado pueda ser utilizado con facilidad por los microorganismos edáficos (Sullivan *et al.*, 2002)

a) Primer cultivo (otoño - invierno)

Tabla 4. Coeficientes de correlación obtenidos entre los distintos parámetros edáficos y de producción (n=16)

	N TOT.	C/N	P OL.	BM	DH	β -G	PA	AS	IEE	PROD.
CO	0,67**	0,39	0,25	0,58*	0,64**	0,64**	0,03	0,45	0,76***	0,83***
N tot.		0,91***	0,36	0,92***	0,91***	0,92***	0,30	0,85***	0,71***	0,85***
C/N			0,47	0,78***	0,75***	0,76***	0,46	0,83***	0,51*	0,72**
P Ol.				0,15	0,24	0,16	0,79***	0,64**	0,00	0,45
BM					0,83***	0,97***	0,17	0,71**	0,69**	0,73**
DH						0,96***	0,24	0,77***	0,66*	0,73**
β -G							0,15	0,71**	0,70**	0,77***
PA								0,54*	0,05	0,19
AS									0,45	0,68**
IEE										0,72**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ y *** $p < 0.001$. CO: carbono orgánico

N total: nitrógeno total

C/N: relación entre carbón orgánico y nitrógeno total

P Olsen: fósforo asimilable

BM: biomasa microbiana-C

DH: actividad deshidrogenasa

β -G: actividad β -glucosidasa

PA: actividad fosfatasa alcalina

AS: actividad arilsulfatasa

IEE: índice de estabilidad estructural

N-NO₃⁻: nitratos en hoja

Prod.: producción de lechugas

b) Segundo cultivo (primavera-verano)

Tabla 4. Coeficientes de correlación obtenidos entre los distintos parámetros edáficos y de producción (n=16)

	N TOT.	C/N	P OL.	BM	DH	β-G	PA	AS	IEE	N-NO3-	PROD.
CO	0.88***	0.38	0.74**	0.69**	0.75**	0.73**	0.84***	0.75***	0.44	0.85***	0.03
N tot.		0.75***	0.46	0.85***	0.83***	0.83***	0.95***	0.82***	0.49	0.79***	0.00
C/N			0.13	0.71**	0.59*	0.62*	0.67**	0.57*	0.33	0.43	0.13
P OL.				0.31	0.37	0.30	0.48	0.41	0.11	0.51*	0.03
BM					0.76***	0.68**	0.74**	0.83***	0.40	0.60*	0.25
DH						0.63*	0.68**	0.63*	0.35	0.82***	0.23
β-G							0.82***	0.90***	0.52*	0.65**	0.10
PA								0.76***	0.44	0.72**	0.04
AS									0.46	0.59*	0.33
IEE										0.34	0.34
N-NO3-											0.25

En el segundo cultivo se atenúan las diferencias entre los distintos tratamientos y no se presentan correlaciones consistentes entre la producción y otros parámetros químicos o biológicos. La mayor disponibilidad de nutrientes, después de que las aplicaciones de materia orgánica realizadas antes del primer cultivo hayan alcanzado un grado de mineralización elevado, pueden haber favorecido el crecimiento más uniforme, entre tratamientos. En el tratamiento testigo, en el cual no se ha realizado ninguna aportación de materia orgánica la mejora en la producción es atribuible a una mayor disponibilidad de nitrógeno. Entre el primer y segundo cultivo se ha producido una mineralización importante de materia orgánica pasando de 2,72% a 2,04% de carbono orgánico y una reducción de la relación C/N de 13,3 a 10,0 (Cuadro 3).

En el segundo cultivo se ha medido el contenido de nitrato en las hojas de lechuga para evaluar la disponibilidad de nitrógeno en el cultivo. El rango de valores es alto, desde 572 mg N-NO₃-/ kg en las plantas control hasta 1848 mg N-NO₃-/ kg en las plantas fertilizadas con compost de RSU. Los niveles críticos para este cultivo se sitúan entre los 400 y 600 mg N-NO₃-/ kg (Hartz *et al.*, 1994) por lo que el nitrógeno no constituiría en este caso un factor limitante para ninguno de los tratamientos. En cambio, en el tratamiento con RSU se sobrepasan los niveles máximos contemplados en el Reglamento (CE) n° 466/2001 de la Comisión de 8 de marzo de 2001 por el que se fija el contenido máximo de determinados

contaminantes en los productos alimenticios, por lo que tenemos que considerar como excesiva la dosis de fertilización orgánica con RSU aplicada.

4 ▶ CONCLUSIONES

El nitrógeno se manifiesta como el principal elemento determinante de la producción y de la biomasa microbiana y las actividades enzimáticas deshidrogenasa, β -glucosidasa y arilsulfatasa. Los coeficientes de correlación más elevados son con este elemento.

En el primer cultivo, la producción de lechugas, con diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, presenta correlaciones consistentes con el contenido de materia orgánica y el nitrógeno total del suelo. Paralelamente también presenta correlaciones significativas con la biomasa microbiana y las actividades enzimáticas deshidrogenasa, β -glucosidasa y arilsulfatasa.

En el segundo cultivo, donde se pone de manifiesto a través del contenido de nitratos en hoja que el nitrógeno no es un factor limitante, no aparecen diferencias significativas de producción entre tratamientos ni relaciones consistentes de la producción con los otros parámetros evaluados. En cambio sí se manifiestan correlaciones positivas entre el contenido de nitratos en hoja y la biomasa microbiana y las actividades enzimáticas deshidrogenasa, β -glucosidasa y arilsulfatasa.

El compost de RSU es el material orgánico que más ha mejorado el contenido en nitrógeno, la estabilidad estructural y la actividad biológica del suelo pero el análisis del contenido de nitratos en hoja pone de manifiesto que altas aplicaciones de este material pueden afectar negativamente a la calidad de los cultivos. De hecho, en el Reglamento (CEE) 2092/91 se establece un límite en las aplicaciones orgánicas de 175 kg N / ha año.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Este estudio se a realizado en la finca experimental “sa Canova” de la Caja de Ahorros de las Islas Baleares “sa Nostra”.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **ANDERSON, T. H. Y DOMSCH, K. H. 1989**
Ratio of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 21, 471-

479.

- **BERNAL, M. P.; SÁNCHEZ - MONEDERO, M. A.; PAREDES, C. Y ROIG, A. 1998**

Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 69, 175-189.

- **DEBOSZ, K.; RASMUSSEN, P. H. Y PEDERSEN, A. R. 1999**

Temporal variations in microbial biomass C and cellulolytic enzyme activity in arable soils: effects of organic matter input. *Applied Soil Ecology*, 13, 209-218.

- **GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, T. Y COSTA, F. 1994**

Microbial activity in soils under mediterranean environmental conditions. *Soil Biology Biochemistry*, 26, 1185-1191.

- **GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, T.; ALBADALEJO, J.; CASTILLO, V. Y ROLDÁN, A. 1998**

Revegetation in semiarid zones: influence of terracing and organic refuse on microbial activity. *Soil Science Society of America Journal*, 62, 670-676.

- **GARCÍA - GIL, J. C.; PLAZA, C. Y SOLER - ROVIRA, P. 2000**

Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, 32, 1907-1913.

- **HARTZ, T. K.; SMITH, R. F.; SCHULBACH, K. F. Y, LE STRANGE, M. 1994**

On-farm nitrogen tests improve fertilizar efficiency, protect groundwater. *California agriculture* 4, 29-32.

- **KEMPER, W. D. Y ROSENAU, R. C. 1986**

Aggregate stability and size distribution. En: Klute A (ed.) *Methods of soil analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods. Agronomy Monograph N° 9* (2ª ed. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin) pp. 425-442.

- **LEE, J. J.; PARK, R. D.; KIM, Y. W.; SHIM, J. H.; CHAE, D. H.; RIM, Y. S.; SOHN, B. K.; KIM, T. H. Y KIM, K. L. 2004**

Effect of food waste compost on microbial population, soil enzyme activity and lettuce growth. *Bioresource Technology*, 93, 21-28.

- **PICCOLOA, A., JOE, S. C. 1999**

Role of hydrophobic components of soil organic matter in soil aggregate stability. *Soil Science Society of America Journal* 63, 1801-1810.

- **SIMS, J. T. 1990**

Nitrogen mineralization and elemental availability in soils amended with cocomposted sewage sludge. *Journal of Environmental Quality*, 19, 669-675.

- **SULLIVAN, D. M.; BARY, A. I.; THOMAS, D. R.; FRANSEN, S. C. Y COGGER, C. G. 2002**

Food waste compost effects on fertilizer nitrogen efficiency, available nitrogen, and tall fescue yield. *Soil Science Society of America Journal* 66, 154-161.

- **TABATABAI, M. A. 1982**

Soil enzymes. En: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (eds.). *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy Monograph N° 9* (2ª ed. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin) pp. 903-947.

- **TABATABAI, M. A. Y DICK, W. A. 2002**

Enzymes in soil. Research and developments in measuring activities. En: Burns, R.D. y Dick, R.P. (eds.) *Enzymes in the environment. Activity, ecology and applications. Marcel Dekker, Inc., New York.* pp. 567-596

- **VANCE, E. D.; BROOKES, P. C. Y JENKINSON, D. S. 1987**

An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, 19, 703-707.

AVANCES EN INVESTIGACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS LOCALES (*Salvinia auriculata* y *Gliricidia sepium*) PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE SUELOS AGRÍCOLAS TROPICALES

FLORENTINO, A.; FERNÁNDEZ, E.; SANOJA, M. Y FRAUTE, N.

Instituto de Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela
Maracay, Estado Aragua (VENEZUELA)
E-mail: florentinoa@agr.ucv.ve

RESUMEN

En la búsqueda de la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola en zonas tropicales, donde los principios agroecológicos son la base de su desarrollo, el manejo del suelo con el uso de recursos disponibles a nivel local hace un aporte más significativo a la sostenibilidad de estos sistemas que aquellos que utilizan insumos totalmente externos al mismo. Bajo estos principios se han desarrollado algunas investigaciones con el objetivo de: 1) Evaluar el efecto de la incorporación de residuos vegetales secos de *Salvinia auriculata*, considerada maleza en los embalses de la zona, sobre la retención de humedad de un suelo arenoso (Ultisol) y la eficiencia de uso del agua por plantas de samán (*Pithecelobium saman*) en viveros y 2) Evaluar la productividad de la leguminosa *Gliricidia sepium* en asociación con pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) en suelos con graves limitaciones de profundidad efectiva y de fertilidad. En el primer caso, el ensayo se preparó en invernadero, en columnas de suelo proveniente de Upata (estado Bolívar), con un diseño de bloques al azar; con los siguientes tratamientos: a) 50 % de residuo y 50 % de suelo (v/v) y b) sin residuo (testigo); se sembró 1 planta de samán/columna, y tres tratamientos de frecuencia de riego: cada cuatro, ocho y veinte días. Se evaluó altura de plantas, diámetro del tallo y producción de biomasa a la cosecha (105 días); en el suelo se llevó un registro sistemático del contenido de humedad. Los resultados mostraron que el tratamiento con residuos regado cada 8 días fue el más eficiente en el uso del agua por las plantas de samán, debido a una mejora de las condiciones hídricas del suelo. En el segundo caso, la investigación se realizó en un sistema de producción integral de Agricultura Tropical Sostenible (ATS) que ha desarrollado la Fundación Polar desde 1997 en San Javier, estado Yaracuy, Venezuela, en potreros de pasto para pastoreo directo de vacunos, con una asociación de gramínea (*Cynodon nlemfluensis*) y leguminosa (*Gliricidia sepium*) sembrada en hileras dobles. Esta leguminosa es una planta arbustiva muy abundante en condiciones naturales, de fácil reproducción y adaptable a los suelos ácidos de baja fertilidad presente en este sistema de producción, que adicionalmente presenta un horizonte tipo fragipán de espesor variable. En tres unidades de muestreo se seleccionaron plantas con niveles de desarrollo: Alto, Medio y Bajo y tres repeticiones; se evaluó altura y producción de biomasa; en el suelo se evaluó resistencia mecánica y desarrollo radicular. Los resultados presentan que el factor más limitante en la producción de biomasa de *Gliricidia* es el horizonte tipo fragipán, cuando éste supera los 5 cm de espesor y se encuentra a menos de 17 cm de profundidad, ya que ofrece mayor resistencia a la penetración de las raíces en el perfil de suelo. Se concluye que el manejo sostenible de los suelos tropicales tiene su base en el uso racional de los recursos locales, cuando se interviene con una visión de desarrollo integral, donde ciertos recursos no convencionales se pueden transformar en un insumo de gran valor ecológico, siendo las leguminosas tropicales base fundamental de la sostenibilidad de los mismos.

PALABRAS CLAVE: MANEJO SOSTENIBLE, SUELOS TROPICALES, RECURSOS LOCALES, *SALVINIA AURICULATA* Y *GLIRICIDIA SEPIUM*

1 ► INTRODUCCIÓN

En los últimos años en Venezuela se han introducido cambios importantes en los enfoques de investigación para un manejo sostenible de los suelos agrícolas tropicales en función de una mayor contribución al logro de sistemas sustentables de producción agrícola-pecuaria. La evaluación de la sostenibilidad considera conservar los recursos naturales, caracterizar y cuantificar los principales procesos degradativos, identificar características de resiliencia y restauración de los recursos suelo y agua e identificar opciones de manejo compatibles con su potencial y sus limitaciones (Florentino, 1998a; Lal, 1999). El manejo sostenible del suelo (MSS) se fundamenta en principios agroecológicos que permiten fortalecer su capacidad productiva en zonas muy vulnerables y propensas a la degradación de este recurso. El MSS consiste en un conjunto de actividades y uso de prácticas de manejo (integrales, sistémicas e interdependientes) que aplicadas a nivel local o regional permitan: prevenir o reducir la degradación del suelo, conservar la humedad y la capacidad de retención de agua, mantener o incrementar la fertilidad y, en forma integral, la calidad del suelo. Dichas prácticas permiten: aumentar la cobertura del suelo; reducir la intensidad de la labranza, aumentar el contenido y calidad de la materia orgánica y de la actividad biológica del suelo y regular los ciclos de agua y nutrientes; entre otros. Relaciones positivas entre la materia orgánica del suelo y el rendimiento de cultivos ha sido observado por muchos investigadores en diferentes agroecosistemas según lo señala Smith *et al.*, 2000. La materia orgánica del suelo juega un rol fundamental en la calidad física, química y biológica de un suelo, siendo fuente de energía y nutrientes para los microorganismos del suelo y fuente de agua y nutrientes para las plantas. Numerosas investigaciones realizadas sobre el uso de abonos verdes y cultivos leguminosas de cobertura, rotación y diversificación biológica; uso de fertilizantes naturales de lenta solubilidad y de abonos orgánicos, el rescate de tecnologías locales tradicionales y del conocimiento local sobre uso y manejo de suelos y cultivos (Budelman, 1989; León, 1993) han demostrado su contribución en el logro de unas mejores condiciones del suelo para el desarrollo de los cultivos. En este sentido, se necesita combinar sabiduría y habilidades con el conocimiento científico generado bajo estos nuevos enfoques para un manejo sostenible de los suelos en zonas tropicales, potenciando el uso de recursos locales e internos al sistema y disminuyendo el uso de insumos externos al mismo; por lo tanto, es importante invertir tiempo y esfuerzo en identificar y valorar la disponibilidad de estos recursos que puedan ser utilizados como alternativa tecnológica para el MSS. Bajo estos enfoques, la utilización con fines multipropósitos de árboles y arbustos leguminosos forrajeros, autóctonos de la zona, se hace indispensable como elemento que aporta sostenibilidad a los sistemas agropecuarios o agrosilvopastoriles de las zonas tropicales, con suelos altamente vulnerables, por el alto riesgo de degradación y baja capacidad de autorrecuperación (resiliencia) que tienen bajo un uso y manejo convencional (Chistinck *et al.*, 1997; Florentino, 1998b; Florentino, 2000).

En la zona del Valle de Yaracuy, existe una gran diversidad de especies arbustivas, con amplio potencial forrajero, que son autóctonas y abundantes en esa región, entre ellas se encuentra la leguminosa *Gliricidia sepium*, conocida localmente como “mata ratón”, con gran valor nutritivo, y características agronómicas que facilitan su incorporación en las

zonas de pastoreo, ya sea como cercas vivas, bancos de proteína o en asociación con el pasto gramínea en diferentes arreglos espaciales (hileras simples o dobles o distribuidas uniformemente en el potrero, entre otros.). Escobar (1997) señala que la presencia de *Gliricidia sepium* en potreros para el pastoreo de bovinos mejora los índices de productividad animal en el trópico al aumentar la cantidad y calidad nutritiva de la oferta forrajera. Adicionalmente, esta leguminosa sembrada sobre suelos altamente degradados contribuye y reactiva el ciclaje de nutrientes en el sistema suelo-planta animal, con énfasis en N y P, así como en las asociaciones simbióticas con microorganismos del suelo y su efecto en la productividad (Gutiérrez *et al.*, 2004). Los animales son consumidores secundarios. Su salud es el fiel reflejo de la salud de las plantas, que a la vez son el reflejo de la salud del suelo donde crecen (Hermans y Vereijken, 1995; Restrepo, 2000).

Por otro lado, existen recursos biológicos a nivel de finca o sistema de producción que bajo los enfoques convencionales son identificados como un problema, mientras que visto de otro modo se puede considerar para su uso como un insumo de gran valor que aporte materia orgánica y nutrientes al suelo, incremente la actividad biológica y aumente la capacidad de retención de agua, principalmente en suelos muy arenosos. Como ejemplo se tiene la planta acuática *Salvinia auriculata*, considerada maleza en muchos de los embalses de Venezuela, con hojas flotantes y hojas sumergidas, pues carece de raíces verdaderas, ya que en cada nudo, una de las hojas con limbo muy dividido hace las veces de órgano absorbente. Esta planta que presenta alta capacidad reproductiva, puede ser utilizada como residuo orgánico aplicado a suelos de muy baja capacidad de retención de agua, en la búsqueda de una mayor eficiencia de uso del agua de lluvia o riego por los cultivos. Algunos investigadores señalan que las especies de *Salvinia*, de hábito flotante, se caracterizan por una elevada tasa de crecimiento y son capaces de cubrir grandes extensiones sobre los cuerpos de agua y que actualmente son catalogadas como plantas problemáticas en sistemas hidráulicos y represas de varios países del mundo, por lo que el uso de estas “malezas acuáticas” con fines económicos podría ser una vía que condujera al control de las poblaciones de diferentes especies tales como *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* y *Salvinia auriculata* (Zambrano, 1974; Velásquez, 1994).

En Upata (Estado Bolívar), una de las regiones más antiguas del planeta, los suelos son muy evolucionados, arenosos, pH ácido, muy baja capacidad de retención de agua y nutrientes (SVCS, 1977), y el principal uso es la producción de forraje para la alimentación del ganado bovino, existiendo la posibilidad de mejorar la sustentabilidad de estos sistemas de producción con la siembra de samanes (*Phytocelobium saman*), que además de aportar sombra y alimento para el ganado, contribuye a mejorar la capacidad productiva de estos suelos.

Basado en estos principios, se desarrollaron estas investigaciones cuyos objetivos fueron: 1) Evaluar el efecto de la incorporación de residuos vegetales secos de *Salvinia auriculata*, considerada maleza en los embalses de la zona, sobre la retención de humedad de un suelo arenoso (Ultisol) y la eficiencia de uso del agua por plantas de samán (*Pithecelobium saman*) en viveros y 2) Evaluar la productividad de la leguminosa *Gliricidia sepium* en

asociación con pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) en suelos con graves limitaciones de profundidad efectiva y de fertilidad natural.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento 1

Uso de residuos vegetales secos de *Salvinia auriculata*.

En esta investigación se planteó utilizar esta planta acuática como un recurso local (insumo) para mejorar las condiciones hídricas del suelo para la propagación sexual, a nivel de invernadero, del samán (*Phytocelobium saman*) con miras a establecer sistemas agrosilvopastoriles que aporten sostenibilidad al mismo.

El ensayo se realizó en el año 2002 (enero-abril) en el invernadero del instituto de Edafología de la Facultad de Agronomía-UCV, se utilizó un suelo muy arenoso representativo de la zona (0-20 cm de profundidad) y cultivado por muchos años con pastos *Urochloa decumbens* asociada con *Urochloa humidicola*. y residuos secos al aire del helecho acuático *Salvinia auriculata* provenientes del “Hato Martha Teresa, ubicado en la carretera nacional Upata-Guasipati, km 55, del Edo. Bolívar. Las características químicas de este suelo y de los residuos pueden observarse en las Tablas 1 y 2 respectivamente.

El helecho fue colectado en un embalse de la finca y se secó al aire. Se plantea que sus extensos órganos absorbentes (falsas raíces aterciopeladas) podrían contribuir a aumentar la capacidad de retención de humedad de los suelos en estudio, al incorporar los residuos de toda la planta a estos en una relación 50:50 en volumen, a la vez que aporta materia orgánica y nutrientes a través de su humificación y mineralización. Velásquez (1994) reporta algunos contenidos minerales de esta planta en base a valores promedio de biomasa seca: P:2,0%; Ca:0,2%; Mg:0,4%; Na: 0,8%; K:1,8%.

Las unidades experimentales consistieron en bolsas plásticas de 20 cm de diámetro y 30 cm de altura efectiva que permitían drenaje libre. El experimento se planificó siguiendo los lineamientos de un “diseño factorial en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas”. Los tratamientos de residuo fueron: 1) 100 % suelo-pm1 (testigo) y 2) 50% de suelo mezclado uniformemente con 50% de residuos (pm2) en volumen. Los tratamientos de frecuencia de riego fueron: Cada 4, 8 y 20 días (FR1, FR2, FR3 respectivamente). Las densidades aparentes alcanzadas fueron 1,57 Mg/m³ para pm1, similar a la obtenida en campo (1.60 Mg/m³), y de 1.08 para pm2. Luego del llenado de las unidades experimentales (36 en total) se procedió a saturar el suelo por capilaridad y a transplantar el samán pregerminado por 24 horas. La duración del ensayo fue de 105 días; período que se inició con la siembra de las semillas

pre-germinadas de samán *Pithecellobium saman* (3/pote), para dejar luego 1 sola planta . El día 25 después de la siembra (25 dds) se comenzó a implementar las tres frecuencias de riego (durante 80 días) según los tratamientos establecidos y, al finalizar el día 105 después de la siembra (105 dds), se concluyó el ensayo.

Tabla 1. Características físicas y químicas del suelo bajo estudio

ELEMENTO	RESULTADOS
Arcilla (A, %)	4
Limo (L, %)	5
Arena (a, %)	91
Muy gruesa	4
Gruesa	27
Media	34
Fina	28
Muy fina	7
Textura	Arenosa
pH (1:1 Agua)	6,14
Conductividad eléctrica 1:1 (C.E, dS/m)	0,090
Materia orgánica (M.O, %.)	2,08
* Fósforo (P, mg/kg)	4
* Potasio (K, mg/kg)	13
* Calcio (Ca, mg/kg)	242
* Sodio (Na, mg/kg)	6
* Magnesio (Mg, mg/kg)	50
Nitrógeno (N, mg/kg)	0,066
Azufre (SO ₄ , mg/kg)	7
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC, cmol/kg)	6,20

(*) Extracción de nutrientes disponibles con solución Carolina del Norte (ácido sulfúrico 0.025 N y ácido clorhídrico 0.05 N). La metodología utilizada en todos los análisis químicos está reportada en Métodos de análisis de suelos y plantas del Instituto de Edafología, 1994.

Tabla 2. Caracterización de los residuos del helecho acuático *Salvinia auriculata*. luego de su cosecha

ELEMENTO	RESULTADOS
Carbono orgánico (%)	41,92
Nitrógeno (N) (%)	0,805
Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)	51,1
Fósforo (P) (%)	0,07
Potasio (K) (%)	1,93
Calcio (Ca) (%)	0,83
Magnesio (Mg) (%)	0,29
Sodio (Na) (%)	1,16
Hierro (Fe) (mg/Kg)	1500
Cobre (Cu) (mg/Kg)	7
Zinc (Zn) (mg/Kg)	23
Manganeso (Mn) (mg/Kg)	1100

Metodología utilizada en el Laboratorio de Suelos, Aguas, Abonos y Foliare (Edafofinca C.A.), ubicado en Cagua, Estado Aragua

Evaluaciones realizadas

Se determinó la cantidad de agua retenida por el suelo cada 48 h, expresado como % de su máxima capacidad de retención de agua, así como la lámina de agua (mm) consumida por las plantas. En las plantas se midió altura de plantas (cada 7 días), diámetro basal del tallo (a los 90 y 105 días) y producción de biomasa (g) a la cosecha(105 días).

Con esta información se calculó un Índice de Eficiencia del uso de agua por las plantas (EUA) de samán, calculado:

$$\text{EUA} = \frac{\text{Lámina total de agua consumida por las plantas (mm)}}{\text{Producción total de biomasa aérea(g)}}$$

Los datos obtenidos de las variables evaluadas fueron sometidos a análisis de varianza y pruebas de normalidad y de homogeneidad. También se realizaron pruebas de medias de Duncan a un nivel de probabilidad de 95 %. (Chacín, 2000).

Experimento 2

Productividad de la leguminosa *Gliricidia sepium* en asociación con pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) en suelos con graves limitaciones de profundidad efectiva y de fertilidad.

Este estudio se desarrolló en el Campo Experimental de la Fundación para la Investigación Agrícola DANAC, vía San Javier – Guarataro, Municipio San Felipe del estado Yaracuy en un sistema de producción integral de Agricultura Tropical Sostenible (ATS) de 16 ha que ha desarrollado la Fundación Polar desde 1997 en este campo (Messa *et al.*, 1998; Ruiz-Silvera y Messa, 2000), en potreros de pasto para pastoreo directo de bovinos, con una asociación de gramínea (*Cynodon nlemfluensis*) y leguminosa (*Gliricidia sepium*) sembrada en hileras dobles. Con una temperatura media mensual de 27°C, altitud de 100 m.s.n.m., precipitación promedio anual de 1.296 mm y un período de lluvias definido entre los meses de mayo y noviembre (CALTEC, 1986)

Esta leguminosa es una planta arbustiva muy abundante en la zona en condiciones naturales, que ha sido incorporada al ATS por su fácil reproducción y adaptabilidad a los suelos predominantes del sistema de producción bajo estudio (decapitados por erosión hídrica, con fuertes limitaciones de profundidad efectiva, fertilidad y alto riesgo a la degradación física). Estos suelos presentan un estrato con carácter de fragipán, aparentemente discontinuo, y de espesor variable que puede ser restrictivo al desarrollo radicular de los cultivos. El suelo fue clasificado por Torres y Madero (1999) como Vertic Luvisol (FAO-UNESCO, 1994) y como Vertic Haplustalf (Soil Survey Staff),. Estos suelos son franco arenoso sobre franco arcilloso gravoso y franco arcillo arenoso pedregoso.

En el Modelo Físico de ATS existen numerosos componentes inter-relacionados y divididos en sub-sistemas: bovino doble propósito, cerdos donde se encuentran plantas acuáticas, efluentes líquidos y biodigestor. También se encuentran siembras de leguminosas de grano, caña de azúcar, raíces y tubérculos y palmas; la presencia de barbacoas que son utilizadas para la horticultura, lombricultura, plantas medicinales y para bioabono. Con el fin de optimizar los procesos, los componentes y las interrelaciones en el Modelo Físico de ATS, la gerencia de esta unidad de producción planteó la necesidad de realizar estudios e investigaciones de diferentes tipos, entre ellos están el manejo sostenible del suelo dentro del cual se suscribe esta investigación (Messa *et al.*, 1998). En cada potrero se seleccionaron plantas de *Gliricidia sepium* con tres niveles de desarrollo vegetal: MR-Alta; MR-Media y MR-Baja, tomando como criterio cantidad de follaje, de ramas y grosor del tallo y con tres repeticiones cada una.

La *Gliricidia* fue sembrada en hileras dobles de 5X1X1 m y con el pasto estrella sembrado entre ellas. Las evaluaciones realizadas en las plantas fueron: altura, diámetro basal del tallo, producción de biomasa (comestible por el ganado) y contenido total de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) (Metodología de análisis de suelos y plantas del Instituto de Edafología, 1993) y en el suelo se evaluó densidad aparente, resistencia mecánica (según lo reporta Plá, 1983), profundidad y espesor de la capa tipo fragipán y concentración de raíces en el perfil de suelo mediante el uso

del método del perfil, utilizando cuadrículas de 2 cm (Schuurman y Goedewaagen, 1965). Los resultados fueron sometidos a análisis estadístico y pruebas de media.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio de peso seco total (que incluye hojas y tallo) y los valores promedio de peso seco de hojas y de tallo, fueron significativamente superiores en los tratamientos pm2 con respecto a los tratamientos pm1 (Fig. 1).

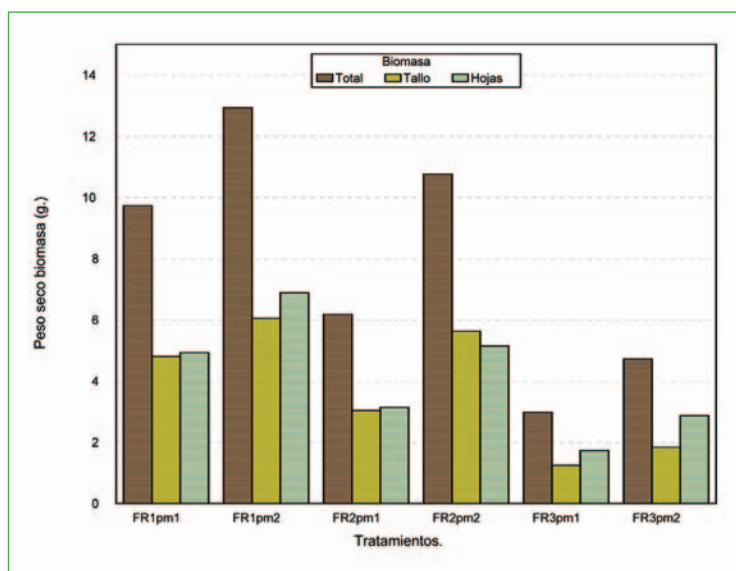


Figura 1. Biomasa de la parte aérea de las plantas de samán (peso seco)

Esto ocurrió dentro de las tres frecuencias de riego estudiadas, aunque la mayor diferencia se registró entre los tratamientos FR2pm2 y FR2pm1, cuyos pesos secos totales de la biomasa de la parte aérea fueron 10,76 g y 6,18 g respectivamente. En los tratamientos correspondientes a la FR1, los resultados de peso seco total de biomasa aérea fueron: FR1pm1 (9,73 g) y FR2pm2 (12,93 g), mientras que para los tratamientos pertenecientes a la FR3 los resultados fueron: FR3pm1 (2,98 g.) y FR3pm2 (4,72 g.). Los valores obtenidos en FR2pm2 en comparación con los obtenidos en el tratamiento FR1pm1, a pesar de que el tratamiento FR2pm2 fue sometido a una menor frecuencia de riego (cada 8 días) que el tratamiento FR1pm1 (cada 4 días); sin embargo, parece ser que la presencia de los residuos de *Salvinia auriculata* incorporados mejoran la capacidad de retención de agua del suelo y por lo tanto la eficiencia de uso de agua y nutrientes por las plantas.

Altura de plantas y condiciones hídricas del suelo (%H,g/g) a través del tiempo de riego

La evaluación de las condiciones de humedad del suelo a partir de los 25 dds (3ando se comenzaron a aplicar los tratamientos de riego) se presentan en las Fig. 2, 3 y 4 correspondiente a las frecuencias de riego FR1, FR2 y FR3 respectivamente.

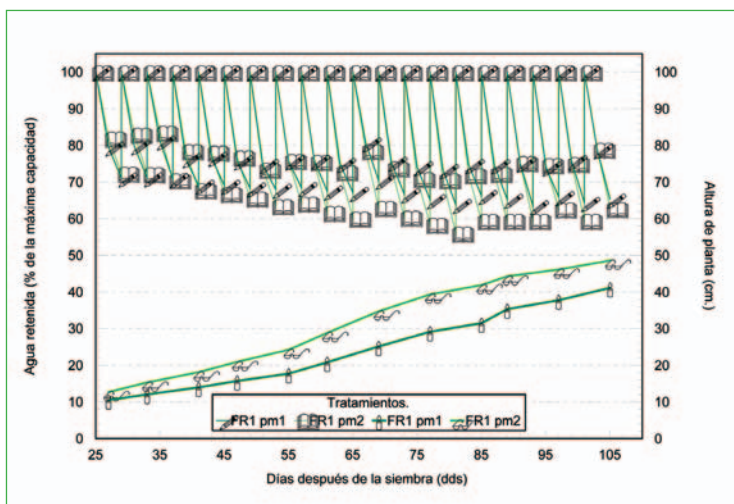


Figura 2. Variaciones del contenido de humedad de los suelos pm1 y pm2 para la FR1 y altura de las plantas de samán

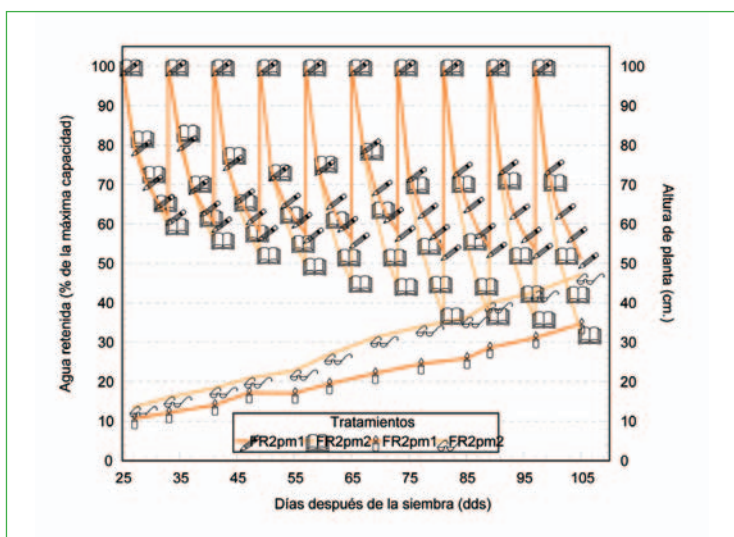


Figura 3. Variaciones del contenido de humedad de los suelos pm1 y pm2 para la FR2 y altura de las plantas de samán

En general, se puede observar que a medida que la frecuencia de riego disminuye; los valores de agua retenida por cada uno de los suelos correspondientes a cada tratamiento, expresada como porcentaje de la máxima capacidad de retención de agua, son cada vez menores, llegando en algunos casos a valores críticos sobre todo en los últimos días del ciclo de cultivo cuando las plantas han alcanzado cierto desarrollo y por lo tanto ha incrementado su demanda de agua. Así, para la FR1 (Fig. 2) los valores críticos de humedad obtenidos fueron: para FR1pm1 (63,43 %) a los 93 dds y FR1pm2 (56,06 %) a los 81 dds. En la FR2 (Fig. 3) estos valores fueron: FR2pm1 (51,24 %) 105 dds y FR2pm2 (32,11 %) 105 dds. Por último para FR3 (Fig. 4) los valores más bajos de humedad fueron: FR3pm1 (37,26 %) 105 dds y para FR3pm2 (14,02 %) 105 dds. Cabe destacar que no se han encontrado referencias con valores críticos para este cultivo.

En vista que, a medida que las plantas alcanzan mayor desarrollo el consumo de agua también es mayor, en las mismas Fig. 2, 3 y 4 también se muestran la evolución de la altura de plantas de samán para cada tratamiento, observándose que la altura de plantas en el tratamiento FR1pm2 (Fig. 4) es mayor que en FR1pm1, lo cual supone un mayor consumo de agua por FR1pm2 y por lo tanto un menor % H retenida en el sustrato correspondiente. Esta misma tendencia se puede observar en los tratamientos FR2pm1, FR2pm2 (Fig. 3) y FR3pm1 y FR3pm2 (Fig. 4).

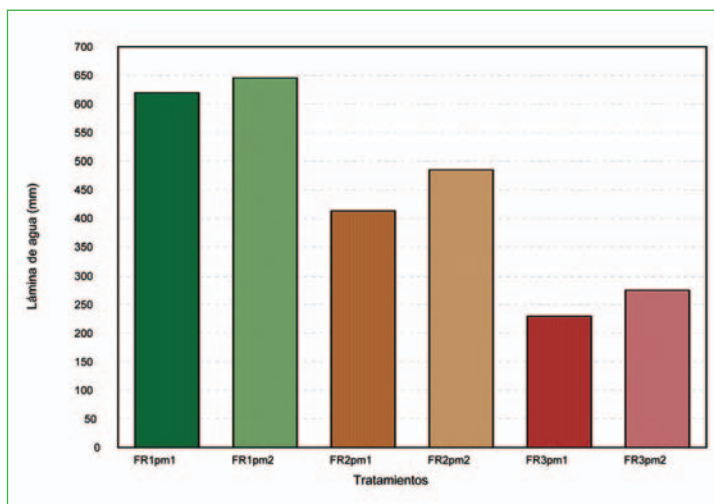


Figura 4. Variaciones del contenido de humedad de los suelos pm1 y pm2 para la FR3 y altura de plantas de samán

Estos resultados, en general, demuestran que la medida del contenido de humedad del suelo (% H) por sí sola no es un buen indicador de los efectos de los tratamientos en la retención de agua y en el desarrollo de las plantas de samán.

Consumo total y eficiencia de uso de agua por las plantas de samán

Consumo total de agua (CTA)

El consumo total de agua por las plantas de samán para las diferentes frecuencias de riego se muestra en la Fig. 5. Destaca, en general, que a medida que la frecuencia de riego es menor, el consumo de agua por las plantas de samán es también significativamente menor, mientras que al comparar el sustrato pm2 con el pm1, se observa que el consumo de agua en el primero (con helecho acuático incorporado) es superior al del segundo (suelo solo), y que este comportamiento es consistente para todas las frecuencias de riego.

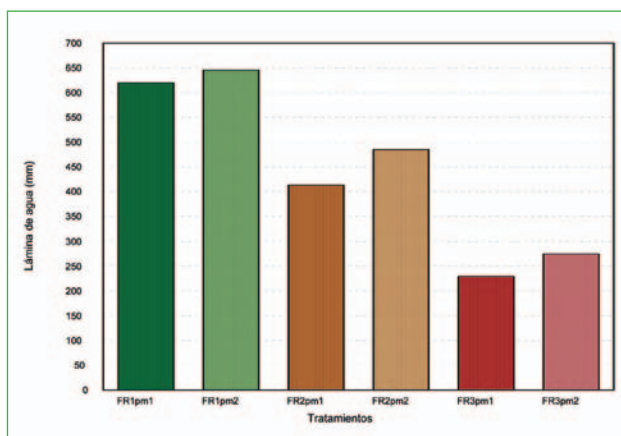


Figura 5. Consumo total de agua por las plantas de samán desde el inicio del riego (25 dds) hasta la cosecha (105 dds)

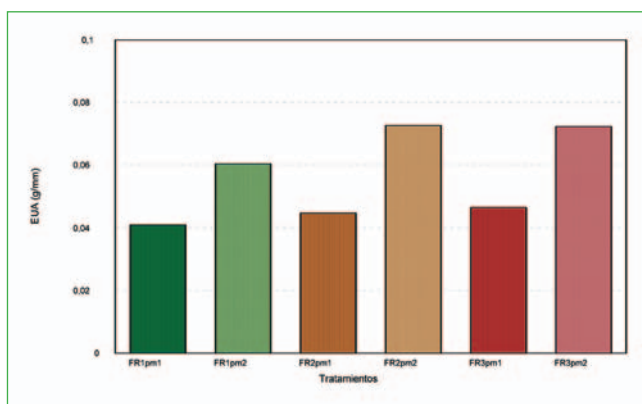


Figura 6. Eficiencia de uso de agua (EUA, g de biomasa fresca/mm de agua) por las plantas de samán

Eficiencia de uso de agua (EUA)

Se sabe que la cuantificación de las relaciones hídricas de las plantas es muy compleja, ya que a medida que hay mayor cantidad de agua disponible el crecimiento de las plantas es mayor y viceversa, a medida que la planta logra mayor desarrollo el consumo de agua es también mayor. En este sentido se determinó un índice de eficiencia de uso de agua (EUA) por las plantas, dividiendo el consumo total de agua/planta entre el peso total de biomasa aérea fresca, para cada una de las frecuencias de riego y sustratos evaluados (Fig. 6). Los resultados obtenidos demuestran que la EUA es mayor a medida que disminuye la frecuencia de riego y que la EUA para los tratamientos con helecho acuático (pm2) fue significativamente mayor que para el suelo solo (pm1). Cabe destacar que la FR2 presenta una EUA similar a la de la FR3, lo cual indica que, si consideramos que la producción de biomasa total aérea de las plantas de samán fue siempre mayor en pm2 en relación a pm1 y que hubo poca diferencia entre FR2pm2 y FR1pm2, es el tratamiento FR2pm2 el que presenta mejores resultados en su relación uso de agua con el desarrollo de las plantas. Esto permite un uso más sostenible del agua de riego, mayor capacidad productiva del suelo para este cultivo y un manejo ambiental más ecológico.

Experimento 2

En la Tabla 3 se muestran los resultados de las plantas evaluadas de *Gliricidia*, presentando diferencias significativas en cuanto a altura, diámetro basal del tallo (DBT) y peso húmedo y seco de biomasa comestible por el ganado. Los valores de producción de biomasa seca de *Gliricidia* de las plantas MT-Alta son superiores a los reportados por Messa *et al.*, (1998), quienes señalan, para las mismas condiciones de suelo, una producción promedio de 257 g/pl (0,567 Mg MS/ha/año) en la época seca.

Tabla 3. Altura de plantas, diámetro basal del tallo y biomasa verde y seca en plantas de *Gliricidia sepium* con diferentes niveles de desarrollo

PLANTA	ALTURA (cm)	DIÁMETRO BASAL DEL TALLO (cm)	PESO BIOMASA VERDE (G/PL)	PESO BIOMASA SECA (G/PL)	% DE HUMEDAD (BASE PESO HÚMEDO)
MR - Alta	213 a	34 a	1327.5 a	357.5 a	73.1
MR - Media	170 b	26 b	287.5 b	100 b	65.2
MR - Baja	110 c	12 c	132.5 c	56 c	57.7

Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas a un $P < 0.05$

Estos niveles podrían considerarse bajos si se comparan con rendimientos obtenidos en suelos de mayor capacidad productiva (hasta 1 kg de biomasa seca de forraje verde

aprovechable/planta a densidades de siembra de 1 x 1 m, reportado por CIPAV, 1997 y citado por estos mismos autores), pero considerando las características de los suelos donde se hizo este estudio, podrían considerarse valores aceptables, sobre todo al observar los contenidos totales de N, P, K, Ca y Mg en la biomasa comestible de las plantas (Tabla 4), principalmente en cuanto a N y P, elementos muy deficientes en estos suelos, lo cual refleja la potencialidad de esta leguminosa en generar simbiosis con ciertos microorganismos autóctonos para ser más eficiente en la aprovechabilidad de los nutrientes y disponibilidad para los animales y su reciclaje hacia el suelo al aportar materia orgánica al mismo.

Tabla 4. Contenido total de nitrógeno(N), fósforo(P), potasio(K), calcio(Ca) y magnesio(MG) en plantas de *Gliricidia sepium* con diferentes niveles de desarrollo

PLANTA	N (G/PL)	P (G/PL)	K (G/PL)	CA (G/PL)	MG (G/PL)
MR - Alta	9.14	0.93	5.59	4.03	0.38
MR - Media	2.67	0.56	0.56	0.61	0.05
MR - Baja	1.33	0.21	0.44	0.29	0.04

Tabla 5. Densidad aparente del suelo(Da), resistencia mecánica(RM) a la penetración, profundidad y espesor del fragipán y concentración de las raíces de las plantas de *Gliricidia sepium* con diferentes niveles de desarrollo

PLANTA	PROF. (cm)	DA (mg/m ³)	RM (MPA)	PROFUNDIDAD DEL FRAGIPÁN (cm)	ESPESOR DEL FRAGIPÁN (cm)	CONCENTRACIÓN DE RAÍCES (%)	TEXTURA (% DE ARCILLA)
MR - Alta	0-5	1.39	0.50	> 25 cm	> 3	15	Fa
	5-25	1.48	0.13			33	Fa
	25-30	1.58	0.16			2	Fa
MR - Media	0-5	1.64	0.88	> 17 cm	> 5	2	Fa
	5-20	1.77	1.97			2	Fa
	20-30	1.65	2.25			6	FAa
MR - Baja	0-5	1.54	1.97	< 10 cm	> 10	2	Fa
	5-10	1.74	2.25			6	Fa
	10-30	1.66	2.25			0	Fa

En cuanto a las condiciones físicas del suelo donde se desarrollaron las plantas de *Gliricida sepium*, se puede observar en la Tabla 5 que el desarrollo de las plantas y producción

de biomasa está determinado fundamentalmente por la profundidad y espesor del fragipán y su resistencia mecánica al desarrollo de las raíces; igualmente la concentración relativa de las raíces permite identificar un mayor desarrollo de éstas en las capas hasta los 25 cm de profundidad en MR-Alta, en relación a MR-Media y MR-Baja donde el desarrollo radicular fue muy bajo (Taylor y Brar, 1991; Florentino, 1989).

Es importante comentar que *Gliricidia sepium*, como leguminosa abundante en la zona bajo estudio, constituye un recurso fundamental que puede contribuir a la sostenibilidad del sistema de producción al ser incorporada como alternativa tecnológica al mismo aumentando su diversificación; a pesar de la baja fertilidad natural y nivel de degradación de estos suelos.

Los resultados obtenidos sirven como información de referencia para evaluar también la sostenibilidad ecológica de este subsistema.

4 ▶ CONCLUSIONES

Con base a los estudios realizados se concluye que tanto la *Salvinia auriculata* como la *Gliricidia sepium* pueden ser utilizadas como estrategia tecnológica, disponible a nivel local, que aportan sostenibilidad al sistema.

La incorporación de residuos de *Salvinia* al suelo arenoso utilizado mejoró las condiciones hídricas del mismo para el desarrollo de las plantas de samán. Las plantas de samán en los tratamientos pm2 (con helecho acuático incorporado) mostraron valores de altura de plantas significativamente superiores a los de pm1 (sin helecho) para todas las frecuencias de riego (FR1, FR2 y FR3).

En cuanto al consumo total de agua por las plantas de samán se encontró que a medida que la frecuencia de riego fue menor el consumo de agua (mm) por las plantas también fue menor, siendo levemente superior para los tratamientos con residuo incorporado(pm2). En cuanto a la eficiencia de uso de agua (g de biomasa fresca/mm de agua utilizada) por las plantas de samán, ésta fue significativamente mayor en los tratamientos con helecho acuático (pm2) e incrementó a medida que la frecuencia de riego fue menor. La FR2 resultó ser la mejor en cuanto a la eficiencia de uso de agua por las plantas de samán al incorporar el helecho acuático al suelo.

La *Gliricidia sepium* como potencial forrajero para el ganado bovino en el ATS constituye un elemento de sostenibilidad, ya que son plantas que se adaptan rápidamente a las condiciones locales y específicamente al suelo de muy baja calidad presente en este sub-sistema de producción integral, lográndose una producción de biomasa en condiciones donde otras especies sin la aplicación de agroquímicos no podrían lograrlo.

5 ► AGRADECIMIENTOS

Los autores (as) agradecen todo el apoyo recibido de la Fundación DANAC y Fundación Polar para la realización de este trabajo y especialmente al Ing° Carlos Ruiz y demás personal técnico del ATS.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **BUDELMAN, A. 1989**

Effect of application of the leaf mulch of *Gliricidia sepium* on early development, leaf nutrient contents and tuber yields of water yam. (*Dioscorea alata*). *Agroforestry Systems* 8:243-256.

- **CALTEC 1986**

Estudios Agrológicos a nivel semidetallado en 346,9 ha ubicadas en la Hacienda Naranjal. Municipio San Javier, Distrito San Felipe, Estado Yaracuy, Venezuela. Informe.

- **CHACÍN, F. 2000**

Diseño y análisis de experimento I. Edic. del Vicerrectorado Académico, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 387 p.

- **CHISTINCK, A.; PROLST, K. Y SCHULTZE - KRAFT, R. 1997**

Ecological impact of tropical pastures and the potential of forage plants for sustainable land use systems in the tropics. *Plits* 15(1): 2-32.

- **ESCOBAR, A. 1997**

Los árboles forrajeros en los sistemas de producción animal. Seminario-Taller "Perspectivas de la investigación agroforestal en Venezuela. Presente y futuro". Resumen de conferencias. DANAC. Yaracuy-Venezuela. 22-25 p.

- **FLORENTINO, A. 1989**

Efecto de compactación sobre las relaciones hídricas en los suelos representativos de la Colonia Agrícola de Turén (Estado Portuguesa) Su incidencia agronómica. Facultad de Agronomía. UCV, Maracay, Venezuela. Tesis de Doctorado. Postgrado en Ciencias del Suelo. 207 p.

- **FLORENTINO, A. 1998 A**

Guía para la evaluación de la degradación del suelo y de la sostenibilidad del uso de la tierra: Selección de indicadores y valores críticos. Instituto de Edafología. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay, 11p.

- **FLORENTINO, A. 1998 B**

Papel de las leguminosas en la Conservación de Suelos. Compendio del Seminario Internacional "Cobertura de Leguminosas en Cultivos Permanentes. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía, Santa Bárbara. pp.158-173.

- **FLORENTINO, A. 2000**

Manejo de cultivos y de suelos tropicales. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Rural*, Año V, N° 6, 98-114 pp.

- **GUTIÉRREZ, B.; ACEVEDO, F.; BUSTAMANTE, C.; CORREDOR, G.; ESCOBAR, C.; CAMACHO, A. Y PLAZA, J. 1999**

Plan de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Sistemas Agro-forestales. <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Gutierrz.htm> (Consulta: Julio 2004).

- **HERMANS, C. Y VEREIJKEN, P. 1995**

Sustainable Nutrient Management in Animal Husbandry. En "Proceeding of the Third International Conference of Soil Management. in sustainable agriculture"; University of London, H.F. Cook y H. E. Lee Editors, Wye College Pres, U.K 61-70 p.

• **LAL, R. 1999**

Métodos para a avaliacao do uso sustentavel dos recursos solo e agua nos trópicos. Traducido y adaptado por C. Conti y J. F. Dymas. Jaguariúna. EMBRAPA Meio Ambiente, Brasil, 97 p.

• **LEÓN, M. 1993**

Efecto de sistemas de labranza conservacionista con uso de leguminosa en un Alfisol de la zona maicera de Yaracuy. Tesis de Postgrado. Facultad de Agronomía, UCV, Maracay, Venezuela. 161 p.

• **MESSA, H.; RUIZ - SILVERA, C. Y ESCOBAR, A. 1998**

Establecimiento y Evaluación de un Modelo Físico de Agricultura Tropical Sostenible. In : Taller Internacional Agricultura Tropical Sostenible: Experiencias y Desafíos para el Tercer Milenio (San Javier, Yaracuy, Venezuela. 27-29 de Octubre de 1998) Fundación DANAC.

• **MÉTODOS DE ANÁLISIS DE SUELOS Y PLANTAS DEL INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA 1993**

Cuadernos Agronomía, Año 1 N° 6, Maracay, 89 p.

• **PLA, I. 1983**

Metodología para la caracterización física con fines de diagnósticos y problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Revista Alcance N°3. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 112 p.

• **RESTREPO, J. 2000**

La agricultura orgánica. La construcción y la sostenibilidad de un nuevo paradigma. Unión de Cooperativas Agropecuarias "H.M.M", Estelí, Nicaragua, 24 p.

• **RUIZ - SILVERA, C. Y MESSA, H. F. 2000**

Manual de gestión de un Modelo Físico de Agricultura Tropical Sostenible. Memoria Descriptiva. Vol. I. Fundación DANAC/Fundación Polar. Colección Información y Documentación en ATS. Serie Manuales y Folletos Divulgativos N° 2. San Javier, Edo. Yaracuy. 68 p.

• **SCHURMAN, J. J. Y GOEDEWAAGEN, M. A. J. 1965**

Methos for the examination of root systems and roots. Institute for Soil Fertility. Centre for Agricultural Publications and Documentation, Wageningen, 85 p.

• **SMITH, O. H.; PETERSEN, G. W. Y NEEDELMAN, B. A. 2000**

Environmental indicators of agroecosystems. Advances in Agronomy 69:75-97.

• **SVCS. 1977**

Los recursos naturales renovables de la región de Guayana. Boletín Técnico N° 24. Maracay, Venezuela. 10 p.

• **TAYLOR, H. Y BRAR, G. 1991**

Effect of soil compaction on root development. Soil & Tillage Res. , 19(2-3): 111-119.

• **TORRES, S. Y MADERO, L. 1999**

Suelos de Referencia de la Depresión del Yaracuy (Valle Alto y Medio). Resumen de características. Centro de Información y Referencia de Suelos (CIRS). Instituto de Edafología. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay. 75 p.

• **VELÁSQUEZ, J. 1994**

Plantas acuáticas vasculares de Venezuela. Edt. CDC/UCV. Caracas. 992 p.

• **ZAMBRANO, J. O. 1974**

Las malezas acuáticas 1. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ) 2 (4): 87-94.

EFECTO BENEFICIOSO DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA SOBRE LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO

GARCÍA GALAVÍS, P. A.; SANTAMARÍA LINAZA, C.; RUÍZ PORRAS, J. C. Y DAZA ORTEGA, A.

C.I.F.A. "Las Torres - Tomejil", Apartado 41200. Alcalá del Río (Sevilla)

E-mail: antonio.daza.ext@juntadeandalucia.es

RESUMEN

Los microorganismos del suelo pueden verse seriamente perjudicados por prácticas agrícolas convencionales que conllevan el uso frecuente de pesticidas y una disminución relevante de los niveles de materia orgánica de los suelos. La agricultura ecológica tiene como ejes fundamentales de su desarrollo una fertilización basada en la materia orgánica y la no utilización de pesticidas y abonos sintéticos (Lampkin, 1998). En este trabajo se estudia la influencia que el manejo ecológico tiene sobre las poblaciones de microorganismos (bacterias y hongos) del suelo. El estudio se ha realizado en un suelo franco de pH 8, situado en el Valle del Guadalquivir (Alcalá del Río, Sevilla). Se han comparado las fracciones cultivables de microorganismos de parcelas que llevan 5 años sometidas a manejo orgánico frente a controles en agricultura convencional. Los datos indican que las parcelas orgánicas tienen alrededor de 2 veces más bacterias y aproximadamente 3 veces más hongos que los controles. Esta diferencia fue más evidente en los primeros 15 cm de profundidad, donde se concentra mayoritariamente la microbiota. Se ha comprobado que en un medio nutritivo pobre se obtienen valores más elevados de bacterias (estimados como unidades formadoras de colonias, u.f.c.) que en un medio rico. La adición de calcio al medio nutritivo incrementó sólo ligeramente las u.f.c. y la utilización de gelano, en vez de agar, como agente gelificante, tuvo un efecto negativo. El análisis de una fracción de las bacterias aisladas indica que el grupo parataxonómico más importante en ambos tipos de suelos es el constituido por los bacilos Gram+ esporuladores (en torno al 60%); les sigue en abundancia los grupos de cocos (aproximadamente 16%) y los actinomicetos (13%).

PALABRAS CLAVE: BACTERIAS, HONGOS, BIODIVERSIDAD, MANEJOS ORGÁNICO Y CONVENCIONAL

1 ► INTRODUCCIÓN

El suelo no es sólo el soporte para el anclaje de las plantas, sino que es un ecosistema complejo que contiene una gran variedad de especies biológicas, muchas de las cuales son muy activas. Las raíces de las plantas, los hongos y las bacterias son, tanto por número como por biomasa, los tres componentes vivos esenciales de los suelos (Killham, 1994). La inmensa mayoría de la biota del suelo obtiene su energía y nutrientes de los minerales, la materia orgánica o de la misma biota. El contenido en materia orgánica de un suelo representa la fuente dominante de nutrición microbiana. La diversidad y actividad de los microorganismos del suelo, además de ser un factor clave de la fertilidad del mismo (Pauli, 1967), es también esencial para la estabilidad y funcionamiento de los ecosistemas naturales y agrosistemas (Kennedy y Smith, 1995; Alkorta *et al.*, 2003), y garantiza los ciclos de nutrientes y la descomposición del material vegetal (Mc Gill *et al.*, 1986; Barea, 1998).

En concreto, el volumen del suelo que rodea a las raíces de las plantas (rizosfera) y la misma superficie radical (rizoplana) constituyen espacios nutritivamente enriquecidos gracias a los exudados radicales y en los que se concentran de una forma especial las bacterias y hongos, interaccionando entre sí y con las plantas (Lynch, 1990).

Los microorganismos desarrollan en la rizosfera actividades metabólicas muy importantes para las plantas que podrían ser susceptibles de una aplicación práctica en agricultura (Bowen y Rovira, 1999). Entre los microorganismos del suelo beneficiosos para las plantas están las PGPRs (del inglés plant-growth-promoting-rhizobacteria (Kloepper *et al.*, 1991) y los hongos formadores de micorrizas vesículo-arbusculares (VA), que establecen simbiosis con la mayoría de las plantas de interés agronómico (Barea, 1991; Honrubia *et al.*, 1992).

Cada día hay más evidencias de que el establecimiento de la simbiosis micorrízica y las interacciones de los hongos VA con otros microorganismos beneficiosos del suelo ejercen efectos positivos tanto para la propia estructura del suelo como para la planta, potenciando su adquisición de nutrientes y protegiéndole de los patógenos (Fitter y Garbaye, 1994; Suresh y Bagyaraj 2002; Sharma y Johri, 2002).

En este trabajo se estudia el efecto que el manejo del suelo, convencional o ecológico, tiene sobre las poblaciones de microorganismos (bacterias y hongos) del mismo. El estudio se está realizando en un suelo franco de pH 8, situado en el Valle del Guadalquivir (Alcalá del Río, Sevilla).

En un principio se han analizado las fracciones cultivables de hongos y bacterias en el conjunto del suelo y posteriormente se estudiará mediante técnicas de epifluorescencia y biología molecular las poblaciones totales y la biodiversidad existente. Finalmente la investigación se centrará en el estudio de las poblaciones rizosféricas asociadas a portainjertos de frutales en manejo ecológico con la finalidad de profundizar en el conocimiento básico y aplicado de los microorganismos beneficiosos para las plantas.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

En la finca experimental del CIFA “Las Torres”, que presenta un suelo de tipo franco, se dispone de una serie de parcelas experimentales, en manejo ecológico desde 1998, en las que se ha venido realizando una rotación de cultivos con diferentes especies de hortalizas con sus correspondientes parcelas control en agricultura convencional. En ambos tipos de suelo se han plantado, en febrero de 2004, 60 ejemplares de cada uno de los portainjertos de frutales siguientes: Mariana GF 8-1, Mariana 2624, NemaGuard, INRA G.F.677 y Garnem (Garfi x Nemared 15). Cada otoño se procederá al arranque de una fracción de los mismos y se aislarán y analizarán las bacterias y hongos del entorno rizosférico (rizosfera y rizoplana).

En el momento de la plantación se comenzó a analizar la evolución de las poblaciones microbianas cultivables de ambos tipos de suelo. La cuantificación de las poblaciones microbianas en los primeros 15 cm de suelo se ha llevado a cabo mediante diluciones seriadas y siembras en medios específicos (Martin, 1950; Mukerji *et al.*, 1998; Ellis *et al.*, 2003). El aislamiento de las bacterias se ha llevado a cabo en el medio rico TSB (conteniendo por litro: 17 g de peptona de caseína, 3 g de peptona de soja, 5 g NaCl, 2,5 g K₂HPO₄, 2,5 g glucosa) y un medio pobre constituido por un caldo nutritivo diluido a razón de 2 g por litro (Nutrient Broth acc., Scharlau). Ambos medios se solidificaron mediante la adición de 2% de agar. El pH se ajustó a 7,3 y se esterilizó en autoclave durante 20 min a 120 °C; posteriormente se adicionó al medio el antifúngico cicloheximida (50 ppm). Para el aislamiento de los hongos se utilizó el medio PDA (Sigma Chemical, Co.) suplementado con 50 ppm de los antibióticos cloranfenicol y kanamicina. Aunque éstas fueron las condiciones más utilizadas, en ocasiones se introdujeron algunas modificaciones que se comentan en Resultados.

La clasificación de los aislamientos bacterianos en grupos parataxonómicos se hizo en base a su morfología, tinción de Gram y capacidad para formar esporas.

Los análisis estadísticos de la varianza (ANOVA) y el test SNK de comparación de medias ($p < 0,05$) se realizaron con el programa Statistix (NH Analytical Software, USA).

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inicialmente se utilizó en los aislamientos el medio rico TSA, medio ampliamente utilizado en estudios microbiológicos, que permite el crecimiento de bacterias muy diversas. Aunque este medio se ajusta a pH 7,3, que ya es un obstáculo para el crecimiento de muchos hongos, no obstante se adicionó también un antibiótico antifúngico como la cicloheximida, constatándose una inhibición casi total de los hongos. Se probaron diluciones de suelo desde 10⁻³ hasta 10⁻⁷, siendo la dilución 10⁻⁶ la más adecuada para obtener un

número adecuado de u.f.c. por placa (aproximadamente 50-100). Janssen *et al.* (2002) han optimizado la recuperación de bacterias cultivables de un suelo utilizando un medio de cultivo muy diluido al que se adiciona cloruro de calcio y que contiene gelano como agente solidificante. En consecuencia, se analizó también la eficacia de un medio nutritivo pobre en nuestras condiciones. El medio empleado, denominado DNA por “Diluted Nutrient Agar”, ha sido el caldo nutritivo de la casa Scharlau, pero utilizado a razón de 2 g por litro en vez de 13 g por litro.

Tabla 1. Comparación de la eficacia del medio nutritivo rico (TSA) y el medio pobre (DNA) para el aislamiento de bacterias desde un suelo franco sometido a agricultura convencional

MEDIO	POBLACIÓN (U.F.C. /G SUELO SECO ; LOG)				
	Fecha de muestreo				
	28-V-2004	8-VI-2004	16-VI-2004	25-VI-2004	Media
DNA	7,674 a (4,72x10 ⁷)	7,439 a (2,75x10 ⁷)	7,994 a (9,86x10 ⁷)	8,076 a (1,19x10 ⁸)	7,793 a (6,21x10 ⁷)
TSA	7,140 b (1,40x10 ⁷)	7,008 b (1,01x10 ⁷)	7,368 b (2,33x10 ⁷)	7,573 b (3,74x10 ⁷)	7,272 b (1,87x10 ⁷)
LSD	0.11470	0.1780	0,3657	0,1990	0,4773
Relación DNA/TSA	3,37	2,72	4,23	3,18	3,32

Tabla 2. Comparación de las poblaciones de bacterias cultivables en un suelo franco sometido a manejo ecológico o convencional

TIPO DE MANEJO	POBLACIÓN (U.F.C. /G SUELO SECO ; LOG)				
	Fecha de muestreo				
	2-II-2004	16-II-2004	28-V-2004	16-VI-2004	Media
Ecológico	8,059 a (1,14x10 ⁸)	8,118 a (1,31x10 ⁸)	8,042 a (1,10x10 ⁸)	8,156 a (1,53x10 ⁸)	8,093 a (1,23x10 ⁸)
Convencional	7,869 b (7,39x10 ⁷)	7,447 b (2,79x10 ⁷)	7,708 b (5,10x10 ⁷)	7,962 b (9,16x10 ⁷)	7,746 b (5,57x10 ⁷)
LSD	0.122	0.152	0,1079	0,119	0,283
Relación Eco/Conv	1,54	4,69	2,15	1,57	2,20

La Tabla 1 recoge los resultados comparativos obtenidos con TSA y DNA en la recuperación bacteriana desde el suelo convencional, y en ella se observa que con el medio DNA se obtuvieron aproximadamente tres veces más u.f.c. que con el medio TSA. Una diferencia similar se obtuvo en el aislamiento desde el medio en manejo orgánico.

Todos los valores son media de 4 repeticiones. Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente ($\Pi < 0.05$). Cuando se compararon las poblaciones bacterianas cultivables aisladas de los suelos en manejo convencional y ecológico se comprobó que en los cuatro muestreos realizados hubo una diferencia significativa favorable al suelo ecológico, obteniéndose aproximadamente el doble de u.f.c. (Tabla 2).

Tabla 3. Comparación de las poblaciones de hongos cultivables en un suelo franco sometido a manejo ecológico o convencional

TIPO DE MANEJO	POBLACIÓN (U.F.C. /G SUELO SECO; LOG)				
	Fecha de muestreo				
	2-II-2004	16-II-2004	2-VI-2004	16-VI-2004	Media
Ecológico	5,856 (7,17x10 ⁵)	5,873 (7,46x10 ⁵)	5,660 (4,57x10 ⁵)	5,673 (4,70x10 ⁵)	5,766 (5,83x10 ⁵)
Convencional	5,229 b (1,69x10 ⁵)	5,223 b (1,67x10 ⁵)	5,047 b (1,11x10 ⁵)	5,215 b (1,64x10 ⁵)	5,179 b (1,51x10 ⁵)
LSD	0,114	0,176	0,093	0,184	0,176
Relación Eco/Conv	4,24	4,46	4,11	2,86	3,86

Todos los valores son media de 4 repeticiones. Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente ($\Pi < 0.05$). Los dos primeros muestreos se han realizado en medio TSA y los dos siguientes en DNA. Los datos están referidos a los primeros 15 cm de profundidad.

La dilución de suelo más adecuada para el recuento de hongos fue 10⁻⁴. En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos, que indican que también existen diferencias significativas entre los suelos sometidos a ambos tipos de manejo, obteniéndose cerca de cuatro veces más u.f.c. en el suelo orgánico (Tabla 3). Todos los valores son media de 4 repeticiones. Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente ($\Pi < 0.05$). Todos los muestreos se realizaron en medio PDA. Los datos están referidos a los primeros 15 cm de profundidad. Los valores son media de tres muestras. La toma de muestras y su análisis se realizó en junio de 2004.

Cuando los aislamientos se llevaron a cabo en los medios DNA y TSA suplementados con dos concentraciones de CaCl₂ (0,2 y 1 g por litro), en contra de lo sugerido por Janssen *et al.* (2002), no se ha observado ningún cambio significativo en los recuentos obtenidos. La sustitución del agar por gelano (0,8%) incluso provocó una ligera disminución en el número de microorganismos recuperados. Se ha determinado que los primeros 15 cm tienen aproximadamente el doble de microorganismos que la franja 15-30 cm. Además, se ha constatado que en este intervalo las diferencias poblacionales entre los suelos ecológico y convencional son menores que en la zona más superficial.

Un análisis preliminar sobre la biodiversidad bacteriana de los aislamientos, expresada como grupos parataxonómicos, sugiere que no existen diferencias relevantes entre ambos tipos de suelo, obteniéndose la siguiente distribución aproximada: bacilos positivos esporulados (61%), cocos (16%), actinomicetos (13%), bacilos negativos (7%) y bacilos positivos no esporulados (3%).

Tabla 4. Análisis químico de un suelo franco sometido a manejo ecológico o convencional

TIPO DE SUELO	ANÁLISIS QUÍMICO						
	N (%)	P (mg/Kg)	K (mg/L)	Ca (meq/100 g)	Mg (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)
Ecológico	0,12	24,00	23,35	8,76	23,05	1,80	1,05
Convencional	0,07	11,60	12,07	7,82	15,36	0,78	0,52
	ANÁLISIS QUÍMICO						
	Mn (mg/L)	Fe (mg/L)	Na (mg/L)	Caliza activa (% CaCO ₃)	C.E. (dS/m)	pH	M.O. (%)
Ecológico	2,11	2,56	4,43	4,57	0,20	8,33	1,68
Convencional	1,70	2,26	3,57	4,88	0,18	8,36	1,07

La respuesta de los microorganismos del suelo a los cambios que ocurren en el mismo es en cierto sentido multimodal, observándose que sus poblaciones se ven afectadas por el tipo de suelo, las especies de plantas existentes, las distintas estaciones climáticas y el tipo de manejo del suelo (Wieland *et al.*, 2001). Existen algunos estudios que indican que los suelos nutridos orgánicamente suelen contener una mayor población microbiana activa que los suelos abonados con fertilizantes minerales (Powlson *et al.*, 1987; Gunalapa y Scow, 1998). En ocasiones se ha observado que la adición prolongada de materia orgánica ha provocado un incremento en la biomasa bacteriana, pero no en la fúngica (Marschner *et al.*, 2003). En el presente estudio se ha observado hasta este momento que en el suelo

ecológico las poblaciones cultivables, tanto bacterianas como fúngicas, son mayores que las obtenidas en el suelo sometido a manejo convencional. Probablemente estos resultados se deban, al menos en parte, al hecho de que el suelo en manejo orgánico ha mostrado unos valores en macro y microelementos ligeramente superiores (Tabla 4), aunque también podría pensarse que la utilización de pesticidas sintéticos en el suelo convencional puede haber provocado la disminución de las poblaciones microbianas.

4 ► AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración técnica de José Aragón y Rafael Sánchez. Pedro A. García Galavís disfruta de una beca predoctoral concedida por el IFAPA, Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALKORTA, I.; AMEZAGA, I.; ALBIZU, I.; AIZPURUA, A.; ONAINDIA, M.; BUCHNER, V. Y GARBISU, C. 2003**
Molecular microbial biodiversity assessment: a biological indicator of soil health. *Rev Environ Health* 18, 131-151.
- **BAREA, J. M. 1991**
Fijación de Nitrógeno y micorrizas. En: *Fijación Biológica de Nutrientes*, pp.125-128, eds. J. Olivares y J.M. Barea, CSIC. Madrid.
- **BAREA J. M. 1998**
Interacciones ecológicas de los microorganismos en el suelo y sus implicaciones en agricultura. En: *Agroecología y Desarrollo*, pp.165-184, coords. J. Labrador Moreno y M.A. Altieri. Serv. Publ. Universidad de Extremadura. Ed. Mundi Prensa.
- **BOWEN, G. D. Y ROVIRA, A. D. 1999**
The rhizosphere and its management to improve plant growth. *Advances in Agronomy* 66, 1-102.
- **ELLIS, R. J.; MORGAN, P.; WEIGHTMAN, A. J. Y FRY, J. C. 2003**
Cultivation-dependent and -independent approaches for determining bacterial diversity in heavy-metal-contaminated soil. *Applied and Environmental Microbiology* 69, 3223-3230.
- **FITTER, A. H. Y GARBAYE, J. 1994**
Interactions between mycorrhizal fungi and other soil organisms. En: *Management of Mycorrhizas in Agriculture, Horticulture and Forestry*, (A.D. Robson, L.K. Abbott y N. Malajczuk, eds) Kluwer Academic Publishers. London.
- **GUNAPALA, N. Y SCOW, K. M. 1988**
Dynamics of soil microbial biomass and activity in conventional and organic farming systems. *Soil Biol. Biochem.* 30, 805-816.
- **HONRUBIA, M.; TORRES, P.; DÍAZ, G. Y CANO, A. 1992**
Manual para micorrizar plantas forestales. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación

- **JANSSEN, P. H.; YATES, P. S.; GRINTON, B. E.; TAYLOR, P. M. Y SAIT, M. 2002**
Improved culturability of soil bacteria and isolation in pure culture of novel members of the divisions Acidobacteria, Actinobacteria, Proteobacteria, and Verrucomicrobia. *Applied and Environmental Microbiology* 68, 2391-2396.
- **KENNEDY, A. C. Y SMITH, K. L. 1995**
Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. *Plant Soil* 170, 75-86.
- Killham K. 1994. *Soil Ecology*. Cambridge University Press. U. K.
- **KLOEPFER, J. W.; ZABLOTOWIC, R. M.; TIPPING, E. M. Y LIFSHITZ, R. 1991**
Plant growth promotion mediated by rhizosphere colonizers. En: *The rhizosphere and plant growth*. Keister, D. L. y Cregan, P. B. (eds). Kluwer, Dordrecht, 315-326.
- **KLOEPFER, J. W.; SCHROTH, M. N. Y MILLER, T. D. 1980**
Effects of rhizosphere colonization by plant growth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. *Phytopathology* 70, 1078-1082.
- **LAMPKIN, N. 2001**
Agricultura Ecológica. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- **LYNCH, J. M. 1990**
The rhizosphere. John Wiley, New York
- **MARSCHNER, P.; KANDELER, E. Y MARSCHNER, B. 2003**
Structure and function of the soil microbial community in a long-term fertilizer experiment. *Soil Biol Biochem* 35, 452-461.
- **MARTIN, J. P. 1950**
Use of acid, rose bengale and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Science* 69, 215-232.
- **Mc GILL, W. B.; CANNON, K. R.; ROBERTSON, J. A. Y COOK, F. D. 1986**
Dynamics of soil microbial biomass and water-soluble organic C in Breton L after 50 years of cropping to two rotations. *J. Soil Sci.* 66, 1-19.
- **MUKERJI, K.; MANDEEP, G. Y VARMA, A. 1998**
Mycorrhizosphere microorganisms: screening and evaluation. En: *Mycorrhizal Manual* (A. Varma, ed.), Springer Lab. Manual, 1998, pp. 85-98.
- **PAULI, F. W. 1967**
Soil fertility. A biodinamical approach. Adam Hilder. London
- **POWELSON, D. S.; BROOKES, P. C. Y CHRISTENSEN, B. T. 1987**
Measurement of soil microbial biomass provides and early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. *Soil Biol. Biochem* 19, 159-164.
- **SHARMA, A. K. Y JOHRO, B. N. 2002**
Arbuscular-mycorrhiza and plant disease. En: *Arbuscular Mycorrhizae. Interactions in plants, rhizosphere and soils*. Sharma, A. K.; Johri, B. N. (eds). Science Publishers, Inc, Plymouth, UK. pp 69-96.
- **SURESH, C. K. Y BAGYARAJ, D. J. 2002**
Mycorrhiza-Microbe interactions: Effect on rhizosphere. En: *Arbuscular Mycorrhizae. Interactions in plants, rhizosphere and soils*. Sharma, A. K.; Johri, B. N. (eds). Science Publishers, Inc, Plymouth, UK. pp 7-28.
- **WIELAND, G.; NEUMANN, R. Y BACKHAUS, H. 2001**
Variation of microbial communities in soil, rhizosphere, and rhizoplane in response to crop species, soil type, and crop development. *Appl Environ Microbiol* 67, 5849-5854.

VALORACIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ Y UN COMPOST ECOLÓGICO PARA SU EMPLEO EN SEMILLEROS HORTÍCOLAS

LOZANO, D.; ARTURO DE JUAN, J.; RUBIO, M.; CAMPOS, I.; SALVADOR, D.; GARCÍA LORENZO, M. Y HORTELANO, T.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete (ETSIA)
Avda. de España, s/n. Campus Universitario. 02071 Albacete

RESUMEN

Los inconvenientes del empleo de turba, en la producción semillera, se asocian a su coste, disponibilidad y al agotamiento de reservas y alteración de ecosistemas. Este ensayo se realizó en la ETSIA de Albacete, desde octubre de 2002 a marzo de 2003, para valorar los efectos de siete sustratos (Compost agotado de champiñón (CAC); humus de lombriz; compost ecológico; sustrato ecológico, con turba; sustrato comercial referencia; mezclas del humus de lombriz y compost ecológico, con CAC), sobre cinco especies hortícolas (brócoli, coliflor, col, tomate, cebolla), en invernadero.

En el diseño experimental se establecieron 3 repeticiones, para las 35 combinaciones especie-sustrato. Se emplearon bandejas multialveolares, de polietileno negro. La toma de datos consistió en el seguimiento de la nascencia y de estados fenológicos. Se efectuaron 4 muestreos de plántulas, en distintos estados. Para el análisis de varianza y regresión no lineal, se emplearon los programas informáticos SPSS, v. 9.0.1. y Statgraphics Plus, v. 4.1.0. Se concluyó, que el CAC y el humus de lombriz pueden ser apropiados para su uso en semilleros, siendo menos favorables la mezcla entre ambos. El compost ecológico podría emplearse con CAC, pero por sí sólo no resulta apropiado para semilleros hortícolas.

PALABRAS CLAVE: AGRICULTURA ECOLÓGICA, SUSTRATOS, PLANTELES Y ESPECIES HORTÍCOLAS

1 ► INTRODUCCIÓN

La tendencia actual en el campo de los sustratos utilizados para la producción de plántulas en semilleros se centra en el empleo de materiales complejos, donde se combinan varios elementos, principalmente turba acompañada de fertilizantes minerales sintéticos, además de arena, perlita, vermiculita, etc, con el fin de obtener las características físico - químicas deseadas.

Sin embargo, el empleo de estos materiales, elaborados a partir de turbas, se enfrenta a una problemática asociada fundamentalmente a su coste y disponibilidad, así como al agotamiento de las reservas y la alteración de ecosistemas (Price, 1991), lo que se opone a la premisa básica de respeto al entorno, en que se apoya la Agricultura Ecológica.

Si se tiene en cuenta la magnitud del sector semillerista en España (Abad, Martínez, 1995) (sólo los semilleros de Almería producen anualmente alrededor de 500 millones de plántulas con un valor superior a los 21 millones de euros), se hace patente la necesidad de incorporar a la horticultura española, materiales alternativos a los sustratos de origen turboso, de menor coste, mayor disponibilidad, fácilmente renovable y respetuoso con el medio ambiente. Persiguiendo estos objetivos básicos, se debe pensar en materiales de naturaleza orgánica, tanto para su utilización de modo individual, como para la elaboración de múltiples combinaciones, entre diversos componentes orgánicos, que permitan lograr las propiedades físicas y químicas más adecuadas en cada momento (Bunt, 1988; Handreck, Black, 1991).

En esta línea, cabe además la posibilidad de aprovechar algunos subproductos y residuos procedentes de actividades agrícolas locales, lo que incidiría en unos menores costes y la reducción del impacto ambiental. Tal sería el caso del Compost Agotado de Champiñón (CAC), como residuo del cultivo del champiñón, de destacada importancia en la comarca de La Manchuela (provincias de Cuenca y Albacete), cuya actividad supone el suministro de 200.000 t al año y un aporte cercano a la mitad de la producción nacional, con un valor bruto en torno a los 72 millones de euros (Pardo Núñez, 1997; Pardo Jiménez, *et. al.*, 2001).

En el presente estudio, se valoró, desde el punto de vista agronómico, sobre cinco especies hortícolas, los efectos del humus de lombriz, del CAC y de un compost ecológico, frente a otros sustratos de origen turboso o que incluyen a la turba como componente.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se ubicó en los invernaderos del Campo de Prácticas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete (ETSIA), durante la campaña de octubre de

2002 a marzo de 2003, bajo condiciones microclimáticas adecuadas para la germinación, nascencia, y desarrollo inicial de las plántulas.

En el diseño experimental, se basó en el estudio de dos factores agronómicos:

- ▶ **Material vegetal. Especies hortícolas microtérnicas:** Brócoli (B) (*Brassica oleracea* var. botrytis L., cv Verde Calabrés), Col (C) (*Brassica oleracea* L. var. capitata D.C., cv Bacalán Temprana), Coliflor (CL) (*Brassica oleracea* L. var. italica Plenck, cv Gigante de Nápoles); especies hortícolas macrotérnicas: Tomate (T) (*Lycopersicon esculentum* Mill, cv. Muchamiel); en situación intermedia: Cebolla (CE) (*Allium cepa* L. cv. Babosa Temprana).
- ▶ **Sustratos:** CAC + perlita, 9 : 1 v/v (S1); sustrato comercial “Prohumin” (S2), compuesto por una mezcla de turba rubia finlandesa de musgo *Spaghnum* y turba de transición alemana, 5: 5 v / v con fertilizante básico; sustrato ecológico “Manchaverde” (S3), elaborado a partir de turba rubia, humus de lombriz y vulcanita, 5: 3: 2 v/v; humus de lombriz + perlita, 9 : 1 v/v (S4); compost ecológico “Jumilla” + perlita, 9 : 1 v/v (S5); CAC + compost ecológico “Jumilla” + perlita, 5 : 4 : 1 v/v (S6); CAC + humus de lombriz + perlita, 5 : 4 : 1 v/v (S7).

En el diseño experimental, se establecieron tres repeticiones, para cada una de las 35 combinaciones especie-sustrato, donde se dispusieron, al azar, las bandejas de siembra, considerando las pequeñas diferencias ambientales que pudieran existir entre las distintas zonas del invernadero. Fue, por tanto, una distribución al azar, pero dirigida. Se emplearon bandejas multialveolares (9 * 6 alvéolos) de polietileno negro. Cada alveolo tiene 5 cm de diámetro, y 6 cm de profundidad, lo que supone una capacidad alveolar de 117,8 cm³ (0,12 L). En cada bandeja, se rellenaron 7 filas (correspondientes a los 7 sustratos diferentes) de 6 alvéolos cada una, haciendo un total de 42 alvéolos destinados a la siembra de una única especie.

De este modo, se contaba con 12 plantas de cada combinación especie – sustrato por repetición, para lo cual se precisó de 30 bandejas (10 bandejas por repetición), que hacen un total de 1.260 alvéolos.

La caracterización analítica de los sustratos, se encargó a los laboratorios Ecosur, en Murcia. Los resultados se muestran en la Tabla 1. Efectuada la siembra, con 1 semilla por alvéolo, se dispuso, en la superficie de cada bandeja, una ligera capa de CAC, a fin de reducir las posibles desecaciones.

El invernadero donde se llevó a cabo la experiencia, cuenta con un sistema de microaspersión, programable en función de las necesidades hídricas, el cual se dispuso en las mesas de cultivo.

Cuadro 1. Propiedades mecánicas y físico-químicas de los sustratos

PARÁMETROS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Granulometría							
5 > θ > 2 mm	22,85	42,36	46,06	41,47	61,64	51,06	44,69
2 > θ > 0,5 mm	33,78	17,29	5,935	20,40	19,58	21,80	23,65
θ > 5 mm	15,20	22,10	39,25	15,50	9,20	13,20	10,30
0 > θ > 0,5 mm	28,17	18,25	8,76	22,63	9,58	13,54	21,38
pH (1:10)	7,62	7,40	8,31	8,71	9,73	8,85	8,42
CE (1:10) (mS/cm)	12,47	2,35	1,72	4,87	5,79	8,76	6,67
Materia orgánica (%) *	110,00	143,20	50,75	71,09	128,00	115,90	81,05
Carbono orgánico (%) *	110,10	143,40	50,86	71,15	127,40	116,00	81,11
Nitrogeno total (%) *	121,00	89,12	60,79	88,02	123,80	120,50	96,82
Relación C/N	13,86	24,51	13,09	12,32	15,78	14,63	12,77
Nitrógeno nítrico (%) *	233,90	0,97	12,20	286,90	0,97	0,97	164,10
Nitrógeno amoniacal (%) *	122,90	15,81	33,85	89,11	67,20	264,40	106,70
Fosforo asimilable (%) *	189,60	43,58	41,40	98,05	65,37	120,40	141,60
Potasio asimilable (%) *	175,00	42,63	47,79	53,85	155,70	130,40	94,68
Sodio asimilables (%) *	142,60	0,00	210,20	60,05	105,10	103,20	78,82
Calcio asimilable (%) *	109,10	87,04	70,83	86,87	77,83	124,00	144,40
Magnesio asimilable (%) *	63,53	26,57	275,50	77,39	88,94	76,82	91,25
Potasio cambiabile (%)	169,00	32,00	23,86	66,24	154,40	169,30	85,32
Sodio cambiabile (%) *	140,50	32,43	59,46	113,50	118,90	137,80	97,30
Calcio cambiabile (%) *	149,40	140,70	99,01	74,69	39,95	86,85	109,40
Magnesio cambiabile (%) *	145,00	44,62	181,30	89,24	55,78	83,67	100,40
Cloruros (g/100g)	0,93	0,11	0,22	0,28	0,71	0,69	0,49
Sulfatos (g/100g)	3,30	0,53	0,17	0,82	0,47	1,25	1,15

* = porcentajes referidos a peso de materia seca; CE = conductividad eléctrica; S1 = CAC + perlita; S2 = Sustrato comercial "Prohumin"; S3 = sustrato ecológico "Manchaverde"; S4 = humus de lombriz + perlita; S5 = Compost ecológico "Jumilla" + perlita; S6 = CAC + Compost ecológico "Jumilla" + perlita; S7 = CAC + humus de lombriz + perlita.

La toma de datos consistió en el seguimiento de la nascencia, mediante el conteo periódico de plantas emergidas y en el seguimiento de los estados fenológicos, anotando las fechas de manifestación de los estados previamente fijados. A los 51 días desde la siembra (B, C y CL, en estado de 2 hojas desplegadas), a los 81 días (B, C y CL, en estado de 4 hojas; T y CE, en estado de 2 hojas), a los 116 (B, C, CL en estado de 6 hojas; T, en estado de 4 hojas; CE, en estado de 2 hojas) y a los 144 (T, en estado de 6 hojas; CE, en estado de 3 hojas), se efectuaron distintos muestreos de plántulas. En cada uno de estos muestreos, se efectuaron medidas de los pesos frescos, pesos secos y humedades del sistema aéreo y radicular, tomando, para ello, 2 plántulas representativas de cada combinación especie – sustrato, que se introdujeron en estufa, a 72 ° C, hasta peso constante.

El estudio estadístico de las variables agronómicas objeto de estudio, se efectuó a tres niveles diferentes: análisis de varianza y regresión no lineal. Para todo ello, se emplearon los programas informáticos SPSS para Windows, v. 9.0.1. y Statgraphics Plus, v. 4.1.0.

3 ▶ RESULTADOS

Número de plantas nacidas

Para esta primera variable, número total de plantas nacidas, el modelo matemático empleado fue, en todos los casos, el modelo logístico, de forma:

$$y = a / 1 + e^{-(b - c x)} \quad (1)$$

donde: $x = n^{\circ}$ días transcurridos desde la siembra; $y = n^{\circ}$ de plantas nacidas; a , b y c = coeficientes de ajuste.

Para esta variable, R^2 no fue inferior al 98% en ningún caso, obteniéndose valores del error estándar inferiores a 0,5, lo que determina un buen ajuste y un elevado nivel de significación del modelo empleado. Las crucíferas alcanzaron un valor máximo en los sustratos S1, S2, S3 y S4. La nascencia fue más temprana y se produjo más rápidamente, en los sustratos S2 y S3, mientras que, en S1 y S4, ésta tuvo comienzo más tarde y ocurrió más lentamente, alcanzando el valor asintótico, algo después que en los sustratos anteriores.

Por otro lado, se encuentra el grupo formado por los sustratos S5, S6 y S7, que presentaron un menor valor máximo además de una nascencia más tardía y más lenta. Destaca el sustrato S5, con el menor número de plantas nacidas, la nascencia más tardía y duración de la nascencia más larga. En tomate y cebolla y, debido a las diferencias con las especies anteriores, la nascencia evolucionó de manera bien distinta. En tomate, el mayor valor se alcanzó en el sustrato S3, seguido de S1, S7 y S4. En cebolla, el máximo número

de plantas, se obtuvo en S1, S2, S3 y S7. Sin embargo, el inicio de la nascencia, fue común a todos los casos. En los sustratos S4, S5 y S6, el número de plantas nacidas fue menor. La nascencia, en S5, se estabilizó más tardíamente.

Peso seco del sistema aéreo

En el estudio de esta variable agronómica, se empleó el modelo más apropiado en cada ocasión, es decir, el que mejor explicó la variabilidad de y respecto a x. En la mayor parte de los casos, se escogió el modelo logístico, al igual que para la variable anterior (Ec. 1), donde x es el número de días transcurridos desde la siembra, e y es el peso de la materia seca, acumulada en el sistema aéreo (mg); a, b y c = coeficientes de ajuste.

En otros casos, se eligieron modelos polinómicos, de segundo y tercer grado:

$$y = a + bx + cx^2 \quad (2)$$

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 \quad (3)$$

En las gráficas que representan la evolución de esta variable (Fig. 2), aparecen los pesos secos de las plántulas, obtenidos de cada uno de los cuatro muestreos, realizados los días 51, 81 y 116, para las crucíferas y los días 81, 116 y 144, para tomate y cebolla.

En el primer muestreo (día 51), para el brócoli, los pesos fueron muy similares en todos los casos, salvo en S3, en que las plantas mostraron pesos superiores al resto; sin embargo, en el segundo muestreo (día 81), empezaron a advertirse algunas diferencias: el máximo fue alcanzado en S1, seguido de S5 y S7. El máximo peso seco (tercer muestreo, día 116), se obtuvo en el sustrato S1, seguido de S7 y S4.

Para la col, los pesos secos, obtenidos en el primer muestreo, son bastante parecidos en todos los casos, ligeramente superiores en los sustratos S4 y S6.

En el segundo muestreo, destaca S1, seguido de S2 y S7. En el tercer muestreo, S6 y S1 presentaron los pesos máximos. En el resto de sustratos, la acumulación de materia seca, durante el tiempo transcurrido del segundo al tercer muestreo, tuvo lugar en menor grado.

- S1: 90% Compost agotado de champiñón (CAC) + 10% perlita
- S2: sustrato comercial "Prohumin"
- S3: sustrato ecológico "Manchaverde"
- S4: 90% humus de lombriz + 10% perlita
- S5: 90% compost ecológico "Jumilla" + 10% perlita
- S6: 50% CAC + 40% compost ecológico "Jumilla" + 10% perlita
- S7: 50% CAC + 40% humus de lombriz + 10% perlita

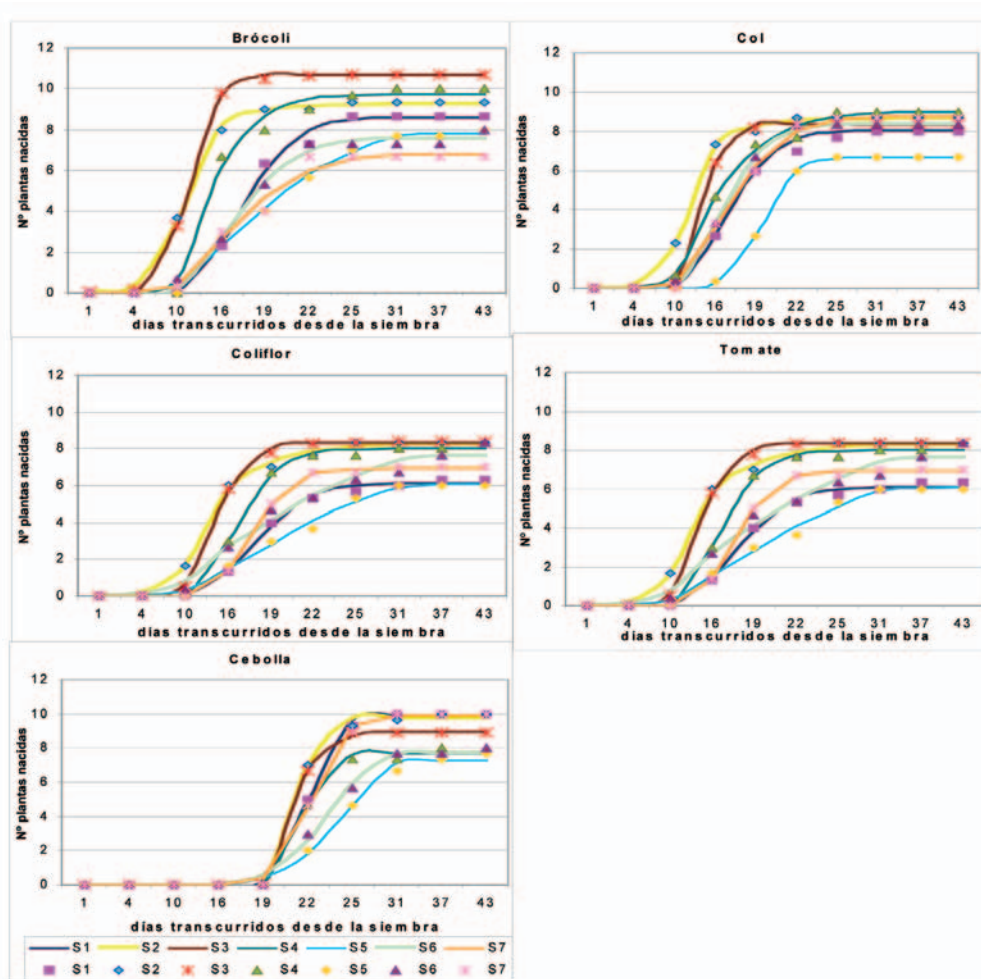


Figura 1. Número de plantas nacidas.

Para la coliflor, en el primer muestreo, se obtuvieron valores similares en todos los sustratos. En el segundo muestreo, los pesos obtenidos supusieron más del doble que en el anterior, salvo en S5, que no presentó aumentos importantes en ningún momento del ensayo. El aumento más importante, se produjo en S1, con un peso seco casi cuatro veces superior al que mostró en el primer muestreo. Los máximos pesos fueron registrados en S2, S1 y S7).

El sustrato S5, fue el que mostró menor peso. En tomate, para los sustratos S1 y S7, no pudo realizarse la regresión no lineal, debido a que, en alguno de los muestreos, las plantas se encontraban en un estado de desarrollo, inferior al fijado.

En esta especie, para todos los muestreos de materia seca realizados, los resultados fueron bastante homogéneos, tanto en el peso máximo alcanzado, como en la evolución de la acumulación de materia seca. Destaca el hecho de que, en S6, el aumento importante de materia seca se produjo del tercer al cuarto muestreo.

Peso seco del sistema radicular

Para el estudio de esta variable, desde el punto de vista de la regresión no lineal, se aplicaron distintos modelos estadísticos: modelo logístico, modelos polinómicos, de segundo y tercer grado, y modelos expo-polinómicos, de segundo y tercer grado, cuya expresión es:

$$y = e^{(a + bx + cx^2)} \quad (4)$$

$$y = e^{(a + bx + cx^2 + dx^3)} \quad (5)$$

Se escogió, en cada caso, el modelo que proporcionaba un mejor ajuste. En general, el ajuste de los modelos fue bueno, con R^2 no inferior al 99%, a excepción de la combinación TS3, en que fue del 94% aproximadamente. Al igual que en la variable anterior, en las gráficas (Fig. 3), aparecen los pesos secos de las plántulas, obtenidos de cada uno de los cuatro muestreos, realizados los días 51, 81 y 116, para las crucíferas y los días 81, 116 y 144, para tomate y cebolla.

Para el brócoli, en el primer muestreo, se obtuvieron pesos homogéneos en todos los sustratos, siendo algo superiores en S3 y S2. En el segundo muestreo, los pesos aumentaron rápidamente, excepto en S5 y S6. En el tercer muestreo, los máximos pesos secos se registraron en S1 y S4; en S5 y S6, se anotaron los menores pesos del sistema radicular.

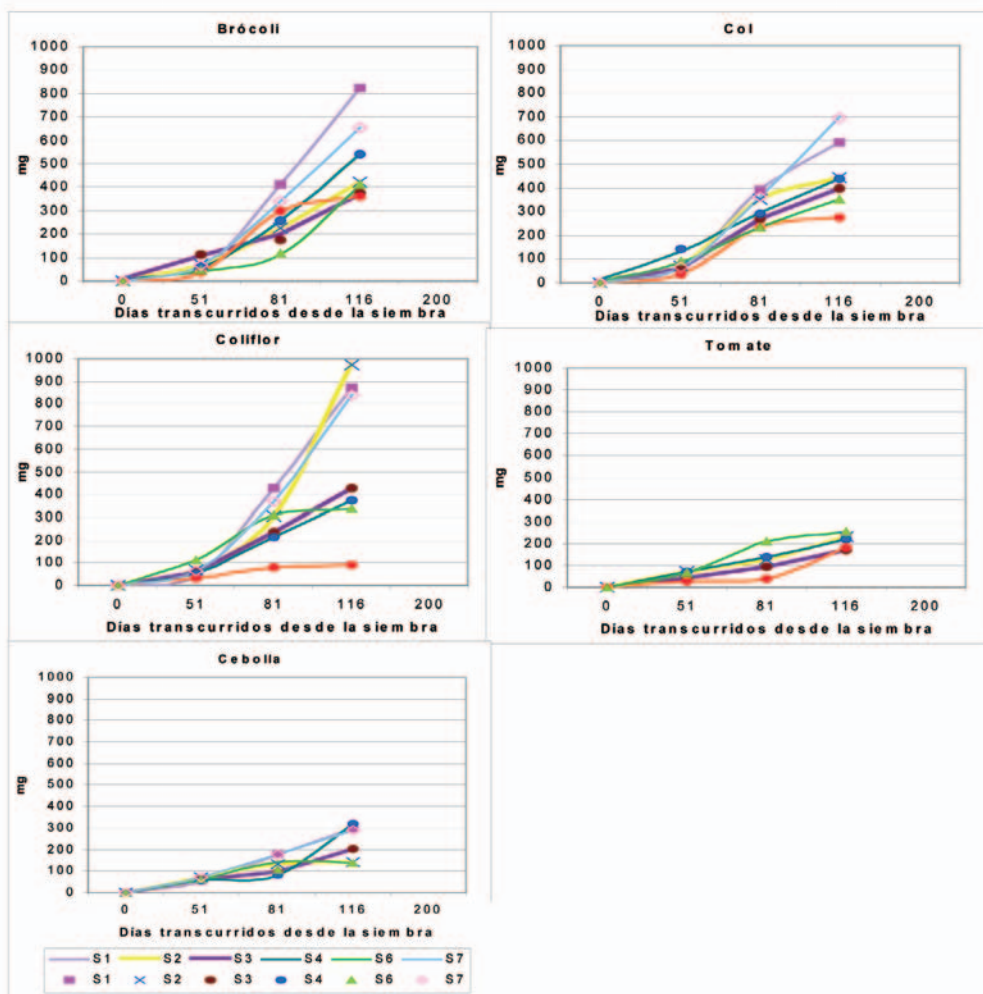
En col, la evolución de la materia seca radicular, hasta el tercer muestreo, es bastante similar en todos los sustratos: del primer al segundo muestreo (día 51 al 81), es en general, cuando se produce una acumulación importante de materia seca.

No ocurre así en S7, en el cual, el incremento realmente notable, se mostró en el tercer muestreo (día 144). Fue, además, en este sustrato, donde se registraron los mayores pesos secos del sistema radicular. También en coliflor, fue en S7 donde se presentó el peso máximo, seguido de S1 y S2.

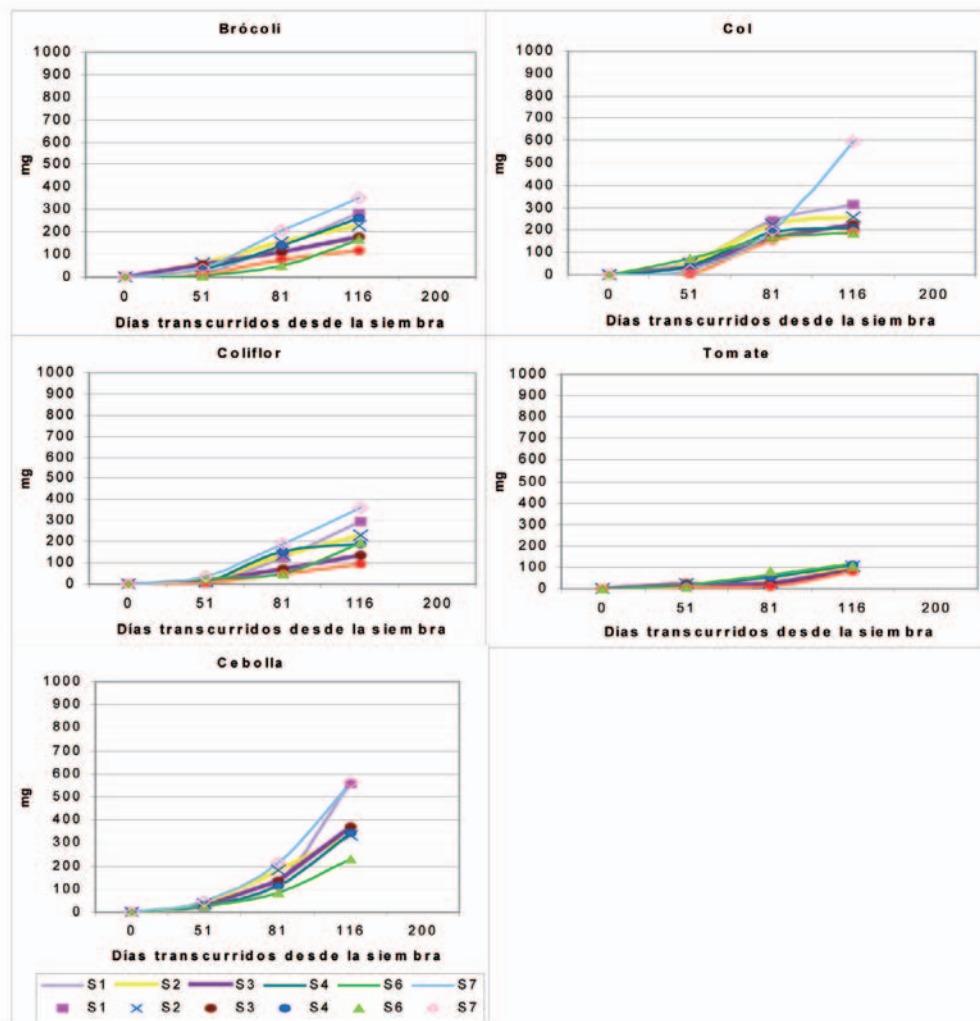
En tomate, la evolución de la materia seca radicular fue bastante homogénea en todos los sustratos, produciéndose un aumento notable, del segundo al tercer muestreo.

En cebolla, el incremento final de materia seca radicular, es aún más notable que en tomate; hasta el segundo muestreo, en todos los sustratos se registraron pesos similares, salvo en S6, en que fue algo menor.

En el cuarto muestreo, aparecen las diferencias entre los sustratos: en S1 y S7, se anotaron los mayores pesos, seguidos de S2, S3 y S4 y de S6, con el menor peso.



- S1: 90% Compost agotado de champiñón (CAC) + 10% perlita
- S2: sustrato comercial "Prohumin"
- S3: sustrato ecológico "Manchaverde"
- S4: 90% humus de lombriz + 10% perlita
- S5: 90% compost ecológico "Jumilla" + 10% perlita
- S6: 50% CAC + 40% compost ecológico "Jumilla" + 10% perlita
- S7: 50% CAC + 40% humus de lombriz + 10% perlita



- S1: 90% Compost agotado de champiñón (CAC) + 10% perlita
- S2: sustrato comercial "Prohumin"
- S3: sustrato ecológico "Manchaverde"
- S4: 90% humus de lombriz + 10% perlita
- S5: 90% compost ecológico "Jumilla" + 10% perlita
- S6: 50% CAC + 40% compost ecológico "Jumilla" + 10% perlita
- S7: 50% CAC + 40% humus de lombriz + 10% perlita

4 ► DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como era de esperar, en los sustratos S2 (Prohumín) y S3 (Mancha Verde), se obtuvieron los mejores resultados, en cuanto al número de plantas nacidas, precocidad en la nascencia y duración de la misma y una buena acumulación de materia seca, en los sistemas aéreo y radicular, en los distintos momentos del ciclo. El CAC (compost agotado de champiñón) dio, en general, para todas las variables, buenos resultados, cuando se empleó únicamente con perlita (S1), acercándose bastante a los efectos obtenidos con los sustratos S2 y S3, llegando a ser superiores a los de éstos, en algunos casos (peso seco acumulado por los sistemas radicular y aéreo).

Sin embargo, cuando el CAC se utilizó mezclado con compost ecológico “Jumilla” o con Humus de lombriz, en S6 y S7, se redujo considerablemente el número de plantas nacidas, la precocidad en la nascencia fue más tardía, además de que esta tuvo una mayor duración. También, se redujo, de forma importante, la materia seca acumulada en los sistemas aéreo y radicular. No obstante, cuando el Compost ecológico “Jumilla”, se mezcló con CAC (S6), la situación resultó más favorable que cuando se empleó el primero de manera aislada (S5). Es en este sustrato (S5), donde se observaron las mayores deficiencias, respecto a todas las variables. En general, los resultados en S4 (Humus de lombriz) fueron aceptables, respecto a todas las variables estudiadas. Sin embargo, al mezclarlo con CAC (S7), se observó un descenso del número de plantas, de la precocidad y del peso de la materia seca.

De este modo, se puede concluir que:

- En los sustratos elaborados a base de turbas (S2 y S3), la nascencia tiene lugar de manera óptima, obteniéndose el número máximo de plantas nacidas, así como una nascencia precoz y rápida. Si bien, es preciso recordar que, uno de los objetivos de este ensayo, era encontrar una alternativa a los materiales turbosos, con el fin de paliar los inconvenientes que presenta, asociados a su coste, disponibilidad y al agotamiento de reservas.
- El CAC, cuando se utiliza mezclado únicamente con perlita (S1), resulta bastante apropiado para su empleo en semilleros hortícolas, obteniendo buenos resultados, tanto en nascencia, como en acumulación de materia seca. Podría considerarse, por tanto, este residuo del cultivo del champiñón, como una alternativa al uso de la turba, con muy bajos costes de adquisición y una función ecológica importante.
- El humus de lombriz (S4) puede resultar interesante para su uso en producción de plántula hortícola, lográndose una nascencia y materia seca favorables, si bien, su coste de adquisición resulta considerablemente mayor que en los otros casos.
- La mezcla de humus de lombriz con CAC (S7), podría emplearse en semilleros hortícolas, con la consiguiente reducción del coste de este último; sin embargo, los

efectos en la nascencia y materia seca, son más positivos, cuando estos materiales se emplean de manera separada.

► El Compost ecológico “Jumilla”(S5), por sí mismo, no constituye un material apropiado para los semilleros hortícolas, pues las deficiencias en la nascencia y crecimiento de las plántulas, resultan bastante notables. La mezcla de este material con CAC (S6), podría emplearse para este fin, pero no sería posible esperar unos resultados óptimos.

No obstante, estas conclusiones finales, responden a los resultados de una sola campaña de ensayo, siendo necesario esperar a futuras campañas, para poder llegar a determinar cuál o cuáles de los sustratos ensayados, responde mejor a los objetivos planteados.

5 ► AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del subproyecto “Estudio del material vegetal y las técnicas de propagación en Agricultura Ecológica” por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (JCCM) y a la cesión de los invernaderos, por la ETSIA de Albacete.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

• ABAD, M. Y MARTÍNEZ, P. F. 1995

Los sustratos hortícolas y los cultivos sin suelo en España. Importancia, evolución y perspectiva. Boletín Informativo de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH), Año VIII, 1, 1-2.

• HANDRECK, K. A. Y BLACK, N. D. 1991

Growing media for ornamental plants and turf. 2nd ed. New South Wales University Press, Kensington, NSW, Australia.

• PARDO JIMÉNEZ, A. 1991

Métodos de análisis para materiales relacionados con el cultivo del champiñón. Circular interna. Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del Champiñón, Quintanar del Rey, Cuenca, España.

• PARDO NÚÑEZ, J. 1997

Compostaje para el cultivo del champiñón: una revisión de su ámbito de variabilidad y su repercusión en la calidad y costes del Compost. En : Avances en la Tecnología de la Producción Comercia de Champiñón y otros Hongos Comestibles. Actas de las II Jornadas Técnicas del Champiñón y otros Hongos Comestibles en Castilla - La Mancha, 4 y 5 de noviembre de 1997, Casasimarro, Cuenca, España. Excma. Diputación Provincial de Cuenca y Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha.

• PRICE, S. 1991

The Peat Alternatives Manual. A Guide for the Professional Horticulturist and Landscaper. Friends of the Earth, London, UK.

INDICADORES DE CALIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA DE UN SUELO BAJO AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

LOZANO PÉREZ, Z.⁽¹⁾; RIVERO DE T., C.⁽¹⁾ Y HERNÁNDEZ - HERNÁNDEZ, R. M.⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Edafología. Maracay (VENEZUELA)
Telf.: 58-243-5507152 / Fax: 58-243-5507169
E-mail: lozanoz@agr.ucv.ve

⁽²⁾ Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Centro de Agroecología Tropical
Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos. Caracas (VENEZUELA)

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo, seleccionar algunos atributos del suelo relacionados con la materia orgánica del suelo, que puedan servir de indicadores del efecto del uso de cultivos de cobertura de diferentes calidades en un sistema cereal en siembra directa - ganado. Se realizaron evaluaciones en un ensayo de campo (1999 - 2003) en un Ustoxic Quatrziptament de las sabanas del sur-este del estado Guárico (Venezuela). Los tratamientos evaluados fueron 3 cultivos de cobertura (*Urochloa dictyoneura*, *Centrosema macrocarpum* y Vegetación natural), como barbechos mejorados de un sistema de maíz en siembra directa y posterior pastoreo con ganado ovino. Se tomaron muestras a tres profundidades (0 - 5, 5 - 15 y 15 - 30 cm) y tres épocas (antes de la siembra, en el período de floración del maíz y luego del pastoreo). Con dichas muestras se evaluó diferentes parámetros relacionados con la cantidad, calidad, distribución en el perfil, distribución en agregados y mineralización de la MO, para luego seleccionar los atributos más relevantes en relación a la calidad del suelo y la producción del sistema cobertura-cereal-ganado. Los resultados preliminares indican que la introducción de coberturas de diferentes calidades produjo cambios en las propiedades del suelo evaluadas, lo que afectó la productividad del sistema.

PALABRAS CLAVE: LABRANZA CONSERVACIONISTA, CULTIVOS DE COBERTURA, SUELO DE SABANA Y SECUESTRO DE CARBONO

1 ► INTRODUCCIÓN

Los Llanos centrales de Venezuela ocupan una superficie de 64.980 km² (7,3% del territorio nacional), con una precipitación entre 400 a 1300 mm (distribuidos con una marcada estacionalidad climática), con una gran variedad de tipos de suelos y un sistema de manejo con cultivos limpios mecanizados de doble propósito (grano y alimentación animal con la soca). Esto, unido a la presencia de suelos altamente susceptibles y lluvias de alto poder erosivo, ha generado una disminución de la productividad de los cultivos y una degradación acelerada de los suelos de la zona.

Entre las alternativas propuestas se destaca el uso de sistemas de labranza conservacionista con el uso de barbechos mejorados de gramíneas y leguminosas, que permitan detener los procesos de degradación, mejorar las propiedades del suelo e incrementar la oferta forrajera para el ganado. Numerosos estudios destacan el mejoramiento de las propiedades del suelo como consecuencia de sembrar sin labrar y de dejar en la superficie una cobertura de residuos que lo proteja, se debe a los cambios en el contenido de la materia orgánica del suelo (MOS).

La MOS tiene efectos sobre procesos como: la formación y mantenimiento de una buena estructura del suelo, el almacenamiento del agua, la retención de nutrientes en formas disponibles, aportes de N, P, S y algunos elementos traza, la inmovilización de elementos contaminantes, etc. Recientemente se ha reconocido el papel de la MOS en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Carter, 2001). En los últimos años se han hecho grandes esfuerzos para determinar indicadores sensibles para evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas, muchos de ellos basados en la evaluación de la calidad de la materia orgánica del suelo. La MOS medida como carbono orgánico (CO) en sistemas de manejo conservacionista (siembra directa, rotaciones, cultivos de cobertura, abonos verdes, etc), está estrechamente relacionada con el período de tiempo bajo el sistema de manejo y con la cantidad de residuos que retornan al suelo (Utomo *et al.*, 1990, Lal, 1997).

El contenido total de CO varía poco con el manejo, por lo que se ha sugerido la utilización de diferentes fracciones o compartimientos funcionales como indicadores de la sostenibilidad de estos sistemas a largo plazo y para diagnosticar cambios en la MOS como resultado de diferentes sistemas de labranza, procesos de erosión y manejo de residuos (Gregorich *et al.*, 1994; Trinchera *et al.*, 1999; McCallister y Chien, 2000). Algunos de los índices utilizados son: a) la biomasa microbial, b) la materia orgánica lábil o ligera, c) el contenido de carbono en las fracciones pesada (FP) y ligera (FL) de la materia orgánica, d) el contenido de carbono en ácidos húmicos (AH) y fúlvicos (AF) y los parámetros de humificación, e) la materia protegida física, f) la capacidad de mineralización, g) la respiración edáfica, h) el contenido de carbohidratos y enzimas, entre otros.

El objetivo de este estudio determinar el efecto de la siembra directa con barbechos mejorados (pastos y leguminosas) en el sistema de producción maíz-ganado ovino, en la calidad de un suelo de las sabanas del estado Guárico, a través del uso de indicadores.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue conducido en un suelo de las sabanas del sur-este del estado Guárico (Venezuela) clasificado como Ustoxic Quartzipsament, isohipertérmico, silícico (Lozano *et al.*, 2004), denominado La Iguana (IGU) y localizado en la zona de influencia de la cuenca del Orinoco. El ecosistema es una sabana (SN) bien drenada con una vegetación típica de gramíneas como *Trachypogon* sp, *Axonopus canascen*, *Axonopus capillacea*, *Diectomis fastigiata* y ciperáceas en menor proporción; también se encuentran dispersos árboles como *Curatella americana*, *Byrsonimia crassifolia* y *Bowdichia virgiliodes* (Matheus, 1986). El clima es biestacional con una temporada seca bien marcada y una temporada lluviosa de 6 a 7 meses, comprendida entre los meses de marzo a noviembre; la precipitación anual de 1369 mm en IGU y la temperatura promedio de 27,3 °C.

Se evaluaron 3 tratamientos de cobertura como barbecho mejorados para el establecimiento de un sistema de labranza conservacionista (siembra directa): *Urochloa dictyoneura* (UDY), *Centrosema macrocarpum* (CM) y vegetación natural (VN). La VN consistió de las plantas que crecieron espontáneamente luego de la labranza y fertilización para el establecimiento de las coberturas, constituida por una mezcla de gramíneas (géneros *Digitaria*, *Paspalum*, *Antheophora*, *Eleusine*, etc.) y hoja ancha (géneros *Indigosfera*, *Hyptis*, *Mimosa*, *Aeschinome*, *Corchorus*, etc.). Los ensayos se instalaron en el año 1999, y se aplicó una fertilización básica de 350 kg/ha de roca fosfórica acidulada y posterior siembra de 4 kg/ha de las gramíneas y 3 kg/ha de las leguminosas. A partir del año 2000, se cortaron las coberturas con rotativa, se aplicó un herbicida de contacto (paraquat 4 L/ha), se sembró y fertilizó el maíz en siembra directa, con fertilizantes inorgánicos solubles en dosis de acuerdo a los análisis de suelo. Luego de la cosecha se introdujo ganado ovino del tipo mestizo tropical a pastorear (3 ua/ha) por un período de 7 semanas.

El diseño experimental utilizado corresponde a un Parcelas Grandes sin repetición, seleccionado en base a un estudio previo de variabilidad espacial, donde también se determinó un tamaño óptimo de las parcelas experimentales (30 m x 30 m). El número mínimo de muestras para la caracterización de los diferentes tratamientos fue de 12 muestras. Se tomaron muestras a tres profundidades (0-5, 5-15 y 15-30 cm) y en tres épocas importantes en el desarrollo del sistema: antes del corte de las coberturas (AC), en floración del maíz (F) y después del pastoreo del ganado (DP).

Las muestras se secaron al aire y se pasaron por un tamiz de 2 mm. En cada muestra se realizaron las siguientes determinaciones: carbono orgánico total (COT) por mineralización con K₂Cr₂O₇ en medio ácido; (Heanes, 1984; Bremner y Mulvaney, 1982), nitrógeno total (NT) por digestión Kjeldahl (Bremner y Mulvaney, 1982), separación de las fracciones ligeras (FL) y pesadas (FP), con 250 g de suelo dispersados en agua destilada, considerando como FL todo aquel material que flota en el agua y que queda retenido entre los tamices de 2 y 0,25 mm; y como FP el material orgánico íntimamente asociado a las partículas minerales del suelo, que no flota y que pasa por el tamiz de 0,25 mm. De la fracción pesada total (FPt) se separó

aquella asociada a las partículas gruesas (FPpg) y la asociada a las partículas finas (FPpf). En todas las fracciones se les determinó el carbono orgánico (Anderson e Ingram, 1993), extracción de las sustancias húmicas con NaOH/Na₄P₂O₇ 0,1 M, agitando a temperatura de 65 °C por 48 horas, en atmósfera de N₂. Las sustancias húmicas fueron separadas por acidificación del extracto y centrifugación.

El material precipitado corresponde a los ácidos húmicos (HA) y el sobrenadante a los ácidos fúlvicos (FA); estos últimos fueron purificados por cromatografía a través de una columna con la resina polyvinilpyrrolidone (Schnitzer y Schuppli, 1989; Ciavatta *et al.*, 1990; Ciavatta y Govi, 1993). Con los resultados de carbono orgánico de las distintas sustancias húmicas se calcularon los parámetros de humificación descritos por Sequi *et al.* (1986): Índice de humificación (HI), Grado de humificación (DH) y Radio de humificación (HR). Se calcularon además, las siguientes relaciones: C/N, CET/COT, CAH/CAF y CAF/COT.

La respiración edáfica fue medida directamente en el campo usando trampas de álcali por 24 h, la mineralización de nitrógeno fue determinada por incubación aeróbica (laboratorio) por 30 días a humedad de campo y temperatura de 28°C. Al final de la incubación el amonio y nitrato fueron determinados por métodos colorimétricos (Anderson e Ingram, 1993). Los agregados estables al humedecimiento fueron obtenidos por tamizado en húmedo, con un humedecimiento por capilaridad de 5 min y tamizado por 1 min, obteniendo las siguientes fracciones: 2000-500, 500-250, 250-53, menores a 53 µm.

Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico Statistix para Windows. La detección del efecto de los tratamientos de coberturas sobre las variables consideradas se realizó por un análisis de varianza ANOVA de una vía y la comparación entre las medias de los tratamientos dentro de cada profundidad, se realizó mediante la prueba de Tukey, a una probabilidad del 99% (Chacín, 2000).

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización inicial del suelo se presenta en el cuadro 1, donde se aprecia que presenta una reacción ácida y bajo contenido de carbono orgánico, nitrógeno, fósforo y potasio, una capacidad de intercambio catiónico baja y una alta relación C/N. La textura es arenosa en todas las capas y la densidad aparente se encuentra en valores por encima de los adecuados para su clase textural, lo que indica problemas de compactación natural.

En relación a la calidad de las coberturas en el cuadro 2 se aprecian los contenidos de C, N y relación C/N, donde se destaca la mas alta relación C/N en el tratamiento UDY.

Cuadro 1. Características iniciales del suelo La Iguana (Mayo de 1999)

CARACTERÍSTICA	PROFUNDIDADES		
	0 - 5 cm	5 - 15 cm	15 - 30 cm
% Arena	90,84	87,54	86,15
% Limo	5,94	6,49	5,36
% Arcilla	3,22	5,97	8,25
Clase textural	a	A	a
Densidad aparente (mg.m ⁻³)	1,75	1,75	1,73
pH (1:1)	5,17	5,04	4,55
CIC (cmol ⁺ .kg ⁻¹)	2,08	1,21	1,06
NT (g.kg ⁻¹)	0,32	0,25	0,09
COT (g.kg ⁻¹)	7,1	4,6	2,9
P (mg.kg ⁻¹)	4,0	3,2	0,3
K (mg.kg ⁻¹)	41	20	18
Relación C/N	22	18	32

Cuadro 2. Composición química de la hojarasca de los tratamientos evaluados

PARÁMETRO	VEGETACIÓN NATURAL	<i>Centrosema macrocarpum</i>	<i>Urochloa dictyoneura</i>
Carbono orgánico (g/kg)	430	441	470
Nitrógeno (g/kg)	15,0	13,7	6,7
Relación C/N	29	32	70

Composición de la materia orgánica

Carbono orgánico total: después de 4 ciclos bajo el sistema de manejo conservacionista, el suelo muestra un incremento en el contenido de COT a las tres profundidades consideradas, entre un 17 a 57% (Cuadro 3). Los valores son mayores a nivel superficial y disminuyen con la profundidad en todas las coberturas; las diferencias entre tratamientos son mayores

en las capas más profundas (5-15 y 15-30 cm). Estos resultados evidencian que los suelos arenosos responden rápidamente a la introducción de coberturas mejoradas y a la siembra directa con un incremento en el COT. Es importante mencionar que en el tratamiento VN se produjo un cambio de las especies dominantes en relación a la sabana natural (de *Trachypogon* sp a *Indigofera lespedeoides*, *Hyptis* sp, y otras gramíneas), producto de la mecanización inicial (1999) y de la fertilización para el maíz, en consecuencia cambió la calidad de la cobertura.

Nitrógeno total: el uso de las coberturas perennes produjo un aumento significativo del NT del suelo a todas las profundidades, especialmente en los tratamientos VN y CM, lo que se puede relacionar con su menor relación C/N (VN = 39, CM = 30, UDY = 65). El aumento fue de 24 a 239% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Contenido de carbono orgánico y nitrógeno total (g/kg) luego de 4 años de establecidos los tratamientos de cobertura, en comparación con la sabana natural

ATRIBUTO	PROFUNDIDAD (cm)	TRATAMIENTO			
		SABANA NATURAL	VEGETACIÓN NATURAL	<i>Centrosema macrocarpum</i>	<i>Urochloa dictyoneura</i>
Carbono orgánico (g/kg)	0-5	7,1	9,1	9,1	8,2
	5-15	4,6	5,6	6,8	5,7
	15-30	3,0	3,1	5,2	4,1
Nitrógeno total (g/kg)	0-5	0,32	0,59	1,05	0,40
	5-15	0,25	0,43	0,75	0,18
	15-30	0,09	0,22	0,24	0,09

Variación del COT en el horizonte superficial

El cambio en el contenido de COT por efecto de los cultivos de cobertura en diferentes épocas, se aprecia en la figura 1. Se presentaron significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos en todas la épocas evaluadas. Los valores a nivel superficial están entre 7,6 y 11,2 g.kg⁻¹. Las diferencias entre tratamientos se presentan en la capa superficial con mayores valores en los tratamientos VN y CM, producto de los residuos en superficie. A lo largo del período de evaluación, la tendencia en los tratamientos VN y CM es a mantenerse o aumentar ligeramente, mientras que en UDY es a disminuir el contenido de COT.

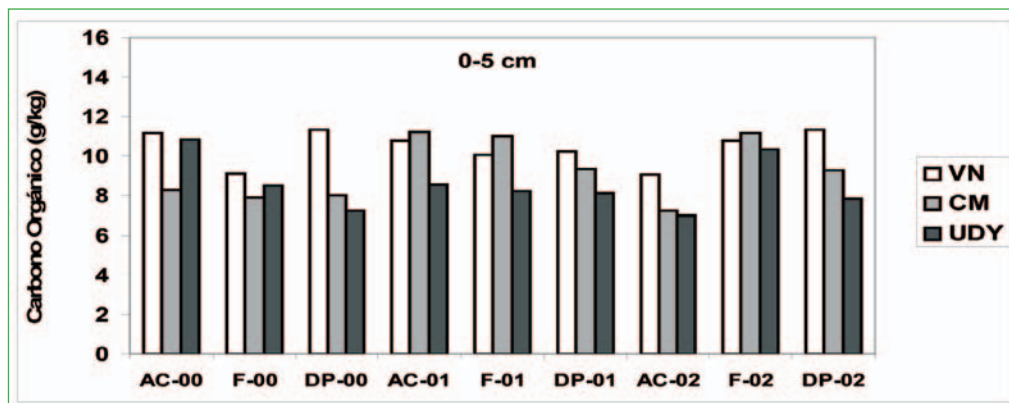


Figura 1. Contenido de carbono orgánico en la capa superficial del suelo La Iguana, en las diferentes épocas evaluadas.

Fraccionamiento físico de la materia orgánica

Se produjeron cambios en la fracción ligera (FL) y en la fracción pesada de la materia orgánica que está asociada a las partículas finas del suelo (limo y arcillas), tal y como se muestra en el cuadro 2. De los tratamientos evaluados VN fue el que tuvo mayor contenido de FL, el resto no presentó diferencias significativas ($p < 0.05$). El tratamiento UDY el que tuvo el menor valor de materia orgánica asociada a las partículas más gruesas del suelo (FPpg). La FPt obtenida de la suma del % de materia orgánica estimada en la fracción fina y la fracción gruesa, no presentó cambios significativos luego del tiempo transcurrido. El que no se haya producido cambios en FPt de este suelo arenoso es esperable, ya que esta materia orgánica corresponde a las fracciones estables en el suelo. El contenido de carbono tanto de las fracciones ligera como pesada (C-FL, C-FP) no varió con las coberturas, pero si lo hizo el N de ambas fracciones. El tratamiento VN, es el que tuvo significativamente más N-FL, seguido por el de CM y UDY. Similar comportamiento fue observado para el N de la fracción pesada (N-FP). Estos resultados dan un indicio que las calidades de las coberturas son diferentes, sobre todo cuando se evalúa el N-FL, ya que este estaría en los residuos recientemente fragmentados en forma diminuta por la edafofauna, y es un aporte que se produce en términos de meses a dos años. El valor más alto en VN refleja una composición florística con alta presencia de leguminosas. Las relaciones C/N-FL presentaron diferencias entre los tratamientos, con relaciones más bajas en VN y CM, lo que indica la naturaleza de las especies que componen los tratamientos (leguminosas).

Fraccionamiento químico de la materia orgánica

Con relación a los índices químicos de calidad de la MOS, como se aprecia en el cuadro 5, el grado de humificación (DH) tiene un valor inicial es mayor de 80% y aumenta en

todos los tratamientos a valores cercanos a 95%. Según lo señalado en la literatura, en la medida que este índice es mayor indica que el suelo tiene mayor grado de humificación, sin embargo, estos valores no pueden ser vistos en forma aislada, ya que en este suelo los altos valores, más que indicar un alto grado de humificación, indican una pequeña proporción de sustancias no húmicas, que son las más fácilmente degradadas por los microorganismos, lo que produce que los microorganismos utilizarán los compuestos humificados en sus procesos metabólicos, produciendo la degradación de la materia orgánica del suelo. Lo anteriormente dicho se evidencia también la relación de humificación (HR) y el índice de humificación (HI), este último muy bajo en el suelo La Iguana.

Cuadro 4. Fraccionamiento físico de la materia orgánica en el suelo La Iguana

PARÁMETRO	TRATAMIENTOS		
	VN	CM	UDY
%FL	0,325	0,224	0,215
%FPt	1,684	1,637	1,527
%FPpg	0,797	0,707	0,856
%FPpf	0,888	0,930	0,672
C-FL	17,47	18,16	19,65
C-FP	4,01	3,69	3,85
N-FL	1,26	1,00	0,94
N-FP	0,43	0,40	0,43
C/N-FL	14,56	18,92	22,77
C/N-FP	9,33	9,24	8,95

FL = Fracción Ligera; FP = Fracción pesada; FPt = Fracción pesada total; FPpg = Fracción pesada asociada a partículas gruesas; FPpf = Fracción pesada asociada a partículas finas; C = Carbono; N = Nitrógeno

En lo referente a la relación CAH/CAF, a mayores valores de este índice el suelo presenta mayor humificación y nos permite detectar diferencias en las sustancias húmicas de los suelos, los valores son superiores al inicial en VN y CM y en UDY está alrededor de 1. Este índice permite evidenciar diferencias en la calidad de las sustancias húmicas por efecto del manejo (Mc Callister y Chien, 2000). En la relación CAF/COT, en la literatura se encuentran opiniones diversas en cuanto a su interpretación (Dell'Abate *et al.* 1998; Zalba y Quiroga, 1999); sin embargo, se puede decir que a medida que el valor es mayor, la materia orgánica

del suelo tiene mayor tendencia a descomponerse y por tanto el suelo es más susceptible a degradarse bajo ese manejo; en el suelo evaluado, el mayor valor se presentan en el tratamiento bajo pasto introducido.

Cuadro 5. Fraccionamiento químico de la materia orgánica y parámetros de humificación en el horizonte superficial del suelo La Iguana

TRATAMIENTO	CET/COT	CAH (%)	CAF (%)	DH	HR	IH	CAH/CAF	CAF/COT
Sabana natural	62	0,25	0,20	85,12	52,78	0,17	1,27	0,23
Vegetación natural	70	0,28	0,20	95,65	66,98	0,04	1,44	0,27
<i>Centrosema macrocarpum</i>	67	0,24	0,18	92,02	61,53	0,09	1,34	0,26
<i>Urochloa dictyoneura</i>	61	0,18	0,17	92,14	56,98	0,08	1,05	0,28

CET = Carbono orgánico extraíble; **COT** = Carbono orgánico total; **DH** = Grado de humificación; **HR** = Relación de humificación; **HI** = Índice de humificación; **CHA** = Carbono en los ácidos húmicos; **CAF** = Carbono en los ácidos fúlvicos

Descomposición de la materia orgánica

Respiración edáfica: los valores incluyen la respiración microbial, la de las raíces y la de otros organismos que viven en el suelo. La introducción de cultivos de cobertura de diferentes calidades produjo diferencias significativas en el flujo de CO₂ del suelo, donde se destaca la mayor producción de CO₂ en el tratamiento UDY en la mayoría de las épocas evaluadas.

Se presentaron además, fluctuaciones asociadas a variaciones climáticas. La época AC se corresponde con el período prehúmedo, la época F con el período húmedo y DP con la época seca; en esta última época es donde se produjo el menor flujo de CO₂ en todos los tratamientos, los tres años evaluados (Figura 2).

Nitrógeno mineralizado: El suelo en condiciones naturales (SN) presentó una mayor concentración de N-NH₄ que N-NO₃, al introducir los tratamientos de cobertura la concentración de N mineral es similar en todos los tratamientos, disminuyendo los contenidos de N-NH₄ y aumentando el N-NO₃. A condiciones óptimas de temperatura y humedad hay una mayor tendencia a la nitrificación que a la amonificación en SN, VN y UDY, mientras que en CM la nitrificación y la amonificación son similares. La producción de N mineral es 52% mayor en UDY que en el resto de los tratamientos (Cuadro 6).

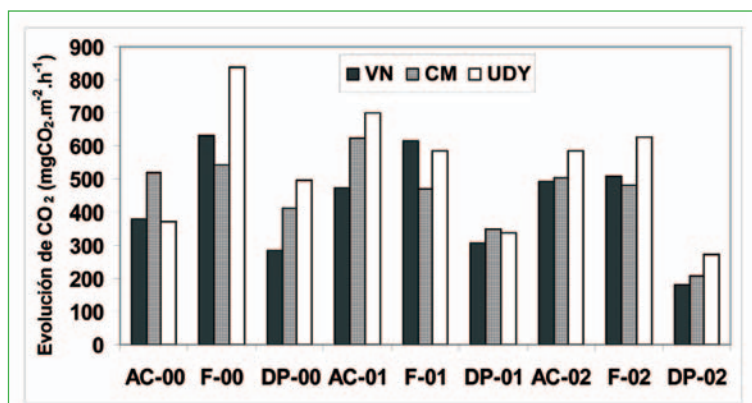


Figura 2. Respiración edáfica ($\text{mgCO}_2/\text{m}^2 \text{ h}$) en los diferentes tratamientos en los años 2000, 2001 y 2002.

Cuadro 6. Mineralización aeróbica de nitrógeno (N-NO_3 y N-NH_4) en las coberturas evaluadas

TRATAMIENTO	PH	N-NH ₄ INICIAL (mg/Kg)	N-NH ₄ NETO (mg/Kg)	N-NO ₃ INICIAL (mg/Kg)	N-NO ₃ NETO (mg/Kg)	NMIN (mg/Kg DÍA)
Sabana natural	5,2	27,37	0,72	6,16	16,27	0,48
Vegetación natural	4,0	16,06	4,38	11,56	12,35	0,48
<i>Centrosema macrocarpum</i>	4,0	19,04	7,18	14,04	9,87	0,49
<i>Urochloa dictyoneura</i>	4,8	18,66	7,43	13,91	18,50	0,74

Materia orgánica protegida en agregados

La introducción de cultivos de cobertura en general incrementó el contenido de macroagregados ($> 250 \mu\text{m}$), especialmente los de 500 a $250 \mu\text{m}$ y disminuyó la proporción de microagregados ($< 250 \mu\text{m}$). En UDY fue mayor el CO en los agregados de 500 a $250 \mu\text{m}$ y en CM en los agregados de 250 a $53 \mu\text{m}$.

4 CONCLUSIONES

Las coberturas introducidas produjeron cambios en los contenidos de COT y NT en relación a la sabana natural y con diferencias estadísticas entre tratamientos a partir del año 2002. El tratamiento UDY produjo la mayor respiración edáfica, mineralización de N y formación de

mayor cantidad de macroagregados, mientras que en CM se forman más microagregados. Los parámetros evaluados resultaron ser sensibles a los cambios de la MOS por efecto del uso y manejo (luego de 4 años de establecidos los tratamientos), por lo que pueden ser usados como indicadores de la calidad de la MOS en suelos de características similares.

Cuadro 7. Proporción y contenido de carbono orgánico en diferentes fracciones de agregados, luego de 4 años de establecidos los cultivos de cobertura

TRATAMIENTO	PROPORCIÓN DE AGREGADOS (G AGREGADO.100 G ⁻¹ SUELO)				CARBONO ORGÁNICO (G CO.KG ⁻¹ SUELO)			
	2000-500	500-250	250-53	< 53	2000-500	500-250	250-53	< 53
	(μm)				(μm)			
Sabana natural	7,04	5,43	1,54	1,07	7,06	7,23	2,32	0,35
Vegetación natural	4,83	11,56	1,83	0,04	4,77	22,76	2,77	0,01
<i>Centrosema macrocarpum</i>	6,38	11,31	2,25	0,03	5,87	18,33	3,51	0,01
<i>Urochloa dictyoneura</i>	7,29	10,56	2,02	0,03	7,11	20,82	3,22	0,02

5 ► AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Fondo nacional de Ciencia, tecnología e Innovación (FONACIT) y al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV) por el financiamiento a través de los proyectos S1-97001360 y PI-01-33-4851-2001, respectivamente.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ANDERSON, J. Y INGRAM, J. 1993**

Tropical soil biology and fertility (TSBF). Handbook of methods. C.A.B. International. 171 p.

- **BREMNER, J. Y MULVANEY, C. 1982**

Nitrogen Total. In: Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological properties. Agronomy Monograph N° 9 (2nd Edition). pp 595-623.

- **CARTER, M. R. 2001**

Organic matter and sustainability. In: Sustainable management of soil organic matter (Eds. R.M. Rees; B.C.

Ball; C.D. Cambel; C.A. Watson). pp. 9-22.

• **CIAVATTA, C.; GOVI, M.; VITTORI ANTISARI, L. Y SEQUI, P. 1990**

Characterization of humified compounds by extraction and fractionation on solid polyvinilpyrrolidone. *Journal of Chromatography*, 509: 141-146.

• **CIAVATTA, C. Y GOVI, M. 1993**

Use of insoluble polyvinilpyrrolidone and isoelectric focusin in the study of humic substances in soils and organic wastes. *Journal of chromatography*, 643: 261-270.

• **CHACÍN, F. 2000**

Diseño y Análisis de Experimentos I. Ediciones del Vicerrectorado Académico de la Universidad Central de Venezuela, Caracas. 387 p.

• **DELL'ABATE, M. T.; CANNALI, S.; TRINCHERA, A.; BENNEDETTI, A. Y SEQUI, P. 1998**

Thermal analysis in the evaluation of compost stability: a comparison with humification parameters. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 51: 217-224.

• **GREGORICH, E. G.; CARTE, M. R.; ANGER, D. A.; MONREAL, C. M. Y ELLERT, B. H. 1994**

Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Can. J. Soil Sci.* 74:367-385.

• **HEANES, D. 1984**

Determination of total organic-C in soil by an improved chromic acid digestion and spectrophotometric procedure. *Com. Soil Sci. Plant Anal.* 15:1191 - 1213.

• **LAL, R. 1997**

Long-term tillage and maize monoculture effects on a tropical Alfisol in western Nigeria. II. Soil chemical properties. *Soil Tillage Res.*, 42: 161-174.

• **LOZANO, Z.; BRAVO, C.; OVALLES, F.; HERNÁNDEZ, R. M.; MORENO, B.; PIÑANGO, L. Y VILLANUEVA, J. G. 2004**

Selección del diseño de muestreo en parcelas experimentales a partir del estudio de la variabilidad espacial de los suelos. *BIOAGRO Volumen 16, N° 1* (en prensa).

• **MATHEUS, R. 1986**

Los suelos de la Estación Experimental Iguana. Tesis de Maestría. En *Ciencia del Suelo*. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 199 p.

• **Mc CALLISTER D. Y W. CHIEN. 2000**

Organic carbon quantity and forms as influenced by tillage and cropping sequence. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*, 31:465-479.

• **PADRINO, M. 2004**

Dinámica de la descomposición de coberturas en un sistema conservacionista maíz-ganado del estado Guárico. Tesis de Maestría. En *Ciencia del Suelo*. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 93 p.

• **SCHNITZER, M. Y SCHUPPLI, P. 1989**

Methods for sequential extraction of organic matter from soils and soil fractions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:1418-1424.

• **SEQUI, P.; DE NOBILI, M.; LEITA, L. Y CERCIGNANI, G. A. 1986**

A new index of humification. *Agrochimica XXX*, N° 1-2.

• **TRINCHERA, A.; PINZARI, F.; BENEDETTI, A. Y SEQUI, P. 1999**

Use of biochemical indexes and changes in organic matter dynamics in a Mediterranean environment: a comparison between soils under arable and set-aside managements. *Organic Geochemistry* 30:453-459.

• **UTOMO, M.; FRYE, W. Y BLEVINS, R. 1990**

Sustaining soil nitrogen for corn using hairy vetch cover crop. *Agronomy Journal* 82, 979-983.

• **ZALBA, P. Y QUIROGA, A. 1999**

Fulvic acid carbon as a diagnostic feature for agricultural soil evaluation. *Soil Science*. 164: 57-61.

AGRICULTURA ECOLÓGICA

Estudio del estado químico y microbiológico de un suelo franco limoso

MELERO, S.⁽¹⁾; RUIZ, J. C.⁽¹⁾; HERENCIA, J. F.⁽¹⁾ Y MADEJON, E.⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto de Investigación y Formación Agroalimentaria y Pesquera (IFAPA) “Las Torres-Tomejil” Sevilla
Carretera Sevilla - Cazalla de la Sierra km 12,2. 41200 Alcalá del Río (Sevilla)
E-mail: sebastiana.melero.ext@juntadeandalucia.es

⁽²⁾ Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (I.R.N.A.S.). Po.Box 1052 41080 Sevilla

RESUMEN

En este trabajo se evaluó el efecto de la adición de residuos orgánicos en la fertilidad del suelo, tras cinco años de reconversión a la agricultura ecológica, de dos parcelas contiguas situadas en el Centro de Investigación y Formación Agraria "Las Torres-Tomejil" (Sevilla). Se realizaron en cada parcela dos tratamientos de fertilización (mineral y ecológico), determinándose parámetros químicos (materia orgánica, N-Kjeldahl, P-disponible) y microbiológicos (respiración del suelo, carbono de la biomasa microbiana y actividad fosfatasa alcalina).

La adición de residuos orgánicos incrementó el contenido en materia orgánica y nutrientes del suelo así como la actividad y biomasa microbiana del suelo, mostrando una mejora de la calidad del mismo bajo el manejo orgánico.

PALABRAS CLAVE: CARBONO ORGÁNICO TOTAL, CARBONO DE LA BIOMASA MICROBIANA, RESPIRACIÓN, FOSFATASA ALCALINA.

1 ► INTRODUCCIÓN

Las prácticas agrícolas convencionales provocan la disminución en el contenido de materia orgánica del suelo con la consecuente pérdida de fertilidad del mismo, pudiendo influir en la composición de la microflora del suelo la cual es importante para entender los procesos biológicos y bioquímicos que influyen en su fertilidad.

La biomasa microbiana del suelo es uno de los principales agentes de las transformaciones bioquímicas, influyendo en la liberación de nutrientes esenciales para las plantas y en la mineralización del carbono orgánico (Mc Gill et al., 1986). La biomasa microbiana ha sido sugerida por Powlson y Jenkinson (1981) como un indicador de los cambios experimentados por la materia orgánica del suelo, encontrándose una relación estrecha entre dicha biomasa y el contenido en carbono orgánico del suelo (Jenkinson y Ladd, 1981). La medida de la biomasa microbiana nos informa sobre la cantidad de microorganismos pero no de su actividad metabólica, siendo la respiración del suelo (producción de CO₂) una medida de dicha actividad (Nannipieri et al., 1990).

De igual forma las enzimas, generalmente de origen microbiano, juegan un papel importante en la biología del suelo y contribuyen a la fertilización del mismo ya que intervienen en la mineralización de los nutrientes esenciales para las plantas y en la formación y posterior descomposición de la materia orgánica. Las actividades enzimáticas son indicadores sensibles de los cambios producidos en las propiedades del suelo, entre ellos los que resultan de la introducción de prácticas conservacionistas (Bergstrom et al., 1998). Dichas actividades se ven estimuladas por la adición de materia orgánica (Balasubramanian et al., 1972; Zantua et al., 1977; Martens et al., 1992).

Este estudio trata de comparar el manejo ecológico con el convencional, estudiando las propiedades químicas y bioquímicas del suelo. Para ello se determinó la biomasa microbiana, respiración del suelo y actividad fosfatasa alcalina.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se ha llevado a cabo en la estación experimental del CIFA “Las Torres” Alcalá del Río, Sevilla. El suelo es un típico Xerofluvent, franco limoso, con una permeabilidad moderadamente baja de 2×10^{-4} cm s⁻¹ y una capacidad de retención de agua de 220 mm en los primeros 100 cm del perfil del suelo.

Se estudiaron dos parcelas contiguas: parcela 1, en la cual se sembró un cultivo de zanahoria (*Daucus carota*, L); y en la parcela 2, una leguminosa (*Vicia faba*, L). El diseño de cada parcela consistió en bloques al azar de 6 m x 12.5 m y dos tratamientos (mineral y orgánico). Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento. Las parcelas orgánicas fueron

manejadas mediante técnicas de agricultura ecológica (Regulación (CEE) No 2092/91) desde 1995. Las características del suelo de ambas parcelas, al principio de la reconversión, se muestran en (Tabla 1)

Tabla 1. Características del suelo (0-15 cm profundidad) al principio de la reconversión

PROPIEDADES	
Textura	Franco limoso
pH (1:2.5)	8.10
CE (1:2.5)	0.42
CaCO ₃ (g kg ⁻¹)	175
Materia orgánica (g kg ⁻¹)	13.4
N-Kjeldahl (g kg ⁻¹)	0.90
C/N	9
P-disponible (g kg ⁻¹)	34.5

Tabla 2. Características químicas del compost

PROPIEDADES	UNIDADES	VALORES MEDIOS	DESVIACIÓN STANDARD
Humedad	g kg ⁻¹	420	0.4
pH (1: 2.5)		7.6	0.1
CE (1: 2.5)	(dS m ⁻¹)	6.4	0.15
Materia orgánica	g kg ⁻¹	268	5
Nitrógeno total	g kg ⁻¹	18.7	0.11
C/N	g kg ⁻¹	8.3	1
P	g kg ⁻¹	4.3	0.026
Na	g kg ⁻¹	2.8	0.023
Ca	g kg ⁻¹	40.5	0.31
Mg	g kg ⁻¹	7.5	0.11
K	g kg ⁻¹	12	0.138

Los datos son valores medios de 3 repeticiones.

En la parcela 1 se realizaron dos muestreos de suelo a lo largo del cultivo: uno dos semanas después de sembrar (noviembre 1999) y otro en el periodo de floración (abril 2000). En la parcela 2, el primer muestreo se realizó en el periodo de floración del cultivo (enero 2000) y el segundo dos días antes de retirar el cultivo (abril 2000).

En la parcela 1, se adicionó un compost procedente de estiércol a una dosis de 30 t ha⁻¹ a las parcelas orgánicas (Tabla 2) y un fertilizante mineral (N-8 P205-15- K20-15) 0.8 t ha⁻¹, a las parcelas convencionales. En la parcela 2 no se aplicó ningún fertilizante.

Las muestras de suelo se pasaron por un tamiz de 2mm, una submuestra se conservó a 4 °C hasta la realización de los análisis microbiológicos, la otra se secó al aire para su análisis químico. El contenido de humedad fue determinado gravimétricamente a 105 °C durante 24 h.

El pH y la conductividad eléctrica (CE) se determinaron en un extracto 1:2,5 suelo/agua, N-Kjeldahl según el método descrito por Hesse (1971), el P- disponible mediante el método Olsen et al. (1954) y el carbono orgánico total por el método Walkley y Black (1934).

La respiración del suelo fue determinada según Anderson (1982); el carbono de la biomasa mediante el método fumigación-extracción (Brookes et al., 1985; Vance et al., 1987) y la actividad fosfatasa alcalina de acuerdo con Tabatabai (1994). Los resultados fueron expresados en peso seco de suelo. El análisis de los resultados se llevó a cabo con el paquete estadístico SPSS 11.5 para Windows y la comparación de resultados entre los tratamientos se realizó mediante el t-student test.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de pH en las parcelas orgánicas (1 y 2) fueron más bajos que en las correspondientes parcelas convencionales (Tabla 3 y 4). En cuanto a la CE, las parcelas orgánicas mostraron valores superiores que las convencionales.

En la parcela 1, tanto para el pH como para la CE, aparecían, en el segundo muestreo, diferencias significativas entre los tratamientos orgánicos y convencionales.

La disminución en el pH de las parcelas orgánicas podría ser debido a su mayor actividad biológica. En los suelos con alto contenido en carbonato, como es nuestro caso, la variación parcial de CO₂ es un parámetro fundamental en la variación del pH (Bruckert and Rouiller, 1987).

La fertilización orgánica aumentó los valores de CE del suelo aunque no puede decirse que existan riesgos de salinización del mismo.

Tabla 3. Valores medios^a para la parcela 1 (0-15 cm suelo) de pH y conductividad eléctrica (CE_{1,2,5}); carbono orgánico total (COT); N-Kjeldahl; razón C/N ; P-disponible

	TRAT	PH	CE dS m ⁻¹	COT (g kg ⁻¹)	N-KJELDAHL (g kg ⁻¹)	C/N	P-DISPONIBLE (mg kg ⁻¹)
1º muestreo	Mineral	8,27 a	0,52 a	9.2 a	1.1 a	8,06 a	19 a
	Orgánico	8,13 a	0,72 a	24 b	2.6 b	9,14 a	97 b
2º muestreo	Mineral	8,38 b	0,46 a	9 a	1 a	8,8 a	22 a
	Orgánico	8,08 a	0,68 b	22 b	2.3 b	9,5 a	72 b

^a Media de las parcelas minerales y orgánicas en el mismo muestreo seguido de la misma letra no difiere significativamente ($p < 0.05$).

Tabla 4. Valores medios^a para la parcela 2 (0-15 cm suelo) de pH y conductividad eléctrica (CE_{1,2,5}); carbono orgánico total (COT); N-Kjeldahl; razón C/N ; P-disponible

	TRAT	PH	CE dS m ⁻¹	COT (g kg ⁻¹)	N-KJELDAHL (g kg ⁻¹)	C/N	P-DISPONIBLE (mg kg ⁻¹)
1º muestreo	Mineral	8,51 a	0,33 a	8.40 a	1.1 a	7,31 a	
	Orgánico	8,38 a	0,57 a	20.0 b	2.7 b	7,38 a	
2º muestreo	Mineral	8,50 b	0,24 a	8.34 a	1.1 a	7,58 a	23.8 a
	Orgánico	8,33 a	0,37 b	22.0 b	2.4 b	8,90 a	93.6 b

^a Media de las parcelas minerales y orgánicas en el mismo muestreo seguido de la misma letra no difiere significativamente ($p < 0.05$).

Respecto a los contenidos en carbono orgánico total, N-Kjeldahl, P- disponible (Tabla 3 y 4), en ambas parcelas (1 y 2) fueron significativamente superiores en las parcelas correspondientes al manejo orgánico. La fertilización orgánica mantienen niveles de materia orgánica en el suelo más altos que la fertilización inorgánica (Reganold et al., 1993; Drinkwater et al., 1995; Madejon et al., 2001), lo cual es importante en Andalucía, la región de estudio, en la que los niveles de materia orgánica en los suelos agrícolas son generalmente inferiores a 10 g kg⁻¹ (Costa et al., 1991). Nuestros resultados indican que el manejo orgánico incrementó el contenido de nutrientes y de materia orgánica, produciendo una mejora en la calidad del suelo.

La figura 1 muestra claras diferencias significativas entre el suelo ecológico y el convencional para ambas parcelas (p1 y p2) respectivamente y para todos los muestreos, referido al carbono de la biomasa, respiración del suelo y actividad fosfatasa alcalina, alcanzando valores superiores los suelos orgánicos con respecto a los minerales.

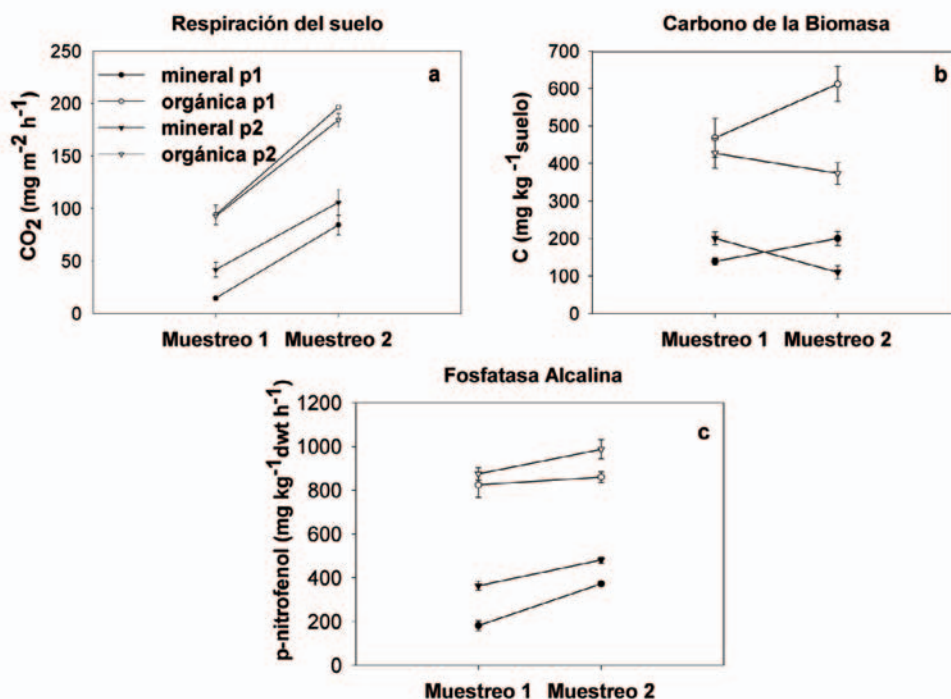


Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre la respiración del suelo, carbono de la biomasa y actividad fosfatasa alcalina.

La respiración del suelo aumentó durante todo el periodo de experimentación (figura 1a) debido a la entrada de carbono fácilmente disponible proveniente de los fertilizantes y de los residuos de plantas.

La biomasa microbiana es el pool más lábil de la materia orgánica y un reservorio importante de nutrientes para las plantas (Jenkinson and Ladd, 1981; Marumoto et al., 1982). El carbono de la biomasa (figura 1b) fue mayor en las parcelas orgánicas, debido a la mayor disponibilidad de carbono, estableciéndose un mejor crecimiento microbiano en ellas.

Ambas parcelas (p1 y p2) muestran una tendencia similar en los parámetros estudiados, excepto el carbono de la biomasa. En el caso de la parcela 2, tanto en los tratamientos minerales como orgánico, el carbono de la biomasa presentó un descenso al final del estudio y en la parcela 1 mostró una tendencia inversa. Esto podría ser debido a que el último muestreo de la parcela 2 fue realizado días antes de quitar el cultivo; sin embargo en la parcela de zanahoria hay un cultivo aún en desarrollo. Lynch and Panting (1980) sugiere que en primavera, como resultado del incremento de la temperatura y el desarrollo del cultivo, la biomasa microbiana aumenta.

Los valores de actividad fosfatasa alcalina fueron superiores en la parcelas orgánicas (Figure 1c). El manejo orgánico y la aplicación de compost favorecen la actividad en el suelo. Kremer and Li (2003) mostraron que la actividad fosfatasa en los suelos orgánicos estaba más activa que en los convencionales. Los mismos resultados fueron observados en nuestro trabajo.

4 ► CONCLUSIONES

Después de cinco años de reconversión a la agricultura ecológica los tratamientos orgánicos en ambas parcelas (1 y 2), las cuales habían seguido distintas rotaciones, alcanzaron valores similares de materia orgánica y contenido en nutrientes. El aumento de las propiedades microbiológicas y químicas reflejan un aumento de la fertilidad del suelo en las parcelas orgánicas.

5 ► AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Unión Europea, al Ministerio de Ciencia y Tecnología por financiar el proyecto (FEDER AGL00-0493-C02-02) y al gobierno de Andalucía por financiar el proyecto (PIA 13.01.1), sin los cuales este trabajo no hubiera podido realizarse.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

• **ANDERSON, J. P. E. 1982**

Soil respiration. In: *Methods of Soil analysis part 2. Chemical and microbiological properties*, 2nd edn. Page AL, Miller RH, Keeney DR (eds). *Agronomy 9/2*. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 831-871.

• **BALASUBRAMANIAN, A.; SIDDARAMAPPA, R. Y RANGASWAMI, G. 1972**

Effect of organic manuring on the activities of the enzymes hidrolising sucrose and urea and on soil aggregation. *Plant and Soil* 37, 319 – 328.

• **BERGSTROM, D. W.; MONREAL, C. M. Y KING, D. J. 1998**

Sensitivity of soil enzyme activities to conservation practices. *Soil Science Society of American Journal* 62, 1286-1295.

• **BROOKES P. C.; LANDMAN, A.; PRUDEN, G. Y JENKINSON, D. S. 1985**

Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen in soil: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology & Biochemistry* 17, 837-842.

• **BRUCKERT, S. Y ROUILLER, J. 1987**

Mecanismos de regulacion del pH de los suelos. En Bonneau, m., Souchier, B. (Eds), *Edafologia*.

2. Constituyentes y propiedades del suelo. Publicaciones Masson, S.A. Barcelona, pp 356-367.

• **COSTA F.; GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, T. Y POLO, A. 1991**

Residuos orgánicos urbanos. Manejo y utilización. Caja Murcia, Murcia.

• **DRINKWATER, L. E.; LETOURNEAU, D. K.; WORKNEH, F.; VAN BRUGGEN, A. H. C. Y SHENNAN, C. 1995**

Fundamental difference between conventional and organic tomato agroecosystems in California. *Ecological Applications* 5, 1098-1112.

• **HESSE, P. R. 1971**

A textbook of soil chemical analysis. John Murray, London.

• **JENKINSON D. S. Y LADD, J. N. 1981**

Microbial biomass in soil: Measurement and turnover. In: Paul, E.A. and Ladd, J.N. (Eds), *Soil Biochemistry*, 5. Marcel Dekker, New York, pp.415-471

• **KREMER, R. I. Y LI, J. 2003**

Developing weed-suppressive soils through improved soil quality management. *Soil & Tillage Research* 72, 193-202.

• **LYNCH, J. M. Y PAINTING, L. M. 1980**

Cultivation and the soil biomass. *Soil Biology & Biochemistry* 2, 29-33.

• **MADEJÓN, E.; LÓPEZ, R.; MURILLO, J. M. Y CABRERA, F. 2001**

Agricultural use of three (sugarbeet) vinasse composts: effect on crop and on chemical properties of a soil of the Guadalquivir River Valley (SW Spain). *Agricultural, Ecosystems and Environment* 84, 55-67.

• **MARTENS, D. A.; JOHANSON, J. B. Y FRANKENBERGER, W. T. 1992**

Production and persistence of soil enzymes with repeated addition of organic residues. *Soil Science* 153,53-61.

• **MARUMOTO, T.; ANDERSON, J. P. E. Y DOMSCH, K. H. 1982**

Mineralization of nutrients from soil microbial biomass. *Soil Biology & Biochemistry* 14, 469-475.

• **Mc GILL, W. B.; CANNON, K. R.; ROBERTSON, J. A. Y COOK, F. D. 1986**

Dynamics of soil microbial biomass and water-soluble organic C in Breton L after 50 years of cropping to two rotations. *Journal of Soil Science* 66, 1-19.

• **NANNIPIERI, P.; GREGO, S. Y CECCANTI, B. 1990**

Ecological significance of the biological activity in soil. In: Bollag J, Stotzky G. (Eds.), *Soil Biochemistry* 6. Marcel Dekker, New York, pp 293-355.

• **OLSEN, S. R.; COLE, C. W.; WATANABE, F. S. Y DEAN, L. A. 1954**

Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dept. of Agriculture, circular 939.

• **POWLSON, D. S. Y JENKINSON, D. S. 1981**

A comparison of the organic matter, biomass, adenosine triphosphate and mineralizable nitrogen contents of ploughed and direct-drilled soils. *Journal of Agricultural Science* 97, 713-721.

• **REGANOLD, J. P.; PALMER, A. S.; LOCKHART, J. P. Y MACGREGOR, A. N. 1993**

Soil quality and financial performance of biodynamic and conventional farms in New Zealand. *Science* (Washington, DC) 260,344-349. Regulation (EEC) No 2092/91 on organic production of agricultural products and indications referring there to on agricultural products and foodstuffs.

• **TABATABAI, M. A. 1994**

Soil enzymes. In Weaver et al., (Eds), *Methods of Soils Analysis. Part 2. Microbiological and Biochemical Properties*. Soil Science Society of America, Madison, WI., pp 778-833.

• **VANCE, E. D.; BROOKES, P. C. Y JENKINSON, D. S. 1987**

An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology & Biochemistry* 19, 703-707.

• **WALKLEY, A. Y BLACK, J. A. 1934**

An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37, 29-38.

• **ZANTUA M. I.; DUMENIL, L. C. Y BREMNER, J. M. 1977**

Relationships between soil urease activity and other soil properties. *Soil Science Society of American Journal* 41,350-352.

EFFECTIVIDAD DE DIFERENTES ENMIENDAS ORGÁNICAS OLEICOLAS PARA SUMINISTRAR NITRÓGENO A UN CULTIVO DE GUISANTE

NOGALES, R.⁽¹⁾; ALVAREZ, H.⁽²⁾; FERNÁNDEZ, M. L.⁽¹⁾; CIFUENTES, C.⁽¹⁾ Y GÓMEZ, M.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Estación Experimental del Zaidín. CSIC. C/ Profesor Albareda, 1. 18008 Granada
E-mail: mlfs@eez.csic.es

⁽²⁾ Laboratorio Trazador Isotópico, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT). Ciudad Habana (CUBA)

RESUMEN

El uso de los abonos orgánicos en la agricultura convencional y ecológica conlleva una serie de efectos positivos, destacando, entre otros, aquellos relacionados con su capacidad para suministrar gradualmente nitrógeno y otros nutrientes a los cultivos vegetales. En relación a ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar y cuantificar la disponibilidad del nitrógeno contenido en diferentes enmiendas orgánicas generadas a partir de residuos del olivar (alperujo, compost de alperujo y vermicompost de alperujo), utilizándose para ello el método de dilución isotópica del ^{15}N . El experimento se realizó en invernadero, en el que se cultivó pimiento sobre un suelo calcáreo, solo o suplementado con NPK o con las tres enmiendas oleícolas a una dosis de 100 t ha^{-1} . Como fuentes nitrogenadas se utilizaron sulfato de amonio marcado con $10,3 \text{ at.}\% \text{ ab. } ^{15}\text{N}$ y sulfato de amonio sin marcar. Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto que el mayor porcentaje de nitrógeno suministrado por las enmiendas oleícolas al cultivo correspondieron al compost y al vermicompost de alperujo ($27,97$ y $30,34\%$, respectivamente). Además ambas enmiendas oleícolas suministraron adecuadamente fósforo y potasio al cultivo, por lo que se recomienda su utilización en agricultura como abonos orgánicos alternativos.

PALABRAS CLAVE: ALPERUJO, COMPOST, VERMICOMPOST, ^{15}N Y PIMIENTO

1 ► INTRODUCCIÓN

La fertilización constituye uno de los principales factores que limitan la producción agrícola, ya que los cultivos absorben sólo una fracción del fertilizante aplicado que oscila entre el 10 y 60% (Peña, Grageda y Vera, 2001). En los últimos 40 años, la intensificación y modernización de la actividad agrícola ha comprendido la introducción de implementos y máquinas pesadas para la preparación de la tierra, el uso de sistemas de riego de alta eficacia, el abuso del empleo de fertilizantes químicos y pesticidas lo que, unido a la poca utilización de abonos o enmiendas orgánicas ha dado lugar a la degradación de la mayoría de los suelos (Lal y Stewart, 1992). Esta situación, unida a los procesos de cambios climáticos y el monocultivo, ha provocado una reducción del rendimiento agrícola, por lo que, en la actualidad, diferentes instituciones públicas y privadas científicas se han volcado en la búsqueda de tecnologías para el uso y manejo más adecuado de los suelos que permitan el incremento del rendimiento agrícola con criterios de sostenibilidad.

Dentro de ellas, la aplicación de residuos con un alto contenido en materia orgánica se considera una estrategia eficaz para mitigar los procesos de degradación de los suelos, permitiendo a su vez un aumento de los rendimientos de cosecha y de la fertilidad de los suelos (Rees *et al.*, 2001) Sin embargo, la escasez de residuos orgánicos tradicionales, como estiércoles u otros de origen agroganadero, ha obligado a buscar otros recursos que puedan ser utilizados como enmiendas orgánicas del suelo. Entre otros, tienen un gran interés los generados por el sector agroindustrial, destacando, en Andalucía y otras áreas de la cuenca mediterránea, aquellos generados por entre los que puede tener una especial relevancia aquellas producidas por la agroindustria de extracción del aceite de oliva. En esta agroindustria, el proceso tradicional o de “tres fases” que generaba aceite, alpechín y orujo ha sido sustituido, desde mediados de los años 90, por el de “dos fases”, el cual representa un ahorro del consumo de agua y energía y evita la producción de alpechines. El proceso de 2 fases produce aceite y a un residuo denominado orujo húmedo o alperujo. Tanto el orujo 3 fases como el alperujo suelen ser desecados y, en la mayoría de los casos, sometidos a una nueva extracción industrial para la obtención de aceite de orujo quedando un nuevo residuo denominado orujo seco y extractado u orujillo. Además de estos subproductos durante la extracción del aceite de oliva se generan otros como el hojín u hojas de olivo y diferentes aguas procedentes del lavado de las aceitunas, del aceite y de la limpieza general de las almazaras (Nogales *et al.*, 2003). Actualmente el alperujo constituye el principal residuo, y su uso como enmienda orgánica del suelo exige su previa biotransformación y/o degradación, por lo general mediante sistemas de compostaje y vermicompostaje (Benitez *et al.*, 2002; Nogales *et al.*, 1999), que reduzcan su fototoxicidad y mejoren su calidad agrícola.

El potencial fertilizante de este residuo, natural o biotransformado, puede evaluarse a través de su capacidad para suministrar nutrientes, particularmente nitrógeno a los cultivos vegetales. Para ello, los métodos utilizando isótopos estables constituyen técnicas analíticas fiables en agricultura (Bremner y Hauck, 1982), ya que no solo permiten determinar la

absorción de un determinado nutriente por la planta, sino también, y a diferencia de los métodos analíticos convencionales, la procedencia de ese nutriente, ya sea del suelo, fertilizante químico adicionado o enmienda orgánica aplicada (Dueñas *et al.*, 2002; Kirda, Derici y Shepers, 2001; Zapata, 1990). Por tal motivo, constituyen una valiosa herramienta de trabajo en el establecimiento de las medidas para el manejo integrado de los suelos agrícolas

En relación a ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar y cuantificar la disponibilidad del nitrógeno contenido en diferentes enmiendas orgánicas generadas a partir de residuos del olivar (alperujo, compost de alperujo y vermicompost de alperujo) para un cultivo de pimiento, utilizándose para ello el método de dilución isotópica del ^{15}N . La extracción de P y K por ese cultivo en el suelo enmendado con los residuos oleícolas también fue determinada.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la capa arable de un suelo calcáreo (S), de textura arcillolimoso, clasificado como Cambisol calcáreo, localizado en las cercanías de Iznalloz (Granada). Como enmiendas orgánicas generadas por la agroindustria del olivar se utilizaron alperujo (A), compost de alperujo (CA) y vermicompost de alperujo (VA).

Cuadro 1. Análisis químico del suelo y enmiendas oleícolas. S: Suelo, A: Alperujo, CA: Compost de alperujo, VA: Vermicompost de alperujo

	S	A	CA	VA
pH (H ₂ O)	7.6	5.2	7,2	7.4
EC dS m ⁻¹	0.3	6.4	3.3	1.3
Carbono orgánico total (g kg ⁻¹)	18.7	480	364	351
Acidos húmicos (g kg ⁻¹)	3.9	7	49	12
Fenoles (g kg ⁻¹)	nd	36	23	2
C/N	8	60	27	23
N (g kg ⁻¹)	2.3	8,1	13.6	15
P (mg kg ⁻¹)	48*	860**	2580**	3910**
K (mg kg ⁻¹)	885*	14840**	15820**	9160**

*Asimilable; ** Total

El alperujo fue suministrado por la empresa Romeroliva (Deifontes, Granada). El compost de alperujo fue preparado a partir de una mezcla de alperujo, hojas de alperujo y estiércol, que fue comportada, incluyendo el periodo de maduración, durante 9 meses). El vermicompost de alperujo fue preparado a partir de una mezcla de alperujo y biosólidos residuales (8:1 peso húmedo), la cual fue inoculada con lombrices de la especie *Eisenia fetida* y vermicompostada durante un periodo de 6 meses. Algunas propiedades químicas del suelo y de las enmiendas orgánicas oleícolas se exponen en el cuadro 1.

Se ensayaron los siguientes tratamientos por cuadruplicado= S: Suelo sólo; S+¹⁵N: Suelo + (¹⁵NH₄)₂SO₄; S+A+¹⁵N: Suelo + alperujo + (¹⁵NH₄)₂SO₄; S+CA+¹⁵N: Suelo + compost de alperujo + (¹⁵NH₄)₂SO₄ y S+VA+¹⁵N: Suelo + vermicompost de alperujo + (¹⁵NH₄)₂SO₄.

El experimento se realizó en invernadero utilizando macetas troncocónicas de 2.5 l de capacidad. En cada una de ellas se depositaron 2 kg de suelo, solo o mezclado, dependiendo del tratamiento, con los residuos oleícolas (100 tm ha⁻¹) y/o una fertilización de fondo equivalente a 400, 150 y 300 kg/ha de K₂O, P₂O₅ y N, respectivamente.

Como fuentes nitrogenadas se utilizaron sulfato de amonio marcado con 10,3 at.% ab. ¹⁵N y sulfato de amonio sin marcar. Cuatro plántulas de pimiento (*Capsicum annum*, L. cv dulce italiano) se transplantaron a cada maceta y sobre ellas se colocó una capa de 1.5 de perlita. Todas las macetas fueron regadas periódicamente con idénticas cantidades de agua, manteniendo la capacidad de campo del suelo durante el desarrollo experimental. En caso de existir pérdidas de agua por drenaje, estas fueron vertidas a la maceta.

La recolección del material vegetal se realizó a los 2 meses después de su siembra, coincidiendo con el inicio de fructificación. Las plantas de pimiento fueron cortadas a 1 cm sobre la superficie del suelo, determinándose el número de hojas, longitud del tallo y peso fresco y seco (hojas y tallos). Una vez secadas las hojas y tallos, fueron molidas, mezcladas y homogeneizadas, manteniéndose el material vegetal de bolsas de plástico hasta su posterior análisis.

En el suelo y los residuos orgánicos oleícolas se determinó el pH, conductividad, carbono orgánico total, ácidos húmicos, fósforo y potasio total, fósforo y potasio asimilable según los métodos de MAPA (1984). El contenido total de fenoles se determinó según el método modificado de Khazaal *et al* (1994). En el material vegetal y previa mineralización sulfúrica de las muestras (Wolf, 1982), se realizó el análisis del nitrógeno total (Baethgen y Alley, 1989) y del fósforo y potasio total (CII, 1969).

El ¹⁵N en el material vegetal fue determinado por espectrometría de masa, medido mediante sistema de flujo continuo, constituido por analizador elemental modelo Delta Plus XL (TermoQuest Finnigan). Los porcentajes de nitrógeno derivado así como las cantidades disponibles de este nutriente tanto en el suelo, fertilizante nitrogenado mineral y enmiendas oleícolas fueron calculados según las ecuaciones descritas por Zapata, 1990.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 2. Parámetros fisiológicos del cultivo de pimienta en los diferentes tratamientos ensayados. S: Suelo sólo; S+¹⁵N: Suelo + (¹⁵NH₄)₂SO₄; S+A+S+¹⁵N: Suelo + alperujo + (¹⁵NH₄)₂SO₄; S+CA+S+¹⁵N: Suelo + compost de alperujo + (¹⁵NH₄)₂SO₄; S+VA+S+¹⁵N: Suelo + vermicompost de alperujo + (¹⁵NH₄)₂SO₄

	HOJAS (NÚMERO)	LONGITUD PLANTA (cm)	PESO FRESCO (G/MACETA)	PESO SECO (G/MACETA)
S	36c	19c	21c	4.12c
S+ ¹⁵ N	61a	29ab	66a	14.3a
S+A+ ¹⁵ N	44bc	20c	25c	4.34c
S+CA+ ¹⁵ N	54ab	27b	49b	9.84b
S+VA+ ¹⁵ N	60a	31a	76a	15.5a

En cada columna, letras distintas indican una diferencia significativa ($P < 0.05$)

La aplicación al suelo de la fertilización basal NPK, sola (S+¹⁵N) o suplementada con compost (S+CA+¹⁵N) o vermicompost (S+VA+¹⁵N) de alperujo aumentó significativamente el número de hojas, longitud de la planta y peso fresco y seco del cultivo de pimienta ensayado respecto al control (S) (Cuadro 2).

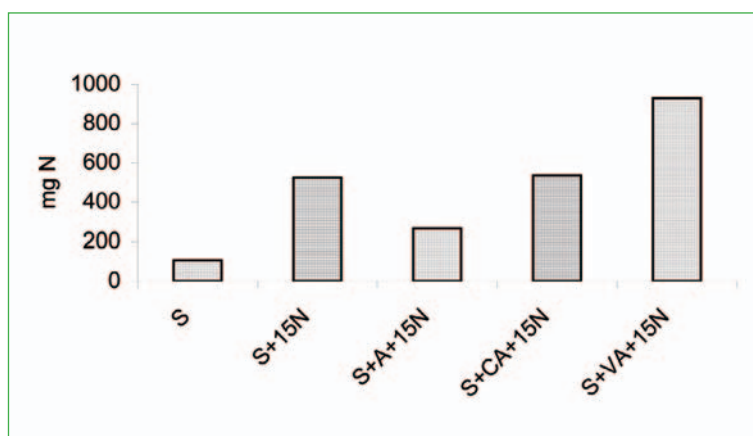


Figura 1. Extracción de nitrógeno por el cultivo de pimienta en los diferentes tratamientos ensayados. S: Suelo sólo; S+¹⁵N: Suelo + (¹⁵NH₄)₂SO₄; S+A+S+¹⁵N: Suelo + alperujo + (¹⁵NH₄)₂SO₄; S+CA+S+¹⁵N: Suelo + compost de alperujo + (¹⁵NH₄)₂SO₄; S+VA+S+¹⁵N: Suelo + vermicompost de alperujo + (¹⁵NH₄)₂SO₄. Barras con diferentes letras son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

Comparativamente, en el cultivo de pimiento no se observaron diferencias significativas entre el aporte al suelo de NPK o vermicompost de alperujo + NPK, que fueron mas efectivos que la aplicación de compost de alperujo +NPK. La adición al suelo de alperujo + NPK (S+A+15N) no tuvo un efecto positivo sobre los parámetros fisiológicos de pimiento, lo cual pondría de manifiesto el escaso potencia fertilizante que presenta este residuo oleícola natural, que incluso debido a su reconocido potencial fitotóxico tiende a disminuir los rendimientos de cosecha de los cultivos (Benítez *et al.*, 2000, 2004; Gonzalez *et al.*, 1990).

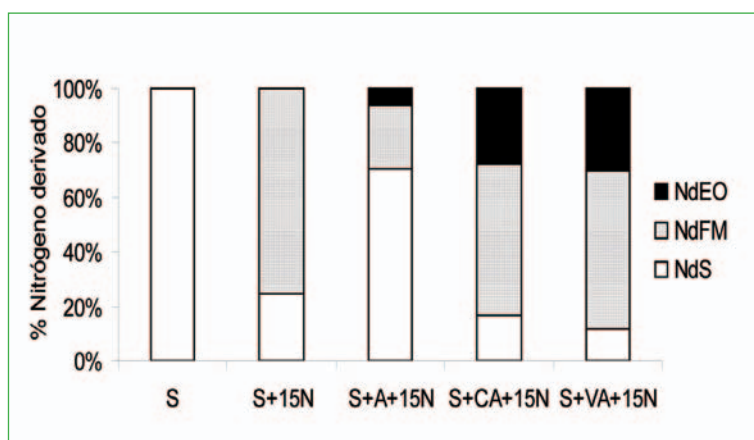


Figura 2. Procedencia del nitrógeno extraído por el cultivo de pimiento.

NdS: nitrógeno derivado del suelo; **NdFM:** nitrógeno derivado del fertilizante mineral; **NdEO:** nitrógeno derivado de las enmiendas oleícolas.

De los diferentes tratamientos ensayados, la aplicación de vermicompost de alperujo al suelo provocó la mayor extracción de nitrógeno por el cultivo de pimiento (Figura 1). Dicha extracción fue superior en un 50% a la provocada por la fertilización basal NPK o la adición al suelo de compost +NPK. La enmienda del suelo con alperujo redujo significativamente la extracción de N por la planta, registrándose valores que no fueron significativamente mas elevados que los del control (S).

Los porcentajes de nitrógeno que derivaron del suelo (NdS), fertilización mineral (NdFM) y enmiendas oleícolas (NdEO), calculados según las ecuaciones de Zapata (1990), en cada uno de los tratamientos ensayados se exponen en la Figura 2.

En el tratamiento que incluía exclusivamente fertilización mineral (S+¹⁵N), más del 75% del nitrógeno extraído por la planta derivó del fertilizante nitrogenado mineral adicionado al suelo. Ese porcentaje, superior a lo observado en otros estudios, aunque ellos fueron realizados en campo (Garabet, Ryan y Word, 1998; Kirda, Derici y Shepers, 2001), implicaría que aun permanecería en el suelo después de la recogida del cultivo un 25% de N mineral adicionado.

El porcentaje de N derivado del fertilizante mineral fue únicamente del 23% cuando el suelo fue enmendado además con alperujo sin biotransformar (S+A+¹⁵N). En este tratamiento, donde la extracción de nitrógeno por el cultivo de pimiento fue baja (Figura 1), la mayor parte ella derivó del suelo (70%), mientras que la fracción de nitrógeno procedente del alperujo fue muy escasa (6%). Esos resultados pondrían de manifiesto que el alperujo natural presenta una escasa capacidad para suministrar nitrógeno a los cultivos y que además, debido a su elevada relación C/N (Cuadro 1) y su inmadurez tendería a inmovilizar no solo el nitrógeno nativo del suelo sino también aquel adicionado en forma mineral al mismo (Stevenson, 1982; Gallardo y Nogales, 1987). La enmienda con alperujo compostado (S+CA+¹⁵N) o vermicompostado (S+VA+¹⁵N) al suelo aumentó el porcentaje de N extraído por la planta que derivaba del fertilizante nitrogenado mineral adicionado al suelo (entre un 53 y 55%), lo cual implicaría que ese nitrógeno no fue inmovilizado por el aporte de esos residuos oleícolas transformados. Además, ambas enmiendas oleícolas se mostraron mas efectivas que el alperujo natural para suministrar nitrógeno al cultivo. En el caso del vermicompost de alperujo, un 30% del nitrógeno extraído por el cultivo de pimiento derivó de esa enmienda oleícola, mientras que en el caso del compost ese porcentaje fue del 27%. Esos porcentajes fueron similares a los obtenidos en otros estudios de invernadero y campo en los que se utilizaron otras enmiendas orgánicas previamente compostadas (Iglesias-Jimenez, 2001; Thomsen, 2001). La mayor cantidad y mayor porcentaje de nitrógeno derivado del compost y vermicompost que fue extraído por el cultivo evidenciaría que los procesos de compostaje y vermicompostaje a que fue sometido el alperujo aumentaron significativamente la asimilabilidad y disponibilidad de este nutriente contenido en el residuo oleícola (Gasser, 1984) y su aplicación al suelo permitiría una reducción apreciable del uso de los tradicionales fertilizantes nitrogenados minerales.

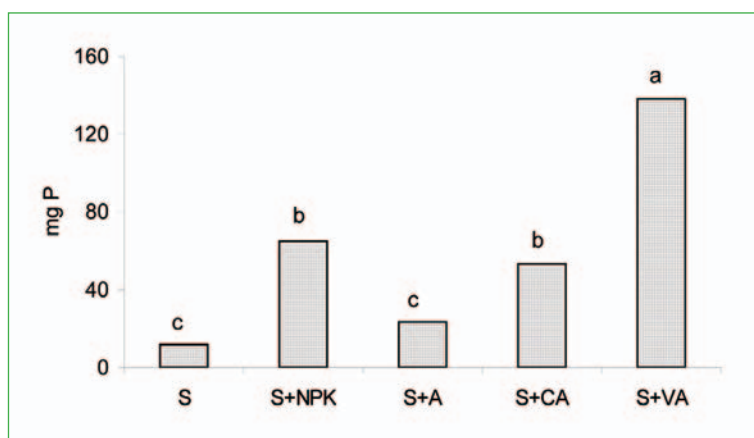


Figura 3. Extracción de fósforo por el cultivo de pimiento en los diferentes tratamientos ensayados.

S: Suelo sólo; S +¹⁵N: Suelo + (¹⁵NH₄)₂SO₄; S + A + S +¹⁵N: Suelo + alperujo + (¹⁵NH₄)₂SO₄; S + CA + S +¹⁵N: Suelo + compost de alperujo + (¹⁵NH₄)₂SO₄; S + VA + S +¹⁵N: Suelo + vermicompost de alperujo + (¹⁵NH₄)₂SO₄. Barras con diferentes letras son significativamente diferentes (P < 0.05)

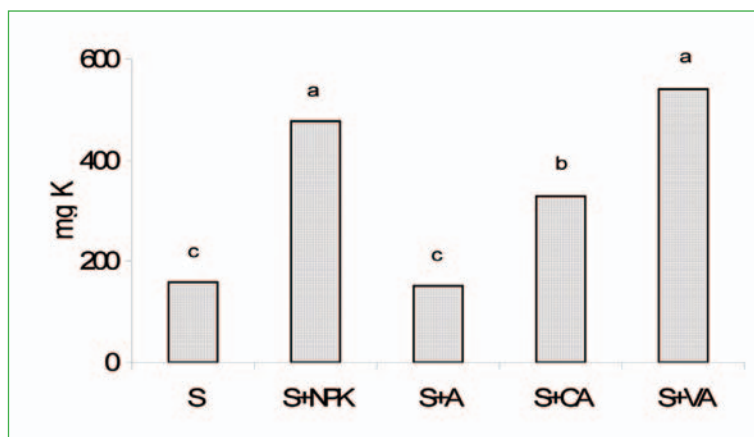


Figura 4. Extracción de potasio por el cultivo de pimienta en los diferentes tratamientos ensayados.

S: Suelo sólo; S + ^{15}N : Suelo + $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; S + A + S + ^{15}N : Suelo + alperujo + $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; S + CA + S + ^{15}N : Suelo + compost de alperujo + $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; S + VA + S + ^{15}N : Suelo + vermicompost de alperujo + $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Barras con diferentes letras son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

La extracción de fósforo (Figura 3) y potasio (Figura 4) por el cultivo de pimienta en los diferentes tratamientos ensayados siguió una tendencia similar a la observada en el caso del nitrógeno (Figura 1). La mayor extracción de ambos nutrientes por el cultivo correspondió al tratamiento que incluía vermicompost de alperujo que fue, para el caso del fósforo, un 50% superior a la provocada por la fertilización mineral NPK sola o suplementada con compost de alperujo. En el caso del potasio, la extracción inducida por el vermicompost fue ligeramente superior a la ejercida por la fertilización mineral potásica. La aplicación de alperujo natural al suelo disminuyó acusadamente la extracción de ambos nutrientes por la planta, con valores similares o incluso inferiores a los registrados en el cultivo desarrollado sobre suelo sin fertilizar

4 ► CONCLUSIONES

El residuo generado durante la extracción del aceite de oliva mediante centrifugación por 2 fases “alperujo” puede ser utilizado como enmienda orgánica de suelos agrícolas. Para ello, este residuo necesita ser transformado y degradado, con objeto no solo de eliminar su fitotoxicidad, sino también mejorar sus propiedades agronómicas. En relación a ello, los resultados obtenidos en este estudio pusieron de manifiesto que la transformación de alperujo mediante compostaje o vermicompostaje produce enmiendas orgánicas (compost y vermicompost de alperujo) con una elevada capacidad para suministrar nitrógeno a los cultivos. Esta capacidad de suministro, determinada mediante la técnica de dilución isotópica, permitiría la reducción de los insumos nitrogenados minerales en agricultura.

Además el vermicompost de alperujo presentó un gran potencial para suministrar fósforo y potasio a la planta, por lo que se su utilización en agricultura, como abonos orgánicos alternativos, es muy recomendable.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

El presente estudio ha sido financiado por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía a través del proyecto “CA001-007”. Los autores agradecen a las Empresas “Romeroliva” el alperujo suministrado y su interés por el estudio desarrollado.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **BAETHGEN, W. E. Y ALLEY, M. M. 1989**

A manual colorimetric procedure for measuring ammonium nitrogen in soil and plant kjeldhal digests. Communications in Soil Science and Plant Analysis 20, 961-969.

- **BENÍTEZ, E.; MELGAR, R.; SAINZ, H.; GÓMEZ, M. Y NOGALES, R. 2000**

Enzyme activities in the rhizosphere of pepper (*Capsicum annuum*, L.) grown with olive cake mulches. Soil Biology & Biochemistry 32, 1829-1835.

- **BENÍTEZ E.; SAINZ, H.; MELGAR, R. Y R. NOGALES 2002**

Vermicomposting of a lignocellulosic by-product from olive oil industry: a pilot scale study. Waste Management & Research 20, 134-142.

- **BENÍTEZ, E.; MELGAR, R. Y NOGALES, R. 2004**

Estimating soil resilience to a toxic organic waste by measuring enzyme activities. Soil Biology & Biochemistry, In press

- **BREMNER, J. M.; HAUCK, R. D. 1982**

Advances in methodology for research on nitrogen transformations. En Nitrogen in agricultural soils. F.J. Srevenson (Ed) ASA, Madison, Wi. Agronomy, No 22, 468-502.

- **CII 1969**

Métodos de referencia para la determinación de elementos minerales en vegetales. Anales de Edafología y Agrobiología 28, 409-430.

- **DUEÑAS, G.; MUÑOZ, O.; SÁNCHEZ, T.; GÓMEZ, L. Y ÁLVAREZ, H. 2001**

Reciclaje de nitrogeno en una sucesion frijol-maiz-frijol en suelo ferralítico usando el metodo isotópico. Terra, 20, 45-50

- **GALLARDO - LARA, F. Y NOGALES, R. 1987**

Effect of the application of town refuse compost on the soil-plant system: A review. Biological Wastes 19, 35-62.

- **GARABET, S.; RYAN, J. Y WOOD, M. 1988**

Nitrogen and water effect of wheat yield in a Mediterranean-type climate. II. Fertilizer-use efficiency with labelled nitrogen. Field Crop Research 58, 213-221

- **GASSER, J. K. R. 1984**
Composting of Agricultural and other Wastes. Elsevier Applied Science Publishers. London..
- **GONZÁLEZ, M. D.; MORENO, E.; QUEVEDO - SARMIENTO, J.; RAMOS - CORMENZANA, A. 1990**
Studies on antibacterial activity of waste waters from olive oil mills (Alpechín): inhibitory activity of phenolic and fatty acids. *Chemosphere* 20 (3/4), 423–432.
- **IGLESIAS - JIMÉNEZ, E. 2001**
Nitrogen availability from a mature urban compost determined by the ^{15}N isotope dilution method. *Soil Biology & Biochemistry* 33, 409-412
- **KHAZAAL, K.; BOZA, J. Y ØRSKOV, E. R. 1994**
Assessment of phenolics-related antinutritive effects in Mediterranean browse: a comparison between the use of the in vitro gas production technique with or without polyvinilpolypyrrolidone or nylon bag. *Animal Feed Science Technology* 49, 133-149.
- **KIRDA, C.; DERICI, M. R. Y SHEPERS, J. S. 2001**
Yield response and N-fertilizer recovery of reinfed wheat growing in the mediterranean region. *Field Crop Research* 71, 113-122
- **LAL, R. Y STEWART, B. A. 1992**
Soil restoration. Springer-Verlag, New York, 456 p.
- **MAPA 1986**
Métodos oficiales de análisis. Tomo III. Plantas, productos orgánicos fertilizantes, suelos, agua, productos fitosanitarios y fertilizantes inorgánicos, Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 532 pp.
- **NOGALES, R.; MELGAR, R.; ROMERO, E.; GÓMEZ, M. Y BENÍTEZ, E. 2003**
Utilización de las aguas de lavado de aceituna y aceite para la obtención de enmiendas orgánicas a partir de subproductos de olivar. En Estudio de la composición y tratamiento como subproducto de las aguas de lavado de aceituna y aceite. *Infoliva*, Granada. 81-95.
- **NOGALES, R.; THOMPSON, R.; CALMET, A.; BENÍTEZ, E.; GÓMEZ, M. Y ELVIRA, C. 1998**
Feasibility of vermicomposting residues from oil production obtained using two stages centrifuge. *J. Environmental Science & Health - Part A* 33, 1491-1506.
- **PEÑA, J. J.; GRAGEDA, O. A. Y VERA, J. A. 2001**
Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: Uso de las técnicas isotópicas ^{15}N . *Terra* 20, 51 - 56.
- **REES, R. M.; BALL, B. C.; CAMPBELL, C. D. Y WATSON, C. A. 2001**
Sustainable management of soil organic matter. CABI Publishing, Edimburgh, UK, 440 pp.
- **STEVENSON, F. J. 1982**
Humus chemistry: genesis, composition, reaction. John Wiley & Sons Ltd, 195-220.
- **THOMSEN, I. K. 2001**
Recovery of nitrogen from composted and anaerobically stored manure labelled with ^{15}N . *European Journal of Agronomy*, 15, 31-41
- **WOLF, B. 1982**
A comprehensive system of leaf analysis and its use for diagnosing crop nutrient status. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 13, 1035-1059.
- **ZAPATA, F. 1990**
Isotope techniques in soil fertility and plant nutrition studies, use of nuclear techniques in studies of soilplant relationships. Training Course Series 2, IAEA, 61-127.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE COMPOSTS DE RESIDUOS ORGÁNICOS COMO ENMIENDAS DE SUELOS CULTIVADOS

QUENUM, L.⁽¹⁾; ABAD, M.⁽¹⁾ Y POMARES, F.⁽²⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Valencia (UPV)

⁽²⁾ Instituto Valenciano de Investigaciones Agraria (IVIA)
E-mail: leoedmond@yahoo.es

RESUMEN

Se ha estudiado el efecto de dos composts con orígenes diferentes -purín de cerdo o restos de fanerógamas marinas-, a dosis de 0, 15 y 30 t de materia orgánica/ha, respectivamente, sobre las propiedades de un suelo bajo cultivo y sobre el crecimiento y la productividad de guisante (*Pisum sativum* var. *vulgare*), rábano (*Raphanus sativus*) y lechuga (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) cultivados en contenedor. Las propiedades físicas del suelo se vieron mejoradas por la adición de compost. La porosidad total aumentó al hacerlo la dosis aplicada, independientemente del compost utilizado. La capacidad de retención de agua disponible fue significativamente superior cuando se aportó compost de purín, pero no se vio afectada por la dosis del mismo. Además, la adición de compost al suelo (especialmente de purín) aumentó el contenido en materia orgánica y en macroelementos fertilizantes. Por otra parte, el compost de purín tuvo un efecto positivo y altamente significativo sobre el crecimiento de las plantas y la productividad del guisante, mientras que el compost de fanerógamas lo tuvo sobre el rábano, aunque de manera menos marcada. En lechuga, la adición de compost, su origen y la dosis aplicada tuvo un efecto menos consistente y significativo. Consecuentemente, estos dos composts constituyen unos materiales a tener en cuenta en la fertilización orgánica de los suelos agrícolas.

PALABRAS CLAVE: PURÍN DE CERDO, FANERÓGAMAS MARINAS, VALORIZACIÓN DE RESIDUOS, SUELO AGRÍCOLA, *PISUM SATIVUM*, *RAPHANUS SATIVUS*, *LACTUCA SATIVA*, AGRICULTURA SOSTENIBLE

1 ► INTRODUCCIÓN

Numerosas actividades de producción y consumo dan como resultado la generación y acumulación de grandes cantidades de residuos orgánicos (Abad y Puchades, 2002; Climent *et al.*, 1996). Estos residuos tienen un fuerte impacto sobre el medio ambiente, contaminando la atmósfera, el suelo y las aguas (superficiales y subterráneas).

El purín de cerdo es uno de los principales residuos de origen ganadero, por su elevado nivel de producción y fuerte impacto medioambiental. La producción de purines en la Comunidad Valenciana se estima en unos 2.100.000 t/año, siendo la provincia de Castellón la principal productora (especialmente las comarcas Alt Maestrat, Baix Maestrat, La Plana Alta y Els Ports) (Diputación Provincial de Valencia, 2000). Por otro lado, las playas son zonas donde se ralentiza la dinámica litoral y, por tanto, donde se deposita y acumula el material transportado en suspensión por el mar. Los arribazones de restos vegetales que se acumulan periódicamente en las costas del Mediterráneo corresponden, en su mayoría, a hojas de la fanerógama marina *Posidonia oceanica* (L.) Delile (Hemminga and Duarte, 2000). Baste citar, por ejemplo, que solamente las costas del término municipal de Dénia (Alicante) reciben restos de fanerógamas y algas marinas en una cuantía de 15.000 m³/año, aproximadamente (Orquín *et al.*, 2001). Las playas afectadas por este fenómeno requieren la recogida de estos restos para evitar su acumulación e importante impacto turístico.

Entre los diferentes métodos de reciclado y adecuación de los residuos orgánicos para fines hortícolas destaca el compostaje, que permite la transformación de los mismos en un material maduro, estable e higienizado, con un alto contenido en materia orgánica y componentes húmicos -denominado compost-, el cual puede ser utilizado sin riesgo de daños en Agricultura -por ser inocuo y no contener sustancias fitotóxicas-, favoreciendo el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Además, debe poder almacenarse sin que sufra alteraciones posteriores (Golueke, 1972; Hoitink and Fahy, 1986).

El aprovechamiento del compost como enmienda húmica de los suelos agrícolas, como abono orgánico para las plantas cultivadas y/o como sustrato o componente de sustratos para el cultivo sin suelo, constituyen algunas de las opciones de valorización -valorización agrícola- más satisfactorias (Abad *et al.*, 1997, 2001; Ingelmo *et al.*, 1998), reportando un doble beneficio:

- Ambiental, al eliminarse los residuos sin alteración del equilibrio ecológico
- Agrícola, al recuperarse y aprovecharse la materia orgánica y los elementos fertilizantes contenidos en los mencionados residuos.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de dos composts con orígenes diferentes -purín de cerdo o fanerógamas marinas- sobre las propiedades de un suelo y sobre el crecimiento y la productividad de tres especies hortícolas cultivadas en contenedor.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales utilizados y diseño del experimento

Se han estudiado dos composts con orígenes diferentes: 1) Fracción sólida de purín de cerdo compostada -compost de purín-, obtenido por la empresa U.T.E. TETMA-URBASER en la Zona de Investigación de la Planta de Compostaje de Vall d'Alba (Castellón); y, 2) Compost de fanerógamas marinas con restos vegetales de jardinería 50:50 (v:v), obtenido en la Zona de Investigación de la Planta de Compostaje del M.I. Ayuntamiento de Dénia (Alicante). En ambos casos se utilizó un sistema dinámico de compostaje, con volteo periódico de los montones (mezclas) de residuos. Las características físico-químicas y la composición de estos dos composts se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características físico-químicas y composición de los composts ^(z)

PARÁMETRO	FANERÓGAMAS	PURÍN
pH (suspensión acuosa 1/10, p/p)	8,54	7,07
Conductividad eléctrica (extracto 1/10, p/p; dS m ⁻¹)	3,09	5,79
Materia orgánica total (%)	32,5	61,2
Relación C/N	18,4	10,8
N (%)	0,96	2,93
P ₂ O ₅ (%)	0,34	6,29
K ₂ O (%)	0,86	2,22
Ca (%)	13,56	7,08
Mg (%)	1,22	0,65

^(z) Fuente: Pasamar (2002)

El suelo empleado en la presente investigación procedía de una finca de secano, sin cultivar, ubicada en la provincia de Alicante, mostrándose en la Tabla 2 el análisis del mismo. El experimento se llevó a cabo al aire libre -en una parcela situada en el campus de la Universidad Politécnica de Valencia-, empleando contenedores de cultivo de plástico negro y forma tronco-cónica, de ϕ 40 cm y 35 l de capacidad. Se estudiaron 6 tratamientos diferentes, resultantes de la combinación factorial de 2 tipos de compost (purín compostado vs. compost de fanerógamas) x 3 dosis de aplicación de los composts (equivalentes a 0, 15 y

30 t de materia orgánica/ha, respectivamente). Tras mezclar homogéneamente el suelo con las cantidades correspondientes de compost se procedió a llenar los contenedores, que se dispusieron según un dispositivo experimental de bloques al azar, con 4 repeticiones de 5 contenedores cada una por tratamiento.

Tabla 2. Análisis mecánico, físico-químico y químico del suelo ^(z)

PARÁMETRO	VALOR
Textura	Arcillosa ligera
pH (suspensión acuosa 1/2,5 p/v)	8,13
Conductividad eléctrica (extracto 1/2,5 p/v; dS m ⁻¹)	0,373
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	14,4
Materia orgánica (%)	1,32
Nitrógeno total (%)	0,075
Relación C/N	10,2
Fósforo asimilable (mg P ₂ O ₅ /100g)	2,38
Potasio asimilable (mg K ₂ O/100g)	11,04
Calcio (%)	12,89
Magnesio (%)	0,80
Sodio (%)	0,045
Caliza total (CaCO ₃ ,%)	33,5
Cal activa (CaCO ₃ ,%)	9,7

^(z) Fuente: Pasamar (2002)

Sobre las mezclas de suelo y compost se establecieron 3 cultivos sucesivos de hortalizas: 1) Guisante (*Pisum sativum* var. *vulgare*, cv. “Rondó Selección”), 2) Rábano (*Raphanus sativus*, cv. “Redondo Escarlata”), y 3) Lechuga (*Lactuca sativa* var. *longifolia*, cv. “Valladolid-Tordesillas”). Las labores culturales más significativas realizadas en las tres especies estudiadas se detallan en la Tabla 3.

Además del aporte de compost, los suelos se abonaron con nitrógeno, fósforo y potasio –según indica Maroto (2002)–, aplicados como abonado de fondo y de corbertera (Tabla 4), de manera que todos los contenedores recibieron la misma cantidad de abono. Como fertilizantes

N, P y K se emplearon nitrato amónico (33,5% N), superfosfato de cal (18% P₂O₅) y sulfato de potasa (50% K₂O), respectivamente. Los riegos se llevaron a cabo con un sistema de riego por goteo automatizado, que se programó a la demanda.

Tabla 3. Labores culturales realizadas y momento de aplicación

CULTIVO	SIEMBRA EN BANDEJA	TRASPLANTE	SIEMBRA DIRECTA	RECOLECCIÓN
Guisante	12/01/2001	08/02/2001	-	Precoz: 22/03/2001 Final: 13/04/2001
Rábano	-	-	17/04/2001	24/05/2001
Lechuga	13/09/2001	03/10/2001	-	22/11/2001

Tabla 4. Dosis de fertilizantes aplicadas

EL. FERTILIZANTE	GUISANTE	RÁBANO	LECHUGA
Nitrógeno, Kg N/ ha	25	75	120*
Fósforo, Kg P ₂ O ₅ / ha	100	75	100
Potasio, Kg K ₂ O/ ha	120	75	150

* El nitrógeno se fraccionó entre fondo y dos coberturas. El fósforo y el potasio se aplicaron como abonos de fondo

Al final del experimento se determinaron las propiedades físicas, físico-químicas y químicas de los diferentes suelos, según se detalla más abajo. La recolección de la cosecha de cada cultivo se realizó cuando ésta alcanzó la madurez comercial, controlándose el peso de la biomasa aérea y de la cosecha (la correspondiente a las primeras vainas formadas) en el guisante, el diámetro de la raíz y el peso de la planta en el rábano, y la superficie de la hoja más desarrollada y el peso del cogollo en la lechuga.

Métodos de análisis

• Propiedades físicas

La densidad aparente (DA, Kg/m³), la densidad real (DR, Kg/m³) y el espacio poroso total (EPT,% v/v) se determinaron según los Métodos Oficiales de Análisis de Suelos (MAPA, 1994), utilizando un cilindro muestreador de ϕ 7,6 cm y 7,6 cm de altura, picnometría de

agua, y la ecuación $EPT = (1 - DA/DR) \times 100$, respectivamente. Para construir la curva característica de humedad se utilizaron anillas metálicas cilíndricas de ϕ 53,7 mm y 30 mm de altura (volumen \approx 68 cm³) -conteniendo muestras de suelo inalteradas-, que se introdujeron en los embudos del dispositivo de De Boodt *et al.* (1974), para bajas tensiones (\leq 10 kPa), y se trasladaron posteriormente a un equipo de placa de presión (Richards, 1982), para tensiones superiores (10-1.500 kPa).

- **Propiedades físico-químicas y químicas**

El pH se determinó en una suspensión suelo/agua 1/2,5 (p/v), y la conductividad eléctrica (CE) en el extracto obtenido tras filtración. Los contenidos en materia orgánica (MO) oxidable, N total y K asimilable (extraído con acetato amónico) se determinaron según los Métodos Oficiales de Análisis de Suelos (MAPA, 1994). La determinación de los elementos minerales P, Ca, Mg y Na se realizó mediante espectrometría de emisión por plasma acoplado inductivamente (ICP-AES) tras digestión nítrico-perclórica de las muestras. El nitrógeno asimilable $-\text{NO}_3^-$ y NH_4^+ se extrajo con KCl 2M y se determinó mediante destilación con MgO y aleación Devarda.

Análisis estadístico de los datos

Para el análisis estadístico de los resultados se ha realizado un análisis de la varianza multifactorial, utilizando el paquete Statgraphics© Plus 4.0 para Windows. La significación de las diferencias entre las medias de los diferentes grupos o niveles establecidos se ha determinado mediante el test de Newman-Keuls o de LSD ($P \leq 0,05$).

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aprovechamiento y la utilización del compost de residuos orgánicos en Agricultura presenta dos aspectos de estudio fundamentales: el efecto sobre el suelo y sobre la planta, estando ambos fuertemente relacionados (Aguilar y González, 1998).

Efectos sobre las propiedades físicas del suelo

La conservación del suelo agrícola ha pasado a ser uno de los problemas más importantes de la agricultura en zonas áridas y semiáridas mediterráneas, donde las condiciones climáticas -junto con desafortunadas actuaciones antrópicas- ocasionan niveles de erosión que están disminuyendo de manera drástica y preocupante el potencial productivo de nuestros suelos (Forteza *et al.*, 1995). En el presente trabajo se ha estudiado el efecto -a nivel físico- de una técnica de conservación del suelo, basada en la aplicación de compost de residuos orgánicos.

Los resultados se presentan en las Tablas 5 a 7 y en la Figura 1.

El compost de fanerógamas marinas redujo la densidad aparente del suelo en una cuantía significativamente superior al purín compostado (1.192 vs. 1.232 Kg/m³, resp.) (Tabla 5). Esta reducción fue tanto más marcada cuanto más elevada fue la dosis de compost aportada (disminución del 4% y del 7% respecto al testigo sin tratar para las dosis 1 y 2, resp.). La disminución de la densidad aparente a corto plazo es debida al efecto de dilución resultante de la mezcla de materia orgánica, de baja densidad aparente, con materia mineral, de densidad aparente mucho más elevada (Khaleel *et al.*, 1981; Aguilar y González, 1998). La menor densidad aparente favorecerá la estructura del suelo, facilitando la circulación del agua y el aire en el mismo, la emergencia de la plántula y el enraizamiento posterior de la planta.

Tabla 5. Efectos principales de los tratamientos a base de compost sobre algunas propiedades físicas del suelo

EFFECTO PRINCIPAL DEL TRATAMIENTO	DENSIDAD APARENTE (Kg/m ³)	DENSIDAD REAL (Kg/m ³)	ESPACIO POROSO TOTAL (% V/V)
A. Tipo de compost			
Fanerógamas	1.192	2.475	51,47
Purín	1.232	2.601	52,95
P ^z	*	***	NS
B. Dosis de compost			
Testigo	1.253 a	2.522	50,27 a
1	1.207 ab	2.547	52,55 b
2	1.176 b	2.546	53,82 b
P	**	NS	**
C. Interacción A x B			
	NS	*	NS

Dosis 1 y 2: 15 y 30 t de materia orgánica/ha, respectivamente

⁽²⁾ P: Nivel de significación. NS, *, **, ***: No significativo o significativo a $P \leq 0,05$, $0,01$ ó $0,001$, respectivamente. Valores en columna sin subíndice común difieren significativamente a $P \leq 0,05$

La densidad real del suelo que había recibido purín compostado fue significativamente superior a la de aquel al que se aportó compost de fanerógamas marinas (2.601 frente a 2.475 Kg/m³, respectivamente), no apreciándose influencia estadísticamente significativa de la dosis de aplicación de los composts. La densidad real es un parámetro esencial para la estimación de la porosidad del suelo, a la que afecta de manera inversa.

El compost de purín aumentó la porosidad del suelo en una cuantía superior al compost de fanerógamas, aunque las diferencias no llegaron a alcanzar los niveles de significación estadística. Por el contrario, el aumento de la dosis de compost incrementó significativamente la porosidad en comparación con el testigo sin tratar, encontrándose un efecto de saturación en la respuesta. La influencia de los composts en la porosidad estuvo más relacionada con sus efectos sobre la densidad aparente que con sus efectos sobre la densidad real. Sería interesante profundizar en el estudio de la morfología del espacio poroso -con objeto de clasificar los poros según su tamaño, forma, abundancia y continuidad-, ya que sólo así se conseguirá una visión global del funcionamiento del sistema edáfico.

Las curvas características de humedad de los suelos sometidos a los diferentes tratamientos se presentan en la Figura 1.

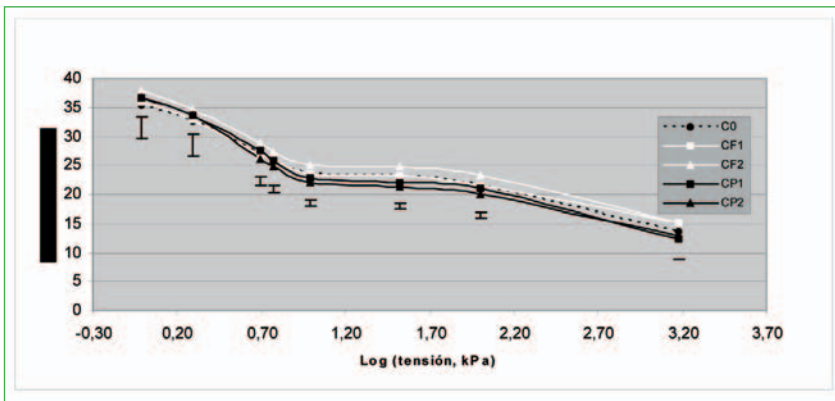


Figura 1. Curvas características de humedad de los suelos sometidos a los diferentes Tratamientos estudiados. Las barras verticales indican el error estándar de la media. C0: Testigo; CF: Compost de fanerógamas; CP: Compost de purín; Dosis 1 y 2: 15 y 30 t de materia orgánica/ha, respectivamente.

En ella se representa la variación del contenido de humedad en base seca (θ , en%) en función del logaritmo de la succión o tensión a la que se somete el material (h , en kPa). El ajuste de los datos experimentales se ha realizado utilizando la ecuación propuesta por Van Genuchten (1980). Las curvas presentaron una cinética prácticamente similar, apreciándose escasas diferencias entre las mismas, tal y como se indica más abajo. Los parámetros obtenidos tras ajustar los datos experimentales al modelo son: θ_r (contenido de humedad residual, que se corresponde con el punto de marchitamiento permanente), α , m , y n (el modelo considera $m = 1 - 1/n$). Los valores de los parámetros conseguidos tras el ajuste de las cinco muestras de suelo estudiadas se muestran en la Tabla 6, observándose la bondad del modelo para todos los casos ($R^2 \geq 0,9380$). Los datos estadísticos obtenidos de los ajustes a la ecuación de Van Genuchten (datos no presentados) indican que -en algunos casos- el modelo puede simplificarse, omitiéndose algunos parámetros.

Tabla 6. Parámetros obtenidos del ajuste a la ecuación de Van Genuchten

TRATAMIENTO	Θ_R (% SMS)	A (cm ⁻¹)	N	R ²
CO	11,155	0,7754	1,2594	0,9404
CF1	11,293	0,7849	1,2751	0,9397
CF2	13,337	0,7754	1,4066	0,9438
CP1	12,630	1,2052	1,2658	0,9380
CP2	14,442	0,7636	1,2716	0,9404

CO: Testigo; CF: Compost de fanerógamas; CP: Compost de purín; Dosis 1 y 2: 15 y 30 t de materia orgánica/ha

Tabla 7. Efectos de los tratamientos a base de compost sobre el agua retenida a diferentes tensiones

EFECTO PRINCIPAL DEL TRATAMIENTO	AGUA RETENIDA (% SMS) A (KPA)			AGUA DISPONIBLE (% SMS)
	1	33	1.500	
A. Tipo de compost				
Fanerógamas	26,89	22,21	14,48	7,73
Purín	27,66	23,81	12,88	10,93
P ²	*	NS	*	*
B. Dosis de compost				
Testigo	25,63 a	23,26	13,57	9,69
1	27,65 b	22,69	13,59	9,10
2	28,54 c	23,08	13,88	9,20
P	***	NS	NS	NS
C. Interacción A x B				
	NS	NS	NS	NS

Dosis 1 y 2: 15 y 30 t de materia orgánica/ha, respectivamente.

(²) P: Nivel de significación. NS, *, ***: No significativo o significativo a $P \leq 0,05$ ó $0,001$. Valores en columna sin subíndice común difieren significativamente a $P \leq 0,05$

El valor de θ_r debe coincidir con el porcentaje de humedad obtenido experimentalmente a 1.500 kPa. Esta condición se cumple para todos los tratamientos estudiados (Tabla 7).

La región de la curva de humedad correspondiente a potenciales matriciales elevados resulta de gran interés en relación con las propiedades de drenaje del suelo, mientras que el tramo definido por los potenciales matriciales más bajos determina la disponibilidad del agua para la planta.

En la Tabla 7 se presenta el agua retenida a 1, 33 y 1.500 kPa, respectivamente, así como la capacidad de retención de agua disponible para la planta. La diferencia entre el agua retenida a 33 y a 1.500 kPa -agua disponible- fue mayor en el tratamiento con purín compostado que en aquel con compost de fanerógamas, debido principalmente a la mayor retención de agua a bajas tensiones y al menor contenido de humedad a tensiones elevadas.

Efectos sobre las propiedades físico-químicas y químicas del suelo

En el presente trabajo se ha evaluado la potencial utilización de compost de residuos orgánicos como mejorante de las propiedades químicas del suelo. Los resultados de los análisis físico-químicos y químicos de los suelos al final del experimento se dan en la Tabla 8.

Tabla 8. Características físico-químicas y químicas del suelo tratados con compost al final del experimento

PARÁMETRO	CO	CF1	CF2	CP1	CP2	P	LSD
pH	8,27	8,14	8,18	8,41	8,34	≤ 0,01	0,05
CE (dS m ⁻¹)	0,38	0,53	0,49	0,31	0,29	≤ 0,001	0,01
MO (%)	1,50	2,35	2,86	1,98	2,79	≤ 0,001	0,05
Ntotal (%)	0,080	0,090	0,090	0,120	0,170	≤ 0,001	0,005
NH ₄ ⁺ (mg/100g)	1,21	1,25	1,30	1,12	2,52	≤ 0,001	0,05
NO ₃ ⁻ (mg/100g)	0,16	0,32	0,07	1,63	78,24	≤ 0,001	0,01
P (mg/100g)	3,33	3,63	3,76	4,52	9,12	≤ 0,001	0,36
K (mg/100g)	16,92	16,51	26,10	20,50	26,10	≤ 0,001	0,34
Ca (%)	11,92	11,31	13,83	13,34	13,83	≤ 0,05	0,83
Mg (%)	0,81	0,79	0,81	0,84	0,81	NS	-
Na (%)	0,031	0,028	0,031	0,030	0,031	NS	-

CE: Conductividad eléctrica; MO: Materia orgánica; CO: Testigo; CF: Compost de fanerógamas; CP: Compost de purín; Dosis 1 y 2: 15 y 30 t de materia orgánica/ha, respectivamente. NS: No significativo

Tras los tres ciclos de cultivo se observó que la adición de compost de purín (CP) y la dosis del mismo no modificaron de modo apreciable el pH del suelo, que continuó siendo básico a pesar de que este compost presentó un pH cercano a la neutralidad (Tabla 1). Por el contrario, la conductividad eléctrica (CE) del suelo disminuyó a medida que aumentó la dosis de purín, aunque este efecto parece deberse más a la adición de compost que a la dosis utilizada. Este hecho hace prever que el aporte de compost de purín al suelo no provocará problemas de salinidad. El porcentaje de materia orgánica (MO) aumentó al hacerlo la dosis de compost, de modo que el suelo del tratamiento CP2 presentó un contenido en materia orgánica que casi duplica al del suelo C0 (control).

En general, la adición de compost de purín aumentó los niveles de nitrógeno total, nitrógeno asimilable (nitrítico + amoniacal), fósforo, potasio y calcio, mientras que los de magnesio y sodio no se vieron afectados. El contenido en nitrógeno total aumentó con la adición de compost y la dosis utilizada, y así el suelo del tratamiento CP2 duplicó su contenido en nitrógeno total respecto al testigo (C0). En lo que respecta al nitrógeno asimilable, la aportación de purín aumentó de manera altamente significativa el contenido en nitrógeno amoniacal y nitrógeno nitrítico, siendo este aumento mucho más espectacular en el caso del nitrógeno nitrítico -que se incrementó de 0,16 (C0) a 78,24 mg/100g (CP2)-, lo que podría explicarse en parte por la mineralización del nitrógeno orgánico aportado por dicho compost. Este hecho indica que la adición al suelo de dosis elevadas de purín compostado puede llegar a provocar unas pérdidas por lixiviación de N asimilable mayores que en el caso de utilizar dosis bajas de este compost, con los riesgos medioambientales que ello conllevaría. En lo que respecta a los otros dos macronutrientes (P y K), la dosis de compost aportada afectó al contenido de P en mayor cuantía que al de K. Los niveles de Ca aumentaron ligeramente con la adición de compost, pero no se vieron afectados por la cantidad de éste utilizada.

De modo general podemos indicar que (a diferencia de lo que ocurría con el purín compostado) la mezcla de suelo con compost de fanerógamas (CF1 y CF2) provocó una respuesta mucho menos marcada. Además, el comportamiento del suelo frente a la dosis utilizada fue más aleatorio. El compost de fanerógamas no modificó el pH del suelo, pero aumentó la CE y el contenido en MO, no teniendo la dosis un efecto de importancia. Los niveles de N total, N asimilable ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$) y P no se vieron afectados por la adición de este compost ni por la dosis empleada, mientras que el contenido en K aumentó, apreciándose influencia de la dosis. En relación con los niveles de Ca, Mg y Na, no se observaron diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos estudiados.

El efecto del compost sobre las propiedades físico-químicas y químicas del suelo fue superior cuando se aplicó purín (en comparación con el de fanerógamas), ya que aumentó de forma muy notable (e independientemente de la dosis aportada) los niveles de los macronutrientes N, P y K. Esta situación está probablemente relacionada con los mayores niveles iniciales de estos elementos fertilizantes en el purín compostado, frente al compost de fanerógamas (Tabla 1).

Efectos sobre los cultivos

Los efectos principales de la adición de diferentes dosis de compost de purín o de fanerógamas marinas sobre el crecimiento de las plantas y la productividad de los tres cultivos hortícolas estudiados (guisante, rábano y lechuga) se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Efectos principales de los tratamientos a base de compost sobre el crecimiento de las plantas y la productividad de guisante, rábano y lechuga

EFECTO PRINCIPAL DEL TRATAMIENTO	GUISANTE		RÁBANO		LECHUGA	
	BIOMASA AÉREA (G/PL)	COSECHA TOTAL (G/PL)	DIÁMETRO RAÍZ (mm)	PESO PLANTA (G)	SUPERFICIE HOJA (cm ²)	PESO PLANTA (G)
A. Tipo de compost						
Fanerógamas	86,8	40,5	25,0	14,0	208,1	225,9
Purín	185,8	79,1	21,9	9,8	231,4	248,1
p ²	***	***	***	***	**	NS
B. Dosis de compost						
Testigo	86,6 a	40,6 a	23,7	12,0	208,8	226,4
1	150,8 b	64,0 b	23,1	11,6	225,6	246,4
2	171,5 b	74,7 c	23,6	12,1	224,8	238,2
P	***	***	NS	NS	NS	NS
C. Interacción A x B						
	***	***	**	***	NS	NS

Dosis 1 y 2: 15 y 30 t de materia orgánica/ha, respectivamente.

⁽²⁾ P: Nivel de significación. NS, **, ***: No significativo o significativo a $P \leq 0,01$ ó $0,001$, respectivamente. Valores en columna sin subíndice común difieren significativamente a $P \leq 0,05$

Las tres especies ensayadas mostraron una respuesta diferencial tanto al tipo de compost utilizado como a la dosis de aplicación de los mismos, un resultado que, por otro lado, era previsible a priori de acuerdo con lo señalado por Aguilar y González (1998), y Climent *et al.* (1996). No obstante, la aportación de purín compostado o de compost de fanerógamas tuvo un efecto favorable sobre el crecimiento, desarrollo y productividad de las especies estudiadas, en comparación con los controles sin tratar (testigos).

Tanto el guisante como la lechuga (y muy especialmente el primero) mostraron una respuesta positiva y altamente significativa al compost de purín, mientras que el rábano

respondió de manera consistente y significativa al compost de fanerógamas marinas. Estas diferencias en la respuesta entre las tres especies hortícolas estudiadas son de difícil interpretación, ya que son muchos los factores que afectan a la misma: características específicas de cada cultivo, origen y composición del compost, efectos del mismo sobre las propiedades físicas, físico-químicas y químicas del suelo, y sistema de manejo del cultivo, principalmente.

En el guisante, y para los dos parámetros estudiados -peso de la biomasa aérea y cosecha total-, el tratamiento más efectivo fue el compost de purín, encontrándose diferencias altamente significativas con el compost de fanerógamas. En cuanto a la dosis -e independientemente del compost utilizado-, ambos parámetros fueron tanto mayores cuanto más elevada fue la dosis aplicada.

En el caso del rábano, no se apreciaron diferencias significativas entre las diferentes dosis aplicadas, pero sí entre los dos composts utilizados, siendo el de fanerógamas el que proporcionó los mejores resultados tanto en lo que respecta al diámetro de la raíz como al peso de la planta entera.

La lechuga, en cambio, mostró una respuesta menos consistente, ya que sólo la superficie de la hoja experimentó variación significativa con el tipo de compost, siendo el de purín el que provocó el mayor incremento en la superficie foliar. El peso del cogollo mostró una tendencia de variación similar a la indicada para el tamaño de la hoja, pero las diferencias no llegaron a alcanzar los niveles de significación estadística. Finalmente, el tamaño de la hoja y el peso de la planta aumentaron con las dosis de compost aplicadas, encontrándose una cinética de saturación en la respuesta y una ausencia de significación estadística en las diferencias entre las medias.

De acuerdo con todo lo anterior se puede concluir que la aplicación de compost de purín influyó de forma muy positiva sobre el guisante, mientras que el compost de fanerógamas lo hizo sobre el rábano -aunque de manera menos marcada-. En el caso de la lechuga, la adición de compost, su origen y la dosis empleada influyeron sobre el cultivo en una cuantía mucho menor.

4 ► CONCLUSIONES

La aplicación de compost de purín de cerdo o de fanerógamas marinas tuvo unos efectos positivos y altamente significativos sobre las propiedades del suelo utilizado, así como sobre las tres especies hortícolas estudiadas, en comparación con los controles sin tratar. Se encontraron diferencias marcadas en la respuesta entre los distintos parámetros estudiados, que estuvieron relacionadas con el tipo de compost empleado y la especie vegetal cultivada, principalmente.

Consecuentemente, estos dos composts constituyen -por su relación coste/eficacia- unos materiales orgánicos a tener en cuenta en la fertilización de los suelos destinados a los diferentes cultivos. La decisión sobre la utilización de compost de residuos orgánicos por parte de los agricultores dependerá, en primer lugar, de factores económicos y técnicos (precio competitivo, calidad elevada, características homogéneas, etc.), y, en segundo lugar, de consideraciones medioambientales (concienciación del agricultor).

Sería interesante y oportuno continuar los trabajos experimentales del presente proyecto con objeto de profundizar en el estudio de la mineralización del nitrógeno orgánico de los composts -con vistas a programar el plan de fertilización mineral complementario a aplicar- y de evaluar los efectos de los mismos tanto sobre las propiedades del suelo como sobre la cuantía y la calidad de las cosechas, en diferentes condiciones edafoclimáticas y culturales de la Comunidad Valenciana.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ABAD, M. Y PUCHADES, R. 2002**

“Compostaje de Residuos Orgánicos generados en La Hoya de Buñol (Valencia) con Fines Hortícolas”. Ed. Asociación para la Promoción Socio-económica Interior Hoya de Buñol, Valencia.

- **ABAD, M.; CLIMENT, M. D.; ARAGÓN, P. Y CAMARERO, A. 1997**

The influence of solid urban waste compost and nitrogen-mineral fertilizer on growth and productivity in potatoes. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 28: 1653-1661.

- **ABAD, M.; NOGUERA, P. Y BURÉS, S. 2001**

National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresource Technology*, 77: 197-200.

- **AGUILAR, F. J. Y GONZÁLEZ, P. 1998**

“Utilización Agrícola de Compost de Residuos Sólidos Urbanos en Cultivos Leñosos de la Provincia de Córdoba”. Comunicación I + D 26/98. Junta de Andalucía-Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla.

- **CLIMENT, M. D.; ABAD, M. Y ARAGÓN, P. 1996**

“El Compost de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Sus Características y Aprovechamiento en Agricultura”. Ediciones y Promociones LAV, S.L., Valencia.

- **DE BOODT, M.; VERDONCK, O. Y CAPPAERT, I. 1974**

Method for measuring the water-release curve of organic substrates. *Acta Horticulturae*, 37: 2054-2062.

- **DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE VALENCIA 2000**

“Plan Estratégico para la Gestión y el Tratamiento de los Purines producidos por la Ganadería Porcina en la Provincia de Valencia”. Documento interno elaborado por Europactizyme España S.L., Pamplona, y la Universidad Politécnica de Valencia.

- **FORTEZA, J.; RUBIO, J. L. Y GIMENO, E., COORD. 1995**

“Catálogo de Suelos de la Comunidad Valenciana”. Generalitat Valenciana-Conselleria d’Agricultura, Pesca i Alimentació, Valencia.

- **GOLUEKE, C. G. 1972**

"Composting. A Study of the Process and its Principles". Rodales Press, Emmaus, Pennsylvania.

• **HEMMINGA, M. A. Y DUARTE, C. M. 2000**

"Seagrass Ecology". Cambridge University Press, Cambridge.

• **HOITINK, H. A. J. Y FAHY, P. C. 1986**

Basis for the control of soilborne plant pathogens with compost. Annual Review of Phytopathology, 24: 93-114.

• **INGELMO, F.; CANET, R.; IBÁÑEZ, M. A.; POMARES, F. Y GARCÍA, J. 1998**

Use of MSW compost, dried sewage sludge and other wastes as partial substitutes for peat and soil. Bioresource Technology, 63: 123-129.

• **KHALEEL, R.; K. R. REDDY Y OVERCASH, M. R. 1981**

Changes in soil physical properties due to organic waste applications: a review. Journal of Environmental Quality, 10: 133-141.

• **MAPA - MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN 1994**

"Métodos Oficiales de Análisis. Tomo III". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

MAROTO J.V. 2002. "Horticultura Herbácea Especial". 5ª ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

• **ORQUÍN, R.; ABAD, M.; NOGUERA, P.; PUCHADES, R.; MAQUIEIRA, A.; NOGUERA, V. Y DE LA IGLESIA, F. 2001**

Composting of Mediterranean seagrass and seaweed residues with yard waste for horticultural purposes. Acta Horticulturae, 549: 29-35.

• **PASAMAR, M. A. 2002**

"Efecto de la adición de compost de residuos orgánicos sobre las propiedades del suelo y el desarrollo de diversas especies hortícolas". Trabajo Fin de Carrera. EUITA-UPV, Valencia.

• **RICHARDS, L. A., Ed. 1982**

"Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos". 6ª ed. 4ª reimpresión. Ed. Limusa, S.A., México D.F.

• **VAN GENUCHTEN, M. T. 1980**

A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 44: 892-898.

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE RESIDUOS DE ALMAZARA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS DE LOS SUELOS EN COMPARACIÓN CON EL NO LABOREO CON CUBIERTA VEGETAL, EL NO LABOREO CON SUELO DESNUDO Y EL LABOREO

REYES, J. M.⁽¹⁾, DE CARA, M.⁽¹⁾, DIÁNEZ, F.⁽¹⁾, SANTOS, M.⁽¹⁾, SEGURA, J. M.⁽¹⁾, SÁNCHEZ, J. A.⁽²⁾, TELLO, J.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
Cañada de San Urbano, s/n. 04120 Almería
E-mail: jtello@ual.es

⁽²⁾ Dpto. de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Almería
Cañada de San Urbano, s/n. 04120 Almería

RESUMEN

Se ha realizado un estudio de la influencia que sobre las propiedades físico-químicas de los suelos tiene la incorporación de una enmienda orgánica con un residuo procedente de las líneas de limpieza de las almazaras como es la hoja de olivo semicompostada. Se ha comparado con las propiedades físico-químicas del suelo de la misma finca sometido a distintos sistemas de cultivo típicos del olivar, como son el no laboreo con cubierta vegetal continuada durante cinco años, el no laboreo con suelo desnudo continuado y el laboreo. Entre las propiedades físicas evaluadas está la densidad aparente, la porosidad, la velocidad de infiltración del suelo, el porcentaje de agua a saturación. Entre las propiedades químicas evaluadas están el pH, conductividad, contenido en Bases de Cambio, C.I.C. contenido en nutrientes como Nitrógeno, Fósforo y Potasio, contenido en materia orgánica siguiendo la metodología recogida en Marañés y col (1998). El suelo sobre el que se realizó el estudio es un vertisol (W.R.B. 1998), con unas características físicas poco adecuadas para el desarrollo del olivar, y unas propiedades químicas bastante aceptables para el cultivo. La incorporación de la enmienda orgánica mejora considerablemente las propiedades físicas del suelo con respecto al resto de sistemas de manejo de suelo. El sistema de cultivo que mejores propiedades físicas presenta es el no laboreo con cubierta vegetal, y el que muestra unas propiedades más negativas es el no laboreo con suelo desnudo.

1 ► INTRODUCCIÓN

Se ha realizado un estudio para comprobar como influyen sobre las propiedades Físico-Químicas de un suelo dedicado al cultivo del olivar los distintos sistemas de manejo de suelo: No laboreo con cubierta vegetal, no laboreo con suelo desnudo, y laboreo, así como la incorporación al suelo de una enmienda orgánica con residuos de almazara constituida por restos de hojas de olivo.

La incorporación de hoja de olivo al suelo se realizó con el fin de evaluar el comportamiento de este residuo agroindustrial como material biofumigante, dentro de un trabajo de búsqueda de alternativas para el control de la verticiliosis del olivo.

El estudio se ha realizado sobre un suelo clasificado como Vertisol orticálcico (WRB, 99), en una finca situada próxima a la localidad de Canena (Jaén), se trata de una zona de vega con un drenaje insuficiente lo que dificulta considerablemente el desarrollo del olivar en la finca.

Se ha analizado la influencia de la incorporación de una enmienda orgánica constituida por hojas de olivo (HOJA) procedentes de las líneas de limpieza de una almazara sobre las propiedades Físico-Químicas del suelo, comparando con las propiedades del mismo suelo manejado con distintos sistemas de cultivo como es el no laboreo con cubierta vegetal continuada durante cinco años consecutivos (NLCV), el no laboreo a suelo desnudo mantenido mediante el uso de herbicidas (NLSO) y el laboreo enterrando los restos de una cubierta vegetal (LAB).

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

La enmienda orgánica utilizada está compuesta por las hojas de olivo procedentes de las líneas de limpieza primaria de las almazaras, se trata de un material que se recoge en grandes cantidades sobre todo en aquellas campañas lluviosas en las que la recolección se prolonga demasiado y gran parte de la cosecha se recoge del suelo.

Sobre olivos plantados a marco real: 7 x 7 m, se aportó una cantidad de 2 m³ de restos de hojas semicompostados por olivo, sobre una superficie de unos 40 m² alrededor de cada uno de ellos, lo que suponía un volumen de residuos de 50 l/m². Estos restos se aportaron en el mes de julio, y tras repartirlos homogéneamente alrededor de los olivos se enterraron mediante un pase de grada de discos y varias vueltas de rotavator, quedando la enmienda enterrada entre los 20 primeros centímetros de suelo.

Posteriormente al enterrado se regó la superficie del terreno para favorecer la descomposición de estos restos vegetales, dándose otros dos riegos más a lo largo del verano.

El día 7 de noviembre se tomaron las muestras de suelo de aquellos olivos en los que se realizó la enmienda orgánica (HOJA), así como de otros suelos, manejados por el sistema de no laboreo con cubierta vegetal (NLCV), no laboreo a suelo desnudo (NLSO) y laboreo enterrando los restos de una cubierta vegetal (LAB).

En los suelos en los que se realizó la incorporación de hoja de olivo (en adelante HOJA), los mantenidos con cubierta vegetal (en adelante NLCV) y los que se habían labrado enterrando los restos de una cubierta (en adelante LAB), se procedió a tomar las muestras de suelo de los primeros 5 cm de suelo mediante la extracción de suelo con un cilindro metálico.

En el suelo manejado por el sistema de no laboreo a suelo desnudo (en adelante NLSO), se procedió a realizar una calicata y a describir el perfil siguiendo la guía de Descripción de Suelos (FAO, 1990).

Parámetros estudiados

Con las muestras de suelo recogidas en cada uno de los tratamientos estudiados, se procedió a realizar las siguientes determinaciones analíticas:

- Densidad aparente por el método de Borger y por el método de la ecuación de regresión múltiple propuesta por Santos (1979) en el caso de las muestras procedentes del NLSO.
- Cálculo del contenido en humedad del suelo, por el método de la membrana de Richards.
- Determinación de las bases y de la capacidad de cambio catiónico.
- Medida del pH.
- Determinación del nitrógeno total del suelo por el método de Bouar y Crouzet.
- Determinación de la materia orgánica (Método de Tyurin).
- Determinación de la conductividad eléctrica.
- Determinación del Fósforo asimilable, por el método de Burriel-Hernando.

Para las muestras de suelo procedentes de la calicata realizada en la parcela sometida a NLSO, se estudiaron, además de los parámetros anteriores, la textura de los distintos horizontes y el contenido en Carbonato cálcico equivalente por el método de E. Barahona.

En campo se determinó la velocidad de infiltración del agua en las parcelas sometidas a HOJA, LAB y NLCV, utilizando el método del Infiltrómetro de doble anillo.

La metodología utilizada está recogida en los Métodos oficiales de análisis del Ministerio de Agricultura (1971). Todos los procedimientos de análisis aparecen descritos en Maraños *et al.* (1998).

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio del perfil del suelo nos ha permitido clasificarlo como un Vertisol orticálcico (WRB, 98) o Calcixerert arídico (USDA, 98). Se trata de un suelo con una textura arcillosa, con un contenido en arcillas de en torno al 55%, esta textura confiere a los suelos una permeabilidad baja, una superficie específica alta, una compacidad alta, una capacidad de cambio alta, una dificultad de laboreo elevada una capacidad de retención de agua alta y una energía de retención de agua alta.

El olivo prefiere los suelos de texturas finas a medias (francas, franco limosas, franco arcillosas y franco arcillo limosas). Éstas, permiten una adecuada aireación para el crecimiento radical, son suficientemente permeables y tienen una alta capacidad de retención de agua (Navarro y Parra, 1999). Pero los suelos con texturas tan arcillosas como éste, presentan una aireación inadecuada para las raíces, son poco permeables y la capacidad de retención de agua es muy alta, lo cual provoca importantes problemas en el desarrollo del olivar.

Cuadro 1. Resultados analíticos

Tratamiento.	BASES Y CAPACIDAD DE CAMBIO (Cmol ⁺ .Kg ⁻¹)					V(%)	C.O.(%)	N(%)
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	C.I.C.			
HOJA	sat	5,4	0,3	1,8	26,0	100	3,82	0,19
LAB	sat	5,7	0,5	1,6	25,6	100	0,81	0,11
NLCV	sat	5,3	0,2	2,2	24,8	100	1,44	0,15
NLSD	sat	5,3	0,15	1,7	26,1	100	0,89	0,08

Cuadro 2. Resultados analíticos

HOR.	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	Dap (gr.cm ⁻³)	C/N	HUM. SAT. (%)	A.U. (mm)	HUMEDAD (%)	
							33 kPa	1500 kPa
HOJA	23,9	84,78	0,87	20,1	66,2	12,2	36,1	23,9
LAB	127,8	75,36	1,11	7,4	53,7	12,5	32,8	20,3
NLCV	69,77	103,62	1,08	9,6	60,8	12,5	34,2	21,8
NLSD	40,98	80,07	1,32	11,1	53,9	13,1	33,5	20,4

Para comparar los resultados de la parcela sometida a NLSD con el resto, se hace la media de los resultados obtenidos de los horizontes superiores Ap1 (0-1,5/3 cm) y Ap2 (1,5/3-25 cm). Cuadros 1 y 2.

Características físicas

• Densidad aparente y porosidad

La densidad aparente (Dap) varía notablemente con los sistemas de manejo, se nota un considerable descenso en el valor de la densidad aparente en las parcelas donde se incorpora la hoja de olivo como enmienda orgánica. La mayor densidad aparente se ha medido en el suelo cultivado en no laboreo a suelo desnudo (NLSD), en el cual la incorporación de materia orgánica a lo largo de los últimos años es prácticamente nulo.

Con los datos de la densidad aparente y de la densidad real (Dr), se calcula la porosidad total (Po) del suelo para cada tratamiento, se comprueba una marcada influencia de los tratamientos sobre la porosidad del suelo, para la HOJA, LAB Y NLCV, siendo el tratamiento NLSD el más desfavorable para la porosidad del suelo, lo que incide negativamente sobre el desarrollo del olivar (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados densidad y porosidad (Po)

TRATAMIENTO	DAP (gr/cm ³)	DR (gr/cm ³)	PO%
HOJA	0,87	2,63	66,92
LAB	1,11	2,7	59,25
NLCV	1,08	2,7	60,00
NLSD	1,32	2,7	51,11

• Humedad a saturación

Aumenta considerablemente en aquellas parcelas con mayor contenido en materia orgánica, caso de HOJA y NLCV, sin embargo en los tratamientos en los que el contenido de materia orgánica en el suelo es notablemente menor, esta desciende (Cuadro 2).

• Velocidad de infiltración del agua

Los resultados obtenidos para la velocidad de infiltración por el método del infiltrómetro de doble anillo (Marañes *et al*, 1998), muestran como los valores de ésta varían notablemente

según el tratamiento estudiado. El suelo en el que se aportó la hoja de olivo (HOJA), presenta la mayor tasa de infiltración, con un valor de 1,2 cm/m, el laboreo (LAB) presenta una tasa de infiltración de 0,8 cm/min, y la cubierta vegetal (NLCV) de 0,6 cm/min, siendo este el valor más desfavorable entre los tratamientos comparados. No se han tomado medidas del NLS.

La parcela NLCV es la que presenta una mayor tasa de infiltración, como se intuía al observar que mostraba los valores de porosidad más elevados, la porosidad está íntimamente ligada a la velocidad de infiltración. Los valores de porosidad para LAB y para NLCV son semejantes, sin embargo el NLCV muestra valores de infiltración menores al LAB, esto se explica porque las raíces de las plantas crean un entramado superficial que obstruye muchos de los poros en los primeros centímetros del suelo, lo que tiene como resultado una disminución en la velocidad de la infiltración.

El aporte de hoja como enmienda orgánica y su incorporación mecánica al suelo mediante el laboreo, inciden positivamente sobre las características físicas del suelo estudiado. La incorporación de materia orgánica al suelo, logra disminuir la densidad aparente, aumentar la porosidad del suelo y mejorar la infiltración, disminuye de este modo el efecto que sobre las características físicas del suelo tiene su elevado contenido en arcillas.

Características químicas

• Diferencia en las bases y capacidad de cambio catiónico entre los tratamientos

Los niveles de C.I.C. del suelo (Cuadro 1), teniendo en cuenta la textura fina del mismo, están dentro de lo que se consideran niveles “normales” de capacidad de cambio para suelos con este tipo de textura, en un intervalo entre 20 cmol/kg y 30 cmol/kg (Marañes *et al*, 1998). No hay diferencias destacables para la C.I.C. entre los distintos tratamientos.

Para los cuatro tratamientos estudiados, los niveles de Calcio, en la zona superficial del suelo, expresados en cmol/kg de suelo, están saturados, lo que quiere decir que dan valores por encima del nivel de C.I.C. de cada uno.

Los niveles de Magnesio no presentan diferencias destacables entre los tratamientos. Se puede considerar que estos suelos presentan niveles “altos” (entre 5,01 y 7,51) de magnesio.

Los niveles de sodio no presentan diferencias destacables entre los tratamientos, aunque en la parcela en laboreo, el nivel de sodio es algo mayor que en las demás. Estos suelos presentan niveles considerados como “muy bajos” en sodio.

Los niveles de potasio expresados en cmol/kg, no presentan diferencias destacables entre los tratamientos, se observa como en la parcela con cubierta vegetal, la cantidad de potasio en la solución del suelo es mayor (2,2 cmol/kg) y en el laboreo menor (1,6 cmol/kg).

Los niveles de las Bases, presentan valores más o menos similares entre los tratamientos. El hecho de que la parcela HOJA, en la que se realizó la enmienda orgánica, no difiera significativamente en los valores con respecto al resto de tratamientos, hace pensar que la materia orgánica aún está poco humificada y no interviene por ello de forma clara en el aumento de la C.I.C. y de las Bases de cambio. Son por tanto las arcillas, las principales responsables de la C.I.C. en el suelo, como la textura y tipo de suelo es homogénea en todas las parcelas, los valores de C.I.C. y los niveles en las Bases, son prácticamente iguales entre los distintos tratamientos.

- **La reacción del suelo: pH**

El pH varía muy poco entre los tratamientos estudiados, por lo que no se puede decir que ninguno de los tratamientos tenga una influencia clara en la evolución del pH (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores pH

TRATAMIENTO	PH
HOJA	8,37
LAB	8,15
NLCV	8,28
NLSD	8,3

- **Nitrógeno total en el suelo**

El Nitrógeno total expresado en% varía en los tratamientos, los niveles más altos de nitrógeno, se encuentran en la parcela HOJA, con un nivel = 0,19%, seguido de la parcela NLCV (0,15%) y de la parcela LAB (0,11%). Todos estos niveles se consideran “normales” (0,10 - 0,20%). El nivel del NLSD (0,08%) es el más bajo de todos, y está por debajo de los niveles considerados normales (Cuadro 1).

La parcela NLSD presenta niveles más bajos de N que las otras, puesto que la incorporación anual de restos vegetales al suelo en este sistema de cultivo es mínima o incluso nula.

En un principio se esperaría que el laboreo incorporando los restos de una cubierta vegetal, al favorecer la mineralización de la materia orgánica, aumentaría la cantidad de N en el suelo. Sin embargo, la desnitrificación bacteriana se produce simultáneamente a los procesos de nitrificación, ya que las bacterias nitrificantes y desnitrificantes utilizan los mismos productos intermedios en un sentido u otro, de modo que la desnitrificación representa una disminución de la eficacia en la nitrificación (Anderson y Poth, 1987).

El N orgánico representa una fase más estable, motivo por el cual el% de N es mayor en las parcelas HOJA y NLCV.

- **Niveles de fósforo asimilable**

La diferencia en la cantidad de fósforo asimilable encontrada entre los cuatro tratamientos estudiados, es muy significativa. Los niveles de fósforo asimilable en la parcela LAB, son mucho más altos que en las otras, 127,8 mg/100gr, un nivel que se considera como “muy alto” (>30 mg/100gr). El nivel de la parcela en NLCV y NLS, aunque se consideran también como “muy alto”, son claramente inferiores, 69,77 mg/100gr y 40,98 mg/100gr. El nivel de la parcela HOJA, es mucho menor, 23,9 mg/100gr., lo que se considera un nivel de “medio a alto” (entre 20 - 25 mg/100gr) (Cuadro 2.-Resultados analíticos).

El efecto en la cantidad de fósforo en la parcela labrada parece deberse al incremento de la mineralización de la materia orgánica, que supone el enterrado de los restos de la cubierta vegetal existente antes de realizar el laboreo. La mineralización del fósforo orgánico, hace que éste esté presente en la solución del suelo de forma asimilable para las plantas.

- **La materia orgánica**

En la Cuadro 5 (Niveles de Materia Orgánica), se observa que el aporte de la hoja de olivo y su incorporación al suelo mediante el laboreo con la grada y con rotavator, ha aumentado notablemente los niveles de materia orgánica en todo el espesor de suelo alterado por las labores. Un nivel de materia orgánica de 6,58% en un suelo considerado como de regadío extensivo es un nivel “muy alto” (>3,5).

Cuadro 5. Niveles de Materia Orgánica (M.O.) en el suelo del olivar después del aporte de hoja de olivo

TRATAMIENTO	% C. O.	% M. O.
HOJA	3,82	6,59
LAB	0,81	1,40
NLCV	1,44	2,48
NLS	0,89	1,53

La cubierta vegetal, con un porcentaje en M.O. de 2,48, presenta un nivel considerado como “normal” (%M.O. entre 1,5 - 2,5) próximo al límite a partir del cual se considera como valores altos. Las muestras se han tomado de los 5 primeros cm de suelo, zona en la que están acumulados los restos orgánicos de la cubierta vegetal mantenida durante 5 años.

El laboreo de la cubierta vegetal, ha reducido los niveles de materia orgánica en el suelo respecto a la parcela con cubierta, las razones que se apuntan son dos:

Por un lado el laboreo con la grada de discos voltea el terreno, de forma que ha enterrado y mezclado los restos de la cubierta vegetal con el suelo de la zona labrada hasta una profundidad mayor a la muestreada. Por otro lado, la materia orgánica se mineraliza rápidamente una vez que se entierra, siempre y cuando el suelo tenga unos niveles de humedad, temperatura y aireación adecuados.

La parcela sometida a laboreo, tiene un nivel de materia orgánica de 1,4%, lo que se considera como un nivel “bajo” (entre 0,5 -1,5), pero próximo al límite superior. Al compararlo con los niveles en M.O. del NLSO, se comprueba como es menor incluso que el% de M.O de éste.

4 ► CONCLUSIONES

El suelo sobre el que se desarrolla la finca tiene unas características químicas bastante aceptables para el cultivo del olivar, si bien las propiedades físicas puedan ser un impedimento para su desarrollo, por la elevada proporción de arcillas.

El aporte de materia orgánica al suelo en forma de hoja de olivo disminuye mucho la densidad aparente, aumentando la porosidad más que en el resto de los tratamientos estudiados y mejora sustancialmente la tasa de infiltración. Se comprueba al observar las propiedades físicas del suelo como el aporte de hoja de olivo como material biofumigante, logra una mejora agronómica del suelo bastante notable, lo que incide positivamente en el desarrollo del olivar que se desarrolla sobre este suelo.

Al estudiar la influencia que sobre las propiedades químicas del suelo han tenido los distintos tratamientos, se observa como la parcela en la que se aportó hoja de olivo como enmienda orgánica, seguida de la parcela con cubierta vegetal presentan los mayores niveles de nitrógeno.

En el laboreo aumentan los niveles de fósforo asimilable en el suelo cuando se incorporan los restos de una cubierta vegetal. Los demás parámetros estudiados (C.I.C., C.E., pH, Bases de Cambio,...) no sufren variaciones destacadas debido al poco tiempo transcurrido desde la aplicación de la enmienda, alrededor de 4 meses.

Por considerarse que las propiedades físicas de este suelo pueden ser limitantes para el desarrollo del olivar, se señala el no laboreo con suelo desnudo como el sistema de cultivo más desfavorable sobre las propiedades físicas del suelo, como se demuestra en los resultados obtenidos.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ANDERSON, I. C. Y POTH, M. A. 1987**

Emissions of nitric oxide, nitrous oxide and carbon dioxide from burned and unburned soils.

- **BOUAT, A. Y CROUZET, H. 1965**

Notes techniques sur un appareil semiautomatique de dosage de l'azote (el des certains composées volatils). Ann Agr. 16.

- **FAO 1998**

Guidelines for Soil Description. 3ª ed. Soil Resources, Management and Conservation Service. Rome 70 pp.

- **MARAÑES CORBACHO, J. A.; SÁNCHEZ GARRIDO, S.; DE HARO LOZANO, S.; SÁNCHEZ GÓMEZ, T. Y DEL MORAL TORRES, F. 1998**

Análisis de suelos. Metodología e interpretación. Servicio de publicaciones de la Universidad de Almería. Almería. p. 41.

- **MINISTERIO DE AGRICULTURA 1974**

Métodos oficiales de análisis de suelos y aguas. Serv. Publ. M.A.P.A. Madrid.

- **NAVARRO, C. Y PARRA, M. A. 1999**

Plantación, pp 169-203. In: D. Barranco, D; R. Fernández-Escobar, L. Rallo, (eds). El cultivo del olivo 3ª ed. Mundi-Prensa. Madrid 701 pp.

- **REYES, J. A. Y REYES, J. M. 2004**

Aplicación de ensayos de Biofumigación y Biosolarización con residuos de almazara para el control de problemas de suelo en olivar. EPS. Ingeniero Técnico Agrícola. Universidad de Almería. Proyecto Monográfico Fin de Carrera. 339 pp.

- **SANTOS, F. 1979**

Estudio geológico y edafológico del sector Montiel-Alcaraz-Bienservida. Tesis Doctoral. Univ. Granada.

- **SOIL CONSERVATION SERVICE USDA 1972**

Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. U.S.D.A. Washington. EEUU.

- **USDA 1998**

Key to Soil Taxonomy. Natural Resource Conservation Service. Washington DC. EEUU. 326 pp.

- **WRB 1998**

Soil Map of the World. Revised legend world Resources Report, N° 60. FAO. Rome Reprinted Technical Paper 20. ISLIC. Wageningen, Países Bajos.

EFECTIVIDAD DE LAS LOMBRICES Y HONGOS PARA BIOTRANSFORMAR ALPERUJOS EN ABONOS ORGÁNICOS

SAAVEDRA, M.⁽¹⁾; **CIFUENTES, C.**⁽¹⁾; **ROMERO, E.**⁽¹⁾; **BENÍTEZ, E.**⁽¹⁾; **POLO, A.**⁽²⁾ Y **NOGALES, R.**⁽¹⁾

⁽¹⁾ Estación Experimental del Zaidín, CSIC
C/ Profesor Albareda, 1. 18008 Granada
E-mail: msaavedra@eez.csic.es

⁽²⁾ Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC.
C/ Serrano, 115 duplicado. 28006 Madrid

RESUMEN

El alperujo constituye, actualmente, el principal residuo generado por la agroindustria del olivar. Su uso en agricultura exige su previa transformación con objeto de reducir su elevada toxicidad y mejorar sus propiedades agronómicas. En la presente comunicación se compara la efectividad de dos procesos degradativos inducidos por la inoculación con lombrices epigeas (*Eisenia fetida*) o con hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) para transformar el alperujo en un abono orgánico susceptible de ser utilizado en agricultura ecológica. La efectividad de ambos procesos se determinó mediante el análisis químico, físico-químico y bioquímico del alperujo natural y de los productos finales obtenidos (alperujo degradado con lombrices y alperujo degradado con hongos). Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto que ambos procesos se mostraron muy eficaces para reducir el contenido de compuestos fenólicos del alperujo, lo que provocó una drástica disminución de su toxicidad. Frente al alperujo natural, los productos finales tuvieron mayores actividades enzimáticas (deshidrogenasa, glucosidasa, lacasa y manganeso peroxidasa) y mayores contenidos de nutrientes, aunque los niveles de carbono orgánico total, carbono soluble, ácidos húmicos y las relaciones C/N fueron menores. Aunque la calidad del vermicompost de alperujo fue superior, los abonos obtenidos cumplirían las normativas vigentes para su uso en agricultura convencional y ecológica.

PALABRAS CLAVE: RESIDUOS OLIVAR, EISENIA, *PLEUROTUS* Y DEGRADACIÓN

1 ► INTRODUCCIÓN

La generación de grandes cantidades de residuos y subproductos por la agroindustria del olivar es uno de los mayores problemas medioambientales con los que se enfrentan los países de la cuenca mediterránea. Entre los diferentes residuos que generan este sector, el alperujo u orujo 2 fases, residuo que se produce durante la extracción del aceite de oliva mediante centrifugación por 2 fases constituye el mayor problema, habiéndose estimado su producción en España en más de tres millones de toneladas durante la campaña 2002/2003. Este recalcitrante residuo de naturaleza lignocelulósica, presenta una elevada humedad (50-60%) y un elevado contenido en azúcares, sales, pectinas, polialcoholes y compuestos fenólicos (Borja *et al.*, 2002).

Tradicionalmente este residuo era secado y tratado con hexano, con objeto de obtener aceite de orujo de oliva. Sin embargo, el bajo precio del aceite de orujo ha provocado el cierre de la mayoría de las orejeras, lo que ha hecho necesario la búsqueda de otras alternativas de reutilización del alperujo. Entre otras, destacan aquellas dirigidas a su utilización como abonos o enmiendas orgánicas del suelo. Sin embargo para que el alperujo pueda ser aplicado al suelo es imprescindible transformarlo y/o degradarlo, preferentemente mediante procesos de bajo coste que posibiliten la obtención de productos finales no fitotóxicos adecuados para su uso en agricultura

Las setas de chopo (*Pleurotus ostreatus*) son hongo que colonizan diferentes tipos de residuos agrícolas e industriales. Estos hongos segregan un gran número de enzimas con capacidad para degradar ligninas celulosas y hemicelulosas en sustancias solubles, que posteriormente son asimiladas por ellos (Morais *et al.*, 2003). Además, diferentes especies de *Pleurotus* pueden degradar fenoles, descontaminando residuos con elevados contenidos de estos compuestos tóxicos (Aggelis *et al.*, 2002).

Algunas especies de lombrices epigeas, como *Eisenia fetida*, son utilizadas comúnmente en procesos de vermicompostaje, los cuales han demostrado una gran efectividad para degradar y/o transformar diferentes residuos agrícolas, ganaderos y urbanos (Albanell *et al.*, 1986; Elvira *et al.*, 1998). También han sido utilizadas para obtener enmiendas orgánicas a partir de residuos de olivar, como orujos 3 fases y orujillos (Nogales *et al.*, 1999; Benitez *et al.*, 2002).

En el presente estudio se compara la efectividad de dos procesos, inducidos por la inoculación con lombrices epigeas (*Eisenia fetida*) o con hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*), para transformar el alperujo en abonos orgánicos susceptibles de ser utilizado en agricultura convencional y ecológica.

La efectividad de ambos procesos se determinó mediante el análisis de diferentes actividades enzimáticas, fracciones orgánicas y nutrientes, tanto en el alperujo natural como los productos finales obtenidos (alperujo degradado con lombrices y alperujo degradado con hongos).

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un alperujo u orujo 2 fases (ALP) suministrado por la Empresa Romeroliva (Deifontes, Granada). Las características de este residuo oleícola fueron las siguientes: pH: 5,8; conductividad: 7,2 dSm⁻¹; materia orgánica total: 94%; N: 0,8%; P₂O₅: 0,18%; K₂O: 1,3%; CaO: 0,6%; Mg: 0,2%; Fe: 418 mg kg⁻¹; Mn: 12 mg kg⁻¹; Cu: 10 mg kg⁻¹; Zn: 12 mg kg⁻¹; fenoles: 43 g kg⁻¹; hemicelulosas: 150 g kg⁻¹; celulosa: 172 g kg⁻¹ y lignina: 215 g kg⁻¹.

La transformación del alperujo por lombrices epigeas se realizó de la siguiente forma: 1 kg (peso seco) de alperujo se colocó, por triplicado, en contenedores cilíndricos de 2 litros de capacidad. Una capa de estiércol maduro se situó sobre el alperujo, lugar donde se realizó la inoculación de 100 g de lombrices cliteladas y no cliteladas de la especie *Eisenia fetida*. El alperujo se incubó durante 6 meses, en oscuridad, a 25 °C. Durante el periodo de incubación, en el cual las lombrices crecieron y se desarrollaron adecuadamente (especialmente durante el segundo y tercer mes), la humedad del alperujo fue mantenida entre un 80 y 85%. Transcurrido 6 meses, las escasas lombrices y cápsulas aún existentes en el sustrato orgánico, fueron retiradas y el producto final obtenido (alperujo degradado por lombrices, ALPDL) fue analizado.

La transformación del alperujo con hongos comestibles se realizó de la siguiente forma: Se utilizó una cepa de *Pleurotus ostreatus* de la Empresa Amycel, la cual se sembró en Agar PDA en placa de petri a 25 °C en oscuridad durante 15 días hasta obtener el micelio joven requerido para preparar el inóculo. Para la obtención del inóculo, una pieza de agar colonizado por el hongo se adicionó a un frasco que contenía 500 g de semillas de trigo autoclavadas mezcladas con 1,75 g de CaCO₃ y 6,3 g de yeso. Este sustrato se incubó a 25 °C en oscuridad hasta que el micelio lo cubrió completamente. Posteriormente, 1 kg (peso seco) de alperujo, por triplicado, fue colocado en bolsas de plástico y después de su esterilización, el alperujo fue inoculado con micelio de *P. ostreatus* contenido en el trigo en una cantidad equivalente al 6%. El alperujo inoculado fue humedecido a un 80% con una solución tampón de fosfato pH 6. La incubación de alperujo con el micelio se realizó en cámara oscura a 25°C. Transcurridos 4 meses y una vez que el alperujo había sido colonizado completamente por el hongo, el producto final degradado (alperujo degradado por *Pleurotus*, ALPDH) fue retirado de las bolsas y analizado.

Tanto en el alperujo natural (ALP) como en los productos finales obtenidos (ALPDL y ALPDH) se realizaron los siguientes análisis: carbono orgánico total, nitrógeno total, pH y conductividad se determinaron según los métodos del MAPA (1986). Las fracciones humificadas (carbono extraíble) fueron extraídas con solución alcalina (0.1M Na₂P₂O₇-0.1M NaOH), separando los ácidos húmicos mediante la acidificación del extracto a pH 1 (Dabin, 1971). El carbono hidrosoluble fue extraído con agua destilada siendo posteriormente determinado según método de Sims y Haby (1971). El contenido total de fenoles se determinó según el método modificado de Khazaal *et al* (1994), mientras

que los contenidos de hemicelulosa, celulosa y lignina fueron analizados de acuerdo a la metodología de Goering y van Soest (1970). El P, K, Ca y Mg fueron determinados, después de la mineralización de las muestras con H₂SO₄+H₂O₂ según la metodología descrita por CII (1969). Las formas totales de los micronutrientes y metales pesados (Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Cr y Cd) fueron medidas con un espectrofotómetro de absorción atómica (AGB 920) después de la digestión de las muestras con agua regia (McGrath y Cunliffe, 1985). Las actividades deshidrogenasa, β-glucosidasa y fosfatasa se determinaron según metodologías descritas, respectivamente, por García, Hernández y Costa (1997), Tabatabai (1994) y Nannipieri *et al.*, (1982). La actividad lacasa se determinó utilizando siringaldazina como sustrato cromogénico (Chafetz *et al.*, 1998), y la actividad manganeso peroxidasa fue medida mediante la dimerización oxidativa del 2,6-Dimetilfenol (2,6-DMP) (Heinzkill *et al.*, 1998). La fitotoxicidad se determinó según el método de Zucconi *et al.* (1981) modificado. Para ello se prepararon extractos acuosos de los sustratos (relación 1:5), sobre los que se germinaron, durante 24 h, semillas de berro (*Lepidium sativum*, L), valorándose un índice de germinación (IG) como resultado del producto del porcentaje de germinación de las semillas y el crecimiento de sus radículas.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de carbono orgánico total del alperujo disminuyó significativamente después de su degradación mediante lombrices u hongos (Figura 1). La disminuciones observadas fueron similares a registradas en otros residuos orgánicos descompuestos por lombrices epigeas (Elvira *et al.*, 1998; Nogales *et al.*, 1999) u hongos degradadores de lignina (Singh y Sharma, 2002). La menor concentración de carbono registrada en ALPDL sería debida a la presencia de microorganismos específicos y enzimas en el intestino de las lombrices, que aumentarían la mineralización de la materia orgánica contenida en el alperujo (Nogales *et al.*, 1999). El alperujo es un residuo que posee un elevado contenido en carbono hidrosoluble (148 g kg⁻¹). Este carbono contiene la fracción orgánica más fácilmente metabolizable (Ceccanti *et al.*, 1997), que está constituida, fundamentalmente, por compuestos orgánicos de bajo peso molecular, como polifenoles, ácidos alifáticos simples, etc (Fox y Cormfield, 1990). La degradación de este residuo oleícola provocó una significativa reducción de su contenido en carbono hidrosoluble, especialmente cuando fue transformado por lombrices (ALPDL) (Figura 1).

Los niveles de carbono extraído y ácidos húmicos fueron también mas elevados en el alperujo natural que en sus productos degradados (figura 1). Ello sería debido a que la solución alcalina (mezcla de pirofosfato y sosa) utilizada para extraer las sustancias húmicas del alperujo también extrae otras sustancias orgánicas (Boyd, Sommers y Nelson, 1980), las cuales también fueron extraídas con agua (carbono hidrosoluble). La desaparición de estas sustancias durante la degradación del alperujo por lombrices y hongos, explicaría los descensos observados en los productos finales.

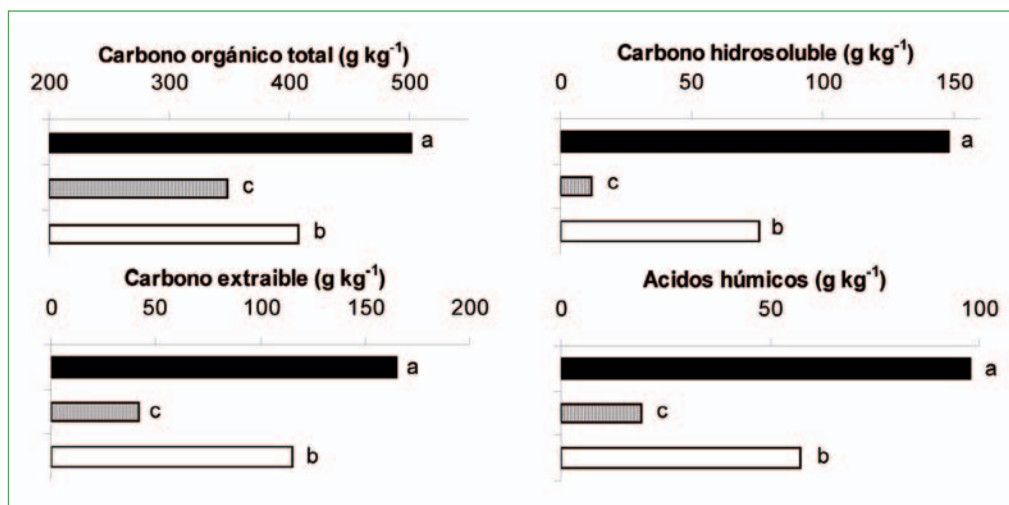


Figura 1. Formas orgánicas en los diferentes tratamientos ensayados. ■ Alperujo natural (ALP), ▨ Alperujo degradado con lombrices (ALPDL), □ Alperujo degradado con hongos (ALPDH). En cada parámetro, barras con distinta letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

La elevada concentración de compuestos fenólicos (43 g kg^{-1}) que presentó el alperujo natural disminuyó en más de un 90% después de su degradación por lombrices u hongos (Figura 2). La eliminación de estos compuestos por *P. ostreatus* fue debido, fundamentalmente, a que este hongo puede sintetizar y segregar diferentes enzimas, como lacasa y manganeso peroxidasa, que poseen capacidad para degradar compuestos de naturaleza fenólica. Las lacasas son enzimas extracelulares no específicas que utilizan oxígeno molecular como aceptor de electrones, pudiendo por ello oxidar una gran variedad de sustancias orgánicas, incluyéndose, entre otros, los polifenoles (Davis y Burns, 1990). En nuestro estudio se detectó actividad lacasa en el alperujo degradado por *P. ostreatus* (Figura 2), al igual que lo observado en otros estudios en los que este hongo se desarrolló sobre sustratos ricos en compuestos fenólicos (Linares *et al.*, 2003). La presencia de esta actividad enzimática en el alperujo durante el desarrollo inicial de *P. ostreatus*, posibilitaría la descontaminación de este residuo oleícola, lo cual favorecería el crecimiento posterior de los carpóforos del hongo *P. ostreatus*. Además, en el alperujo degradado por *P. ostreatus* también se detectó manganeso peroxidasa, una enzima ligninolítica que también oxida compuestos fenólicos (Heinzkill *et al.*, 1998). La síntesis de manganeso peroxidasa por *P. ostreatus* no es muy frecuente y por lo general solo actividades lacasas han sido observadas durante el crecimiento de este hongo sobre sustratos ricos en compuestos fenólicos (Aggelis *et al.*, 2002).

Por último, la reducción de los compuestos fenólicos en el alperujo degradado por *E. fetida* sería una consecuencia de la elevada actividad microbiana registrada en este tratamiento, que junto al mantenimiento de las condiciones aerobias por las lombrices, habría favorecido la oxidación enzimática de estos compuestos tóxicos.

La oxidación de los compuestos orgánicos se realiza generalmente mediante procesos de deshidrogenación que son llevados a cabo mediante enzimas denominadas deshidrogenasas, las cuales han sido utilizadas para evaluar la actividad metabólica de los microorganismos (Trevors, 1984). Las deshidrogenasas están correlacionadas positivamente con la biomasa microbiana, con el contenido en materia orgánica y con la respiración basal (García y Hernández, 1997). La actividad deshidrogenasa fue muy escasa en el alperujo natural (ALP), debido al elevado contenido en polifenoles, los cuales inhiben esta actividad (Benitez, Melgar y Nogales, 2004). La eliminación de estos compuestos durante la degradación del alperujo aumentó esta actividad y, por ello, en los productos degradados se observó una mayor actividad deshidrogenasa (Figura 2).

Comparativamente, la mayor actividad deshidrogenasa se observó en el alperujo degradado con lombrices (ALPDL), lo cual implicaría una mayor actividad microbiana (Tabatabai, 1994) en este producto que en aquel degradado con hongos (ALPDH).

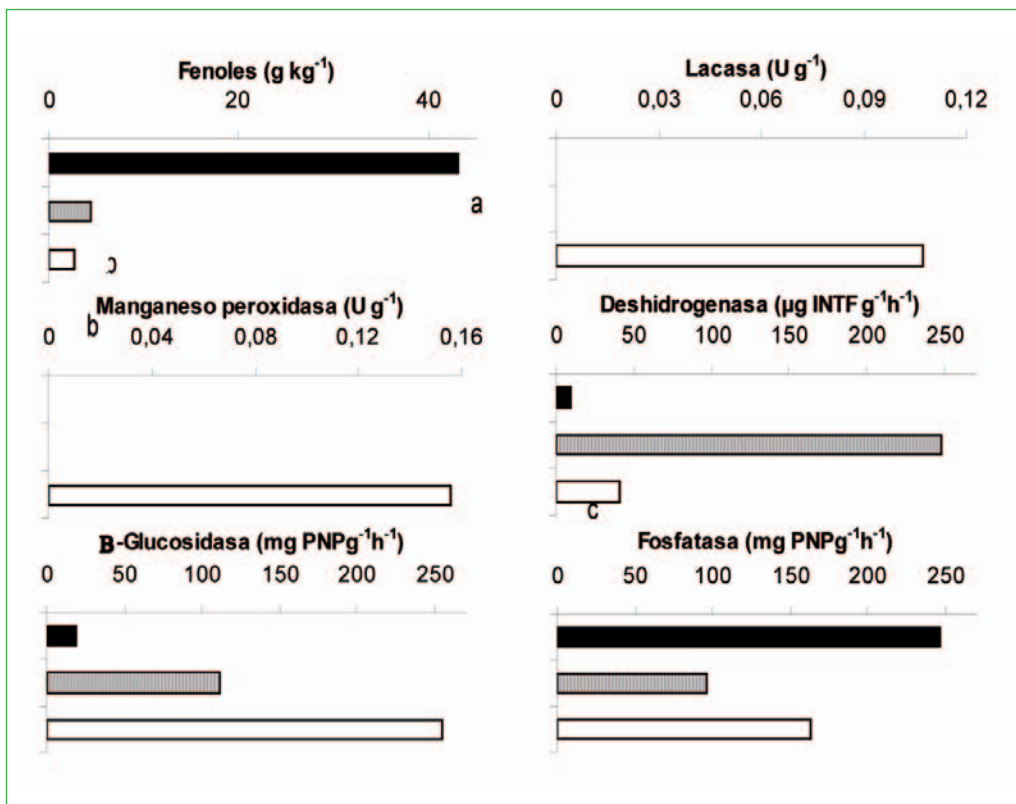


Figura 2. Compuestos fenólicos y actividades enzimáticas en los diferentes tratamientos ensayados. ■ Alperujo natural (ALP), ▨ Alperujo degradado con lombrices (ALPDL), □ Alperujo degradado con hongos (ALPDH). En cada parámetro, barras con distinta letra son significativamente diferentes (P < 0.05)

La actividad de la β -glucosidasa, una enzima relacionada directamente con el ciclo del carbono y que actúa sobre los enlaces β -glucósidos de las grandes cadenas de carbohidratos, fue muy baja en el alperujo natural (Figura 2). La transformación del alperujo aumentó significativamente esta actividad, especialmente cuando este residuo fue degradado por *P. ostreatus*. La producción de β -glucosidasa extracelular así como otras enzimas que degradan celulosa y hemicelulosa, durante el crecimiento de *P. ostreatus* sobre residuos lignocelulósicos ha sido observado en diferentes estudios (Morais *et al.*, 2002). De forma similar, también se han observado aumentos de esta actividad durante los procesos de vermicompostaje, debido a la liberación de glucósidos por la acción combinada de las lombrices y microorganismos (Benitez *et al.*, 2002).

Por último, la actividad de la fosfatasa, una hidrolasa que actúa en la hidrólisis de esteres fosfóricos, liberando fosfato inorgánico que puede ser asimilado por los microorganismos, fue mayor en el alperujo natural (ALP) que en sus productos transformados (ALPDL y ALPDH) (Figura 2). Los descensos observados en los productos finales fueron debido al consumo del fósforo orgánico contenido en el alperujo por los microorganismos presentes en este residuo así como por los hongos *P. ostreatus* o lombrices *E. fetida* inoculados al alperujo

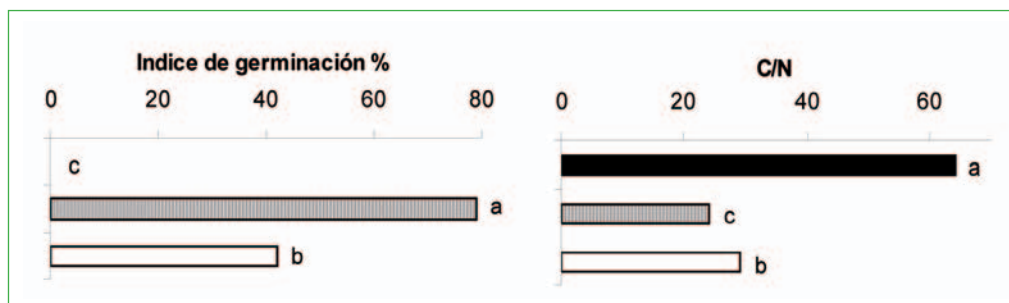


Figura 3. Índice de germinación y relación C/N en los diferentes tratamientos ensayados. ■ Alperujo natural (ALP), ▨ Alperujo degradado con lombrices (ALPDL), □ Alperujo degradado con hongos (ALPDH). En cada parámetro, barras con distinta letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

Como consecuencia de la reducción de los compuestos fenólicos en el alperujo, el índice de germinación (IG) de las semillas de *Lepidium sativum* aumentó significativamente en los productos finales obtenidos (Figura 3). Comparativamente, el índice de germinación fue superior en el alperujo degradado por lombrices (80%) que por hongos (42%). Valores superiores al 60% del índice de germinación implicaría que un residuo orgánico no tiene fototoxicidad y puede ser utilizado en agricultura como enmiendas orgánicas maduras sin riesgo para los cultivos vegetales (Zucconi *et al.*, 1981; Riffaldi *et al.*, 1986).

El menor índice de germinación registrado en el alperujo degradado con *P. ostreatus* podría ser debido a que en este sustrato pueden aparecer esas diferencias podrían ser debidas, a que

en el alperujo degradado con *P. ostreatus* podrían aparecer productos de oxidación resultantes de la reacción de la lacasa (quinonas, radicales fenolicos, etc.), los cuales son mas tóxicos que los compuestos fenólicos de los que proceden (Tsioulpas *et al.*, 2002).

Por ultimo, la relación C/N experimentó una significativa disminución en los productos finales respecto al alperujo natural (Figura 3). Esas disminuciones, fueron debidas, a las pérdidas de carbono orgánico (Figura 1) y a los aumentos de la concentración de nitrógeno durante la degradación del alperujo por *P. ostreatus* o *E. fetida*. Los valores de C/N registrados en los productos finales fueron superiores a 20, lo cual indicaría un moderado grado de estabilización de la materia orgánica contenido en ellos (Senesi, 1989).

Los residuos orgánicos transformados por lombrices (vermicomposts) o por hongos, a diferencia de otras enmiendas orgánicas del suelo, no disponen de normativas que especifiquen sus contenidos máximos y mínimos de principios activos, nutrientes y elementos pesados para su uso en agricultura, tanto convencional como ecológica. Para obviar esta deficiencia y por su similitud, en esta comunicación, se utilizan las normativas aplicables a los composts, que son aquellos productos obtenidos a partir de residuos orgánicos por fermentación aeróbica.

Cuadro 1. Contenido de principios activos y metales pesados en los productos finales obtenidos. ALPDL: Alperujo degradado con lombrices; ALPDH: Alperujo degradado con hongos

	ALPDL	ALPDH	LEY FERTILIZANTES OM 28.05.98	AGRICULTURA ECOLÓGICA UE 2092/91-1488/97
Materia orgánica (%)	63	74	> 25	
N orgánico (%)	1.5	1.4	> 1	
P2O5 (%)	0,6	2,5	> 1	
K2O (%)	1,1	2,1	> 1	
CaO (%)	3,1	3,9		
MgO (%)	0,9	0,7		
Fe (mg kg⁻¹)	2455	1810		
Mn (mg kg⁻¹)	62	45		
Cu (mg kg⁻¹)	23	24	450	70
Zn (mg kg⁻¹)	54	35	1100	200
pH	8,6	6,8		
CE (ds m⁻¹)	3,3	7,6		

sn: sin normativa

En el cuadro 1 se exponen los contenidos de principios activos y las concentraciones de metales pesados de los dos productos obtenidos por la degradación del alperujo con lombrices (ALPDL) u hongos (ALPDH). Esos valores son comparados con los contenidos mínimos exigidos para el compost según la Orden del 28 de Mayo de 1998 sobre fertilizantes y afines de España y los niveles máximos de metales pesados permitidos según el Reglamento (CE) n° 1488/97 de la Comisión que modifica el reglamento (CEE) n° 2092/91 sobre la producción agrícola ecológica que en el anexo II recoge la descripción, requisitos de composición y condiciones de utilización de los composts de desechos domésticos. Los productos obtenidos contienen niveles de materia orgánica (entre 63 y 73%), nitrógeno (entre 1,4 y 1,5%) y K₂O (entre 1,1 y 2,1%) superiores a los exigidos por la normativa española. Sin embargo los niveles de P₂O₅ del alperujo degradado con lombrices (0,6%) fue menor que los recomendados por la normativa española para composts. Por tal motivo sería aconsejable que cuando este producto se utilizase en agricultura convencional, se aplicase al suelo algún tipo de fertilizante químico fosforado. Los valores de pH de los productos obtenidos variaron entre 6,8 y 8,6, valores muy superiores a los del alperujo natural (5,8). Por último, las concentraciones de los elementos potencialmente tóxicos determinados en los productos finales (ALPDH y ALPDP) fueron apreciablemente más bajos que los máximos valores permitidos de esos metales en composts para su uso en agricultura convencional sin restricciones. Asimismo, podrían utilizarse en la agricultura ecológica, ya que y pese a su mayor restrictividad, también las concentraciones de metales pesados en los productos finales fueron menores que los exigida en esta agricultura alternativa.

4 ► CONCLUSIONES

El alperujo es el principal residuo generado durante la extracción del aceite de oliva mediante centrifugación por dos fases. Es lignocelulósico, recalcitrante y con un elevado contenido en compuestos fenólicos, lo cual le confiere una elevada toxicidad para los microorganismos y cultivos vegetales.

La degradación del alperujo mediante lombrices u hongos pueden constituir dos métodos económicos para transformar este residuo oleícola en enmiendas orgánica de uso agrícola. Ambos métodos se mostraron muy eficaces para reducir el contenido de compuestos fenólicos del alperujo, lo que provocó una drástica disminución de su toxicidad. Los productos finales obtenidos (alperujo degradado con lombrices y alperujo degradado con hongos) tuvieron mayores actividades enzimáticas (deshidrogenasa, glucosidasa, lacasa y manganeso peroxidasa) y mayores contenidos de nutrientes que el alperujo natural. En cambio, presentaron menores concentraciones de carbono orgánico total, carbono soluble y ácidos húmicos y sus relaciones C/N fueron mas bajas. Aunque la calidad agrícola del alperujo degradado con lombrices fue ligeramente superior a la del alperujo degradado con hongos, los productos obtenidos cumplirían con las normativas vigentes para su uso como enmiendas orgánicas en agricultura convencional y ecológica

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

El presente estudio ha sido financiado por la CICYT a través del proyecto “AGL1424-CO2-01”. M. Saavedra agradece a la Universidad Técnica Federico Santa María de Chile, C. Cifuentes a la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y E. Romero y E. Benítez al Ministerio de Ciencia y Tecnología “Programa Ramón y Cajal” las ayudas financieras concedidas para la realización del presente estudio. Por último, los autores agradecen a la Empresa “Romeroliva” el alperujo suministrado y su interés por el estudio desarrollado.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **AGGELIS, G.; EHALIOTIS, C.; NERUD, F.; STOYCHEV, I.; LYBERATOS, G. Y ZERVAKIS, G. 2002**
Evaluation of white-rot fungi for detoxification and decolorization of e fluents from the green olive debittering process. *Applied Microbiology Biotechnology* 59, 353–60.
- **ALBANELL, E.; PLAXATS, J. Y CABRERO, T. 1988**
Chemical changes during vermicomposting of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. *Biology Fertility & Soils* 6, 266-269.
- **BENÍTEZ, E.; MELGAR, R. Y NOGALES, R. 2004**
Estimating soil resilience to toxic waste by measuring enzyme activities. *Soil Biology & Biochemistry*. In press
- **BENÍTEZ E.; SAINZ, H.; MELGAR, R. Y NOGALES, R. 2002**
Vermicomposting of a lignocellulosic by-product from olive oil industry: a pilot scale study. *Waste Management & Research* 20, 134-142.
- **BORJA, R.; RINCÓN, B. B.; RAPOSO, F.; ALBA, J. Y MARTÍN, A. 2002**
A study of anaerobic digestibility of two-phases olive mill solid waste (OMSW) at mesophilic temperature. *Process Biochemistry* . 38, 733–742.
- **BOYD, S. A.; SOMMERS, L. E. Y NELSON, D. W. 1980**
Changes in the humic acid fraction of soil resulting from sludge application. *Soil Science Society American Journal*. 44,1179-1186
- **CII 1969**
Métodos de referencia para la determinación de elementos minerales en vegetales. *Anales de Edafología y Agrobiología* 28, 409-430.
- **CECCANTI, B.; GARCÍA, C.; NOGALES, R.; BENÍTEZ, E. Y MASCIANDARO, G. 1997**
Attività e ruolo delle sostanze umiche nell’ambiente: Aspetti chimico-strutturali e biochimici. En: *Dal suolo alla pianta dalla pianta al suolo. Le sostanze umiche come base della sostenibilità*. Proc II Convegno Nazionale del Capitolo Italiano dell’IHSS, 1-9
- **CHEFETZ, B.; KEREM, Z.; CHEN, Y. Y HADAR, Y. 1998**
Isolation and partial characterization of laccase from a thermophilic composted municipal solid waste. *Soil Biology & Biochemistry*. 30, 1091-1098
- **DABIN, B. 1971**
Etude d`une méthode d`extraction de la matière humique du sol, *Science du Sol* 1, 47-48

• DAVIS, S. Y BURNS, R. G. 1990

Decolorization of phenolic effluents by soluble and immobilized phenol oxidases. *Applied Microbiology Biotechnology* 32, 721–726.

• ELVIRA, C.; SAMPEDRO, L.; BENÍTEZ, E. Y NOGALES, R. 1998

Vermicomposting of sludges from paper mill and dairy industries with *Eisenia andrei*: A pilot scale study. *Bioresource Technology* 63, 211-218

• FOX, T. R. Y CORMFIELD, N. B. 1990

Low molecular weight organic acid in selected forest soils of the south-eastern USA. *Soil Science Society American Journal* 54, 1763–1767.

• GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, T. Y COSTA, F. 1997

Potencial use of dehydrogenase activity as an index of microbial activity in degraded soils. *Communication in Soil Science & Plant Analysis* 28, 123-134.

• GARCÍA, C. Y HERNÁNDEZ, T. 1997

Biological and biochemical indicators in derelict soils subject to erosion. *Soil Biology & Biochemistry* 29, 171-177.

• GOERING, H. Y VAN SOEST, P. 1970

Forage ceber analysis (apparatus reagents procedure and some applications). En *USDA Agriculture Handbook*. Washington, USDA-ARS, 1-12

• HEINZKILL, M.; BECH, L.; HALKIER, T.; SCHNEIDER, P. Y ANKE, T. 1998

Characterization of Laccases and Peroxidases from Wood- Rotting Fungi (Family Coprinaceae). *Applied Environmental Microbiology* 64, 1601-1606.

• KHAZAAL, K.; BOZA, J. Y ØRSKOV, E. R. 1994

Assessment of phenolics-related antinutritive effects in Mediterranean browse: a comparison between the use of the in vitro gas production technique with or without polyvinilpolypyrrolidone or nylon bag. *Animal Feed Science Technology* 49, 133-149.

• LINARES, A.; CABA, J. M.; LIGERO, F.; DE LA RUBIA, T. Y MARTÍNEZ, J. 2003

Detoxification of semisolid olive-mill wastes and pine-chip mixtures using *Phanerochaete flavido-alba*. *Chemosphere*, 51, 887-891

• MAPA 1986

Métodos oficiales de análisis. Tomo III. Plantas, productos orgánicos fertilizantes, suelos, agua, productos fitosanitarios y fertilizantes inorgánicos. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid

• Mc GRATH, S. P. Y CUNLIFFE, C. H. 1985

A simplified method for the extraction of the metals Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co and Mn from soil and sewage sludge. *Journal of Science Food Agriculture* 36, 794-798.

• MORAIS, H.; RAMOS, C.; MATOS, N.; FORGACS, E. Y CSERHATI, T. 2002

Liquid chromatographic and electrophoretic characterisation of extracellular β -glucosidase of *Pleurotus ostreatus* grown in organic waste. *Journal of Chromatography B* 770, 111–119

• NANNIPIERI, P.; CECCANTI, B.; CONTI, C. Y BIANCHI, D. 1982

Hydrolases extracted from soil: their properties and activities. *Soil Biology & Biochemistry* 14, 257-263.

• NOGALES R.; MELGAR, R.; GUERRERO, A.; LOZADA, G.; BENÍTEZ, E.; THOMPSON, R. Y GÓMEZ, M. 1999

Growth and reproduction of *Eisenia andrei* in dry olive cake mixed with other organic wastes. *Pedobiology* 43:744-752.

- **RIFFALDI, R.; LEVI-MINZI, R.; PERA, A. Y DE BERTOLDI, M. 1986**

Evaluation of compost maturity by means of chemical and microbial analysis. *Waste Management & Research* 4, 387-396.

- **SENESI, N. 1989**

Composted materials as organic fertilizers. *Science of Total Environment* 81-82, 521-542

- **SIMS, J. R. Y HABY, V. A. 1971**

Simplified colorimetric determination of soil organic matter. *Soil Science* 112:137-141.

- **SINGH, A. Y SHARMA, S. 2002**

Composting of a crop residue through treatment with microorganisms and subsequent vermicomposting. *Bioresource Technology* 85:107-111

- **TABATABAI, M. A. 1994**

Soil enzymes. En: *Methods of soil analyses. Part 2. Microbiological and biochemical properties*. Weaver R.M., S. Angle, P. Bottomley D. Bezdicek, S. Smith, A. Tabatabai, A. Wollum (Eds) Soil Science Society of America, Madison, Wis

- **TREVORS, J. T. 1984**

Dehydrogenase activity in soil. A comparison between the INT and TTC assay. *Soil Biology & Biochemistry*, 16, 673-674.

- **TSIOLPAS, A.; DIMOU, D.; ICONOMOU, D. Y AGGELIS, G. 2002**

Phenolic removal in olive oil mill wastewater by strains of spp. in respect to their phenol oxidase (laccase) activity. *Bioresource Technology* 84,251.257

- **ZUCCONI, F.; PETA, A.; FORTE, M. Y DE BERTOLDI, M. 1981**

Evaluating toxicity in immature compost. *Biocycle* 22, 54-57.

ESTUDIO DE LA EFICACIA DE DISTINTOS ABONOS COMO PROTECTORES FRENTE AL OZONO EN EL CULTIVO DE LA PATATA

**SILVA, D.⁽¹⁾; CALVO, E.⁽¹⁾; JIMENEZ, A.⁽²⁾; MARTÍN, C.⁽¹⁾; PORCUNA, JOSÉ LUIS⁽²⁾
Y SANZ M. J.⁽¹⁾**

⁽¹⁾ Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM)
Parque Tecnológico. C/ Charles Darwin, 14. 46980 Paterna (Valencia)
E-mail: mjose@ceam.es

⁽²⁾ Área de Protección de los Cultivos. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación
Apartado 125. Silla (Valencia)

RESUMEN

Los niveles fitotóxicos de ozono troposférico que se alcanzan en las zonas costeras del oeste Peninsular, desde la primavera hasta el otoño pueden afectar a cultivos de la patata que todavía se encuentran en el campo al aire libre en primavera. El trabajo que se presenta se ha llevado a cabo en los invernaderos que la Fundación CEAM posee en la Granja Ecológica La Peira (Benifaió, Valencia) durante el año 2003 y 2004, con el objetivo de evaluar si los niveles de ozono registrados en la Comunidad Valenciana afectan a la producción de tubérculos, además de poner en práctica alternativas sencillas en el manejo dirigidas a paliar dichos efectos. Se seleccionaron las variedades de patata Charlotte (año 2003) y Agría (año 2004) que se han sometido a 3 ambientes diferentes: aire filtrado, parcialmente libre de ozono (F); aire no filtrado, equivalente a los niveles ambientales de ozono en Benifaió (NF); y aire no filtrado enriquecido con ozono hasta niveles similares a los más altos registrados en la Comunidad Valenciana (NF⁺). Estos tratamientos ambientales se han combinado con el empleo de tres abonados distintos: materia orgánica, bokashi y abono químico. El ozono ambiental (NF) o superior al nivel ambiental (NF⁺) han producido síntomas visibles en las hojas, reducción en la biomasa aérea y reducción en la producción de tubérculos comerciales de ambas variedades. En el ambiente NF se han producido pérdidas significativas en la producción de tubérculos comerciales de la variedad Agría. Los abonados empleados durante el año 2003 han resultado eficaces para compensar las pérdidas en la producción comercial de patata en el ambiente NF en la variedad Charlotte. Sin embargo durante el año 2004 los fertilizantes aplicados no han conseguido compensar las pérdidas en producción comercial evaluadas en el ambiente NF en la variedad Agría.

PALABRAS CLAVE: ABONADO, OZONO, SÍNTOMAS FOLIARES Y REDUCCIÓN DE LA PRODUCCIÓN

1 ► INTRODUCCIÓN

El nivel de las concentraciones de ozono troposférico ha registrado un aumento notable durante estas últimas décadas, en especial en la zona mediterránea se alcanzan niveles fitotóxicos desde la primavera hasta el otoño (Millán *et al.*, 1993; 2000). Paralelamente a este aumento, se han llevado a cabo diferentes estudios en cultivos hortícolas que presentan una gran sensibilidad a este contaminante como el tomate, melón y sandía en condiciones seminaturales empleando concentraciones similares o superiores a las registradas en el ambiente (Jimenez *et al.*, 2001; Jimenez, 1999; Gimeno *et al.*, 1995). Se ha demostrado que el ozono provoca una disminución en la biomasa y en la producción en diferentes cultivos (Pell *et al.*, 1988; Gimeno *et al.*, 1995 y Snyder *et al.*, 1991, Sanz *et al.* 2001, Calvo 2003). Incluso se han hecho algunas estimaciones de las posibles pérdidas a largo plazo, por ejemplo, en Alemania Hertstein *et al.* (1995) estimaron que las pérdidas en la producción, como resultado de la exposición al ozono, han aumentado desde un 0,1% antes de la aparición de la industria hasta un 32,6% con los niveles actuales, a pesar de que las pérdidas dependen en gran medida de las variedades. Debido a su importancia económica y su sensibilidad, se ha investigado mucho acerca de los efectos del ozono sobre la patata como se refleja por las distintas respuestas evaluadas: síntomas en las hojas (Heggstad, 1973; Temmerman *et al.*, 2002); tasas fotosintéticas (Vandermeiren *et al.*, 2002); producción y calidad del tubérculo (Köllner y Krause 2000, Vorne *et al.*, 2002).

El ozono es un contaminante secundario cuyas concentraciones no se espera se reduzcan por debajo de los niveles fitotóxicos actuales a corto plazo, ello nos lleva a buscar estrategias que nos permitan reducir sus efectos en los cultivos, preferiblemente sin causar problemas añadidos. Dentro del marco de la agricultura ecológica disponemos de alternativas que pueden ser de utilidad, en ensayos anteriores con tomate (Jiménez *et al.* 2001). Estos estudios indican que la combinación del ambiente (ozono) de semillero con la dosis de materia orgánica adecuada mejora la respuesta de las plantas de tomate cultivadas al aire libre frente a las virosis (Jiménez, *et al.*, 2001; Calvo *et al.*, 2002; Porcuna *et al.* 2002).

En el caso del cultivo de la patata, en el año de 2002 fue estudiada la respuesta de la variedad de patata Desiree a las fumigaciones con ozono cultivada con distintas dosis de materia orgánica, los resultados indicaban que el tratamiento se revela eficaz contra los efectos perjudiciales ocasionados por el ozono (Calvo *et al.*, 2002). Es importante destacar que en los tratamientos control los niveles ambientales de ozono produjeron síntomas visibles en las hojas de las plantas de patata, reducciones en la biomasa y pérdidas significativas en la producción de los tubérculos (Calvo, *et al.*, 2002).

Por esta razón, el objetivo de este trabajo es estudiar la respuesta de las variedades de patata Charlotte y Agria a las fumigaciones con ozono cultivadas empleando distintos abonados: materia orgánica, bokashi y abono químico, y de este modo, verificar su validez como alternativas para la protección de este cultivo frente a las concentraciones de ozono registradas en la cuenca Occidental del mediterráneo.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en tres invernaderos situados en el campo experimental que la fundación CEAM dispone en la granja ecológica La Peira, Benifaió (Valencia). La calidad de aire interior de los invernaderos se controla mediante filtros de carbón activo situados en los ventiladores que impulsan el aire hacia el interior. Los tratamientos ambientales fueron: aire ambiente filtrado (F), aire ambiente no filtrado (NF) y aire ambiente no filtrado enriquecido con ozono (NF+).

Las fumigaciones consisten en añadir una cantidad controlada y conocida de ozono sobre el nivel ambiental, que existe en La Peira, durante 8 horas al día (10:00-18:00, CET), todos los días desde la fecha de emergencia de las plantas hasta el final del cultivo. Las concentraciones de ozono a las que han estado expuestas las plantas se indican utilizando el valor de AOT40 tal y como establece la normativa en curso (2002/03/CEE). Este valor se calcula sumando, para un periodo de tiempo dado, el excedente sobre 40 ppb, tomando como base los promedios horarios entre las 8 y 20 h (CET), se expresa en ppb.h.

Para la siembra se utilizaron tubérculos madre certificados, del mismo calibre y con las yemas sin brotar. Se sembraron directamente en el suelo el día 21 de Enero de 2003 la variedad Charlotte y el día 10 de Febrero de 2004 la variedad Agría. Dentro de cada túnel hay 4 réplicas de 6 plantas, para cada dosis de fertilizante, distribuidas al azar lo que supone un total de 12 caballones por túnel. El marco de plantación utilizado es de 0.3 x 0.9 m. En el suelo se hicieron zanjas de 0,20 x 0,20 m en las que se enterraron los distintos fertilizantes. En el cuadro 1 pueden verse las dosis utilizadas.

Cuadro 1. Tratamientos fertilizantes

CHALOTTE 2003	AGRIA 2004
Materia Orgánica: 6 Kg/m ²	Materia Orgánica: 3 Kg/m ²
Abono químico: 1 Kg/m ²	Abono químico: 1 Kg/m ²
Bokashi: 0.5 Kg/m ²	Bokashi: 0.75 Kg/m ²

La materia orgánica aplicada en 2003 fue producida en la propia granja La Peira, siendo esencialmente estiércol caprino, en cambio en 2004 se utilizó materia orgánica ensacada con un mayor contenido en Nitrógeno, por esa razón la dosis aplicada en el año 2004 es inferior a la aplicada en el 2003. El abono químico aplicado es de liberación lenta tipo multicote (17N:17P:17K). El bokashi aplicado es un abono orgánico fermentado. Después de plantar la patata se procedió al aporcado o acaballamiento, 18-20 cm de altura. Cuando las plantas emergieron, se redujo a uno el número de tallos de cada tubérculo madre.

A lo largo del cultivo, se contaron las hojas de las plantas, desde la base hacia arriba. En cada una de las plantas se anotaba el número total de hojas de la planta; el número de hojas secas y el número de hojas dañadas con síntomas producidos por ozono. Transcurridos 120 días desde la siembra, se quitaron las plantas y se determinó el peso fresco y el peso seco (85 °C hasta peso constante). Una semana después de recoger la biomasa se cosecharon los tubérculos de cada planta, separando los tubérculos de destrio. Se calibraron siguiendo la siguiente escala: <30 mm de diámetro, entre 30-55 mm y >55 mm (pequeñas, medianas y grandes, respectivamente). Una vez calibrados los tubérculos se pesaron para cada clase de calibre. Se consideran tubérculos comerciales los de calibre mediano y grande.

Para el tratamiento estadístico de los resultados se realizó un análisis de la varianza con una probabilidad del 0.05% para probar el efecto de los fertilizantes y del ozono. El paquete estadístico utilizado ha sido SPSS, Ver. 10.0 para Windows (SPSS Inc.)

3 ► RESULTADOS

Los promedios horarios de ozono para todos los días del cultivo desde el inicio de la fumigación hasta la recolección de la biomasa aparecen reflejados en el Cuadro 2. La concentración de ozono del túnel NF+ alcanza valores un poco por encima de los valores ambientales de ozono, siendo los valores de las AOTs, similares a los obtenidos en el NF. En el túnel NF las concentraciones están por debajo de las medidas en el exterior los túneles.

Cuadro 2. Valores de ozono en el interior de los túneles

	CHARLOTTE				AGRIA			
	Desde 17/3/03 hasta 20/5/03				Desde 21/3/04 hasta 3/6/04			
	F	NF	NF+	AA	F	NF	NF+	AA
AOT40 (ppb.h)	94.5	401	8794	3552	19	1185	16074	7177
AOT00 (ppb.h)	20694	33869	43091	44562	30640	42701	63103	61081
m24h (ppb)	12.7	21.1	27.5	29.1	17.4	24.2	35.2	33.9
m12h (ppb)	16.6	27.1	39.9	36.0	17.2	30.9	52.4	42.0
M24h (ppb)	58	54.5	90	66.5	45	71	101	88

F: filtrado; **NF:** no filtrado **NF+:** No filtrado más ozono; **AA:** nivel de ozono en el aire ambiente en La Peira (Benifaió). Las fechas indican el momento de iniciarse la exposición al ozono y el final del cultivo **m24:** media de 24 horas; **m12:** media de 12 horas (8-20 CET); **M24:** concentración máxima

Finalmente en el ambiente filtrado las concentraciones raramente superan las 40 ppb. h como queda reflejado en los valores tan bajos de AOT40. Otra forma de expresar los resultados en las concentraciones de ozono en el aire ambiente es mediante la representación gráfica del valor de AOT40 para 3 meses tal y como indica la normativa para el ozono (Figura 1). En esta gráfica se representa el perfil del valor de AOT40 para tres meses desde el año 2002 hasta el periodo transcurrido de 2004. De la figura se desprende que el año 2004 presenta concentraciones más elevadas que el año 2003 llegando incluso a superar el valor objetivo 2010 situado en 9000ppb.h (umbral de daños a los cultivos).

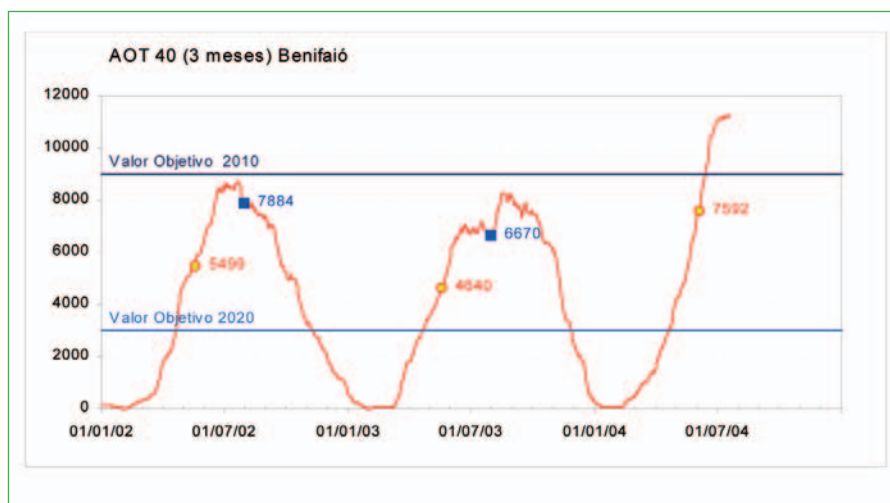


Figura 1. Valores de AOT40 en la localidad de Benifaió para los años 2002, 2003 y parte del 2004 calculada para tres meses, tal y como indica la normativa (2002/03/CE). Las líneas horizontales en azul indican el valor objetivo para el año 2010 y 2020 de protección a la vegetación. Los valores numéricos en rojo son el valor de AOT40 (ppb.h) de tres meses para los distintos cultivos de patata realizados en La Peira (Benifaió), el valor el azul es el AOT40 el 31 de julio, (valor propuesto por la normativa).

Los daños producidos por ozono fueron idénticos en los dos años, y inicialmente se identifican como punteados pardo-rojizos internerviales que aparecen en el haz. Tras períodos largos de fumigación los daños son más agudos observándose punteados necróticos de color marrón que pueden llegar a ocupar la mayor parte del foliolo, ya sea en el haz en el envés o en ambos. Las primeras manchas se observan tanto en el ápice como en la base del foliolo cerca del nervio central y entre los nervios secundarios (Figura 2).

La evolución temporal del porcentaje de hojas dañadas por el ozono aumenta a lo largo del tiempo en los tres ambientes: F, NF y NF+. En el caso de la variedad Charlotte, pasados 16 días de iniciarse la fumigación (AOT40=1995 ppb.h), aparecen los primeros daños en el túnel enriquecido con ozono en todas las réplicas. A los 29 días (AOT40=156 ppb.h) aparece

el mismo tipo de daños en plantas cultivadas con Bokashi y con materia orgánica, en el túnel no filtrado. A los 37 días empiezan a aparecer daños similares en plantas cultivadas con abono químico en el túnel no filtrado (AOT40=272 ppb.h) y en todas las plantas del túnel filtrado (AOT40=2 ppb.h).

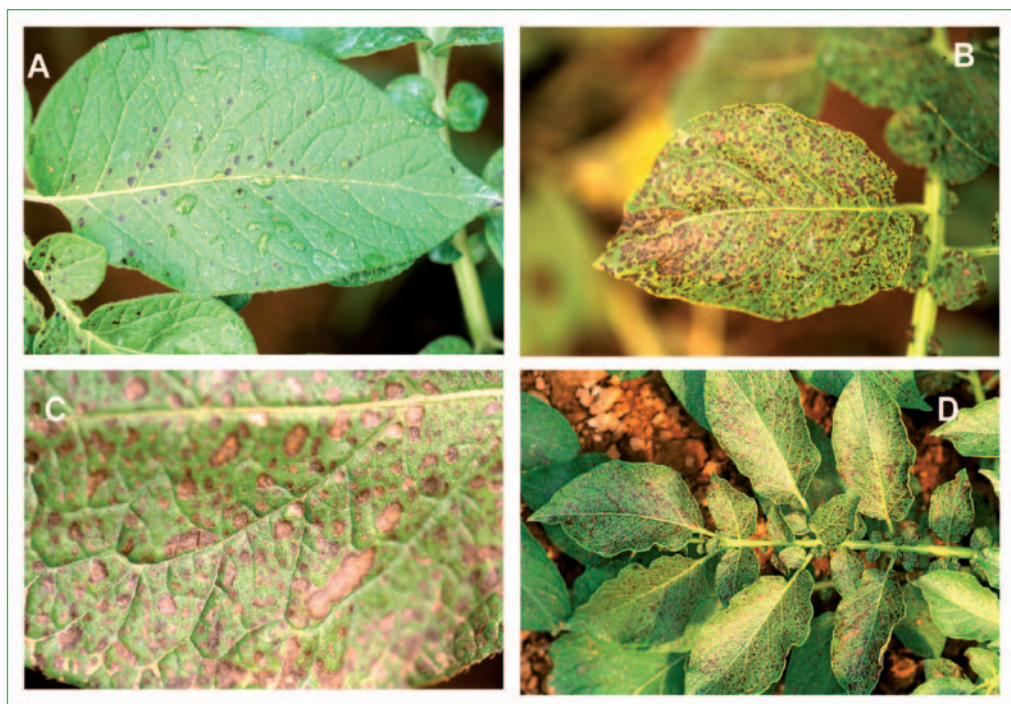


Figura 2. Aspecto de los síntomas producidos por ozono en patata. **A, B y C:** variedad Agria; **D:** variedad Charlotte. **A:** inicio de las lesiones, **B:** Lesiones graves producidas por el ozono. **C:** detalle de los síntomas. **D:** aspecto general de la hoja afectada.

En el caso de la variedad de patata Charlotte, el producto que más retrasa y reduce la aparición de los síntomas es el abono químico (tratamiento testigo), seguido de la materia orgánica y finalmente el bokashi que es el fertilizante en el que las plantas se presentan más dañadas por el ozono (Figura 3).

Para la variedad Agria, los primeros síntomas fueron registrados a los 9 días de iniciarse la fumigación en el túnel enriquecido con ozono, en todos los tratamientos (AOT40=2867 ppb.h). En el túnel no filtrado, los síntomas tardaron 31 días y aparecieron en plantas cultivadas con los tres tratamientos fertilizantes (AOT40=269 ppb.h), verificándose el mismo tipo de daños. A los 45 días se empezó a registrar daños en el túnel Filtrado para todos los tratamientos estudiados (AOT40=14 ppb.h).

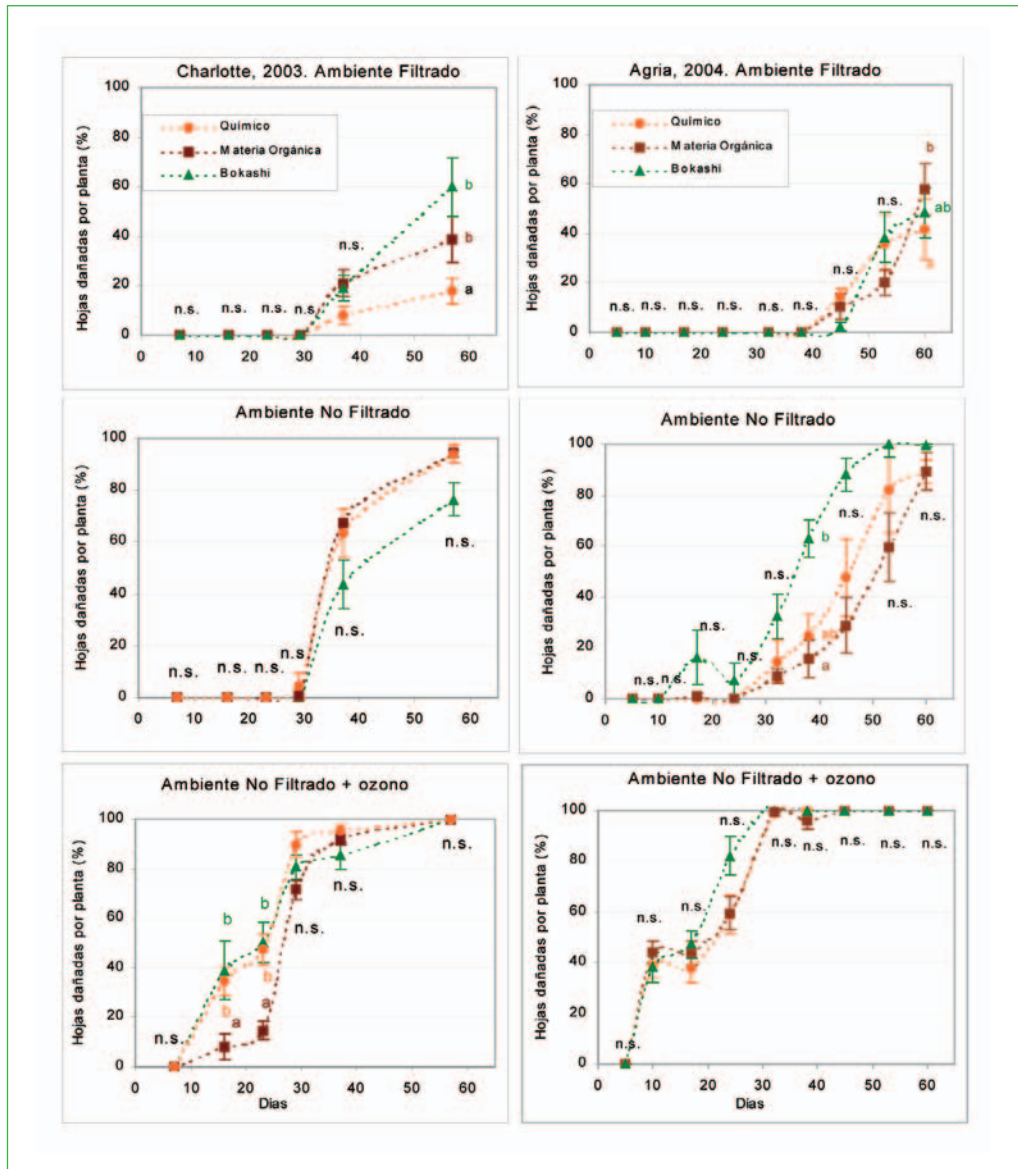


Figura 3. Porcentaje de hojas dañadas por el ozono en las plantas de patata de la variedad Charlotte (2003) a la izquierda y de la variedad Agria (2004) a la derecha. Las letras distintas indican diferencias significativas entre los fertilizantes en cada una de las fechas (ANOVA de una vía, LSD $p < 0.05$). Días: número de días transcurridos desde el inicio de la fumigación; n.s.: sin diferencias significativas.

El ozono produce una reducción significativa en la biomasa de los ambientes NF y NF+ en la variedad Charlotte cuando se compara con el ambiente filtrado. En Charlotte

la materia orgánica provoca que la reducción en el valor de biomasa seca del NF+ sea similar a la obtenida en el ambiente NF sin observarse diferencias significativas entre ellos. En el caso de Agria, el bokashi ha sido el único tratamiento en el que no se han obtenido diferencias significativas entre los ambientes. Tanto la materia orgánica como el químico producen resultados similares: las plantas del ambiente NF+ son las que menos pesan comparadas con el ambiente filtrado, quedando el ambiente NF en una situación intermedia sin presentar diferencias significativas con los otros dos (Figura 4).

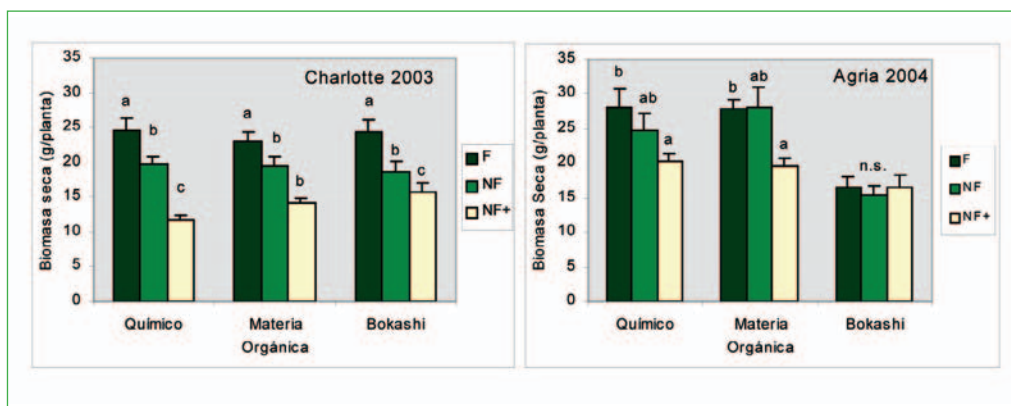


Figura 4. Biomasa seca de la parte aérea al final del cultivo. F: aire filtrado; NF aire no filtrado; NF+ aire no filtrado más ozono. Las letras distintas indican diferencias significativas entre los ambientes para cada uno de los abonos (ANOVA de una vía, LSD $p < 0.05$).

El ozono reduce la producción de tubérculos comerciales y totales en todos los tratamientos fertilizantes y el resultado más destacado es la reducción significativa en la producción de los tubérculos de calibre más grande (mayor de 55 cm) en el ambiente NF+. La producción de estos tubérculos puede llegar a reducirse hasta en un 93% como promedio para los tres tratamientos en el caso de la variedad Charlotte y en un 76% en Agria, repercutiendo en la producción de tubérculos comerciales, que queda reducida en un 50% en ambas variedades.

En el año de 2003, los tres tratamientos fertilizantes compensan la producción de tubérculos comerciales en el ambiente NF, pero ninguno de ellos es eficaz en el ambiente NF+. Los fertilizantes se diferencian en la producción por calibres de los tubérculos. El bokashi y el químico producen más tubérculos medianos, mientras que la materia orgánica produce casi tantos tubérculos medianos como grandes en los ambientes NF y F.

En 2004, ninguno de los tratamientos fertilizantes aplicados compensa la pérdida en producción comercial de tubérculos debida a los niveles de ozono. En los tres tratamientos fertilizantes se obtiene una reducción significativa en la producción de los ambientes F, NF y NF+, reducción que puede ser de hasta el 30% en el caso de bokashi (Figura 5).

Sin embargo existen diferencias significativas entre los fertilizantes en los tres ambientes siendo el bokashi el que menor producción tiene de los tres.

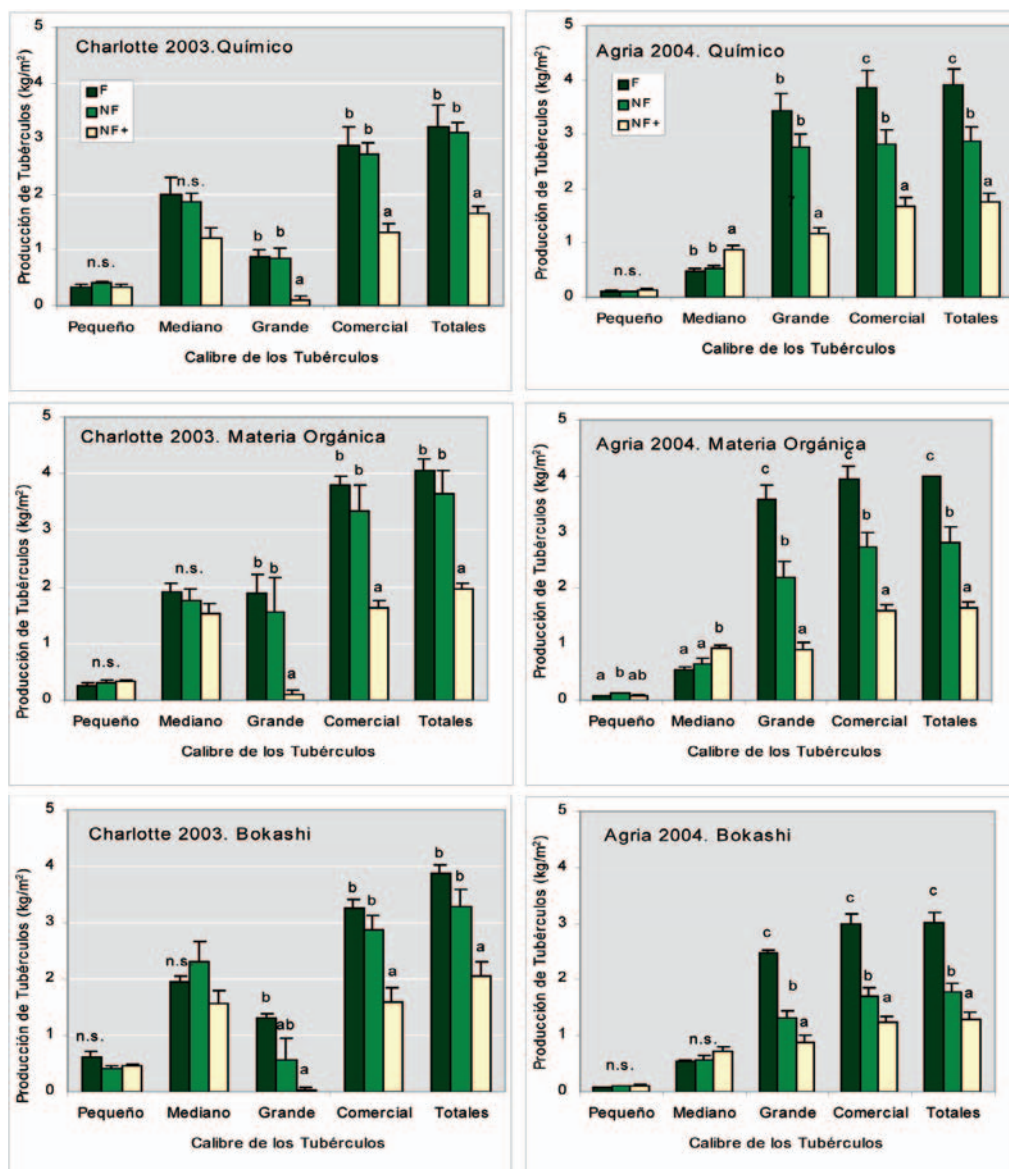


Figura 5. Producción de tubérculos. Las letras distintas indican diferencias significativas entre los ambientes para cada una de las clases de tamaños (ANOVA de una vía, LSD $p < 0.05$). Ambientes NF y F indicando que en ambas variedades después de transcurrido un determinado periodo de tiempo los síntomas se manifiestan aunque el valor de AOT40 sea muy bajo.

4 ► DISCUSIÓN

El cultivo de la patata se desarrolla durante la primavera y el otoño momento en el que aumentan las concentraciones de ozono (Millán *et al.*, 1993 y 2000). Precisamente en esta época en cultivos de patata desarrollados al aire libre, se han observado síntomas en las hojas más adultas tanto en el haz como en el envés alcanzando en muchos casos a las hojas jóvenes. Estas lesiones son similares a los daños foliares obtenidos en experiencias previas de fumigación con ozono en otras variedades de patata (Sanz *et al.*, 2001; Donnelly *et al.*, 2001, Calvo *et al.*, 2002; Porcuna *et al.*, 2002) y también a los observados en los experimentos realizados durante el año 2003 y 2004 con las variedades Charlotte y Agria. Durante la campaña de 2002, técnicos del Área de Protección de los Cultivos de Valencia y del Laboratorio de Sanidad Vegetal de Sevilla observaron los mismos síntomas en distintas variedades de patata cultivada al aire libre (Porcuna *et al.*, 2002) y también durante el 2004 en cultivos, sembrados en la misma fecha de los experimentos aquí descritos, de la variedad Agria (datos no mostrados).

Los síntomas se han observado en los tres ambientes: primero en el túnel NF+ con un valor de AOT40 por debajo del umbral establecido para los daños a los cultivos. La variedad Charlotte precisó un valor de AOT40 de 1995ppb.h mientras que en la variedad Agria fue de 2867ppb.h. Una de las diferencias radica en el tiempo transcurrido entre el inicio de la fumigación y el momento de aparición de los síntomas. En el caso de Agria transcurrió menos tiempo (9 días) que para la variedad Charlotte (16 días). Después, entre 30 y 45 días, los síntomas también se presentaron en los

Los síntomas aparecen en las hojas maduras de la planta y poco a poco van observándose en las hojas más jóvenes llegando a ocupar el 100% de las hojas de la planta en los ambientes con ozono. En el túnel fumigado este valor se alcanza a partir de un mes de la fumigación y se mantiene hasta el final del cultivo, lo que provoca una disminución significativa de la producción de biomasa al final del cultivo en ambas variedades. En el caso del túnel NF también se detectan síntomas en el 100% de las hojas pero con menor intensidad ocasionando una reducción de biomasa significativa en el caso de Charlotte. Finalmente en el túnel filtrado se constata que apenas 60% de las hojas están dañadas al final del cultivo debido al retraso en la aparición de síntomas y también al desarrollo de nuevos brotes a lo largo del cultivo produciendo las plantas con mayor biomasa. La aplicación de abonos en el suelo no ha tenido efectos significativos en la aparición de los síntomas ni en la producción de biomasa al final del cultivo.

La producción de tubérculos se ve reducida en los ambientes con ozono en las dos variedades de patata estudiadas. En la variedad Charlotte, la producción se reduce significativamente en el ambiente fumigado (NF+), mientras que no existen diferencias entre el filtrado (F) y el no filtrado (NF). La aplicación de materia orgánica ha sido la que mejores producciones tiene pero no se presentan diferencias significativas entre los abonos. En la variedad Agria, la producción se ve reducida tanto en el ambiente fumigado

(NF+) como en el no filtrado (NF). En el caso de esta variedad, ninguno de los tratamientos tiene efecto paliativo contra el ozono. El abono químico y la materia orgánica son los tratamientos que mayores producciones tienen aunque no llegan a compensar el efecto observado en el tratamiento NF ni en el NF+. En las experiencias llevadas a cabo con la variedad de patata Desireé se constató que una dosis adecuada de materia orgánica podía compensar las pérdidas de producción comercial debidas al ozono (Calvo *et al.*, 2002) sin embargo las dosis empleadas en la experiencia de Agria no han sido suficientes para compensar las pérdidas obtenidas en el ambiente NF. Los resultados sugieren que la planta presenta un daño tan extendido, que la producción se ve afectada. Clarke *et al.* (1990) observaron este mismo efecto, constatando que la productividad disminuía en más de un 30% cuando el 75% del cultivo mostraba síntomas foliares bajo condiciones ambientales de ozono, aunque esta disminución sólo se observaba cuando se desarrollan síntomas foliares de media a alta severidad.

Las diferencias significativas presentes, en la producción de tubérculos, en el túnel NF y F en 2004, con la variedad Agria, que no se registraron en 2003, pueden estar relacionadas con una mayor sensibilidad de esta variedad o con las elevadas concentraciones de ozono comparadas con el 2003. Durante el cultivo de 2003 los valores de AOT40 de tres meses no superaron el umbral establecido por la normativa (9000 ppb.h) mientras que durante el cultivo de 2004 los valores de ozono superan este umbral, indicando un incremento de las concentraciones que puede haber ocasionado el descenso en la producción del túnel NF. De hecho las concentraciones de ozono medidas en el interior del túnel son inferiores a la del exterior indicando que es esperable un descenso significativo de la producción en cultivos de patata realizados al aire libre durante esta campaña.

Otro de los efectos constatados es la reducción del calibre de los tubérculos producidos. En general la variedad Charlotte produce más tubérculos de tamaño mediano que grandes, el ozono reduce la producción de medianos y de forma muy drástica la producción de tubérculos grandes. La variedad Agria es una patata destinada a la industria y su producción es mayoritariamente de tubérculos grandes, en este caso se puede ver que la reducción de producción de tubérculos grandes en los ambientes NF y NF+ se traduce en una mayor cantidad de tubérculos medianos indicando una reducción en el calibre del tubérculo. Este resultado ya se ha observado en patata Desireé (Calvo *et al.*, 2002) y podría sugerir una reducción en la movilización de carbohidratos hacia las raíces provocada por la elevada presencia de daños por ozono en la parte aérea de la planta y por la reducción de la biomasa aérea (Grantz & Farrar, 1999).

5 ► CONCLUSIONES

La concentración ambiental de ozono puede ocasionar pérdidas significativas en la producción de tubérculos comerciales en variedades sensibles de patata, por encima de las

obtenidas en las experiencias de los invernaderos. La aplicación de abonos, en dosis adecuadas, puede ser una posible solución para ayudar a paliar estos efectos.

En ambos experimentos las producciones obtenidas con la materia orgánica y con el abono químico son similares, en cada uno de los ambientes. Por tanto el uso de materia orgánica constituye una alternativa ecológica eficaz contra concentraciones moderadas de ozono, alcanzando niveles de producción similares a los obtenidos con técnicas de agricultura convencional.

Los abonos aplicados no han tenido efectos significativos sobre la producción en las plantas del ambiente con mayor dosis de ozono en ninguno de los dos experimentos. Posiblemente las dosis aplicadas sean insuficientes para paliar los efectos debidos a la exposición al ozono.

6 ▶ AGRADECIMIENTOS

El equipo de investigación está apoyado económicamente por la Generalitat Valenciana (Conselleria de Medio Ambiente y Conselleria de Agricultura, Alimentación y Pesca) y Bancaixa. El trabajo presentado ha sido financiado por proyectos GV-C-AG-01-108-96 y ASS98-06-13, CEAM y SSCV de la GV.

7 ▶ BIBLIOGRAFÍA

• CALVO, E. 2003

Efectos del ozono sobre algunas hortalizas de interés de la cuenca mediterránea occidental. Tesis Doctoral. Facultat de Ciències Biològiques. Universitat de València.

• CALVO, I.; SANZ, M. J.; CALVO, E.; JIMÉNEZ, A.; MARTÍN, C. Y PORCUNA, J. L. 2002

Estudio de la eficacia de la materia orgánica como protector frente al ozono en el cultivo de la patata., en La agricultura y la ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario. Dapena, E. & Porcuna, J. L Eds. Gijón. Serida SEAE, 1117-1126.

• CLARKE, B. B.; GREENHALGH - WEIDMAN, B. Y BRENNAN, E. G. 1990

An assessment of the impact of ambient ozone on field grown crops in New Jersey using the EDU method: part 1-white potato (*Solanum tuberosum*). *Environmental Pollution* 66, 351-360.

• DONNELLY, A.; CRAIGON, J.; BLACK, C. R.; COLLS, J. J. Y LANDON, G. 2001

Elevated CO₂ increases biomass and tuber yield in potato even at high ozone concentrations. *New Phytologist*, 149, 265-274.

• GIMENO, B. S.; SALLERAS, J. M.; PORCUNA, J. L.; REINERT, R. A.; VELISSARIOU, D. Y DAVISON, A. W. 1995

Water, Air and Soil Pollution 85, 1521-1526.

• GRANTZ, D. A. Y FARRAR, C. A. 1999

Acute exposure to ozone inhibits rapid carbon translocation from source leaves of pima cotton. *Journal of*

Experimental Botany 50 (336): 1253-1262.

• **HEGGESTAD, H. E. 1973**

Photochemical air pollution injury to potatoes in the atlantic coastal states. American Potato Journal 50(315): 328.

• **HERSTSTEIN, U.; GRÜNHAGE, L. Y JÄGER, H. 1995**

Assesment of past, present and future impacts of ozone and carbon dioxide on crop yields. Atmospheric Environment 29, 231-239.

• **JIMÉNEZ, A. 1999**

Aproximación al colapso vascular en melón. Estudio de la interacción: ozono troposférico y virus del cribado del melón (MNSV). Trabajo fin de carrera. Universidad Politécnica de Valencia.

• **JIMÉNEZ, A.; CALVO, E.; MARTÍN, A.; PORCUNA, J. L. Y SANZ, M. J. 2001**

Estudio de la interacción entre el ozono y el desarrollo de las virosis en el cultivo del tomate. Agrícola Vergel, 231, 141-150.

• **KÖLLNER, B. Y KRAUSE, G. H. M. 2000**

Changes in carbohydrates, leaf pigments and yield in potatoes induced by different ozone exposure regimes. Agriculture Ecosystems & Environment 78(2): 149-158.

• **MILLÁN, M. M.; MANTILLA, E.; SALVADOR, R.; CARRATALÁ, A.; SANZ, M.J.; ALONSO, L.; GANGOITI, G. Y NAVAZO, M. 2000**

Ozone cycles in the western Mediterranean basin: interpretation of monitoring data in complex coasta terrain. Journal of applied Meteorology, 39, 487-508

• **MILLÁN, M.; ARTIÑANO, B.; ALONSO, L. A.; CASTRO, M.; FERNANDEZ - PATIER, R. Y GOBERNA, J. 1993**

Meso-meteorological Cycles of Air Pollution in the Iberian Peninsula (MECAPIP), Air Pollution Research Report 44, (EUR N° 14834), European Commission DG XII/E-1, Rue de la Loi, 200, B-1040, Brussels, 1992.

• **PELL, E. J.; PEARSON, N. S. Y VINTEN - JOHANSEN, C. 1988**

Qualitative and quantitative effects of ozone and/or sulfur dioxide on field grown potato plants. Environmental Science Technology 14, 568-571.

• **PORCUNA, J. L.; SÁNZ, M. J.; CALVO, I.; CALVO, E. JIMÉNEZ, A. MARTÍN, C.; ESCRIVÁ, C.; VEGA, J. M.; ORTEGA, M. G.; MORERA, B.; MONTES, F. Y PÁEZ, J. 2002**

Los fotooxidantes y los daños en patata en la cuenca mediterránea occidental. Phytoma España (en prensa).

• **SÁNZ, M. J.; MARTÍN, C; CALVO, E.; CÁMARA, P.; JIMÉNEZ, A. Y PORCUNA, J. L. 2001**

Daños visibles por ozono en distintos cultivos mediterráneos. Phytoma España, 131, 14-26.

• **SNYDER, R. G.; SIMÓN, J. E.; REINERT, R. A.; SIMINI, M. Y WILCOX, G. E. 1991**

Effects of air auality on growth, yield and quality of watermelon. HortScience 26 (8), 1045-1047.

• **TEMMERMAN, L.; KARLSSON, G. P.; DONNELLY, A.; OJANPERA, K.; JÄGER, H.; FINNAN, J. M. Y BALL, G. 2002 B**

Factors influencing visible ozone injury on potato including the interaction with carbon dioxide. European Journal of Agronomy 17(4): 291-302.

• **VANDERMEIREN, K.; BLACK, C. R; LAWSON, T.; CASANOVA, M. A. Y OJANPERA, K. 2002**

Photosynthetic and stomatal responses of potatoes grown under elevated CO2 and/or O3 results from the European CHIP-programme. European Journal of Agronomy 17(4): 337-352.

• **VORNE, V.; OJANPERA, K.; DE TEMMERMAN, L.; BINDI, M.; HÖGY, P.; JONES, M. B.; LAWSON, T. Y PERSSON, K. 2002**

Effects of elevated carbon dioxide and ozone on potato tuber quality in the European multiple-site experiment 'CHIP-project'. *European Journal of Agronomy* 17(4): 369-381.

DESARROLLO DE NUEVOS INDICADORES PARA EVALUACIÓN INTEGRADA DE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL SUELO

VALARINI, PEDRO J.⁽¹⁾; FRIGHETTO, ROSA T. S.⁽¹⁾; DORNELAS, MANOEL⁽¹⁾ Y SCHIAVINATO, RICARDO J.⁽²⁾

⁽¹⁾ Investigadores de Embrapa Meio Ambiente CP69 13820-000 Jaguariúna, SP
E-mail: valarini@cnpma.embrapa.br

⁽²⁾ Ingeniero Agrónomo Finca Sula 13930-000 Serra Negra, SP (BRASIL)

RESUMEN

Considerando que el análisis química no permitió diferenciar suelos bajo manejo orgánico y convencional, el objetivo de ese trabajo fue desarrollar indicadores complementarios biológicos, bioquímicos y físicos para la inserción al sistema de Evaluación Ponderada del Impacto Ambiental de actividades del Nuevo Rural (APOIA-NuevoRural). Para tal, muestras de suelo de diez establecimientos dedicados a horticultura orgánica y diez otros a horticultura convencional del Estado de São Paulo fueran colectadas en las profundidades de hasta 20cm para el análisis biológica, bioquímica y muestras de 20, 40 e 60 cm para el análisis física. Se utilizó como control suelos de áreas de vegetación nativa o de pastoreo natural. Los resultados del análisis integrada seleccionaron indicadores físicos (estabilidad de agregados (DMP), arcilla dispersa, capacidad de campo, biológicos y bioquímicos (biomasa microbiana, polisacáridos, patógenos y actividad enzimática en deshidrogenase) que presentaran valores superiores en promedio de 49,5% y 38,0%, respectivamente, para detectar diferencias en la capacidad productiva de los suelos del manejo orgánico en relación con el convencional y para la mayoría de los hay correlación significativa. Los resultados permitirán concluir que esos indicadores mejor califican el suelo, proporcionando una mayor contribución del manejo orgánico para el desarrollo local sostenible.

PALABRAS CLAVE: PROPIEDADES DEL SUELO, AGRICULTURA ORGÁNICA Y CONVENCIONAL, HORTICULTURA Y EVALUACIÓN

1 ► INTRODUCCIÓN

En el medio rural brasileño viene emergiendo actividades agrícolas y no-agrícolas, en sustitución a los tradicionales usos agrícolas de la tierra, configurando lo que tiene sido denominado de el 'Nuevo Rural' (Campanhola & Silva, 2000).

En la actualidad, también prácticas agrícolas alternativas contribuyen para estos cambios, acentuando la importancia en la búsqueda de la sustentabilidad de las actividades desarrolladas en el ambiente rural. Entre las practicas y formas alternativas del manejo, con importante inserción en el Nuevo Rural, se destaca la agricultura orgánica como una de las alternativas de rienda para los pequeños productores, debido a la creciente demanda mundial por alimentos más saludable (Campanhola & Valarini, 2001).

Independiente del sistema de producción utilizado, el proceso de modernización de la agricultura ocurrido, principalmente, en la década de los sesenta con la llamada 'revolución verde' desvalorizó los procesos naturales y biológicos y privilegió las tecnologías agrícolas, tales como, el monocultivo, el uso indiscriminado de los plaguicidas, la utilización de fertilizantes químicos y orgánicos, la mecanización.

Este paquete tecnológico agrícola elevó significativamente, la productividad de los cultivos, pero en cambio generó incontables problemas ambientales entre los cuales la disminución de la productividad por la degradación del suelo con erosión, compactación, salinidad y pérdida de la materia orgánica y el aumento de la resistencia de la plagas, y molestias que en último caso, provocó alteraciones en la cualidad del suelo por cambios o degeneración de las propiedades físicas, químicas y biológicas (Siqueira, 1993; Fauci & Dick, 1994; Frighetto *et al.*, 1998; Valarini *et al.*, 1999; Souza & Resende, 2003).

Considerando que las propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo interaccionan y determinan la capacidad de la planta en producir alimentos saludable y nutritivos, la calidad del suelo puede mejorar o se deteriorar en función del manejo de los sistemas de producción (Mäder *et al.*, 1999).

Históricamente, las propiedades físicas y químicas han sido utilizadas como parámetros indicativos de la productividad del suelo en su estado natural. Entretanto, como los cambios en el contenido de materia orgánica son mucho lentos y, consecuentemente, muchos años son requeridos para ser detectada alteraciones, a partir de los años noventa, ha crecido la importancia de los procesos y parámetros biológicos y bioquímicos medidos en el suelo como indicadores más sensibles de las alteraciones del estrés o recuperación ecológica del suelo (Dick, 1994; Dilly, 1998; Mendes, 2002; Valarini *et al.*, 2003).

Para el estudio integrado, Fauci & Dick (1994), Dilly & Blume (1998), Frighetto & Valarini (2000) y Valarini *et al.*, 2003) recomiendan algunos indicadores bioquímicos para medir actividades microbiológicas en la calidad del suelo, como por ejemplo, ergosterol para

medir el crecimiento de los hongos, actividades enzimáticas en deshidrogenasa y esterasa, biomasa microbiana y polisacáridos.

En ese sentido, el análisis integrado del suelo para la determinación de su capacidad productiva y el equilibrio nutricional de la planta en diferentes sistemas de manejo constituyó una herramienta importante para establecer medidas correctivas o alternativas en la búsqueda de la sustentabilidad de los agroecosistemas emergentes, en especial del sistema orgánico.

Considerando que el análisis químico del suelo, insertado en la evaluación de lo desempeño ambiental de los manejo hortícola orgánico y convencional, realizada usándose el sistema de Evaluación Ponderada del Impacto Medio Ambiental de las actividades del Nuevo Rural (APOIA-NuevoRural) (Rodrigues *et al.*, (2003), no se detectó diferencias en la capacidad productiva, este trabajo tuvo como objetivo seleccionar indicadores biológicos, bioquímicos y físicos del suelo que analizados de forma integrada a los químicos puedan componer un módulo complementario más seguro y más sensible de evaluación de la calidad del suelo.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en diez establecimientos dedicados a la horticultura convencional y diez dedicados a la horticultura orgánica oriundos de los municipios Serra Negra, Araraquara, Divinolândia, Amparo, Socorro, Indaiatuba, Itupeva, Santo Antonio de Posse y Louveira en el interior del Estado de São Paulo, Brasil, durante el año de 2001.

Los establecimientos fueron seleccionados por indicación de pares, procurándose muestras de situaciones variadas y contrastantes en términos de ambiente y inserción económica.

Paralelamente al levantamiento de informaciones junto a los productores, realizadas con la aplicación de encuesta previamente desarrolladas en la elaboración del método APOIA-NuevoRural de Rodrigues & Campanhola (2003), para la elaboración del módulo complementario, fueron colectadas nuevas muestras de suelo en las profundidades hasta 20 cm para análisis biológica y bioquímica y de 20, 40 y 60 cm para análisis física. Para el análisis biológica, las muestras fueran acondicionadas en cajas de isopor para evitar variaciones bruscas de temperatura y humedad durante el transporte.

Se utilizó como control, suelos de áreas de vegetación nativa o de pastoreo natural. En laboratorio, las muestras de suelo fueran procesadas y sometidas a las análisis físicas, químicas, biológicas y bioquímicas, usándose parámetros y metodologías descritas en Tedesco *et al.* (1995), Embrapa (1997) y Frighetto & Valarini (2000). Para las análisis microbiológicas y bioquímicas fueran consideradas 4 repeticiones y la comparación estadística de promedios fue realizada con el teste de Tukey. Fueran hechas análisis de correlación.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una tabla resumen del desempeño ambiental de la horticultura, en el universo comprendido por el estudio puede ser observado en la Tabla 1, que presenta el cociente entre las formas de manejo orgánico y convencional, en cada una de las dimensiones consideradas en el sistema APOIA-NuevoRural. En el caso específico de la cualidad del compartimiento ambiental, suelo, evaluado por el análisis química, no se han observado diferencias en los valores promedios entre los suelos orgánico y convencional (Rodríguez *et al.*, 2003).

Tabla 1. Cociente entre los índices de impacto medio ambiental según las dimensiones del método APOIA-NuevoRural, en establecimientos de horticultura convencional y orgánica

DIMENSIONES ÍNDICES	HORTICULTURA ORGÁNICA	HORTICULTURA CONVENCIONAL	COCIENTE A / B
	(A)	(B)	
Ecología de la paisaje	0.68	0.57	1.19
Calidad de los compartimientos ambientales	0.77	0.75	1.03
Atmósfera	0.77	0.77	1.00
Agua	0.79	0.70	1.13
Suelo	0.76	0.77	0.99
Valores socioculturales	0.66	0.62	1.07
Valores económicos	0.73	0.70	1.04
Gestión y administración	0.71	0.42	1.74
ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL	0.72	0.66	1.09

En la Tabla 2, entretanto, observas que algunos indicadores físicos (estabilidad de agregados (DMP), coeficiente de dispersión (arcilla disuelta) y capacidad de campo), biológicos y bioquímicos (biomasa microbiana, polisacáridos, patógenos y actividad enzimática de la deshidrogenasa) presentaran valores superiores, en promedia de 49,5% y 38,0%, respectivamente, sendo más sensibles para detectar diferencias en la capacidad productiva de los suelos en el manejo orgánico con relación al convencional. Los valores menores que 1 observados en la relación A/B para los indicadores relacionados con asterisco(*) muestran que el suelo orgánico presentase con menor índice de salinidad (conductividad eléctrica), con menor compactación y mejor estructura física (coeficiente de dispersión) y con menor potencial de inóculo (número de propágulos de patógenos por gramo de suelo) que de lo convencional.

Tabla 2. Resultados de análisis de las muestras de suelo de los cultivos orgánico y convencional

	ORGÁNICO (A)	CONVENCIONAL (B)	A / B
Parámetros / Indicadores químicos			
Materia Orgánica (%)	3,67	3,8	0,97
pH CaCl ₂	5,52	5,48	1,01
P resina mg/dm ³	62,00	96,60	0,64
K mmolc/dm ³	4,38	5,74	0,64
Ca mmolc/dm ³	66,93	94,31	0,71
Mg troc. mmolc/dm ³	12,58	20,75	0,61
H + Al mmolc/dm ³	21,03	17,50	1,20
Soma de bases mmolc/dm ³	72,79	102,77	0,71
CIC mmoc/dm ³	117,26	132,63	0,88
Saturación por bases-V%	69,69	70,58	0,99
Parámetros / Indicadores físicos			
Análisis textural	franco arcilla-arena		franco arcilla-arena
Conductividad Electrica - uS/cm	65,56	134,04	0,49*
Cociente de dispersión	0,11	0,17	0,65*
Capac. de Campo -%CC	20,51	18,37	1,12
DMF o DMP	3,93	2,28	1,72
Parámetros / Indicadores biológicos / bioquímicos			
Biomasa Microbiana ugC/g suelo	407,89	303,81	1,34
Polisacáridos mg/g suelo	1,74	1,40	1,24
Deshidrogenase mg/g suelo	14,04	9,37	1,50
Nº de propágulos patógenos/g suelo	0,60	1,36	0,44*

* Indicadores que muestran mejor desempeño de lo manejo orgánico

Esos resultados pueden ser observados en los Gráficos 3 y 4, tomándose como ejemplos algunas propiedades orgánica y convencional de los municipios de Serra Negra y Araraquara,

SP que son comparadas con el control (vegetación o pastoreo). En el caso de los suelos convencionales se nota claramente, que a pesar del contenido de materia orgánica similar al del orgánico, los indicadores físicos muestran que el suelo está más compactado y con menor agregación de partículas. Trabajo realizado por JORGE (1986) muestra que las condiciones físicas de los suelos agrícolas brasileños está sufriendo cambios constantes. Con la elevación de la densidad global del suelo provocada por compactación, ocurre una serie de fenómenos desfavorables, como atraso en la emergencia de las plantas, disminución del vigor del sistema radicular, encharcamiento de agua, escorrentía superficial y erosión excesiva. Siendo la salinidad equivalente al acumulo de cationes y aniones en el suelo, la utilización de abonados mineral elevada y el acentuado uso de riego por goteo, provoca un acumulo de sales en la parte superficial del suelo. Con el uso continuo de la misma área del suelo, la salinidad podrá atingir valores fitotóxicos para la mayoría de las culturas en cultivo protegido o en cielo abierto, reduciendo la producción y favoreciendo la ocurrencia de plagas y molestias (Müller & Vizzotto, 1999). Según Cardoso (1990), Valarini (1994) y Valarini *et al.* (2000), niveles de epifitias son generalmente estimulados por manejo inadecuado del suelo como cultivos sucesivos de judía o otras especies susceptibles, donde los niveles de infestación son tan elevados, tales como, 1 propágulos de *Rhizoctonia solani* o 0,2 escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*, o aun, 1 a 3 x 1000 propágulos de *Fusarium spp* por gramo de suelo y suficientes para causar epidemias de forma que la explotación económica del cultivo tornase inviable, conforme obtenido en el trabajo con el indicador biológico patógenos de suelo en manejo convencional (Tabla 2).

De hecho, en los Gráficos 3 y 4 observase que la grande diferencia entre la cualidad de los suelos bajo manejo orgánico y convencional es suministrada por indicadores biológicos, bioquímicos y físicos que siendo el suelo más estructurado y con mayor actividad biológica, hay mayor disponibilidad de los nutrientes para las plantas y mejor desenvolvimiento de su sistema radicular, dando el acceso de la raíz al mayor volumen de suelo y, consecuentemente, a los nutrientes y el agua, tornando más resistente a las molestias y plagas, consecuentemente más productivas. El análisis de correlación de los parámetros evaluados muestran correlación significativa entre los indicadores, destacándose: biomasa microbiana x polisacáridos ($r = 0,8264^{**}$), biomasa microbiana e FDA ($r = 0,8953^{**}$), polisacárido x actividad en deshidrogenase ($r = 0,8466^{**}$), Polisacárido x capacidad de campo ($r = 0,9173^{***}$), Polisacárido x patógeno del suelo ($r = -0,7582^*$), actividad en deshidrogenase x estabilidad de agregados ($r = 0,7360^*$) y polisacárido x estabilidad de agregados ($r = 0,7488^*$), posibilitando obtener resultados seguros y, al mismo tiempo, optar por un único de ellos como la misma confiabilidad en los resultados concordando con Valarini *et al.* (2003). Esos resultados obtenidos con los parámetros biológicos, bioquímicos y físicos permiten expresar los cambios sutiles que ocurren en el suelo, con seguridad y confiabilidad, constituyéndose en importantes indicadores complementarios a las análisis químicas de evaluación de la cualidad y capacidad productiva del suelo, contribuyendo para la sustentabilidad de los agroecosistemas. La identificación y el mejor conocimiento de esos indicadores son fundamentales tanto para incentivar los agricultores que ya están adoptando sistemas agrícolas alternativos y conservacionistas, cuanto para alertar aquellos que adoptan sistemas de manejo convencionales que llevan hasta la degradación del suelo.

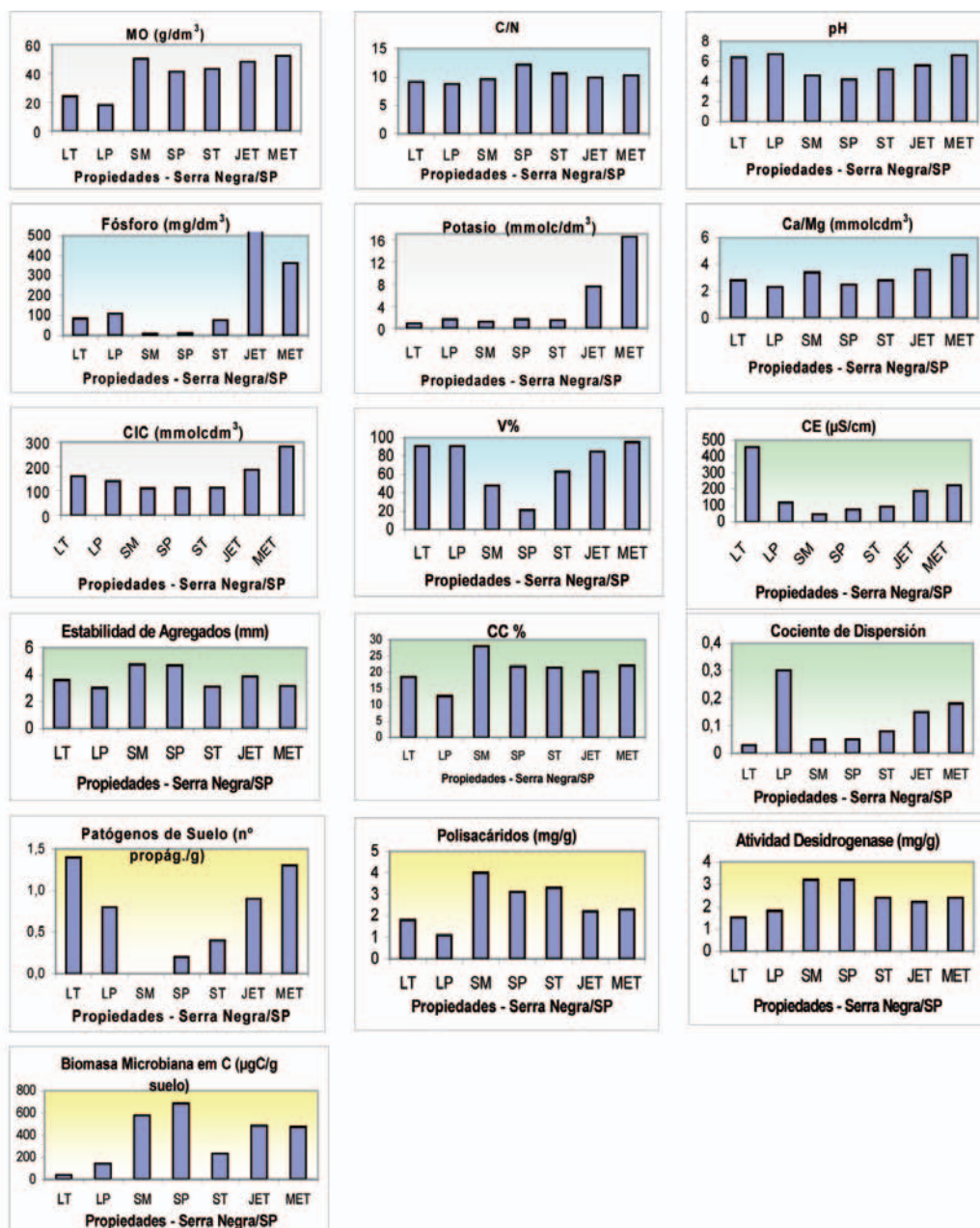


Gráfico 3. Resultados de los indicadores químicos, físicos y biológicos más importantes de las análisis de suelo de cuatro propiedades con cultivo de tomate en Serra Negra, SP. Serra Negra –SP, Tratamientos: Finca S. Luzia – Tomate (LT); Sítio S. Luzia – Pastagem (LP); Fazenda Sula – Mata (SM); Fazenda Sula – Pastagem (SP); Fazenda Sula – Tomate (ST) Sítio S. José – Estufa Tomate (JET). Finca S. Marcos – Estufa Tomate (MET).

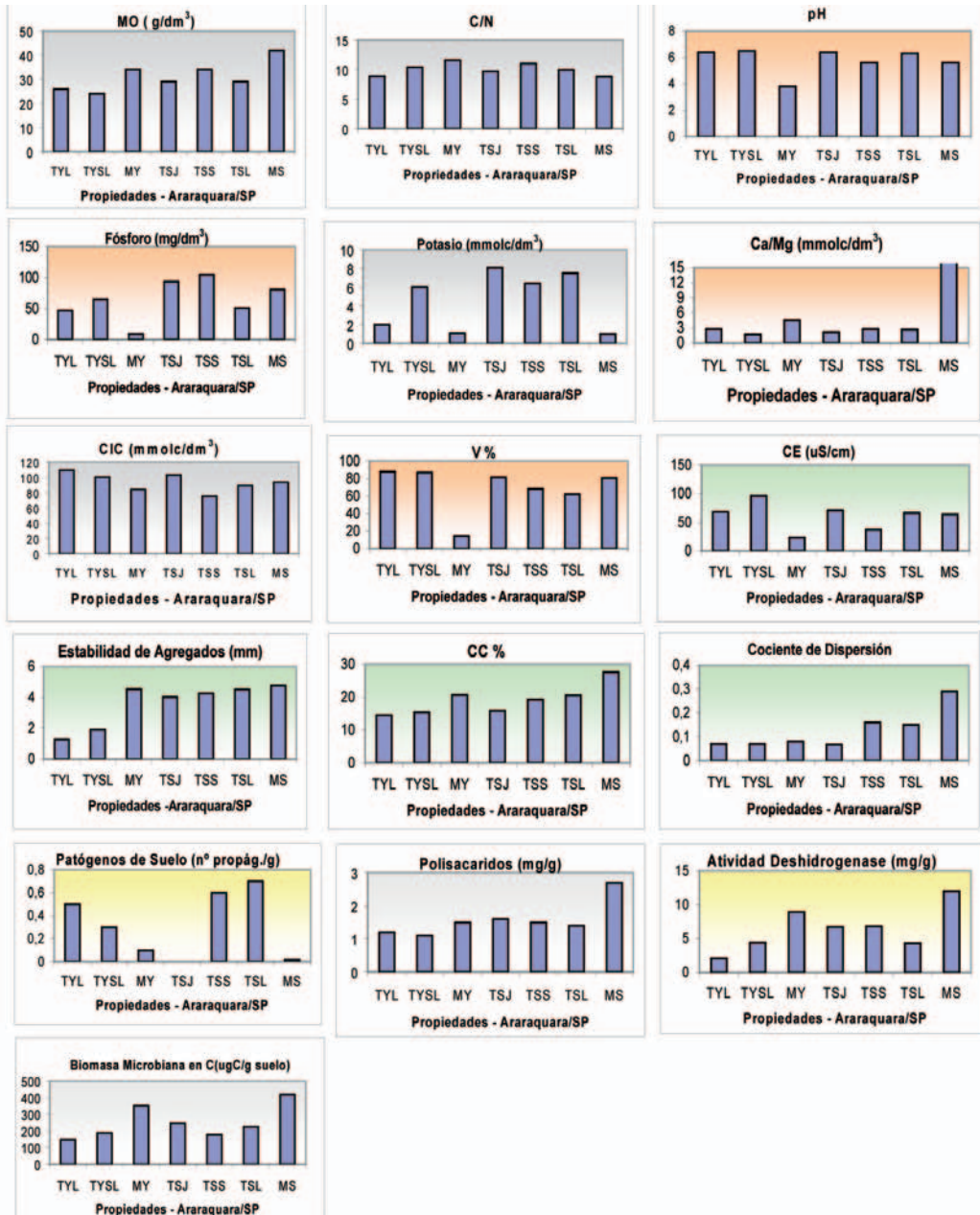


Gráfico 4. Resultados de los indicadores químicos, físicos y biológicos más importantes de las análisis muestras de suelo de dos propiedades con cultivo de diversas variedades de tomate.

Araraquara — SP, Tratamientos: TYL - Tomate Yafuso - Letícia; TYSL — Tomate Yafuso SL2844; MY - Mata Yafuso; TSJ — Tomate Sambiase Jane; TSS - Tomate Sambiase Saladete; TSL - Tomate Sambiase Letícia; MS — Mata Sambiase.

4 ► CONCLUSIONES

Los resultados del análisis integrada permitirán seleccionar indicadores físicos (estabilidad de agregados (DMP), coeficiente de dispersión (arcilla dispersa) y capacidad de campo), biológicos y bioquímicos (biomasa microbiana, polisacáridos, patógenos y deshidrogenase) para detectar diferencias en la capacidad productiva de los suelos bajo manejo orgánico en relación con el convencional y, para a mayoría de ellos, hay correlación significativa. Los resultados permitirán concluir que esos indicadores son más sensibles y seguro para mejor calificar el suelo, proporcionando a los productores una mayor contribución del manejo orgánico para el desarrollo local sostenible.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **CAMPANHOLA, C. Y GRAZIANO DA SILVA, J. 2000**

O Novo Rural Brasileiro: uma Análise Nacional. Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente, 190p.

- **CAMPANHOLA, C. Y VALARINI, P. J. A. 2001**

A Agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 18, n.3, p69-101.

- **CARDOSO, J. E. 1990**

Fungos de solo na cultura do feijoeiro irrigado. p.61-70 In: Fancelli, A . L. Feijão Irrigado. Piracicaba. ESALQ/USP, FEALQ.. 130 p.

- **DILLY, O. Y BLUME, H. P. 1998**

Indicators to assess sustainable land use with reference to soil microbiology. Adv. GeoEcol., 31:29-36.

- **DORAN, J. W. Y PARKIN, J. B. 1994**

Defining and assessing soil quality. In: Doran, J. W.; Coleman, D. C.; Bezdicek, D. F. y Stewart, B. A., ed. Defining soil quality for a sustainable environment. Minneapolis, Soil Science Society of America. cap.1, p.3-22. (SSSA Special Publication, 35).

- **EMBRAPA. SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS 1997**

Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPQ. 212p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos,1).

- **FAUCI, M. F. Y DICK, R. P. 1994**

Microbial biomass as an indicator of soil quality: effects of long-term management and recent soil amendments. In: Doran, J. W.; Coleman, D. C.; Bezdicek, D. F. & Stewart, B. A., ed. Defining soil quality for a sustainable environment. Minneapolis, Soil Science Society of America. cap.17, p.229-234. (SSSA Special Publication, 35).

- **FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J.; TOKESHI, H.; FILIZOLA, H. F.; FELIPE, A. Y OLIVEIRA, D. A. 1998**

Effects of management practices on soil physico-chemical, biochemical and microbial parameters under irrigated agriculture. In: Conferência Internacional IFOAM 98, S 9. n° 158.

- **FRIGHETTO, R. T. S. Y VALARINI, P. J. 2000**

Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo: manual técnico. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente. 198p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 21).

• **MÜLLER, J. J. V. Y VIZZOTTO, V. J. 1999**

Manejo do solo para produção de hortaliças em ambiente protegido. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 20 (200/201): 32-35.

• **JORGE, J. A. 1986**

Compactação do solo: causas, conseqüências e maneiras de evitar sua ocorrência. Campinas, Instituto Agrônômico. 22p. (Circular, 117).

• **MÄDER, P.; PFIFFNER, L.; FLIESSBACH, A.; VON - LÜTZOW, M. Y MUNCH, J. C. 1999**

Soil ecology- Impact of organic and conventional agriculture on soil biota and its significance for soil fertility. In: International Conference on Kyusei Nature Farming, 5., Bangkok, 1997. Proceedings. Bangkok, Asia Pacific Natural Agriculture Network. p.24-40.

• **RODRIGUES, G. S. Y CAMPANHOLA, C. 2003**

Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38 (4):445-451.

• **RODRIGUES, G. S.; VALARINI, P. J. Y CAMPANHOLA, C. 2003**

Módulo complementar de capacidade produtiva do solo para o método de avaliação ponderada de impacto ambiental de atividades do novo rural (Apoia-Novorural) In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1, Porto Alegre, CD ROM 4p.

• **SOUZA, J. L. Y RESENDE, P. 2003**

Manual de horticultura orgânica. Voçosa: aprenda Fácil. 564p.

• **TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H.; GIANELLO, C. Y BISSANI, C. 1995**

Análise de solos, plantas e outros materiais. 2.Ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do sul. 215p.

• **VALARINI, P. J. 1994**

Manejo de doenças do solo em cultura de feijão sob irrigação por pivô central. p. 59-74. In: Lourenção, A. L.; Ambrosano, E. J.; Patrício, F. R. A. Seminário sobre Pragas, doenças e plantas daninhas do feijoeiro, 5, Piracicaba, ANAIS. Campinas, 1994. 124 p.

• **VALARINI, P. J.; FRIGHETTO, R. T. S.; TOKESHI, H.; SCRAMIN, S.; SILVEIRA, A. P. D.; VALARINI, M. J. Y OLIVEIRA, D. A. 1999**

Physico-chemical and microbiological properties of soil as affected by irrigated agricultural systems. In: Foguelman, D.; Lockeretz, W., ed. Organic agriculture the credible solution for the XXIst Century: proceedings of the 12^o International IFOAM Scientific Conference, Mar del Plata, 1999. Mar Del Plata, IFOAM, 1999. p.165-171.

• **VALARINI, P. J.; TOKESHI, H. Y FRIGHETTO, R. T. S. 2000**

Potencial de sistemas alternativos de produção no controle de patógenos de solo em agricultura irrigada. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 25, supl., p.431, (Resumo).

• **VALARINI, P. J.; DÍAZ ALVAREZ, M. C.; GASCÓ, J. M.; GUERRERO, F. Y TOKESHI, H. 2003**

Assessment of soil properties by organic matter and EM-microorganism incorporation R. Bras. Ci. Solo, 27:519-525.

ELABORACIÓN Y COMERCIO ECOLÓGICO

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

CONOCIMIENTO Y CONSUMO DE ALIMENTOS ECOLÓGICOS EN CASTILLA - LA MANCHA ⁽¹⁾

BERNABÉU, R. ⁽¹⁾; **UREÑA, F.** ⁽²⁾; **FABEIRO, C.** ⁽¹⁾; **CASTILLO, S.** ⁽¹⁾ Y **SÁNCHEZ, Y.** ⁽¹⁾

⁽¹⁾ E.T.S. Ingenieros Agrónomos
Campus Universitario, s/n. 02071 Albacete
E-mail: Rodolfo.Bernabeu@uclm.es

⁽²⁾ E.U.I. Técnica Agrícola.
Ronda de Calatrava, s/n. 13071 Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha

RESUMEN

La agricultura ecológica no sólo obtiene alimentos sanos, de calidad y naturales en el sentido de no haber sido tratados con productos químicos de síntesis sino que, además, incide en el desarrollo económico del mundo rural al proporcionar productos de mayor valor añadido. En los últimos años, a pesar del incremento de superficie así como del número de operadores, no se ha traducido en un aumento apreciable en el consumo de estos alimentos en España en general y en Castilla-La Mancha en particular, siendo aún hoy en día muy minoritario, motivado fundamentalmente tanto por el precio como por aspectos relacionados con la distribución y comunicación. En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivos principales determinar el grado de conocimiento y consumo de los alimentos ecológicos que tiene el consumidor.

La información se ha obtenido mediante entrevistas personales dirigidas a una muestra representativa de compradores habituales de alimentos para su consumo en el hogar, residentes en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. El análisis de los datos se ha efectuado mediante tratamiento univariable y bivariado. Los resultados muestran que, en general, el grado de conocimiento sobre los alimentos ecológicos por el consumidor es bajo siendo los que más conocimiento tienen los consumidores habituales, frecuentemente jóvenes y con estudios superiores, y que a su adquisición (en tiendas especializadas o supermercados), destinan una media de 15 €/mes.

PALABRAS CLAVE: ENCUESTAS Y DESARROLLO RURAL

1 ► INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el sector agroalimentario español se encuentra inmerso en un mercado mucho más abierto y competitivo, caracterizándose por un aumento de la producción agroalimentaria al mismo tiempo que se está produciendo una saturación en los mercados. Como resultado, las estrategias básicas que utilizan las empresas para competir en estos mercados de crecimiento lento pasan por la diferenciación y calidad de los productos alimentarios a la vez que responder a un cambio de actitud de los consumidores derivado de su preocupación por la seguridad alimentaria y su sensibilidad al deterioro del medio ambiente (Sánchez *et al.*, 2002). En este sentido, la agricultura ecológica, como parte integrante del sector agroalimentario, se configura como sistema de producción que a la vez que intenta satisfacer las nuevas demandas de los consumidores, puede generar nuevas oportunidades de negocio en el sector agrario (Bigné, 1997; Roozen y De Pelsmaker, 1997) encajando perfectamente dentro de las políticas actuales basadas en el desarrollo rural.

La agricultura ecológica es un modelo productivo cuyo principal objetivo es la obtención de alimentos sanos, de calidad y totalmente naturales en el sentido de no haber sido tratados con productos químicos de síntesis. Además de este planteamiento la agricultura ecológica también incide en el desarrollo económico del mundo rural al proporcionar productos de mayor valor añadido, lo que contribuye a fijar la población en el medio rural.

En España, esta forma de cultivo se ha incrementado de forma espectacular en los últimos años, pasando de las 24.079 ha certificadas en 1995 (Cuadro 1), a las 665.055 ha existentes en el año 2002, según los últimos datos disponibles (MAPA, 2003).

Castilla-La Mancha no es ajena a este hecho y así, en 2002, con una superficie de 40.874 ha, es la quinta Comunidad Autónoma con mayor superficie dedicada a agricultura ecológica en España, tras las Comunidades de Andalucía (225.599 ha), Extremadura (164.339 ha), Aragón (66.674 ha) y Cataluña (52.346 ha) (MAPA, 2003). En 2002, respecto al año 2001, Castilla-La Mancha ha experimentado un crecimiento de la superficie ecológica del 176,4%, lo cual pone de relieve la importancia que está adquiriendo esta forma de producción.

No obstante, este incremento de superficie así como del número de productores y elaboradores, no se ha traducido en un aumento apreciable en el consumo de alimentos ecológicos en España (2) en general y en Castilla-La Mancha en particular, siendo aún hoy en día muy minoritario, motivado fundamentalmente tanto por el precio como por aspectos relacionados con la distribución y comunicación (Roddy *et al.*, 1994; Sánchez *et al.*, 1998; Donaldson *et al.*, 1998, Brugarolas, 1999; González y Cobo, 2000), por las dificultades asociadas a la novedad del producto, por lo que la mayor parte de la producción ecológica española se destina a la exportación dirigida fundamentalmente a Alemania.

Las limitaciones anteriores muestran la utilidad de conocer el mercado de los alimentos ecológicos y poder detectar, en su caso, oportunidades. Para detectar esas oportunidades

de mercado, el presente trabajo tiene como objetivo determinar el grado de conocimiento y consumo de los alimentos ecológicos por los consumidores de Castilla-La Mancha, por lo que ayudará a comprender el mercado de estos productos e identificar sus limitaciones y oportunidades, y podrán servir a las empresas interesadas en sus estrategias comerciales.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

La principal fuente de información empleada han sido mediante entrevistas personales (encuestas) dirigida a una muestra representativa de compradores habituales de alimentos para su consumo en el hogar, residentes en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. La encuesta fue realizada durante el mes de julio de 2002 sobre una muestra aleatoria doblemente estratificada por número de habitantes por comarca agraria y edad, a personas que se disponían a comprar en tiendas, supermercados y centros comerciales. Se realizaron 463 encuestas. El error máximo cometido no supera el 4,7%, para un nivel de confianza del 95,5% ($k = 2$). Con anterioridad al trabajo de campo se realizó un cuestionario previo a 15 personas.

El análisis de los datos se ha efectuado mediante análisis descriptivo univariable y bivariante sobre distintas cuestiones relativas al conocimiento y consumo de alimentos ecológicos que figuraban en la encuesta.

3 ▶ RESULTADOS

Conocimiento de los alimentos ecológicos

La variable que identifica el nivel de conocimiento de los productos ecológicos es una variable cualitativa con tres niveles: alto, medio y bajo. En este sentido, más de la mitad de los encuestados tienen un bajo conocimiento de los alimentos ecológicos (59,0%), mientras que tan sólo un 6,3% afirman saber con exactitud lo que es un alimento ecológico.

En función de distintas variables socioeconómicas (Cuadro 1), existen diferencias significativas en el grado de conocimiento de los alimentos ecológicos:

- ▶ Según la provincia, Toledo es donde existe un mayor conocimiento y Albacete donde menos. No obstante, al analizar individualmente las provincias se observa que en todas, el mayor porcentaje se muestra en un bajo conocimiento de estos alimentos.

- ▶ Respecto al grado de consumo, se encontraron diferencias significativas en el grado de conocimiento y en concreto, los que consumen este tipo de productos de forma habitual tienen mayor grado de conocimiento respecto a los que no los han consumido nunca.
- ▶ En cuanto al gasto mensual, tienen un mayor conocimiento aquellos que gastan más dinero en este tipo de alimentos.
- ▶ En función del nivel de estudios, tienen un grado de conocimiento mayor los que tienen estudios superiores, en este aspecto también es destacable la falta de conocimiento hacia estos productos sobre todo en las personas que no tienen estudios o tienen estudios elementales.
- ▶ En función de la edad, se observa que los encuestados con un mayor nivel de conocimiento de estos productos ecológicos se encuentran en el intervalo de 18 a 34 años, mientras que por el contrario los que tienen menor conocimiento hacia estos productos están en el intervalo de edad mayor a 65 años.

Cuadro 1. Diferencias significativas de distintas variables con respecto al grado de conocimiento de los alimentos ecológicos

GRADO DE CONOCIMIENTO DE PRODUCTOS ECOLÓGICOS ALIMENTICIOS		ALTO	MEDIO	BAJO
Zona **	Albacete	3,06%	30,61%	66,33%
	Ciudad Real	7,14%	26,98%	65,87%
	Cuenca	7,14%	47,62%	45,24%
	Guadalajara	0%	36,54%	63,46%
	Toledo	9,79%	41,96%	48,25%
Consumo de alimentos ecológicos *	Nunca	2,6%	18,10%	79,05%
	Ocasionalmente	4,19%	50,79%	45,03%
	Habitualmente	26,32%	47,37%	26,32%
Gasto en alimentos ecológicos (€/mes) *	Hasta 15	2,27%	46,59%	51,14%
	De 15 a 30	8,00%	46,00%	46,00%
	De 30 a 60	15,22%	63,04%	21,74%
	De 60 a 120	20,69%	48,28%	31,03%
	Más de 120	44,44%	44,44%	11,11%

Cuadro 1. Diferencias significativas de distintas variables con respecto al grado de conocimiento de los alimentos ecológicos (continuación)

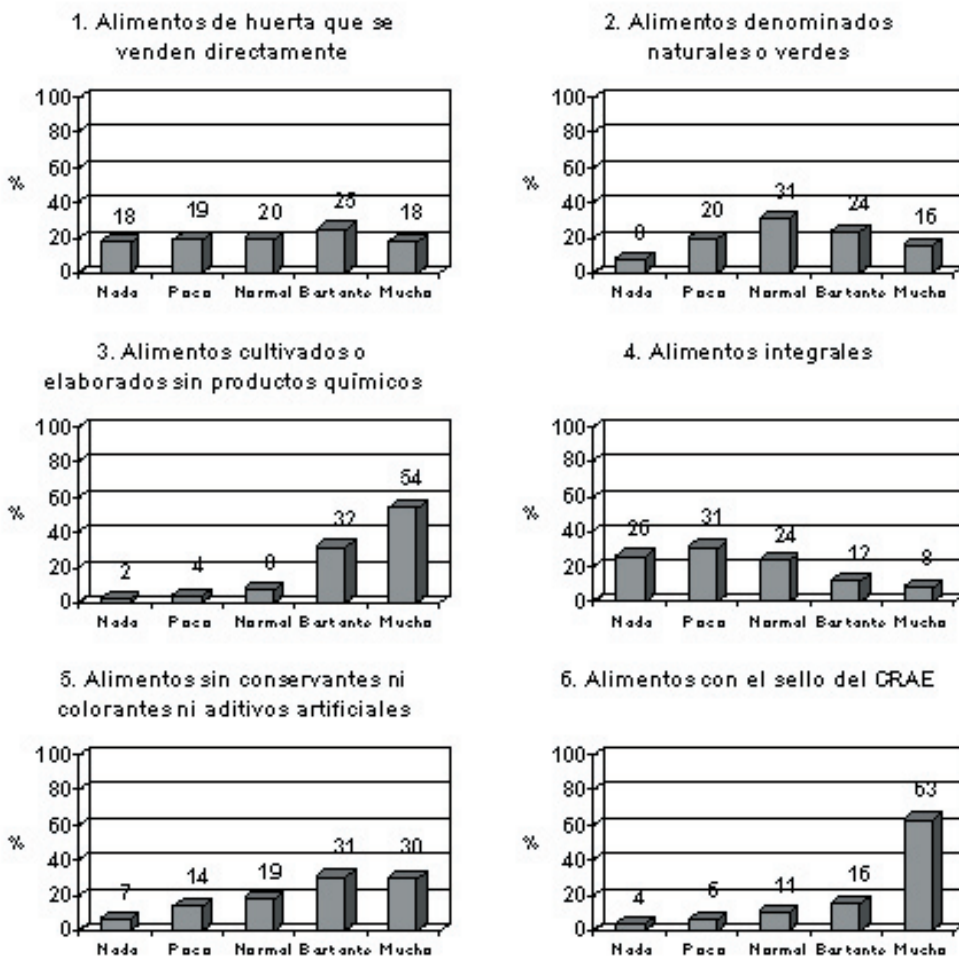
GRADO DE CONOCIMIENTO DE PRODUCTOS ECOLÓGICOS ALIMENTICIOS		ALTO	MEDIO	BAJO
Se molestaría en buscarlos en su establecimiento **	Sí	6,06%	39,39%	54,55%
	Probablemente sí	4,11%	30,14%	65,75%
	No lo sé	1,52%	18,18%	80,30%
	Probablemente no	0%	12,00%	88,00%
	No	0%	4,76%	95,24%
Sexo ***	Hombre	8,48%	38,39%	53,13%
	Mujer	4,22%	32,49%	63,29%
Situación laboral ****	Agricultura	2,70%	48,65%	48,65%
	Industria	3,95%	35,53%	60,53%
	Admón. y servicios	9,15%	39,87%	50,98%
	Pasivo	5,82%	28,04%	66,14%
Nivel de Estudios *	Sin estudios	1,56%	20,31%	78,13%
	Elementales	3,18%	29,94%	66,88%
	Bachiller/COU	6,36%	44,55%	49,09%
	Superiores	12,70%	42,06%	45,24%
Edad (años) **	18 - 34	10,29%	42,65%	47,06%
	35 - 49	6,76%	36,49%	56,76%
	50 - 65	1,59%	36,51%	61,90%
	> 65.	3,51%	24,56%	71,93%
Ingresos familiares mensuales (€)	< 900	6,00%	27,00%	67,00%
	900 - 1500	4,68%	36,84%	58,48%
	1500 - 2100	6,29%	37,76%	55,94%
	2100 - 3000	11,11%	33,33%	55,56%
	> 3000	9,09%	45,45%	45,45%
Hábitat	Rural	6,03%	35,06%	58,91%
	Urbano	7,08%	36,28%	56,64%

* p < 0,001, ** p < 0,01, *** p < 0,05

Además de determinar el grado de conocimiento de los productos ecológicos, se ha planteado tratar de conocer qué es lo que el consumidor entiende por alimento ecológico y si es capaz de identificarlo correctamente. Para ello, en la encuesta se introdujeron varias definiciones, y se pidió que las valorasen del 1 a 5 cada afirmación (siendo el 1 el que menos puntuación tiene y el 5 el que máxima puntuación) según su grado de acuerdo con las mismas (Figura 1).

Se puede destacar, que los consumidores no relacionan los alimentos ecológicos con productos integrales y sin embargo si identifican estos alimentos con productos elaborados sin agentes químicos (53,80% de los encuestados puntúan mucho y el 31,89%, bastante).

Figura 1. Grado de acuerdo con las definiciones de alimentos ecológicos



Otra afirmación que también ha obtenido puntuaciones muy altas ha sido la que se les identifica con los productos que llevan el sello de Consejo Regulador de Agricultura Ecológica (CRAE) (el 62,99% de los encuestados puntúan mucho y un 16,45%, bastante). Estos resultados indican que gran parte de los consumidores tienen una idea bastante aproximada del concepto de alimento ecológico ya que asocian totalmente este producto con un sello del CRAE que certifique que han sido producidos según las normas establecidas, pero aun así sigue habiendo individuos que no conocen la obligatoriedad del sello de productos ecológicos.

No obstante, se observa también que relacionan producto ecológico con aquél que no tiene conservantes ni colorantes y, aunque en cierta manera es cierto, el alimento ecológico tiene algunas características más que lo definen como ecológico. Por ello será necesario todavía hacer hincapié en este hecho e informar a los consumidores de que aunque es cierto que los productos ecológicos no llevan ni conservantes ni colorantes ni aditivos, deben haber sido cultivados sin utilizar productos químicos de síntesis para que puedan ser considerados como tales.

Por otra parte, resulta interesante conocer cuáles han sido las fuentes de información a través de las cuáles los encuestados han tenido conocimiento de los alimentos ecológicos, con el fin último de identificar cuáles son las mejores estrategias de comunicación para informar a los consumidores sobre los alimentos ecológicos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Importancia de las fuentes de información en el conocimiento de los alimentos ecológicos

FUENTES DE INFORMACIÓN	NADA O POCO	NORMAL	BASTANTE O MUCHO	MEDIA	DESV. TÍP.	COEF. VARIAC.
Amigos y familiares	51,20%	19,61%	29,19%	2,59	±1,37	0,53
Tienda donde compro	77,46%	13,57%	8,97%	1,85	±1,04	0,56
Los he visto en tiendas	64,62%	16,70%	18,68%	2,21	±1,22	0,55
Medios de comunicación	32,03%	19,83%	48,15%	3,25	±1,36	0,42

En el Cuadro 2, se observa en primer lugar un menor número de encuestados que consideren que las diferentes fuentes de información hayan influido mucho o bastante en su conocimiento sobre los alimentos ecológicos.

La fuente que más parece haber influido en el conocimiento de los productos ecológicos ha sido los medios de comunicación, donde se observa que alrededor de un 48,15% de los entrevistados consideran que estos han influido mucho o bastante. Resulta paradójico que el menor porcentaje de influencia como fuente de información haya sido a través de la tienda en la que compra habitualmente (8,97%).

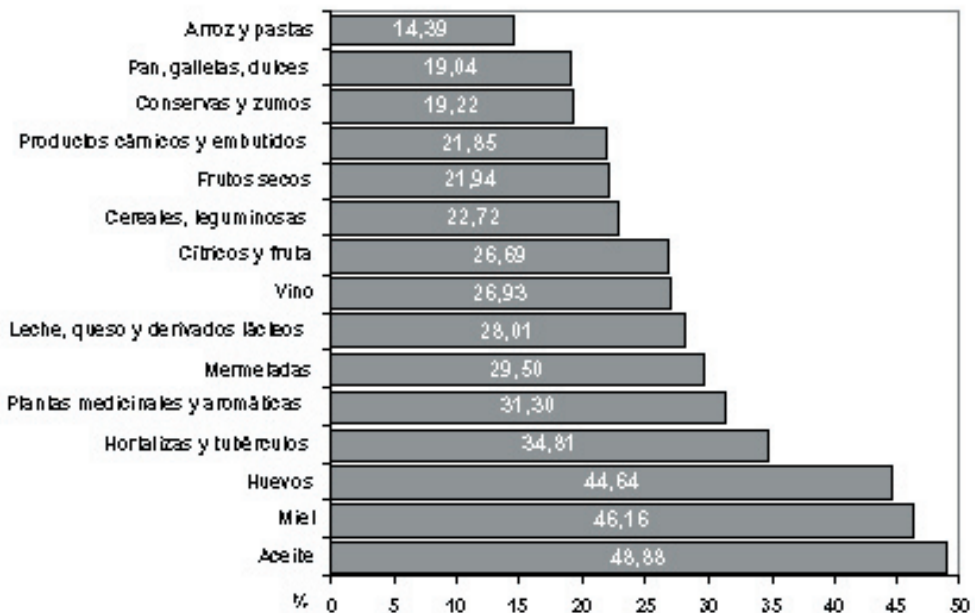
Consumo de alimentos ecológicos

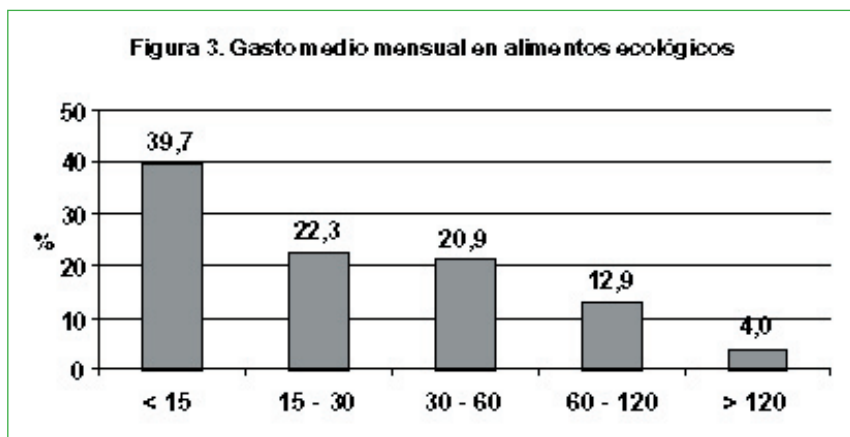
La variable que indica el consumo de productos ecológicos alimenticios se dividió en tres niveles: habitual, ocasional y no consumo. Resultado de su análisis, el 45,7% de los encuestados no ha consumido nunca alimentos ecológicos alimenticios, un 42,0% los consume de forma ocasional y tan sólo un 12,3% los consume habitualmente. Sobre los que contestaron que consumían alimentos ecológicos ocasionalmente o habitualmente, se les preguntó distintas cuestiones de consumo en la familia, de tal manera que un 62,50% de las parejas de los consumidores de alimentos ecológicos también consumen estos productos, al igual que un 50,24% de sus hijos y un 43,88% de las personas adultas que viven en el mismo hogar.

En este mismo sentido, también se les pidió que indicaran los alimentos ecológicos que consumían, calculándose posteriormente, para cada alimento, el número de encuestados que los adquiere. Como resultado, los alimentos ecológicos más consumidos son: aceite, miel, huevos, hortalizas y tubérculos (Figura 2).

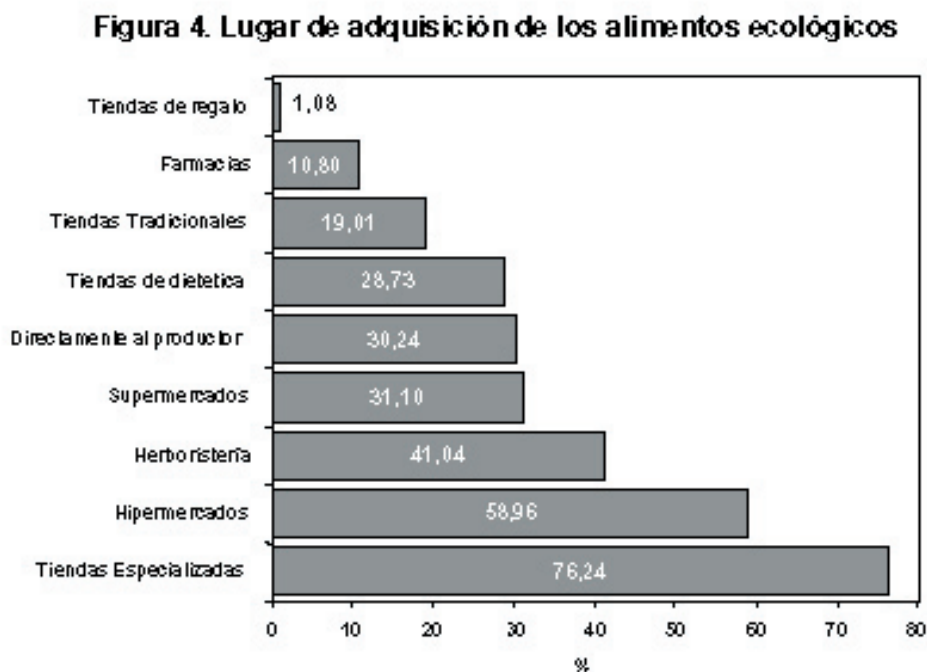
Analizando la distribución porcentual del gasto mensual en alimentos ecológicos, resulta que es muy bajo ya que tan sólo un 4,02% de los consumidores se gastan más de 120 €/mes y un 39,73% de los consumidores se gastan menos de 15 €/mes (Figura 3).

Figura 2. Porcentaje de alimentos ecológicos consumidos sobre total de consumo de cada alimento





Al analizar si estos productos son fáciles de encontrar en el mercado, el 74,39% de los encuestados contestaron que no y tan solo un 25,61% afirmaron que si era fácil encontrar este tipo de productos. Relacionado con el consumo, es interesante analizar el tipo de establecimiento en el que los consumidores adquieren los alimentos ecológicos (o bien creen que podrían adquirirlo en el caso de que el encuestado no fuera consumidor) (Figura 4).



en hipermercados, herboristerías, supermercados y directamente al productor, y no tanto en tiendas tradicionales. Con el fin de poder establecer una estrategia comercial adecuada para la venta de los alimentos ecológicos, también es necesario determinar cuáles son los atributos más valorados por el consumidor a la hora de la elección del establecimiento en el que compra dichos productos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Importancia de los atributos a la hora de elegir el lugar de compra

ATRIBUTOS PARA ELEGIR ESTABLECIMIENTO	NADA O POCO	NORMAL	BASTANTE O MUCHO	MEDIA	DESV. TÍP.	COEF. VARIAC.
Se encuentra cerca de mi casa	14,66%	19,04%	66,30%	3,84	±1,22	0,32
El horario es cómodo	13,47%	23,84%	62,69%	3,73	±1,17	0,31
Hago allí toda la compra	17,96%	25,72%	56,32%	3,57	±1,21	0,34
Existe una gran variedad	17,92%	21,46%	60,62%	3,58	±1,15	0,32
Hacen ofertas sobre otros productos	24,22%	31,78%	44,00%	3,24	±1,22	0,38
Los productos son más baratos	21,73%	28,38%	49,89%	3,40	±1,22	0,36
Conozco al dueño	50,88%	17,48%	31,64%	2,62	±1,40	0,53
Atención al cliente	24,38%	25,50%	50,11%	3,37	±1,26	0,37
Se venden los productos que quiero	10,64%	19,07%	70,29%	3,88	±1,07	0,28
Puedo pagar con tarjeta de crédito	50,11%	18,79%	31,10%	2,59	±1,42	0,55
Buena relación calidad-precio	10,94%	16,52%	72,54%	3,98	±1,11	0,28

Los atributos que los encuestados consideraron muy o bastante importantes a la hora de elegir el establecimiento fueron: la buena relación calidad-precio, que se vendan los productos que necesita (o desea), la cercanía al domicilio y el horario cómodo. Por otra parte, los menos importantes fueron el pago con tarjeta de crédito y que conociera al dueño del establecimiento.

4 ► CONCLUSIONES

En general, el grado de conocimiento sobre los alimentos ecológicos por el consumidor es bajo. Los que más conocimiento tienen de estos alimentos son los consumidores habituales de los mismos que son, por otra parte, los que más gastan en ellos, frecuentemente con estudios

superiores y jóvenes. Gran parte de los consumidores tienen una idea bastante aproximada del concepto de alimento ecológico ya que asocian totalmente este producto con un sello del Consejo Regulador de Agricultura Ecológica que certifica que han sido producidos según las normas establecidas.

La fuente de información más frecuentemente utilizada por los consumidores para conocer los alimentos ecológicos han sido los medios de comunicación, y no tanto donde habitualmente compra.

Tan sólo un 12,3% de los consumidores consume alimentos ecológicos habitualmente lo que a su vez se traduce en un gasto mensual medio bajo (un 39,73% de los consumidores se gastan menos de 15 €/mes).

Aunque difíciles de encontrar, los consumidores consideran que los alimentos ecológicos se pueden adquirir principalmente en tiendas especializadas e hipermercados, y no tanto en tiendas tradicionales, siendo las características diferenciadoras de los establecimientos donde compran la buena relación calidad-precio, la cercanía al domicilio y el horario cómodo, por lo que podría resultar interesante la creación de secciones especiales para estos alimentos en las grandes superficies comerciales (hipermercados).

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **AL - HAJJ, M. 1996**

La agricultura ecológica en España: Análisis de comportamientos y actitudes del consumidor en el mercado granadino. Tesis Master. Instituto Agronómico de Mediterráneo. Zaragoza.

- **BEHARREL, B. Y MACFIE, N. 1991**

Consumer attitudes to organic foods. *British Food Journal*, 93(2): 25-30.

- **BIGNÉ, J. E. 1997**

El consumidor verde: bases de un modelo de comportamiento. *ESIC Market*, (96): 25-30.

- **BRUGAROLAS, M. 1999**

Actitudes de los consumidores valencianos hacia los productos ecológicos. Valencia: Universidad Politécnica. Tesis Doctoral.

- **DONALDSON, C.; JONES, A. M.; MAPP, T. J. Y OLSON, J. A. 1998**

Limited dependent variables in willingness to pay studies: applications in health care. *Applied Economics* (30): 667-677.

- **GONZÁLEZ, L. Y COBO, F. B. 2000**

Agricultura ecológica en España. Las estrategias de marketing, claves para el éxito. En *Rev: Distribución y Consumo* (51): 39-54. Madrid: MERCASA

- **LIN, B. H.; PAYSON, S. Y. Y WERTZ, J. 1996**

Opinions of professional buyers towards organic produce: a case study of Mid-Atlantic market for fresh tomatoes. *Agribusiness*, 12(1): 89-97.

- **MICHELSSEN, J.; HAMM, U., WYNEN, E. Y ROTH, E. 1999**

The European market for organic products: growth and development. Organic farming in Europe: Economics and Policy. Vol. VII.

- **MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAPA) 2003**

Estadísticas 2002. Agricultura Ecológica. España 2002. [En línea] <http://www.mapya.es> (Consulta, 27 de junio 2003).

- **RODDY, G.; COWAN, C. Y HUTCHINSON, G. 1994**

Organic food: a description of Irish market. British Food Journal, 96(4): 3-10.

- **ROOZEN, I. T. M. Y DE PELSMAKER, P. 1997**

Consumer's perception of a green consumption behaviour. 26th European Marketing Association Congress. Warwick Business School.

- **SÁNCHEZ, M.; GRANDE, I.; GIL, J. M. Y GRACIA, A. 1998**

Evaluación del potencial de mercado de los productos de agricultura ecológica. Revista Española de Investigación de Marketing ESIC (2): 135-150.

- **SÁNCHEZ, M.; SANJUÁN, A.; GIL, J. M.; GRACIA, A. Y SOLER, F. 2002**

Estudio de las preferencias de consumidores y distribuidores especializados respecto del producto ecológico. Revista de Economía Agraria y Recursos Naturales. Vol. 2(2): 93-114.

- **VETTER, H. Y CHRISTENSEN, M. 1996**

Evil ecologists. IX EAAE Congress. Edimburgh (UK).

- **THOMPSON, G. Y KINDWELL, J. 1998**

Explaining the choice of organic produce: cosmetic defects, prices and consumer preferences. American Journal of Agricultural Economics, 80(2): 277-278.

- **TREGGAR, A.; DENT, J. B. Y Mc GREGOR, M. J. 1994**

The demand for organically grown Produce. British Food Journal 96(4): 21-25.

(Footnotes)

(1) Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto de Investigación 03-242/IA-43 "Comercialización y marketing de productos ecológicos en Castilla-La Mancha", financiado por la Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

(2) Este fenómeno también se ha manifestado en otros países, aunque en una menor proporción (Beharrel y MacFie, 1991; Treggear *et al.*, 1994; Al-Hajj, 1996; Lin *et al.*, 1996; Vetter y Christensen, 1996; Thompson y Kindwell, 1998; Michelsen *et al.*, 1999)

ANÁLISIS DE LA DISPOSICIÓN A PAGAR UN SOBREPRECIO POR LA ADQUISICIÓN DE ALIMENTOS ECOLÓGICOS POR PARTE DEL CONSUMIDOR CASTELLANOMANCHEGO ⁽¹⁾

BERNABÉU, R. ⁽¹⁾; **UREÑA, F.** ⁽²⁾ Y **OLMEDA, M.** ⁽¹⁾

⁽¹⁾ E.T.S. Ingenieros Agrónomos
Campus Universitario, s/n. 02071 Albacete
E-mail: Rodolfo.Bernabeu@uclm.es

⁽²⁾ E.U.I. Técnica Agrícola
Ronda de Calatrava, s/n. 13071 Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha

RESUMEN

La demanda de alimentos en los países desarrollados se orienta cada vez más hacia la protección de la salud y hacia la reducción del impacto medioambiental que supone la actividad agraria. La producción de alimentos ecológicos juega un papel primordial en la consecución de ambos objetivos. No obstante, el consumo de los mismos sigue siendo muy minoritario, fundamentalmente debido a su elevado precio respecto a los convencionales y la dificultad de encontrarlos en los establecimientos habituales de compra.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el máximo precio que los consumidores castellanomanchegos están dispuestos a pagar por los principales alimentos ecológicos. Para ello, se han realizado una serie de encuestas dirigidas a una muestra representativa de compradores habituales de alimentos residentes en Castilla-La Mancha. El análisis de los datos se ha realizado mediante modelos logit. Los resultados obtenidos muestran que la máxima disposición a pagar para el conjunto de consumidores oscila alrededor del 15% para la mayor parte de los alimentos ecológicos respecto a los convencionales.

PALABRAS CLAVE: DISPOSICIÓN A PAGAR, MODELO DE HANEMANN, ALIMENTOS ECOLÓGICOS Y MODELOS LOGIT

1 ► INTRODUCCIÓN

El temor desencadenado en los consumidores por los escándalos alimentarios y por ciertos avances tecnológicos tales como la manipulación genética y la irradiación de los alimentos se ha traducido en una seria preocupación por las cuestiones relacionadas con la seguridad alimentaria, y en una creciente exigencia de garantías de calidad y de información adicional sobre los métodos de producción.

Por otro lado, como consecuencia de la toma de conciencia de la opinión pública del daño irreparable causado al medio ambiente por ciertas prácticas contaminantes del suelo y del agua, del agotamiento de los recursos naturales y de la destrucción de ecosistemas frágiles, se han elevado voces que reclaman una actitud más responsable en relación con el patrimonio cultural. En este contexto, la agricultura ecológica, considerada en el pasado como un elemento marginal destinado a cubrir un determinado segmento del mercado, ha cobrado importancia al materializar un enfoque que, además de brindar la posibilidad de producir alimentos seguros, propugna una actitud responsable desde el punto de vista ambiental (Comisión Europea, 2003), al mismo tiempo que cada vez existe una mayor conciencia en la población de la relación entre salud y alimentación (Sánchez *et al.*, 2001).

La agricultura ecológica se diferencia de otros sistemas de producción agrícola en varios aspectos. Este tipo de agricultura favorece el empleo de recursos renovables y el reciclado en la medida en que restituye al suelo los nutrientes presentes en los productos residuales. Aplicada a la cría de animales, regula la producción prestando particular atención al bienestar de los animales y a la utilización de piensos naturales.

Por otra parte, respeta los propios mecanismos de la naturaleza para el control de las plagas y enfermedades en los cultivos y la cría de animales, y evita, en gran medida la utilización de plaguicidas, herbicidas, abonos químicos, hormonas de crecimiento y antibióticos, contribuyendo al mantenimiento de los ecosistemas y a una reducción de la contaminación.

En los últimos años, se ha asistido a un importante desarrollo de este sistema de cultivo, tanto en el ámbito mundial, unas veces motivado por un crecimiento real, otras por una mejora en la información disponible, como en el nacional.

Tanto en España, como en Castilla-La Mancha el desarrollo de la agricultura ecológica presenta una tendencia alcista en todos los sentidos: Superficie, número de explotaciones, número de productores,..., etc. (Bernabéu *et al.*, 2003). No obstante, el crecimiento del sector productor de la agricultura ecológica no ha venido acompañado de un aumento significativo en el consumo. El presente trabajo tiene como objetivo analizar, en primer lugar, el máximo precio que los consumidores castellanomanchegos están dispuestos a pagar por los principales alimentos ecológicos, distinguiendo entre cuatro grupos distintos de intensidad de consumo: consumidores habituales, consumidores ocasionales, consumidores probables y no consumidores.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

La principal fuente de información empleada han sido mediante entrevistas personales (encuestas) dirigida a una muestra representativa de compradores habituales de alimentos para su consumo en el hogar, residentes en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.

La encuesta fue realizada durante el mes de julio de 2002 sobre una muestra aleatoria doblemente estratificada por número de habitantes por comarca agraria y edad, a personas que se disponían a comprar en tiendas, supermercados y centros comerciales. Se realizaron 463 encuestas. El error máximo cometido no supera el 4,7%, para un nivel de confianza del 95,5% ($k = 2$). Con anterioridad al trabajo de campo se realizó un cuestionario previo a 15 personas.

El análisis de los datos se ha efectuado mediante regresión logística. La regresión logística es una técnica multivariante por medio de la cual se pretende estudiar las relaciones de asociación entre una variable dicotómica y una o varias variables independientes (cuantitativas o categóricas).

El método de valoración contingente (MVC) consiste simplemente en preguntar a un grupo de personas cuánto estarían dispuestas a pagar para obtener un determinado bien, o como hicieron Bishop y Heberlein (1979), en plantear si a un precio determinado el consumidor adquiere o no un determinado bien.

En la década de los ochenta creció con rapidez el interés por el MVC, siendo Hanemann (1984) el que estableció las bases teóricas para la aplicación posterior del MVC. El número de aplicaciones, especialmente en bienes relacionados con el mundo rural, ha aumentado considerablemente en los últimos años (León, 1995; Pérez *et al.*, 1995; Campos *et al.*, 1996; Ruíz e Iglesias, 1998; Gil *et al.*, 2000)

La propuesta de Hanemann (1984) es el método más habitual para calcular la máxima disposición al pago. Según este autor, existe una relación entre los modelos de respuesta dicotómica y la teoría de la maximización de la utilidad que permite calcular la disposición a pagar por un bien como medida del bienestar de los individuos, partiendo de la consideración de que el consumidor conoce, con certeza, su función de utilidad inicial. Se le pregunta, entonces, si estaría dispuesto a pagar una cantidad A por adquirir un determinado bien. Partiendo del supuesto de que el consumidor conoce su función de utilidad ($U_0(Z_0, Y)$), ésta se transforma en ($U_1(Z_1, Y-A)$) después de pagar el montante A por la adquisición del bien en cuestión, siendo Z_t un vector de características e Y la renta del individuo. Por lo tanto, la utilidad del consumidor se especifica de la siguiente forma:

$$U_0(Z_0, Y) = V_0(Z_0, Y) + e_0$$

$$U_1(Z_1, Y-A) = V_1(Z_1, Y-A) + e_1$$

Donde e_0 y e_1 son variables aleatorias independientes. Los consumidores responden afirmativamente cuando se cumple que la utilidad que le proporciona el bien o la situación Z_1 es superior a la proporcionada por Z_0 . Es decir;

$$V_1(Z_1, Y-A) + e_1 > V_0(Z_0, Y) + e_0;$$

dicho de otro modo, responden afirmativamente cuando la máxima disposición a pagar (MDP) $> A$. Los consumidores responden negativamente si se cumple lo contrario. De esta forma, las probabilidades individuales de respuesta son:

$$P_1 = P(\text{SÍ}) = P(V_1(Z_1, Y-A) + e_1 > V_0(Z_0, Y) + e_0) = P(\text{MDP} > A)$$

$$P_0 = P(\text{NO}) = 1 - P_1$$

$$\text{Si } \eta = e_0 - e_1; \Delta\zeta = V_1(Z_1, Y-A) - V_0(Z_0, Y), \text{ entonces}$$

$P_1 = F_\eta(\Delta V) = 1 - G_{\text{MDP}}(A)$, donde $F_\eta(\bullet)$ y $G_{\text{MDP}}(\bullet)$ son las funciones de distribución de η y MDP, respectivamente. F_η tiene una forma de distribución conocida (logit o probit).

La función de distribución F_η tiene que ser la diferencia de las dos utilidades. Habitualmente, se asume que la forma funcional de las funciones de utilidad $V_0(Z_0, Y)$ y $V_1(Z_1, Y-A)$ son de tipo lineal:

$$V_0(Z_0, Y) = a_0 + b_0 Y$$

$$V_1(Z_1, Y-A) = a_1 + b_1 (Y - A)$$

Al diferenciar ambas utilidades se obtiene $\Delta V = a + b A$, donde $a = a_1 - a_0$.

Por tanto, el modelo de elección discreta es:

$$P_1 = F_\eta(a + b A)$$

Si se supone que la función de distribución $F_\eta(\bullet)$ es una función logística, entonces resulta:

$$P_1 = F_\eta(1 + e^{-(a + b A)})^{-1} = 1 - G_{\text{MDP}}(A)$$

La media de la máxima disposición a pagar (MDP) será calculada como sigue:

$$E(\text{MDP}) = \int_0^{\infty} (1 - G_{\text{MDP}}(A)) dA = \int_0^{\infty} (1 + e^{-(a + b A)})^{-1} dA = -a/b$$

3 ▶ RESULTADOS

En el apartado anterior se ha analizado la predisposición a pagar por los alimentos ecológicos para cada uno de los distintos segmentos de consumidores en función del nivel de consumo. A continuación se muestran los ratios de verosimilitud (odds ratio) calculados con el fin de detectar si existen diferencias en la máxima disposición a pagar según el tipo de consumidor (Cuadro 1). Los ratios de verosimilitud permiten interpretar la relación entre distintas variables (Pedret *et al.*, 2003) y pueden ser definidas como el cociente entre la probabilidad de que ocurra un suceso y su probabilidad complementaria (Sánchez, 2000).

Cuadro 1. Ratios de verosimilitud para las diferencias en la disponibilidad a pagar por los productos ecológicos según tipo de consumidores

PRODUCTO	CH-CO	CH-CP	CH-NC	CO-CP	CO-NC	CP-NC
Cereales, leguminosas	2,69**	4,63**	22,20**	1,72**	8,25**	4,80**
Hortalizas y tubérculos	1,65	2,30**	6,67**	1,34	4,03**	2,90**
Cítricos y frutas	1,65	1,15	4,52**	1,31	5,17**	3,93**
Aceite	1,06	2,60**	7,19**	2,46**	6,80**	2,77**
Vino	1,55	2,42**	18,13**	1,57**	11,71**	7,48**
Frutos secos	1,41	2,49**	9,02**	1,77**	6,42**	3,62*
Arroz y pasta	1,12	1,92*	3,30**	1,72**	2,96**	1,72
Plantas medicinales y aromáticas	1,93**	3,83**	7,08**	1,99**	3,67**	1,85
Conservas y zumos	1,12	2,53**	11,99**	2,26**	10,70**	4,74**
Pan, galletas, dulces	1,86*	3,14**	15,28**	1,69**	8,20**	4,86**
Productos cárnicos y embutidos	1,75*	2,30**	8,02**	1,31	4,58**	3,49**
Leche, queso y der. lácteos	0,84	1,21	4,67**	1,43*	5,53**	3,86**
Huevos	1,15	1,91**	6,61**	1,66**	5,74**	3,47**
Mermeladas	1,40	2,61**	4,26**	1,86**	3,03**	1,63
Miel	1,56	4,08**	7,09**	2,61**	4,54**	1,74

CH: Consumidores Habituales, CO: Consumidores Ocasionales, CP: Consumidores Probables, NC: No Consumidores. ***, ** y * Diferencias significativas al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Se puede observar que existen diferencias significativas entre los consumidores sin intención de compra y el resto de consumidores para la mayor parte de alimentos analizados.

Las mayores diferencias se obtienen, como es lógico, para la comparación entre consumidores habituales y no consumidores sin intención de consumir, para los siguientes productos: cereales y leguminosas (22,20), vino (18,13) y pan, galletas y dulces (15,28).

A continuación se calcula la máxima disposición a pagar para cada uno de los alimentos analizados, tanto para la totalidad de consumidores como para los cuatro grupos de consumidores: habituales, ocasionales, de consumo probable y no consumidores (Cuadro 2).

Cuadro 2. Disponibilidad a pagar por los alimentos ecológicos (% de sobreprecio en relación con los alimentos convencionales)

PRODUCTO	TODOS	CONSUMO HABITUAL	CONSUMO OCASIONAL	CONSUMO PROBABLE	NO CONSUMO
Cereales, leguminosas	10,8	18,3	12,2	8,6	0,0
Hortalizas y tubérculos	15,0	18,9	16,3	13,2	0,6
Cítricos y frutas	16,8	17,1	18,3	16,0	0,6
Aceite	12,0	15,5	15,3	8,3	1,3
Vino	7,3	13,4	8,7	6,2	4,8
Frutos secos	3,4	7,8	6,1	0,9	0,0
Arroz y pasta	7,2	10,2	9,5	4,8	0,0
Plantas medicinales y aromáticas	6,4	14,0	9,2	3,5	0,0
Conservas y zumos	8,9	12,9	12,1	6,2	0,0
Pan, galletas, dulces	8,5	14,4	10,5	5,7	0,0
Productos cárnicos y embutidos	13,9	17,6	14,8	12,6	0,0
Leche, queso y der. lácteos	15,2	15,3	18,5	13,7	0,0
Huevos	12,0	14,9	14,1	10,3	0,0
Mermeladas	5,7	10,4	8,3	1,9	0,0
Miel	7,0	13,9	10,7	2,7	0,0

Para el conjunto de consumidores la máxima disposición a pagar se obtiene para los cítricos y frutas (16,8%), para la leche, queso y derivados lácteos (15,2%) y para las hortalizas y tubérculos (15,0%). Los menores incrementos de precio se obtienen para los frutos secos (3,4%), mermeladas (5,7%) y plantas medicinales y aromáticas (6,4%). En el caso de los consumidores habituales la máxima disposición a pagar se obtiene para las hortalizas y

tubérculos (18,9%), para los cereales y leguminosas (18,3%) y para los productos cárnicos y embutidos (17,6%). Los menores incrementos de precio se obtienen para los frutos secos (7,8%), arroz y pasta (10,2%) y mermeladas (5,7%). En relación con las aplicaciones del método al estudio de la disposición a pagar por los alimentos ecológicos, Misra *et al.* (1991) encontraron que el 40% de los consumidores estaría dispuesto a pagar un 10% más por un producto libre de residuos de pesticidas. Weaver *et al.* (1992) hallaron que alrededor del 50% de los consumidores pagarían al menos un 10% más por el tomate libre de pesticidas. Gracia *et al.* (1998) encontraron, para los consumidores de Aragón, una MDP que oscilaba entre un 20,7% para la miel y un 74,6% para la carne en consumidores habituales de alimentos ecológicos, y entre un 4% para los cereales y un 22,0% para las verduras, en consumidores ocasionales.

4 ► CONCLUSIONES

En el análisis *logit* realizado con el fin de obtener la máxima disposición al pago se ha obtenido que los consumidores habituales no están dispuestos a pagar más de un 20% de sobreprecio en relación con los alimentos convencionales, mientras que en el mercado el precio de los alimentos ecológicos duplica en la mayor parte de los casos al de los alimentos convencionales. La máxima disposición a pagar para el conjunto de consumidores oscila alrededor del 15% para la mayor parte de los productos.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **AGUIRRE, M. S.; ALDAMIZ - ECHEVARRÍA, C.; CHARTERINA, J. Y VICENTE, A. 2003**

El consumidor ecológico: un modelo de comportamiento a partir de la recopilación y análisis de la evidencia empírica. *Distribución y Consumo*, nº 67 (41-53)

- **BERNABÉU, R.; DÍAZ, M.; FABEIRO, C.; CASTILLO, S. Y UREÑA, F. 2003**

Situación de la agricultura ecológica en Castilla-La Mancha. *Actas del V Coloquio Hispano-Portugués de Estudios Rurales*. Bragança (Portugal). [En línea] <http://www.esa.ipb.pt/estudosrurais> (Consulta realizada el 22 de enero de 2004)

- **BISHOP, R. C. Y HEBERLEIN, T. A. 1979**

Measuring values of Extra-Market goods: Are Indirect Measures Biased? *American Journal of Agricultural Economics*, 61 926-930.

- **CAMPOS, P.; DE ANDRÉS, R.; URZAINQUI, E. Y RIERA, P. 1996**

Valor Económico Total de un Espacio de Interés Natural. La Dehesa del Área de Monfragüe" en D. Azqueta y L. Pérez (eds.) *Gestión de Espacios Naturales. La Demanda de Servicios Recreativos*. McGraw-Hill, Madrid, pp. 193-216.

- **COMISIÓN EUROPEA 2003**

[En línea]: http://europa.eu.int/comm/agriculture/qual/organic/cons/index_es.htm [consulta 17/07/2003]

- **GIL, J. M.; SOLER, F.; Díez, I.; SÁNCHEZ, M.; SANJUÁN, A. I.; BEN KAABIA, M. Y GRACIA, A. 2000**
Potencial de mercado de los productos ecológicos en Aragón. Zaragoza, Diputación General de Aragón.
- **GRACIA, A.; GIL, J. M. Y SÁNCHEZ, M. 1998**
Potencial del Mercado de los Productos ecológicos en Aragón. Gobierno de Aragón.
- **HANEMANN, W. M. 1984**
Welfare Evaluation in Contingent Valuation Experiments with Discrete Response. *American Journal of Agricultural Economics*, 66, 332-341.
- **LEÓN, C. 1995**
El Método Dicotómico de Valoración Contingente: una Aplicación a los Espacios Naturales en Gran Canaria. *Investigaciones Económicas*, vol. 19 (I), enero, pp. 83-106
- **MISRA, S.; HUANG, CH. Y OTT, S. 1991**
Consumer wilngness to pay for pesticide-free fresh produce. *Western Journal of Agricultural Economics*, 16(2), pp. 218-227.
- **PEDRET, R.; SAGNIER, I. Y CAMP, F. 2003**
Herramientas para segmentar mercados y posicionar productos. Análisis de información cuantitativa en investigación comercial. Editorial Deusto
- **PÉREZ, L.; BARREIRO, J.; ÁLVAREZ, B. Y BARBERÁN, R. 1996**
El Valor Recreativo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido: Coste de Viaje versus Valoración Contingente. En: D. Azqueta y L. Pérez (eds.) *Gestión de Espacios Naturales. La Demanda de Servicios Recreativos*. McGraw-Hill, Madrid, pp. 173-192.
- **RUIZ, A. Y IGLESIAS, V. 1998**
La conducta de compra en establecimientos detallistas: dos aplicaciones de los modelos logit. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 7, nº 1, pág. 123-134.
- **SÁNCHEZ, G. 2000**
Regresión logística. En: *Técnicas de análisis de datos en investigación de mercados*, Teodoro Luque (coord). Madrid: Ed. Pirámide, pp. 431-468.
- **SÁNCHEZ, M.; SANJUÁN, A. I. Y AKL, G. 2001**
The influence of experience in consumption and personal attitudes on the purchase of lamb and beef. 71st EAAE Seminar –The Food Consumer en the Early 21st Century. Zaragoza, 19-20 Abril.
- **WEAVER, R. D.; EVANS, D. J. Y LULOFF, A. 1992**
Pesticide use in tomato production consumer concerns and willingness to pay. *Agribusiness*, 8(2) pp. 131-142.

(Footnotes)

(1) Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto de Investigación O3-242/IA-43 “Comercialización y marketing de productos ecológicos en Castilla-La Mancha”, financiado por la Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MERCADOS DE AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN ECOLÓGICA

Proyecto EISFOM

GONZÁLEZ, VÍCTOR⁽¹⁾ Y SUÁREZ, CAROLINA⁽²⁾

⁽¹⁾ Grupo Regional IFOAM Unión Europea/SEAE
E-mail: vgonzalez@wanadoo.es

⁽²⁾ Technical Coordinator of the Spanish Society for Organic Farming
E-mail: www.agroecologia.net

ABSTRACT

In Spain there are no specially developed organic Market Information System, probably due the small size of internal organic market. Some particular studies has researched the behaviour of the spanish consumers and the particular short chains for organic produce being developed in the country. On the other side, Spanish official Agricultural Authorities have developed a statistical system to gather information about conventional food market and some data from the organic sector, like surface, organic farmers and processors, which is being collected in cooperation with public and private certification bodies all over the country. An enhancement of this data collection system on the side of organic production to the organic markets, could be done in an easy way, if appropriate recommendations and suggestions are done by the organic sector, taking in account that the Spanish Governement recently has approved a National Action Plan.

In this paper we are reviewing the state of arts about the data collection in conventional and organic agrofood sector an it's way of dissemination, and making some suggestions to improve and enhance it, from the side of the organic sector, taking in account that in Spain until now, statistical data on agrofood sector is being carried out nearly only by public organizations.

1 ► INTRODUCTION

Organic farming surface increase in Spain was increased in more than 4000 % between 1993 and 2000 (HAMM, U.; GRONFELD, F.; HALPIN, D., 2002). Though Spain is the supplier of the more than 18 % of the organic products in the European Union, there are few private offices or Agencies collecting and publishing dates on organic farming markets on a regular bases. One of the reasons for this situation is the fact that Spain a organic vegetables and fruits exporter country to the rest of the European Union (CCI/ICTA-UNCTAD (2001). Another reason is the small internal consumption of organic foods with an organic production shares less than 0,4 % (HAMM, U.; GRONFELD, F.; HALPIN, D., 2002). This situation will change in the near future and now the trend it an increase of organic consum in Spain (BIOFACH NEWSLETTER, 2004).

The most oldest study of organic foods and spanish consumers perception, was published in 1991 (DOXA, 1991). Further more some other studies were dealing with that issue of consumer behaviour (CALATRAVA, J., 1997). At SEAE differents Congress Proceedings (SEAE, 1994, 1996, 1998, 2000, 2002), and other publications you can find some general information on organic marketing channels (PICAZOS, 1999; & ROMERA P., M^a, GUERRERO, L., 1998). Further information you can find in studies or special reports on food supply chains in the organic sector linking organic producers and consumers in Andalusia (AGUIRRE, 2000 & ALONSO MIELGO, A. M. & GUZMÁN, G., 2002),

Another studies are dealing with the potential organic market in some regions of Spain (GRACIA ROYO, A.; GIL ROIG, J. M^a, SÁNCHEZ G., M., 1998; BRUGAROLAS, M., RIVERA, L., 1997), or describing in details the organic retailing sector in some Regions (GIL, J. M, SOLER, F., DIEZ, I., SÁNCHEZ, M., SANJUAN, A., GRACIA, A., BEN KAABIA, M., 2000). Finally you can find some studies from Universities about the marketing strategies for organic products for some Regions, like the one describing the Valencia Region or have given reasons of the consumers to choose this kind of products (BRUGAROLAS, M., RIVERA, L., 2002),

One study (DHV-MC-MAPA 2002), were expressing some data on organic volumes sold in Spain. This study were recommending to start with an Organic Farming National Action Plan in Spain. The most recently study about organic markets in Spain (JOENSEN, 2003) shows some specific data on the spanish organic market.

Some European studies (HAMM, U.; GRONFELD, F.; HALPIN, D., 1999, 2002), under the OMIARD Project has published quantitative and qualitative data about the Spanish organic market, but the authors have recognize some inconsistency, data sources lack or not available for some issues.

Regular survey's or data collection, analyse and publication of statistical information on organic markets in Spain, is made in Spain only by the Official Authorities from the Ministry of Agriculture Fisheries and Food (MAPA)

2 ► STATE OF ARTS

In the last two years, some new private initiatives coming from municipalities commercial centers for conventional agriculture markets have extend its information regular information to the organic food sector. One of this initiative (PROYECTO 21, 2003), have started to create website giving information on organic foods, dealing more with consumer demand or market prices. The most part of the Certifications bodies in Spain (AGRARIA MANRESA, 2003 and MAPA, 2002), usually have an address list of organic producers and processors for each type of products on it's website, which is updated regularly.

Actually, the only data being published regularly are done by the MAPA (1) (MAPA, 2003), based on data gathered from the different 17 public or semipublic certifications bodies for organic farming. MAPA is publishing this type of information since 1996.

Spain, has 17 different Autonomous Regions (CCAA) (2) or regions, which have their own agriculture legislation competence. Most part of the CCAA or regions has developed a public certification system for organic farming. Recently only two CCAA have a private certification schema for organic certification (Andalusia and Castilla La Mancha).

The most part of the public certification bodies are gathering, most part of the organic market data, partly needed for the control. This data is being collected, processed and published by the MAPA in Madrid. The public certification bodies do not use any special statistical program for this data (TRIANA, J. J., 2003).

Normally, the certification bodies pick up some elemental data on general farm information, which is collected for the organic farming control process. Then they are writing a short report for the Statistical services of the MAPA on a yearly base. Some Certifications bodies (Andalusia, Cataluña and Canarian Island), are processing its own data and publishing it by its own website. The official (public) institution responsible for statistical data collection and processing, in agrofood sector is Ministry for Agriculture, Fisheries and Food (MAPA).

This department is actually gathering and publishing yearly the only existing organic farming data in Spain, from all the 17 Spanish Regions (MAPA, 2003), focused on the side of the production (offer) and it is structured in the following items.

The type of data they are collecting is the following

- Total organic farming surface, per regions and Spanish old province (county's), classified in 3 categories: in conversion, first year and organic farmed. And the.
- Total organic surface per crops groups (cereals and legumes, potatoes and vegetables; citrus, fruits, olive grove, vineyard, dry fruits, subtropical plants; aromatic and medicine plants; forest and free collected harvest; prairies and forages; Green manure

and set aside; seeds and plant breeding areas; others), in the different autonomous Regions and provinces of Spain

- ▶ Number of total organic farming operators classified in 3 different categories: processors, producers and trade importers, per region and province
- ▶ Number and type of husbandry farmers per region and province's
- ▶ Numbers and type of organic plants agrofood industry processors: Oil, Wine, vegetables, Juices and preserved (canned) foods, Aromatic and medicine plants; Breed, pasta and derivative products, confiture and others, dry fruits, grains, food prepared meals), per Region and per province
- ▶ Numbers and type of animal derivatives agrofood industry processors (slaughter houses, meat sausages industries, fresh meat shops, eggs industry, honey industry, others), per CCAA and per province
- ▶ Global estimation of the organic market value

The organic farming statistical data are usually published together with another conventional and rural development data in a separated capital especial for organic farming, but there are no information about inputs used in organic farming, production volumes per crop or yields per crop or farm, prices and volume sold in organic farming sector

The General Technical Secretary of MAPA through the Documentation and Information Department and the Statistical Service department, is also publishing in a booklet (in Spanish, and English) which can be downloaded at the website (www.mapya.es), with some statistical data of the conventional agrofood and forest sector at national level. The data you can find in this publication are listed in the following table.

The national agrofood and agriculture data are published yearly as "fact and figures" by the MAPA are collected, in cooperation with the CCAA authorities, in a separated way. All this data are survey or collected at Autonomous community (CCAA) or province level. This data gathering network could be used in the future also for organic farming products and markets data.

The methodology and informatics' support used by MAPA, is now described on the internet web page (www.mapya.es). There is no detailed description about this methodology. MAPA has a network of price observers in the most important markets in Spain. They also have developed consumer panel for certain products. The recently main objectives and actions of the National Organic Farming System Action Plan has proposed some activities to improve an appropriate statistical data system for organic markets.

Table 1. Statistical data of the conventional agrofood sector (Mapa)

ISSUE	PERIOD
Number & size of conventional plant producers per crops groups and crops	Yearly
Number, size & conventional animals units per animal species	Yearly
Income per farm type	Yearly
Inputs and machinery used	Yearly
Forest surfaces	Yearly
Land prices	monthly
Testimony prices of agriculture products	Weekly
Agriculture products price paid and received by the farmers	Monthly
Agriculture surfaces and productions with yields	yearly
Market price for agrofoods in origin and destination for retailers and handlers	Weekly
Husbandry units and heads	Yearly
Milch derivate products quantities and prices	Monthly
Fruits and olive trees units and plantations	Five years
Import and export of agrofood sector value and quantities	Yearly
Agricultural economic indicators	yearly
Foods consumption volumen (home, restaurants and institutions), per products	Yearly
Foods cost per products (home, restaurants and institutions)	Yearly
Food quality: Origin denomination area, production and marketed, per products	Yearly
Agrofood industry: Numbers of industries per Subsector s	Yearly
Agrofood: Value and quantities of productions sold per products	Yearly

Source: Elaborated by the author with data of MAPA(www.mapya.es)

The Spanish Society for Organic Farming (SEAE), the most important national NGO promoting the exchange of scientific information on organic farming, with a broader membership in all the spanish regions has compiled some information statistical data on organic farming, to analyse the situation and perspectives of the organic farming sector in Spain. SEAE has supported the dissemination of the European System for Organic Markets (EISfOM) research Project, with the translation of some documents (SEAE, 2003). The information disseminated is the EISfOM Press release, First letter for posible membership of

Eisfom project and Second cover letter, explaining how to fill the questionnaires proposed by the EISfOM project.

3 ► CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

There are several studies from some Universities in Spain which are describing different aspects of the organic market in Spain, but only the MAPA data for the organic supply are collected and published on a regular basis

The MAPA has a good network and system to gather information on conventional agrofood markets in all the spanish regions. This can be well adapted to a National and European information system for organic markets in cooperation with the Regions Authorities and the organic certification bodies

There are no private entities surveying the conventional or organic markets on a regular basis. Some organic organizations and SEAE (SEAE, 2003) has suggested an improvement of a national information system for organic markets to the responsables MAPA and to public certification bodies in certain regions

For a more appropriated participation and integration of the spanish organic farming institutions and organizations dealing with agrofood statistical data, in an European information system for organic markets (EISfOM), would be necessary to make more efforts. First of all it would be needed to translate all the information into spanish, especially the questionnaires. The second thing to do is the establishment of a direct relation with the spanish agriculture official Authorities, located at MAPA, responsible for statistical issues.

In the spanish case, it is very crucial to work together with the Departament for Information and Documentation of Agricultural and Agrofood statistical data, from the MAPA to adapt it's methodology for gathering organic market information in Spain

4 ► REFERENCES

- **ALONSO MIELGO, A. Y GUZMÁN, G. 2002**

Short food supply chains linking organic producers and consumers in Andalusia" in Living Country sides. Rural development processes in Europe: The State of art. 114-115 pp

- **AGRARIA MANRESA 2003**

Entidades de certificación de Agricultura Ecológica en España" in www.agrariamanageria.org

- **AGUIRRE, I. 2000**

"Canales cortos de Comercialización. Cuaderno de resúmenes IV Congreso SEAE (Córdoba)

• **BIOFACH NEWSLETTER 2004**

“Growing organic demand in Spain: Terra Verda expands”. Issue 5.01.2004 in <http://www.nuernbergmesse.de>

• **BRUGAROLAS, M. Y RIVERA, L. 2002**

Estrategias comerciales para los productos ecológicos. UPV

• **CALATRAVA, J. 1997**

Actitudes y comportamientos del consumidor español ante los alimentos de ecológicos. F.

• **CCI/ICTA-UNCTAD 2001**

Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas

• **DHV-MC-MAPA 2002**

Estudio del mercado de los productos de la Agricultura Ecológica en España

• **DOXA 1991**

Estudio sobre la percepción del producto ecológico por el consumidores.

• **GIL ROIG, J. M^a, ET AL. 2000**

“Potencial de Mercado de los productos ecológicos en Aragón (I)

• **GIL, J. M.; SOLER, F.; DIEZ, I.; SÁNCHEZ, M.; SANJUAN, A.; GRACIA, A. Y BEN KAABIA, M. 2000**

Potencial de mercado de los productos ecológicos en Aragón (II): sector productor y detallista. Gobierno de Aragón.

• **GRACIA ROYO, A.; GIL ROIG, J. M^a Y SÁNCHEZ G., M. 1998**

Potencial de Mercado de los productos ecológicos en Aragón

• **HAMM, U.; GRONFELD, F. Y HALPIN, D. 2002**

“Analysis of the European market for organic food”. School of Management and Business, University of Wales Aberystwyth, OMLaRD 157

• **JOENSEN 2003**

Organic foods in Spain

• **JUNTA DE ANDALUCIA 2002**

Plan Andaluz de la AE

• **MAPA 2003 A**

The spanish agrofood Sector and Rural development: Facts and figures 2002, in www.mapya.es

• **MAPA 2003 B**

Plan estratégico de agricultura ecológica, in www.mapya.es

• **MICHELSSEN, J. 1996**

“Organic farmers and conventional distribution systems: recent expansion of the organic food market in Denmark”. American Journal of Alternative Agriculture. 11:1, pp.18-24

• **PICAZOS, J. 1999**

“Organic Farming in Spain”, en www.soel.de

• **PROYECTO 21**

Lonja de Mercolleida in www.ecomerco.com

• **ROMERA P., M^a Y GUERRERO, L. 1998**

Agricultura Ecológica. Capitulo de Comercialización. Infoagro, 1998

• **SEAE 1994**

Proceedings of the I SEAE Congress. Toledo

• **SEAE 1996**

Proceedings of the II SEAE Congress Pamplona

- **SEAE 1998**

Proceedings of the III SEAE Congress. Valencia

- **SEAE 2000**

Abstracts IV SEAE Congress. Córdoba, in www.agroecologia.net

- **SEAE 2002**

Proceedings of the V SEAE Congress. Gijón (Asturias)

- **SEAE 2003**

Proyecto europeo sobre información de mercados ecológicos busca socios in www.agroecologia.net

- **TRIANA, J. J. 2003**

Personal communication

(Footnotes)

(1) Address: MAPA. Paseo de Infanta Isabel, 1. E-28071 Madrid (www.mapya.es)

(2) Comunidades Autónomas (CCAA), spanish autonomous regions

INDICADORES ECONÓMICOS Y EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN AGRICULTURA CONVENCIONAL Y ECOLÓGICA

NAVARRO MILLA, I. Y ESTRUCH GUITART, V.

Dpto. de Economía y Ciencias Sociales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos,
Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, s/n. 46022 Valencia
E-mail: isnamil@etsia.upv.es / vestruch@esp.upv.es

RESUMEN

En los últimos años la sociedad ha ido modificando las exigencias que demanda a la agricultura, antes era, principalmente, la demanda de alimentos, y ahora se les exige, además, que su producción sea respetuosa con el medio ambiente y sostenible en el tiempo. Este trabajo presenta un estudio cuyo objetivo es comparar el grado de sostenibilidad económica de distintos tipos de producción agraria (convencional y ecológica). Para ello, definiremos qué entendemos por sostenibilidad y de qué factores depende, para poder así, parametrizarla. Tras una amplia revisión bibliográfica, se plantea un conjunto de indicadores basándose en el “Método IDEA” (Vilain, 2000). El método propuesto se ha aplicado en tres explotaciones que han sido reconvertidas a un sistema de producción ecológica en Reino Unido. Así se concluye que las mejoras de sostenibilidad, al transformarse a ecológica, no son remuneradas por el mercado, ya que el incremento de precios no compensa la reducción de producción. Sería necesario pues, remunerar a los agricultores ecológicos o, en caso contrario, penalizar a los agricultores ‘no sostenibles’ debido a las externalidades negativas que generan.

PALABRAS CLAVE: SOSTENIBILIDAD, INDICADORES, AGRICULTURA ECOLÓGICA Y CONVENCIONAL Y VIABILIDAD ECONÓMICA

1 ► INTRODUCCIÓN

La sociedad ha evolucionado, y con ello sus necesidades y demandas, hacia un consumo más sostenible, es decir, con productos respetuosos con el medioambiente, socialmente aceptables y económicamente viables. En este contexto, se realiza un estudio sobre sostenibilidad en sus tres dimensiones; ecológica, social, y económica. Este trabajo trata únicamente de la sostenibilidad económica.

Para poder analizar la sostenibilidad económica de la explotación, en primer lugar, se analiza la idea de ‘sostenibilidad’ y se desarrolla un sistema de indicadores para evaluarla. El método se utiliza para comparar diferentes tipos de agriculturas (convencional y ecológica) aplicándolo a explotaciones que han sido reconvertidas (o en proceso) a ecológicas, se analizan los factores que inciden en la sostenibilidad de las explotaciones y se comparan los dos tipos de agricultura.

2 ► LA SOSTENIBILIDAD

Parametrizar la sostenibilidad no es fácil dado que no existe una definición clara de ella. Por esto debemos definir explícitamente qué se mide, cómo se hace, indicar qué factor o factores hay que incluir y cómo se deben valorar.

La sostenibilidad es un término con diversas interpretaciones. En el informe de Brundtland en 1987 por la Comisión Mundial de Desarrollo y Medio Ambiente (World Commission on Environment and Development) se define ‘desarrollo sostenible’ como aquel “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”, tiene un enfoque de “equidad intergeneracional” ya que la esencia del desarrollo sostenible se orienta hacia el futuro (Pearce, 1999). Además existe un cierto consenso en que la sostenibilidad es sobre todo una cuestión de grado y de perspectiva temporal. En este sentido Ikerd (1993b) dice que es un concepto dinámico que depende del tiempo y el espacio en que nos encontremos, define sostenibilidad como un término “sitio-específico, individualista y dinámico”, que indicará la ‘adecuadidad’ (virtud de ser propio y/o adecuado) del método o sistema según las necesidades de ese momento (lugar y tiempo).

La inclusión del concepto ‘sostenibilidad’ en los análisis se justifica sobre la base de dos razones. La primera estrictamente económica: la existencia de ‘fallos de mercado’, la actividad económica genera unos efectos sobre el medio ambiente indeseados que el mercado no incorpora en el mecanismo de precios y por lo tanto reduce el bienestar de la sociedad, y la segunda está relacionada con la equidad intergeneracional, “característica de sostenibilidad” Rigby *et al*, (2000). Cada vez más los ciudadanos están incorporando en sus funciones de utilidad el bienestar de las futuras generaciones, y por lo tanto, están dispuestos a destinar recursos (o no hacer usos de ellos) que favorezcan el bienestar de las futuras generaciones.

El objetivo social de añadir a la producción agraria sostenibilidad, implica que deseemos analizar de qué factores depende y, evaluar y discutir los instrumentos gubernamentales para fomentarla. Para ello es necesario tener un sistema de indicadores que nos permitan, no sólo evaluar la sostenibilidad de las explotaciones, de modo que pueda ser útil para la toma de decisiones, sino que simultáneamente nos permita entender qué factores la afectan de modo que los esfuerzos gubernamentales para potenciarla sean más eficaces. Planteamos así, un sistema de indicadores para evaluar la sostenibilidad de las explotaciones que la divide en tres dimensiones: la ecológica, la social y la económica, y cuyo objetivo es valorar en términos relativos el grado de sostenibilidad de diferentes sistemas de producción agraria.

3 ► CONVENCIONAL Y ECOLÓGICA

La agricultura convencional, ha sido definida por muchos autores como un modelo de producción agraria industrial, donde se considera “la explotación como fábricas y el campo, plantas y animales como unidades de producción” (Ikerd, 1993a). Por el contrario, en la agricultura ecológica la unidad de actuación es el eco-sistema, que considera otras cuestiones al margen de la producción, como son las medioambientales.

Rigby y Cáceres (2001) comentan que muchos autores afirman que agricultura ecológica es sinónimo de agricultura sostenible [(Lampkin, 1994), (Henning *et al.*, 1991), (York, 1991)]. IFOAM (Internacional Federation of Organic Agricultural Movements) manifiesta que la “agricultura ecológica es ‘sostenibilidad’ puesta en práctica”, y cita al Comité on Agriculture (COAG) de la Food and Agriculture Organization (FAO) que en 1999 concluía que “muchos aspectos de la agricultura ecológica son elementos importantes de un sistema que se aproxima a la producción sostenible de alimentos”. Sin embargo, otros autores u organizaciones no son tan tajantes. Pretty (1995) afirma que “la agricultura ecológica es generalmente una forma de agricultura sostenible”, lo cual no implica que otro sistema de producción no pueda ser sostenible, el documento FAO (1999) indica que “la agricultura ecológica no es un método exclusivo para la agricultura sostenible”, y que los parámetros que reflejan una mejor sostenibilidad no necesariamente implican prácticas ecológicas.

Nosotros consideramos que una agricultura sostenible no implica necesariamente que se tengan que adoptar las técnicas de la agricultura ecológica, pues entre los requisitos de está existen condiciones no relacionadas con la sostenibilidad. Sin embargo, aunque la agricultura ecológica no sea sinónimo de agricultura sostenible, la adopción de este sistema de producción implica, generalmente, mejoras en la sostenibilidad. Según Vereijken (1997) “la gran ventaja del concepto ecológico es que ofrece un modelo de mercado en el que se comparten responsabilidades entre productor y cliente por una sostenible y multifuncional gestión de las áreas rurales”. Este sistema de explotación no es elección únicamente del agricultor, también el cliente está implicado, demandando al mercado productos de una calidad concreta, y que sean respetuosos con el medioambiente.

4 ► MÉTODO

Para valorar la sostenibilidad económica es necesario recurrir a la información proporcionada por un conjunto de indicadores. Basándose en Gras *et al.* (1989) Hayo *et al.* (2001) definen el término indicador como “una variable que suministra información de otras variables a las cuales es difícil acceder y que puede ser utilizada como punto de referencia para la toma de decisiones” al tiempo que nos permiten transformar la información/datos en unidades evaluables, y en este caso unidades de sostenibilidad. El método a emplear, está basado en la filosofía del Método IDEA (Vilain, 2000), el cual mantiene su estructura y tipo de sistema de puntuación, pero se han cambiado algunos aspectos importantes como indicadores, componentes, modo y escala de evaluación, en algunos casos. El sistema de evaluación de la sostenibilidad es comparativo, analiza si una explotación, o sistema de producción, es más o menos sostenible que otro sistema. Además las tres dimensiones (ecológica, social y económica) en las que descomponemos la ‘sostenibilidad’ no tienen un patrón de referencia único que nos permita agregar sus valores. Por ello, no puede obtenerse un valor único, es decir, no se pueden agregar las tres dimensiones ya que representan ‘sostenibilidades’ diferentes. Por lo tanto la evaluación de las tres dimensiones se realizara de forma independiente, y en este estudio, como ya hemos indicado, vamos a considerar sólo la dimensión económica. Cada una de ellas está formada por varias componentes, y en cada una de ellas se divide en varios indicadores. Cada indicador tiene uno o varios factores (F) que conformaran el valor del indicador (VI), $(VI = \sum F)$.

El Valor de cada dimensión será el sumatorio de sus indicadores, ver (Navarro, 2004):

Dimensión Económica $\sum_{i=1}^4 X$. Cuyo rango de valores irá desde cero a cien. Consideramos valores bajos los menores a 33, medios desde 33 a 66, y altos los mayores de 66 unidades de sostenibilidad.

5 ► DIMENSIÓN ECONÓMICA

La sostenibilidad económica es el resultado de la combinación de las técnicas de producción de la explotación y el mercado. Como se indica en el Cuadro 1 la dimensión económica tiene tres componentes, viabilidad, independencia, y eficiencia; y cuatro indicadores. Se indica la puntuación máxima que se puede alcanzar en unidades de sostenibilidad.

6 ► VIABILIDAD

La viabilidad económica es una condición elemental de la sostenibilidad de la explotación. “El mundo rural se está desertizando, garantizar la viabilidad económica de la actividad

agraria es prioritario para mantener el asentamiento de la población en el territorio y si cabe aumentarla” (Madaula, Marzo 2004).

Cuadro 1. Indicadores de la dimensión económica

DIMENSION	COMPONENTES	INDICADORES		VALOR MÁXIMO	
Económica	Viabilidad	Z1	Viabilidad económica	40	40
		Z2	Nivel de especialización	20	40
	Independencia	Z3	Dependencia en ayudas	20	
		Eficiencia	Z4	Eficiencia de los factores	20

Fuente: Vilain (2000) y elaboración propia

Z1: Viabilidad Económica

La viabilidad económica determina la capacidad de perdurar de la explotación en términos económicos a corto o largo plazo. La agricultura sostenible es el sistema que “mantiene o aumenta la viabilidad económica de la producción agrícola” (Dore, 1997).

Vilain (2000) valora si la explotación es capaz de retribuir la mano de obra de la explotación, utilizando un indicador de viabilidad con el excedente de explotación dividido por el número de trabajadores familiares. Verijeken (1997) usa el beneficio neto de explotación y Dalsgaard (1997) considera el excedente de explotación incluyendo la mano de obra como coste variable. Estos autores evalúan la viabilidad de modo parcial atendiendo a un indicador, nosotros hemos intentado combinar todo estos indicadores para evaluarla globalmente, por ello utilizamos en cada caso un factor correspondiente.

Estudiaremos la relación de sus ingresos y sus costes, analizaremos si se cubren todos los costes, es decir, si existe beneficio neto (Ingresos-Costes ajenos-costes propios), lo que nos indicaría que la explotación es económicamente sostenible. Pero si no existiera beneficio, la explotación no cubriría algún/os costes propios.

Con el excedente bruto de explotación (EBE; Ingresos-Costes ajenos) conocemos si sufraga los costes ajenos, y qué cantidad dispone el agricultor para remunerar los factores propios; mano de obra, tierra y capital. Si el excedente es negativo la explotación no es sostenible porque no cubre ni siquiera los costes ajenos, si es positivo cubre los ajenos y calcularemos qué costes de los costes propios retribuye. Por orden de importancia interesa cubrir la mano de obra familiar (Rmo), capital (Rk) y tierra (Rt), ya que el coste de oportunidad de la maquinaria y de la tierra pueden considerarse cero, pero la mano de obra es un factor

'móvil' por la existencia de un mercado laboral exterior. En segundo lugar, el capital ya que podemos seguir produciendo hasta tener que renovar la maquinaria, utilizaremos, por tanto, la depreciación anual de la maquinaria. Y por último el factor tierra mientras sea propiedad y retribuya los otros dos factores podrá seguir produciendo sin problemas, y para el cálculo de su retribución utilizaremos su coste de oportunidad, es decir, el coste que tendría si fuera arrendada.

$$R_{mo} = \frac{EBE}{Costemo}$$

$$R = \frac{EBE - Costemo}{DepreciaciónK}$$

$$R = \frac{EBE - Costemo - Depreciaciónk}{Costearrendamiento}$$

7 ► INDEPENDENCIA

La independencia económica de la explotación disminuye riesgos físicos y/o financieros, permite adaptarse más fácilmente a las fluctuaciones del mercado y de las ayudas políticas. (Vilain, 2000)

Z2: Nivel de especialización

Una explotación agraria que diversificada maximiza los ingresos con las mínimas pérdidas puesto que reduce el riesgo y la probabilidad de pérdidas agrícolas y económicas, es decir, es menos sensible ante posibles dificultades económicas (evolución del mercado, de los precios de los insumos, de las materias primas, etc.) y ante los riesgos climáticos, de plagas y/o enfermedades. (Vilain, 2000).

Este indicador mide el nivel de la especialización de la explotación en lo referente a cultivo y a cliente, con dos factores, el primero es el porcentaje de cifra de ingresos del cultivo principal (incluyendo subvenciones) y el segundo, del principal cliente. Ambos respecto a la cifra de ingresos total (ingresos de explotación y ayudas).

Z3: Dependencia de ayudas económicas

La dependencia de ayudas institucionales plantea un riesgo a la explotación porque cualquier cambio en la política de ayudas puede tener un impacto importante en ésta. Este indicador mide la dependencia de la explotación de las ayudas institucionales, calcula los ingresos recibidos de las ayudas en relación con el ingreso total de la explotación. Cuanto mayor es la relación más alta es la dependencia de las instituciones, y por tanto, mayor es el riesgo.

8 ► EFICIENCIA

El concepto eficiencia, desde la teoría económica, expresa la relación entre insumos (gastos) y resultados (ingresos), es decir, se tiene que producir con los costes más bajos posibles, o dicho de otra forma, obtener los mayores resultados con los mismos recursos (gastos) (Codina, 2001). Munasinghe y Shearer (1995) opinan que desde el punto de vista de la sostenibilidad, la eficiencia debe mantenerse o incrementarse con el tiempo.

Z4: Eficiencia de los factores

Este indicador mide la eficiencia de los factores de producción. Se traduce en términos económicos una eficiencia técnica en relación a consideraciones agro-ecológicas (Vilain, 2000). Dalsgaard (1997) mide la eficiencia con el ratio ingresos/costes y Vilain (2000) con un ratio de beneficio entre ingresos, lo que nos indica qué parte de los ingresos es beneficio. Ambos evalúan el proceso global, es decir el resultado de todos los factores en conjunto, nosotros queremos medir la eficiencia de los factores de producción (inputs, mano de obra, capital y tierra).

Nuestro indicador esta formado por cuatro factores, cada uno de ellos mide la eficiencia de cada uno de los factores de producción, y se calcula cada factor con el ratio del beneficio de explotación (Ingreso de explotación – Coste de explotación) descontando el coste de oportunidad de la mano de obra familiar, entre el coste de cada factor, lo que indica el beneficio neto (en libras) que obtenemos cuando gastamos una libra en ese factor.

$$\text{Eficiencia} \equiv \frac{\text{Beneficio de explotación} - \text{Coste de oportunidad familiar}}{\text{Coste factor}}$$

El ingreso de explotación es el obtenido por la venta de productos, y los costes de explotación son los coste de los inputs y de la mano de obra asalariada. En cuanto al coste de los factores (divisor del indicador), el coste de la mano de obra se refiere a toda, tanto asalariada como familiar. El coste de los factores tierra y capital se calcula con su coste de oportunidad, para la tierra se considera el valor de arrendamiento y para el capital se considera el 3% del valor de edificios y maquinaria.

Y el coste de los inputs por el coste de éstos (fertilizantes, semillas,...). Cuanto menor sean los costes para el mismo beneficio, mayor será el valor del indicador, mayor eficiencia y por tanto será más sostenible. El sistema de puntuación de cada indicador aparece en los cuadros 2,3,4 y 5. Cada cuadro se compone del nombre del indicador y su máximo.

En la columna de la derecha se expresa las uds. de sostenibilidad de los umbrales asignados, que están en columna de la izquierda. El nombre del factor encabeza los umbrales

Cuadro 2. Puntuación Z1

Z1	VIABILIDAD ECONÓMICA	40
	Beneficio neto >0	40
	Beneficio bruto <0	0
	Retrib. m.o familiar	
	>1	15
	>0.8	5
	Retrib. Capital>1	5
	Retrib. tierra>1	5

Cuadro 3. Puntuación Z3

Z3	DEPENDENCIA DE AYUDAS	20
	Ayudas /1. explotación (%)	
	<5	20
	5-10	18
	10-15	16
	15-20	12
	20-25	8
	25-30	4

Cuadro 4. Puntuación Z2

Z2	NIVEL DE ESPECIALIZACIÓN		20	
	Cifra de ingreso del cliente principal		Cifra de ingreso del cultivo principal	
	<30%	10	<25%	10
	30-40%	6	25-50%	6
	> 40%	4	50-80	4
			>80%	0

Cuadro 5. Puntuación Z4

Z4	EFICIENCIA (E.) DE LOS FACTORES							20
	E. inputs		E. mo		E. capital		E.tierra	
	<0	0	<0	0	<0	0	<0	0
	<0.10	1	<0.2	1	<4	1	<2	1
	<0.20	2	<0.4	2	<8	2	<4	2
	<0.30	3	<0.6	3	<12	3	<6	3
	<0.40	4	<0.8	4	<16	4	<8	4
	>=0.40	5	>=1	5	>=16	5	>=8	5

Este trabajo aplica el método desarrollado a tres explotaciones que han sido reconvertidas (o en proceso de transformación) a producciones ecológicas. En el Cuadro 6 se clasifican según su localización, tipo de empresa, tamaño, organización técnico económica (OTE) basada en los márgenes brutos estándar siguiendo el sistema británico, estados de la transformación, años en que se ha basado este estudio y la situación de la transformación en dichos años.

Cuadro 6. Descripción de las explotaciones

EXPLOTACIÓN	I		II		III	
Localización	Warwickshire		Lincolnshire		Bedfordshire	
Tipo de empresa	Familiar		Sociedad Anónima		Familiar	
OTE (UK)	Cereales	Mixta	Cultivos en general		Horticultura	
Tamaño (ha)	32		1956		24	
Transformación en:	Un paso (1999)		Etapas (7 años).		Etapas (6 años)	
Datos basados en	1996	2001	1996	2000	1998	2001
%convencional	100	0	100	83	100	82
%Ecológica	0	100	0	5	0	18
%En transformación	0	0	0	12	0	0

Fuente: HDRA y elaboración propia.

Los datos de las explotaciones se han obtenido de un proyecto de DEFRA (Department for Environment Food and Rural Affairs), en colaboración con HDRA (Henry Doubleday Research Association), complementándose con entrevistas realizadas a los agricultores.

9 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras la aplicación del método y la obtención de los datos (Cuadro 7) se analizan los resultados obtenidos. Se observa en este estudio que los valores de sostenibilidad económica obtenidos disminuyen en aquellos casos dónde los niveles iniciales son altos. En cambio, la explotación que cuenta con un valor inicial de sostenibilidad más bajo, logra aumentar esta cifra. La estructura de los costes e ingresos se ha modificado sensiblemente con su transformación a la agricultura ecológica. Las diferencias son más acusadas en las dos explotaciones familiares.

Cuadro 7. Resultados de las componentes y dimensión económica

EXPLOTACIÓN	AÑO	VIABILIDAD		INDEPENDENCIA		EFICIENCIA	DIMENSIÓN TOTAL
		Z1	Z2	Z3	Z4		
I	1996	15	0	0	0	15	
	2001	10	20	4	0	34	
II	1996	40	16	8	13	77	
	2000	40	16	4	8	68	
III	1998	40	16	20	17	78	
	2001	30	10	20	4	49	

Fuente: Elaboración propia.

A grandes rasgos las explotaciones han reducido los ingresos por un lado y los costes ajenos por otro, fundamentalmente los inputs, por contra, han aumentando los costes propios, básicamente el volumen de mano de obra familiar. Consecuencia de ello, en las explotaciones familiares la viabilidad económica se ha reducido. La explotación capitalista mantiene los niveles de viabilidad. Una explotación familiar es incapaz de remunerar la mano de obra familiar a su coste de oportunidad, y su excedente de explotación disponible para la familia, tras la conversión, ha aumentado. Por lo tanto la justificación desde un punto de vista económico, de porqué no vuelve a la agricultura tradicional se basaría en la consideración de la mano de obra familiar como coste fijo con coste de oportunidad nulo. La componente independencia aumenta en una explotación debido a una menor dependencia del cultivo, del cliente principal y de las ayudas. En las otras explotaciones aumenta la dependencia, en una explotación familiar del cliente principal y en la explotación capitalista de las ayudas. La eficiencia no aumenta en ninguna explotación, debido a la reducción de beneficios.

10 ► CONCLUSIONES

Es importante remarcar que la sostenibilidad se apoya en tres pilares básicos que son el ecológico, el social, y el económico. Se podría concluir que la agricultura ecológica es menos sostenible económicamente que la tradicional. Esto es debido a la existencia de un fallo de mercado, ya que los aumentos de sostenibilidad ecológica y social no son remunerados por éste, pues sólo se remunera los alimentos, independientemente de los impactos que causa su producción. Existiendo una competencia desleal entre los agricultores, pues el mercado no es neutral al fomentar los tradicionales ya que no les repercute los costes que generan a la sociedad. De este modo, la agricultura ecológica genera unos beneficios que se pueden

catalogar como ‘externalidades inagotables’. Por todo ello, si se desea aumentar la eficiencia del mercado sería necesario remunerar a los agricultores ecológicos, o en caso contrario penalizar a los agricultores convencionales por las externalidades negativas que generan.

11 ► AGRADECIMIENTOS

A la Institución HDRA (Henry Doubleday Research Association) y principalmente a Chris Firth. HDRA. Ryton Organic Gardens, Coventry, CV8 3LG. UK

12 ► COMENTARIOS

Una primera fase de este estudio fue presentado en BGS/AAB/COR 2004 CONFERENCE ‘Organic Farming’. Abril 2004. Harper Adams University College, Newport, Shropshire. UK.

13 ► BIBLIOGRAFÍA

- **BRUNDTLAND REPORT OF 1987**

By the World Commission on Environment and Development, Our Common Future. Oxford University Press.

- **DALSGAARD J. P. T, R. T, OFICIAL. 1997**

A quantitative approach for assessing the productive performance and ecological contributions of smallholder farms. *Agric. Sys.* 55. 503–533.

- **GRAS, R.; BENOIT, M.; DEFFONTAINES, J. P.; DURU, M.; LAFARGE, M.; LANGLET, A. Y OSTY, P. L. 1989**

Le fait technique en agronomie. *Activité agricole*,

- **HAYO, M. G.; WERF, V. Y PETIT, J. 2001**

Evaluation of the environmental impact of agricultural at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. *Agriculture and Ecosystems and Environment* 93. 131-145

- **HENNING, J.; BAKER, L. Y THOMASSIN, P. 1991**

Economic issues in organic agriculture. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 39, 877–889.

- **IKERD, J. 1993A**

The need for a system approach to sustainable agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 46, 147-160

- **IKERD, J. 1993B**

Two related but distinctly different concepts: organic farming and sustainable agriculture. *Small Farm Today* 10 1, 30–31.

- **LAMPKIN, N. 1994**

Organic farming: sustainable agriculture in practice. In: Lampkin, N. and Padel, S., Editors. 1994. *The Economics of Organic Farming. An International Perspective*, CABI, Oxford.

- **MUNASINGHE, M. Y SHEARER, W. 1995**

Defining and measuring Sustainability. The biophysical Foundations. The World Bank, Washington.

- **NAVARRO MILLA, I. 2004**

El uso de indicadores para evaluar la sostenibilidad en explotaciones que han sido convertidas a producción ecológica en Reino Unido. Trabajo fin de carrera dirigido por Estruch, V. Departamento de Economía y Ciencias Sociales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Valencia

- **PEARCE, D. 1999**

Measuring Sustainable Development: Implications For Agri-Environmental Indicators” OCDE. Volumen II. OECD Publications Service.

- **PRETTY, J. 1995**

Regenerating Agriculture. Policies and Practice for Sustainability and Self-Reliance. , Earthscan, London.

- **RASUL, G. Y THAPA, G. B. 2004**

Sustainability of ecological and conventional agricultural system in Bangladesh: an assessment based on environmental, economic and social perspectives. Agricultural system. 79. pp. 327-351.

- **RIGBY, D. Y CÁCERES, D. 2001**

Organic farming and the sustainability of agricultural systems. Agricultural systems 68, 21-40.

- **RIGBY, D.; HOWLETT, D. Y WOODHOUSE, P. 2000**

A Review of Indicators of Agricultural and Rural Livelihood Sustainability. Working Paper 1 in the series Sustainability Indicators for Natural Resource Management & Policy IDPM, University of Manchester.

- **VEREIJKEN, P. 1997**

A methodical way of prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms. European Journal Agronomy 7. 235–250.

- **VILAIN, L. 2000**

La Methode IDEA. Educagri éditions.

- **YORK, JR. E. T. 1991**

Agricultural sustainability and its implications to the horticulture profession and the ability to meet global food needs. HortScience 26 10, 1252–1256.

- **AGROECOLOGÍA**

Mundo rural y sustentabilidad en la Europa del siglo XXI [En línea]: Feliu Madaula, <http://www.agroecologia.net/agroecologia/Feliu_Madaula.pdf> [consulta: Marzo 2004]

- **CODINA JIMÉNEZ, ALEXIS**

Eficiencia vs. efectividad (Eficacia) [en línea] 2001. <[http://www.sappiens.com/sappiens/comunidades/visitasarti.nsf/unids/F.%20Eficiencia%20vs.%20Efectividad%20%20\(eficacia\)/DFAC938AF4688514C1256E5B0059EE4C?opendocument](http://www.sappiens.com/sappiens/comunidades/visitasarti.nsf/unids/F.%20Eficiencia%20vs.%20Efectividad%20%20(eficacia)/DFAC938AF4688514C1256E5B0059EE4C?opendocument)> [Consulta: Junio 2004].

- **FAO**

Committee on agriculture, Fifteenth Session. [En línea] January 1999. <http://www.fao.org/unfao/bodies/coag/Coag15/X0075E.htm#P78_976> [Consulta: junio 2004].

- **IFOAM**

Organic agriculture is sustainability put into practice [En línea]: <<http://www.ifoam.org/press/spintoprac.html>> [Consulta: junio 2003]

- **RURAL INDUSTRIES RESEARCH & DEVELOPMENT CORPORATION**

Sustainability Indicators for Agriculture: An Introductory Guide to Regional, National and On-farm Indicators. Dore, John. [En línea] 1997. <<http://www.rirdc.gov.au/pub/shortreps/sr20.html>> [Consulta: junio 2003].

COMPARACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN INTEGRADA Y LA ECOLÓGICA EN UNA ROTACIÓN DE HORTALIZAS DURANTE EL QUINTO AÑO DE CULTIVO

QUENUM, L.⁽¹⁾; **POMARES, F.**⁽¹⁾; **TARAZONA, F.**⁽¹⁾; **BAIXAULI, C.**⁽²⁾; **AGUILAR, J. M.**⁽²⁾; **GINER, A.**⁽²⁾ Y **ABAD, M.**⁽³⁾

⁽¹⁾ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)

⁽²⁾ Fundación Ruralcaja Valencia. Paiporta (Valencia)

⁽³⁾ Dpto. de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
E-mail: cchaves@ivia.es

RESUMEN

En un estudio experimental que se realiza desde 1998 en el Centro de Formación de la Fundación Ruralcaja Valencia en Paiporta (Valencia) se pretende desarrollar sistemas de producción ecológica e integrada como alternativas al cultivo convencional o intensivo, en una rotación de hortalizas, tratando de hacer compatible la obtención de producciones elevadas, de alta calidad con una rentabilidad aceptable y un mínimo impacto ambiental.

En este trabajo se presentan los resultados correspondientes al quinto año de experiencia en lo concerniente al rendimiento de los ocho cultivos de la rotación, el peso medio, el contenido de materia seca y nutrientes de los productos cosechados, así como las extracciones de nutrientes por las diferentes cosechas obtenidas.

PALABRAS CLAVE: ENMIENDA ORGÁNICA, EXTRACCIONES Y AGRICULTURA SOSTENIBLE

1 ► INTRODUCCIÓN

Las excesivas aplicaciones de productos sintéticos tras la segunda guerra mundial permitieron incrementar los rendimientos agrícolas. Estos prodigiosos incrementos de la productividad que superaron las perspectivas de la FAO, permitieron alcanzar producciones agrícolas suficientes para la alimentación de la humanidad.

Este éxito, favoreció al desarrollo de la agricultura industrial. Sin embargo, a partir de los años 1970, con la práctica del uso creciente de productos químicos se empezó a constatar una estabilización de los rendimientos de los cultivos. Y durante estos últimos 30 años, los rendimientos registrados se hacen aun más inferiores a los obtenidos antes las guerras de 1945 (McGuinness, 1993).

Así mismo, autores como Hewitt y Smith (1995), y Altieri y Rosset (1995) señalan que los rendimientos agrícolas están disminuyendo progresivamente, atribuyendo tales disminuciones a una constante erosión de la base productiva de la agricultura a través de prácticas poco sostenibles.

Los rendimientos de la producción están en descensos progresivos (Hewitt y Smith, 1995). Los agro-ecológicos opinan que la nivelación del rendimiento se debe a una constante erosión de la base productiva de la agricultura a través de las prácticas no sostenibles (Hewitt y Smith (1995), y Altieri y Rosset 1995).

Entre los mecanismos que explican este proceso incluyen la degradación de los suelos mediante la erosión, la compactación, la disminución de la materia orgánica y la biodiversidad, la salinización, el agotamiento de las aguas subterránea, la desfoerestación y desertificación sin dejar de hacer hincapié sobre la vulnerabilidad de los cultivos a las plagas, la eliminación de la fauna auxiliar y la resistencia a las plaguicidas desarrollada por insectos, hierbas y agentes patógenos de los cultivos (Alieri, 1995; Carrol, Vandermeer y Rosset, 1990; Goering, Norberg-Hodge y Page, 1993; Hewitt y Smith, 1995).

El uso de plaguicidas en estos primeros 30 años de la posguerra aumentó 10 veces mientras que se duplicó el porcentaje de pérdida de los cultivos por ataque de insectos (Botrell, 1979).

El objetivo de este trabajo consiste en desarrollar sistemas de producción alternativos como, la producción ecológica, que a través de métodos agro-ecológicos como la aplicación frecuente de materia orgánica al suelo permita conservar y/o mejorar la fertilidad o sanidad de los suelos, requisito imprescindible para obtener niveles satisfactorios de producción y calidad de las cosechas, compatibles con un bajo deterioro ambiental.

Los resultados comparativos con respecto a la producción integrada que se incluyen en este artículo corresponden a los rendimientos, contenidos de nutrientes en las cosechas y extracciones nutritivas derivadas de los productos cosechados.

2 MATERIAL Y MÉTODOS

Materiales utilizados

Las actividades de acondicionamiento realizadas en las parcelas se encuentran en la Tabla 1, los cultivos establecidos, los marcos de plantaciones o de siembras y las recolecciones fueron efectuadas como lo indica la Tabla 2. Las prácticas fitosanitarias utilizadas fueron biológicas como se puede observar en la Tabla 5. La enmienda aplicada a las parcelas fue de 30 t ha^{-1} ; y fue compuesta por un 50% de estiércol ovino y 50% de estiércol de oveja. No hubo aporte de productos químicos nitrogenados a los cultivos. A los cultivos de coliflor, hinojo y la alcachofa se les suministró 50 UF $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ y 150 UF $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$; y 60 UF $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ y 200 UF $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$ para la lechuga, mientras que la patata no recibió ningún aporte adicional, como se indica en la Tabla 3.

Por lo general, los cultivos biológicos con mayor peso fresco poseen mayor biomasa seca sin embargo el uso de productos sintéticos nitrogenados, provocan mayor peso fresco, con un mayor porcentaje de humedad lo que conlleva a un bajo porcentaje de fitomasa seca. No obstante, como se ilustra en las Tablas 6 y 7, no se adicionó al sistema integrado productos nitrogenados. De acuerdo con Lagos et al (1995), el uso intensivo de los suelos sin restablecer los niveles de fertilidad ni efectuar una rotación de cultivos conlleva a una declinación de los rendimientos agrícolas; es por ello que resulta prioritario el desarrollo e implementación de tecnologías que minimicen el deterioro físico-químico del suelo y permitan la restitución de la fertilidad perdida por el continuo laboreo y la extracción por parte de los cultivos, (Bordon, 1995). En etapa posterior a la cosecha de los cultivos, se pesaron los órganos de intereses económicos para valorar los rendimientos en t ha^{-1} , los datos se detallaron en la Tabla 4. Para los contenidos de macronutrientes de los vegetales se procedió a la determinación de las propiedades químicas de los cultivos en estudios Tabla 8.

Método de análisis

- **Propiedades químicas**

Se hizo una digestión con ácido nítrico-perclórico de la muestra triturada, tras la digestión se completó el a 25 ml con agua destilada, y se tomó una alícuota de 0,5 ml a la que se le añadió 1 ml de cloruro de estroncio al 0,33% se completó el volumen a 10 ml con agua destilada. Las determinaciones de los elementos minerales tales como K, y Mg se realizaron por espectrofotometría de absorción y emisión atómica con llama de aire-acetileno (MAPA, 1986). Se toma de la digestión ácida nítrico-perclórica 0,5 ml al cual se añade en un tubo de 10 ml, 1 ml de los reactivos siguientes molibdato-sulfúrico, hidroquinona y sulfito sódico y es enraizado con agua destilada se deja en reposo durante 35 minutos, después de la estabilidad del color, se mide el fósforo con un espectro-colorímetro (AOAC, 1970).

Tabla 1. Superficies y fertilización

CULTIVOS	SUPERFICIE (m ²)		FERTIRRIGACIÓN (m ³)		PRECIPITACIONES (mm)
	BIOLÓGICA	INTEGRADA	BIOLÓGICA	INTEGRADA	
Coliflor	1088	1025	5476689,206	“	78,2
Lechuga	987	“	10677,054	“	52,2
Hinojo	1012	982	7005,394	“	83,2
Alcachofa	1001	“	7221,422	10414,615	482
Patata	1012	“	5918,078	7316,372	263
Sandía	1088	“	1958203,264	2015133,83	110,7
Maíz dulce	1001	“	3326,262	4685,356	351,7
Judía verde	987	“	251272	“	161,5

Tabla 2. La rotación de los cultivos, fecha de siembra y recolección

CULTIVOS	VARIEDAD	PRE- CULTIVO	MARCO DE SIEMBRA O PLANTACIÓN	FECHA DE SIEMBRA Y PLANTACIÓN	FECHA DE RECOLECCIÓN.
Coliflor (<i>Brassica oleracea</i>)	Pavillon	sandía	1x0,65m (tresbolillo)	5 de sept.	4 al 17 de dic.
lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	41-66 RZ	judía	0,8x0,45m (Tresbolillo)	10 de Oct.	27 al 30 de dic.
Hinojo (<i>Foeniculum dulce</i> D.C.)	Brando	patata	0,65x0,3m. (tresbolillo)	24 de sep.	15 de enero
Alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.)	Imperial Star	maíz	1,8x0,8m	31 de julio	13 de dic. al 13 de may
Patata (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	Escort	coliflor	0,65x0,3m	1ro de feb.	24 de may.
Sandía (<i>Citrullus vulgaris</i> Schrad)	Graciosa F1	lechuga	3x1m.	17 de may.	31 de julio
Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	Challenguer	alcachofa	1,1 x 0,15m	1 _o de mar.	12 de julio.
Judía (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Modus	alcachofa	0,8 x 0,6m (tresbolillo)	16 de julio	4 y 17 de sept.

Tabla 3. Dosis de fertilización de los cultivos

CULTIVOS	(UFHA ⁻¹)		
	NITRÓGENO (N)	FÓSFORO (P ₂ O ₅)	POTASIO (K ₂ O)
Coliflor	0	50	150
Sandía	0	0	180
Patata	0	0	0
Hinojo	0	50	150
Maíz dulce	0	0	0
Alcachofa	0	50	150
Judía	0	-	-
Lechuga	0	60	200

Tabla 4. Rendimiento de los cultivos en los sistemas de producción biológica e integrado

CULTIVOS	RENDIMIENTO (tha ⁻¹)		ES _x
	BIOLÓGICA	INTEGRADO	
Coliflor (pella)	36,7	35,2	NS
Lechuga	12,3	34,6	*
Hinojo	38,3	37,1	NS
Alcachofa (Capítulo)	14,7	18,0	*
Patata	58,1	59,8	NS
Sandía	102,9	91,,4	NS
Maíz dulce	16	21,2	NS
Judía verde	5,3	9,3	NS

ES_x: Nivel de significación *, No significativo, significativo a P≤ 0,05 respectivamente. Valores sin asterisco son no significativos.

Tabla 5. Productos biológicos fitosanitarios utilizados

CULTIVOS	SISTEMA BIOLÓGICO		SISTEMA INTEGRADO	
	PRINCIPIO ACTIVO	DOSIS (%)	PRINCIPIO ACTIVO	DOSIS (%)
Coliflor	- Bacillus Th.+Azucar (2 veces)	0,05+1	-(Metalaxil+Mancoceb)+Clor pirifos	0,25+0,15
	- Oxicloruro cobre	0,4	- Oxicloruro Cobre	0,4
	- Oxicloruro cobre+Azadiractin	0,3+0,125	- Oxicloruro Cobre+Lambda cihalotrin	0,35+0,08
Lechuga	- Bacillus Th +Azucar	0,05+1	- Lambda cihalotrin+NPK (2 veces)	0,08+0,1
	- Aceite Verano	1,5	- NPK	0,1
	- Aceite verano+Bacillus Th+Azucar (3veces)	1,5+0,05+1	- Deltametrin+Heptanofos	0,05
			- Iprodiona	0,15
Hinojo	- Aceite de verano (2veces)	1,5	- Pirimicarb	0,1
	- Aceite de verano+Bacillus Th+Azucar	1,5 + 0,05+1		
Alcachofa	- Azufre + Azadiractin (4 veces)	0,3+0,125	- Azufre+Azadiractin	0,3+0,125
	- Azufre+Bacillus+Azucar (2 veces)	0,3+0,05+05	- Azufre+Lambda cihalotrin (3 veces)	0,08+0,03
	- Salvao+Bacillus	1+0,15+0,25	- Azufre+Pirifenox	0,1+0,04
	- Aceite de verano (2 veces)	1,5	- Pirifenox+Pirmicarb (2 veces)	0,03+0,1
	- Azufre (3 veces)	0,3	- Lambda cihalotrin+ Pirifenox	0,08+0,03
	- Aceite+Bacillus+Azúcar (3 veces)	1,5+0,05+1	- Miclobutanil	0,08
	- Azufre + Azadiractin + Jabón	0,3+0,125+0,2	- Azufre+jabón	0,3+0,2
	- Azufre+Jabón	0,3+0,2	- Azufre (2 veces)	0,3
		- Deltametrin+Heptenofos	0,05	
Patata	- Bacillus Th.+Azucar	0,2+1	- Bacillus Th+Azucar	0,2+1
Sandía	- Azufre mojable	0,35	- Azufre mojable	0,35
Maíz dulce	- Azadiractin+Jabón (3 veces)	0,125+ 0,2	- primicarb (2 veces)	0,1
	- Bacillus Th +Azúcar	0,05 + 1	- Azadiractin+Jabón	0,125+ 0,2
	- Bacillus Th+Azucar+Jabón	0,05+1 + 0,2	- Bacillus Th +Azúcar	0,05 + 1
Judía verde	- Azufre+Bacillus+Azucar (2 veces)	0,3+0,05+05	- Bacillus Th +Azúcar+jabón	0,05+1+0,2
	- Permaganato potasico	10 kgha-1	- Permaganato potasico	10 kgha-1
			- Fenbutastan+Bacillus Th + Azucar	0,1+0,05+1
		- Azufre Bacillus Th + Azúcar	0,3+0,05+1	

- **Determinación de las extracciones**

Las extracciones como se observa en la Tabla 9, fueron calculadas a partir de los rendimientos obtenidos en cada parte de los órganos o en función de las proporciones correspondientes. Las formulas utilizadas fueron las siguientes:

$$N \text{ (UFha}^{-1}\text{)} = [(\text{Rend. (tha}^{-1}\text{)} * 1000)] * [(\text{MS}(\%)/100)] * [(\text{N}^t (\%)/100)]$$

$$P_2O_5 \text{ (UFha}^{-1}\text{)} = [(\text{Rend. (tha}^{-1}\text{)} * 1000)] * [(\text{MS}(\%)/100)] * [(\text{P} (\%)/100)] * 2,29$$

$$K_2O \text{ (UFha}^{-1}\text{)} = [(\text{Rend. (tha}^{-1}\text{)} * 1000)] * [(\text{MS}(\%)/100)] * [(\text{K} (\%)/100)] * 1,2$$

$$MgO \text{ (UFha}^{-1}\text{)} = [(\text{Rend. (tha}^{-1}\text{)} * 1000)] * [(\text{MS}(\%)/100)] * [(\text{Mg} (\%)/100)] * 1,66$$

Análisis estadístico de los datos

Para la determinación estadística de los resultados se ha realizado un análisis de la varianza simple utilizando el paquete Statgraphics® Plus 5.0 para Windows. La significación de las diferencias entre las medias de los niveles se ha establecido mediante el test de Newman Keuls o de LSD ($P \leq 0,05$).

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la quinta temporada del ensayo en rotación mediante los sistemas biológico e integrado de la coliflor, se obtuvo un rendimiento de: 36,7 y 35,2 tha^{-1} , (Tabla 4) y la extracción fue de 98,69 UF de N ha^{-1} , 40,63 UF de P_2O_5 ha^{-1} ; 59,68 UF de K_2O ha^{-1} y 13,77 UF de MgO ha^{-1} , mientras que en el integrado fueron 113,19 UF N ha^{-1} , 37,80 UF P_2O_5 ha^{-1} 50,89 UF de K_2O ha^{-1} y 13,72 de MgO ha^{-1} (los datos ilustran detalladamente en la Tabla 9). Estos resultados fueron superiores a lo obtenido por Hervé (1976) 11-18 tha^{-1} con las extracciones 140-230 UF N ha^{-1} ; 55-90 UF P_2O_5 ha^{-1} ; 155-265 UF ha^{-1} K_2O y 18-30 UF MgO ha^{-1} .

Las extracciones de la lechuga, como se presenta en la Tabla 9 fueron superiores en el tratamiento integrado 50,51 UF de N ha^{-1} , 16,16 UF P_2O_5 ha^{-1} , 32,38 UF K_2O ha^{-1} , 7,14 UF MgO ha^{-1} con un rendimiento de 34,6 tha^{-1} como se observa en la Tabla 4.

Según Knott (1962), para un rendimiento comprendido entre 18-47 kg ha^{-1} , las extracciones se sitúan entre. 45-106 kg N ; 11-31 $\text{kg de } P_2O_5$ 54-233 $\text{kg de } K_2O$ y 9-51 kg de MgO ; sin embargo Anstett, (1967) y Perez (1991) observaron que al suministrar a la planta 54-90 UF N ha^{-1} , 48-80 UF P_2O_5 ha^{-1} y 80-125 UF K_2O ha^{-1} en dependencia del tipo de suelo, la planta extrajo 65 UF N ha^{-1} , 16 UF P_2O_5 ha^{-1} y 138 UF K_2O ha^{-1} para una cosecha de 25

tha⁻¹; por lo que los rendimientos observados en nuestro trabajo se sitúan en el intervalo descrito por Knott (1962) y por Anstett, (1967) y Perez (1991).

Para una producción comprendida entre 38,3 y 37,1 tha⁻¹ de hinojo, se extrajo 90, 41-92,26 UF de N ha⁻¹, 48,86- 47,66 UF de P₂O₅ ha⁻¹, 23,03-60,78 UF de K₂O ha⁻¹, 12,01-13,44 UF de MgO ha⁻¹; no obstante las extracciones medias, según Fersini (1976), sería de 55 UF de N ha⁻¹; 20 UF P₂O₅ ha⁻¹ y 120 UF K₂O ha⁻¹ con un rendimiento comprendido entre 30-35 tha⁻¹. De acuerdo con Ferri Vera (2001), Orsi,(1989) obsrvo que para unos rendimientos de 37,4 ó 35,2 tha⁻¹ las extracciones fueron de 72,7; 26,5; 64,8 y 16,3 UF ha⁻¹ respectivamente de N, P₂O₅, K₂O y MgO con las aplicaciones de 42 UF de P₂O₅ o 99 UF K₂O ha⁻¹ , estos hallazgos concuedan con lo observado por Fersini en 1976 y por Orsi en 1989.

Las extracciones de K₂O de 300 UF N ha⁻¹, 350 UF P₂O₅ ha⁻¹ y 300UF K₂O ha⁻¹ con rendimiento de la alcachofa que oscila entre 9,60 y 12,61 tha⁻¹ (Bonet, 1988). Ramón-Llin, M^a Angels (2001), con una fertilización convencional de 200 UF de N ha⁻¹, 100 UF de P₂O₅ ha⁻¹ y 300 UF de K₂O ha⁻¹; pudo cosechar entre 10-15 tha⁻¹ sin embargo, el programa de fertilización con riego por inundación aportó 300 UF N ha⁻¹, 144 UF P₂O₅ ha⁻¹ y 360 UF ha⁻¹ de K₂O y un consumo de 794 l/m² para obtener el mismo resultado. En los estudios de comparación de variedades de las alcachofas procedentes de semillas, los híbridos 107-104 más precoces produjeron con efectos de ácido giberelico un rendimiento de 7,9 tha⁻¹ y el rendimiento sin tratamiento AG, dio 1,5 tha⁻¹; en cuanto a la producción de febrero, con el híbrido 107 con AG, se obtuvo 11,4 tha⁻¹ y 4,4 tha⁻¹ sin tratamiento Miguel, (2001).

Las cosechas realizadas en los sistemas biológico y integrado fueron superiores a los obtenidos por Miguel (2001) sin tratar con ácido giberelico. La alcachofa tuvo mayor extracción de nitrógeno en el sistema biológico 102,1 UF ha⁻¹, 13,41 UF de P₂O₅ ha⁻¹, 86,56 UF de K₂O ha⁻¹ y 10,51 UF de MgO ha⁻¹ que proporcionaron 14 tha⁻¹ mientras que en el tratamiento integrado, 18 tha⁻¹ fue obtenido por extraer 86,53 UF de N ha⁻¹, 15,13 UF de P₂O₅ ha⁻¹, 83,67 UFde K₂O ha⁻¹,13,01 de MgO ha⁻¹. Los dos sistemas tuvieron buenos comopatmientos sin embargo se puede destacar el tratamiento integrado.

En las Tablas 4 y 9, se evidencian que las extracciones fueron similares proporcionando rendimientos en los cuales el sistema integrado supera 2,84% el biológico. Las producciones obtenidas han sido superiores a las 15 a 20 tha⁻¹ citado para canarias por Rodríguez (1992), (Lema y al., 1990) considera que para lograr un rendimiento de 30 tha⁻¹ de patata, se debe aportar al suelo 120-140 UF N ha⁻¹; 30 UF P₂O₅ ha⁻¹; 240-250 UF K₂O ha⁻¹; 12-15 UF CaO ha⁻¹ y 68 UF MgO ha⁻¹. La reducción de nitrógeno y del Potasio provocan diferencias significativas en la producción.

Los resultados obtenidos, corroboran con el trabajo de evaluación de patatas cultivadas en diferentes sistemas de producción: Convencional, Integrado y Orgánico, con tres sistemas de cultivos durante cuatro años consecutivos, Rodríguez (2000). Los sistemas experimentados han tenido efectos positivos por superar los 41,4 tha⁻¹ señalados por Calzadilla (1998).

Tabla 6. Peso medio de los cultivos

CULTIVOS	(G)		ES _x
	BIOLÓGICA	INTEGRADO	
Coliflor (pella)	1314	1224	*
Lechuga	720	835	NS
Hinojo (Bulbo)	470	415	NS
Alcachofa (Capitulo)	133	142	NS
Patata	144	138	NS
Sandía	5540	4660	*
Maíz (Granos)	395	373,66	NS
Judía	52	53	NS

ES_x: Nivel de significación *, No significativo, significativo a $P \leq 0,05$ respectivamente. Valores sin asterisco son no significativos.

Tabla 7. Contenido de materia seca en los productos cosechados de los distintos cultivos

CULTIVOS	MATERIA SECA (%)		ES _x
	BIOLÓGICA	INTEGRADO	
Coliflor (pella)	5,93	5,77	NS
Lechuga	3,67	3,42	NS
Hinojo (Bulbo)	4,94	4,66	NS
Alcachofa (Capitulo)	13,30	13,61	NS
Patata	18,52	18,57	NS
Sandía	5,82	8,27	NS
Maíz (Granos)	30,46	36,78	*
Judía	-	-	-

ES_x: Nivel de significación *, No significativo, significativo a $P \leq 0,05$ respectivamente. Valores sin asterisco son no significativos.

Tabla 8. Contenido de macronutrientes en los productos cosechados

CULTIVOS	NUTRIENTES (%)							
	NITRÓGENO (N)		FÓSFORO (P2O5)		POTASIO (K2O)		MAGNESIO (MGO)	
	BIOL.	INT.	BIOL.	INT.	BIOL.	INT.	BIOL.	INT.
Coliflor (pella)	4,51NS	5,00NS	0,80 *	0,89 *	2,13 **	1,70 **	0,28 *	0,23 *
Lechuga	4,28NS	4,28NS	0,63NS	0,60NS	1,63NS	2,28NS	0,44 NS	0,36NS
Hinojo	3,41NS	3,76NS	0,72 *	0,87 *	1,91NS	2,20NS	0,30NS	0,29NS
Alcachofa (Capítulo)	4,51 **	3,16 **	0,26NS	0,24NS	3,19NS	2,54 *	0,28NS	0,29NS
Patata	1,08NS	1,09NS	0,26NS	0,24NS	3,19NS	2,54NS	0,28NS	0,29NS
Sandía	3,31 **	2,77 **	0,28NS	0,24NS	1,99 *	2,91 *	0,37 *	0,34 *
Maíz dulce	3,33NS	3,14NS	0,45NS	0,45NS	1,31NS	1,21NS	0,21NS	0,20NS
Judía verde	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 9. Extracción de los macronutrientes

CULTIVOS	NUTRIENTES (%)							
	NITRÓGENO (N)		FÓSFORO (P2O5)		POTASIO (K2O)		MAGNESIO (MGO)	
	BIOL.	INT.	BIOL.	INT.	BIOL.	INT.	BIOL.	INT.
Coliflor (pella)	98,69	113,19	40,63	37,80	59,68	50,89	13,77	13,72
Lechuga	19,43	50,55	6,55	16,16	8,90	32,38	3,34	7,14
Hinojo	90,41	92,26	47,66	48,86	60,78	23,03	13,44	12,01
Alcachofa (Capítulo)	102,01	86,53	13,41	15,13	86,56	83,67	10,51	13,43
Patata	117,50	121,91	52,77	36,47	311,61	291,37	22,92	24,76
Sandía	200,96	210,88	38,49	41,64	157,20	265,84	36,96	42,43
Maíz dulce	85,80	120,98	27,51	43,02	68,42	108,97	11,97	18,68
Judía verde	-	-	-	-	-	-	-	-

ES_x: Nivel de significación *, No significativo, significativo a P ≤ 0,05 respectivamente. Valores sin asterisco son no significativos.

Como indica las Tablas 4 y 9, el rendimiento fue $91,4 \text{ tha}^{-1}$ y $102,9 \text{ tha}^{-1}$ respectivamente. Se pudo constatar que las extracciones fueron superiores en el tratamiento integrado de la sandía. En el sistema biológico, el cultivo extrajo $200,96 \text{ UF de N ha}^{-1}$, $38,49 \text{ UF de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, $157,20 \text{ UF de K}_2\text{O ha}^{-1}$, $36,96 \text{ UF MgO ha}^{-1}$. En el sistema integrado, $210,88 \text{ UF de N ha}^{-1}$, $41,64 \text{ UF de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, $265,84 \text{ UF de K}_2\text{O ha}^{-1}$, $42,43 \text{ UF MgO ha}^{-1}$. Graifenberg, (1982), observó una diferencia significativa en el rendimiento $46,2$ y 60 tha^{-1} con una aplicación de $50\text{-}150 \text{ tha}^{-1}$ de materia orgánica, aportó entre $10\text{-}30 \text{ UF N ha}^{-1}$ y $27\text{-}80 \text{ UF ha}^{-1}$ con las dosis de fertilización mineral de $150\text{-}200 \text{ UF N ha}^{-1}$; $80\text{-}150 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$; $180\text{-}200 \text{ UF K}_2\text{O}$ y $70\text{-}100 \text{ UF MgO}$; el fruto llevó 62% de materia seca y 70% de nitrógeno mientras que ha sido de 60 y 40% para el Ca y MgO encontrado respectivamente en la hoja. Reche, (1988) considera que para una producción comprendida entre $70\text{-}80 \text{ tha}^{-1}$ se aplicaron las dosis $150\text{-}175 \text{ UF de N ha}^{-1}$, $200 \text{ UF de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ y $300\text{-}350 \text{ UF de K}_2\text{O ha}^{-1}$ con el uso de $15\text{-}30 \text{ tha}^{-1}$ de estiércol. Sin embargo en el trabajo de estudio de fertilización y extracción de nutriente realizado por Barona (1994), aplicando las dosis $148\text{-}206 \text{ UF N ha}^{-1}$; $26\text{-}39 \text{ UF de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$; $282\text{-}347 \text{ UF de K}_2\text{O ha}^{-1}$ y entre $44\text{-}58 \text{ UF MgO ha}^{-1}$; permitió la obtención de rendimiento comprendido entre $53\text{-}80 \text{ tha}^{-1}$. Los sistemas de alternativos en estudios, tuvieron efectos positivos por superar el trabajo de estudio de fertilización y extracción de nutriente realizado por Barona (1994), aplicando las dosis siguientes:: $148\text{-}206 \text{ UF de N ha}^{-1}$; $26\text{-}39 \text{ UF de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$; $282\text{-}347 \text{ UF de K}_2\text{O ha}^{-1}$; $273\text{-}307 \text{ UF de CaO ha}^{-1}$ y entre $44\text{-}58 \text{ UF de MgO ha}^{-1}$ permitió la obtención de rendimiento comprendido entre $53\text{-}80 \text{ tha}^{-1}$. El sistema alternativo integrado favoreció positivamente el cultivo de la sandía.

Las extracciones fueron de $85,80 \text{ UFN ha}^{-1}$, $27,51 \text{ UF P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, $68,42 \text{ UF K}_2\text{O ha}^{-1}$ y $11,97 \text{ UF MgO ha}^{-1}$ en el sistema biológico mientras que en el sistema integrado, las extracciones fueron $120,98 \text{ UFN ha}^{-1}$, $43,02 \text{ UF P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, $108,97 \text{ UFK}_2\text{O ha}^{-1}$ y $18,68 \text{ UF MgO ha}^{-1}$ las respuesta de los rendimientos del maíz, 16 y $21,2 \text{ tha}^{-1}$ de por respectivos tratamientos, superaron los obtenidos en sistema convencional $7,5 \text{ tha}^{-1}$ con una pérdida de cosecha por insectos de 12% (David Pimentel, 1999), en sistema de fertilización tanto con estiércol y leguminosas (Instituto Rodale, 1995) con rendimientos $7,170 \text{ tha}^{-1}$ respectivamente.

4 ► CONCLUSIONES

- La utilización de la mezcla de estiércol bovino y estiércol de oveja a 50% respectivamente permitieron efectos positivos en cuanto a los contenidos de los macronutrientes y extracciones en los cultivos.
- Es posible que haya incrementado el contenido de la materia orgánica, las actividades biológicas del suelo,
- Las aportaciones sintéticas sin contenido nitrogenado, potencializaron solamente los rendimientos de los cultivos de coliflor y alcachofa.
- Se considera que el uso de las alternativas de producción biológico y integrado hayan reducidos de manera considerable la contaminación ambiental.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALTIERI, MIGUEL A. Y ROSSET, PETER 1995**

Agroecology and the conversion of large-scale Conventional systems to sustainable management. In press, International Journal of Environmental Studies.

- **ANSTETT, A. 1997**

El abono de la lechuga en función de las técnicas de cultivo. La Lechuga: su cultivo y comercialización Adapt. De A. Garcia Palacios. Ed. Oikos Tau. Vilassar de Mar (Barcelona), 1967, págs. 147-167.

- **OAC 1970**

Official Methods of Analysis of the A.O.A.C. (Association of Official Analysis Chemist).

- **BARONA, J. M. 1994**

Extracción de nutrientes en el cultivo de sandía sin pepitas con riego por goteo y por inundación Trabajo Fin de Carrera. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola.

- **BONET, J. C. Y COL. 1988**

“La Alcachofa. Su Cultivo en la zona Media de la comunidad”. Técnica. Serie divulgació. Generalitat Valenciana. Conselleria d’Agricultura i Pesca.

- **BORDÓN, D. A. 1995**

Efecto del abono verde sobre el cultivo del maíz. Dialogo XLIII Maíz: Sistemas de producción. Programa cooperativo para el desarrollo tecnológico agropecuario del Cono Sur. PROCISUR.IICA. Montevideo, Uruguay. 188 p.

- **BOTELLA, A.; CONESA, A.; POMARES, J. Y VALERO, L. M. 2001**

Memoria de Actividades 2001. Resultados de Ensayos Hortícolas. Generalitat Valenciana (Fundación Caja Rural Valencia).

- **BOTRELL, DALE G. 1979**

Integrated pest management. Washington, DC: Council on Environmental Quality.

- **BREMMER, J. M. 1965**

Determinación de Nitrógeno Orgánico en Material Vegetal, Mediante un Equipo Tecator,

- **CALZADILLA, C. 1998**

Comunicación personal de la Agencia de Extensión Agraria de Tacoronte. 1965.

- **CARROL, C.; JOHN, R.; VANDERMEER, H. Y M. ROSSET, PETER, Eds. 1990**

Agroecology. New York: McGrawhill.

- **PIMENTEL, DAVID 1999**

“Environmental and economic benefits of sustainable Agricultura”. Publishing Ltd., Cheltenham 1999, p. 159-164.

- **FERRI VERA, M^a JOSÉ 2001**

Respuesta de la Fertirrigación Fosfo-Potasica en el Cultivo de Hinojo. Universidad Política de Valencia. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Trabajo Final de Carrera de julio 2001.

Fersini, A.: Horticultura práctica 1976.

- **GOERING, PETER; NORBERG - HODGE, HELENA Y PAGE, JOHN 1993**

Form the ground up: rethinking industrial Agriculture, London: Zed Books.

Graifenberg A. Pise, (Italia) 1982. (melón brodé plein champ).

Hervé, Y. :«Le chou-fleur». Bull. Techn, d`Inform, n° 312, 1976, págs, 511-525.

- **HEWITT, TRACY IRWIN Y SMITH, KATHERINE R. 1995**

Intensive agriculture and environmental quality: examining the newest agricultural myth Greenbelt. MD: Henry A. Wallace Institute for Alternative Agriculture Instituto Rodale, 1995. Agricultura Ecológica. Pensilvania (EE.Uu). Revista Nature.

Knott, J. E.: Handbook for Vegetable Growers. John illey and sons inc. (Rev. Pr.) Nueva york-Londres-Sdney, 1962).

• **LAGOS, C.; VELASCO, R. H. Y GONZÁLEZ, J. U.**

Dialogo XLIII Maíz: sistemas de producción. Programa cooperativo para el desarrollo tecnológico agropecuario del Cono Sur. Pocisur. IIC (Montevideo, Uruguay, 188 p. 1995.

• **LEMA GESTO, M. J. Y CORTIZAS, A. M. 1990**

Respuesta de la Planta de Patata al Abonado N/K: Eportaciones Efectuadas por los Tuberculos. Actas 4 de Horticultura. I Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Vol. Lisboa 18-21 Junho 1990.

Metodos Oficial de Análisis de Plantas, Tomo III del M.A.P.A. Madrid, 1986.

• **Mc GUINNESS, HUG. 1993**

Living soils: sustainable alternatives to chiminal fertilizers for developing countries Yonkers, NY: Consumer Policy Institute.

• **MIGUEL, A.; BAIXAULI, C.; GINER, A. Y AGUILAR, J. M. 2001**

Alcachofa procedente de semilla. Comparación de variedades. Memoria de Actividades 2001. Resultados de Ensayos Hortícolas. Generalitat Valenciana (Fundación Caja Rural Valencia).

• **LLIN, RAMÓN Y MARTÍNEZ, Mª ANGELS 2001**

Cultivo de la producción de semilla. Consellera d'Agricultura, Pesca i Alimentació. Generalitat Valenciana.

• **RECHE, J. 1988**

La sandia. Mundi-Prensa-MAPA-SEA.

• **RODRÍGUEZ, A.; BALLESTEROS, R.; BARRERROS, J. M. Y GONZALEZ, C.**

"Evaluación Señorial de Patatas Cultivadas según Diferentes Sistemas de Producción: Convencional, Integrado y Orgánico 2000.

• **RODRÍGUEZ BRITO, W. 1992**

Canarias Agricultura y Ecología. Centro de la Cultura Popular Canaria.

Waling, I., Van Der Lee, J.J., Houba, V.J.G., Van Vark, W. And NoVozamsky, I. 1955.

ÉTICA, CIENCIA Y EDUCACIÓN

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

LA BIOFUMIGACIÓN COMO MODELO DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN PROTECCIÓN DE CULTIVOS

BELLO, A.⁽¹⁾; **GARCÍA - ÁLVAREZ, A.**⁽¹⁾; **DÍEZ - ROJO, M. A.**⁽¹⁾; **PIEDRA BUENA, A.**⁽¹⁾; **SANZ, R.**⁽¹⁾ Y **MONSERRAT, A.**⁽²⁾

⁽¹⁾ Dpto Agroecología, Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC)
C/ Serrano, 115 dpdo. 28006 Madrid
E-mail: antonio.bello@ccma.csic.es

⁽²⁾ Protección y Sanidad Vegetal. Estación Sericícola
30510 La Alberca (Murcia)

RESUMEN

Se destaca el elevado consumo de fumigantes de suelo en los cultivos de hortalizas, como el bromuro de metilo, señalando que la adopción de forma incontrolada de alternativas, tanto químicas como no químicas, puede dar lugar a graves problemas para la salud y el ambiente, que se contemplan en los compromisos internacionales, como los Protocolos de Kyoto y Biodiversidad o el Convenio de Estocolmo. Se considera necesario seleccionar alternativas que estén basadas en criterios ecológicos, como es el caso de la biofumigación, que ha resultado eficaz en el control de patógenos de origen edáfico y plantas arvenses en cultivos hortícolas, incrementando la fertilidad del suelo y mejorando sus propiedades físicas y biológicas, aunque para ello es necesario diseñar sistemas de producción ecológica que se fundamenten en la utilización de los recursos locales, a través de proyectos de investigación participativa.

PALABRAS CLAVE: NEMATODOS, MATERIAL ORGÁNICA, ECOLOGÍA DEL SUELO, MEDIO AMBIENTE Y PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

1 ► INTRODUCCIÓN

El Protocolo de Montreal ha aprobado 15.615 t de bromuro de metilo (BM) como fumigante de suelo para usos críticos en los países del Art. 2 durante el año 2005, aunque hay que tener en cuenta que aún se están evaluando las solicitudes para fresa de Israel (196 t) y Nueva Zelanda (84 t), así como para pimiento de Japón (190 t - 74 t concedidas = 116 t pendientes) y para cucurbitáceas de Francia (85 t); lo que supone una cifra de 481 t que están aun en evaluación. En el caso concreto de tomate y hortalizas debe tenerse en cuenta que se han concedido a Francia 125 t para solanáceas que, según las solicitudes para el año 2006, se desglosarían en 62 t para tomate, 31,5 t para berenjena, y 31,5 t para pimiento. Si se tienen en cuenta estos casos el total de BM concedido para usos críticos en hortalizas es de 8.180 t (52,4% del total), superando al cultivo de la fresa (4.873 t para producción y 557 t para viveros).

Cuadro 1. Usos críticos de MB como fumigante de suelos en los países del Art. 2 para el 2005

CULTIVO PAÍS	FRESA (VIVEROS)	TOMATE	CUCURBIT.	PIMIENTO & BERENJENA	FLORES	VIVEROS	OTROS CULTIVOS	TOTAL - %
EE.UU	3.383 (55)	2.865	1.188	1.159	—	268	1.003	9.866 - 63,2
Italia	491 (100)	871	117	318	250	—	—	2.047 - 13,1
España	786 (230)	—	—	200	73	—	—	1.059 - 6,8
Israel	231? (35)	—	104	—	300	50	239	924 - 5,9
Japón	—	—	409	190	—	—	—	599 - 3,8
Francia	130 (40)	62?	85?	63	60	15	33	448 - 2,8
Grecia	—	156	30	—	33?	—	—	219 - 1,4
Australia	103 (36)	—	—	—	36	—	—	139 - 0,9
N. Zelanda	92? (8)	—	—	—	—	—	—	92 - 0,6
R. Unido	68	—	—	—	—	6	—	74 - 0,5
Portugal	—	—	—	—	50	—	—	50 - 0,3
Bélgica	(3)	6	1	3	5	2	25	45 - 0,3
Polonia	(40)	—	—	—	—	—	—	40 - 0,3
Canadá	(13)	—	—	—	—	—	—	13 - 0,1
TOTAL %	5.340 (560) 34,2	3.960 25,3	1.934 12,4	1.933 12,4	807 5,2	341 2,2	1.300 8,3	15.615

De la cantidad de BM recomendada 3.960 t (25,3%) corresponden a tomate, 1.934 t (12,4%) para cucurbitáceas, 1.933 t (12,4%) para pimiento y berenjena. El resto (353 t) se emplea para otros cultivos como patatas en Israel (239 t), batatas en EE.UU (81 t), lechuga, endivia y achicoria en Bélgica (25 t) y zanahoria en Francia (8 t). A esta cantidad se debería añadir un 50% del consumo de BM en los países del Art. 5 (6.192 t), que corresponden a tomate 3.096 t (24%), cucurbitáceas 2.709 t (21%) y pimiento 258 t (3%) (Fig. 1).

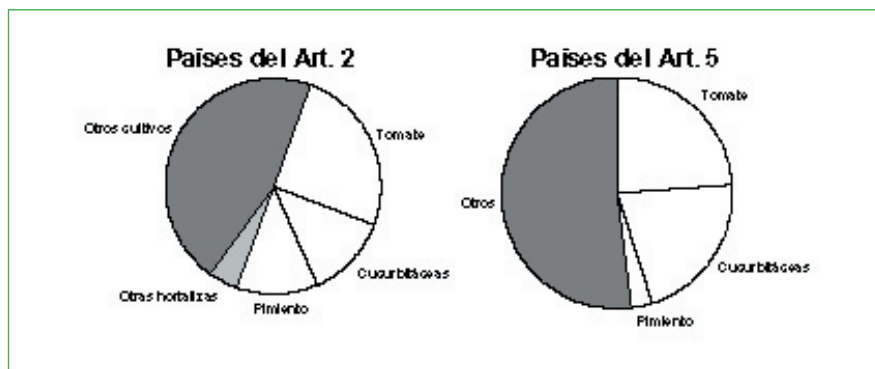


Figura 1. Consumo de MB en hortalizas en los países de los Arts 2 y 5.

Un análisis del consumo de BM para usos críticos en los países del Art. 2 para el año 2005 (Cuadro 1) muestra que Australia, Canadá, Nueva Zelanda, Polonia, Portugal y Reino Unido no solicitan BM para hortalizas, España solicita sólo para pimiento (200 t) y Japón para cucurbitáceas (409 t) y pimiento (190 t), mientras que Bélgica, Francia, Israel, Italia y EE.UU lo solicitan para la mayoría de los cultivos. Esto pone de manifiesto que el BM no es esencial para la producción de hortalizas en los países de ambientes templados, donde sólo se aplica en fresa y flores, aunque en este último caso EE.UU no utiliza BM. Se considera que el uso del BM únicamente estaría justificado cuando los cultivos son de larga duración como el pimiento en España, pero incluso en estos casos es necesario encontrar alternativas.

En relación a las alternativas al BM (MBTOC, 2002) se debe señalar que las alternativas químicas, la solarización y la aplicación de vapor de agua pueden afectar a los compromisos internacionales sobre medio ambiente, como los Protocolos de Kyoto y Biodiversidad. Por otra parte, el uso de sustratos o cultivos sin suelo puede presentar los mismos problemas de patógenos que los cultivos convencionales (de Cara *et al.*, 2004). En cuanto a la utilización de plantas resistentes y el injerto, si no se manejan con criterios agronómicos pueden dar lugar a la selección de poblaciones de patógenos virulentos. El uso de criterios ecológicos en agronomía, que permitan conocer cuáles son los elementos y procesos claves en el funcionamiento de los agrosistemas, es imprescindible para hacer frente al problema creciente de la degradación del ambiente por las prácticas agrarias.

En el caso de la protección de cultivos contra patógenos de origen edáfico, se han abierto nuevas vías de investigación a partir de la función de la materia orgánica que, a través de los procesos de descomposición, produce gases que, por su acción fumigante, pueden tener efecto en el control de organismos patógenos de los vegetales. Este proceso ha sido definido como biofumigación (Bello, 1998) y ha sido incluido por el “Methyl Bromide Technical Options Committee”, perteneciente al Protocolo de Montreal, como una alternativa no química al MBTOC (MBTOC, 2002).

2 ► LA BIOFUMIGACIÓN COMO ALTERNATIVA AL USO DE FUMIGANTES DE SUELO

Se define la biofumigación como “la acción de las sustancias volátiles que se producen durante la biodescomposición de la materia orgánica, o partir de los microorganismos del suelo o de las raíces de plantas, en el control de los patógenos de origen edáfico”. La eficacia de la biofumigación aumenta en el tiempo cuando forma parte de un sistema de producción ecológica. Se sabe que cualquier resto orgánico puede actuar como biofumigante, siempre y cuando contenga una relación C/N entre 8-20, pudiendo identificarse con facilidad ya que produce un olor característico de amoníaco. Su eficacia depende de las características, dosis y método de aplicación. Los biofumigantes, además, estimulan la actividad biológica del suelo al actuar como biomejoradores. La biofumigación se ha aplicado en el control de hongos, insectos, nematodos y plantas arvenses, pudiendo regular los problemas de bacterias y virus con una eficacia similar a los pesticidas convencionales.

La biofumigación incrementa su eficacia en el tiempo cuando forma parte de un sistema de producción ecológica, que tenga en cuenta otras alternativas de control, como la utilización de variedades resistentes y las prácticas agronómicas basadas en el manejo de la diversidad biológica y ambiental. Se ha encontrado que, por lo general, cualquier resto orgánico puede actuar como biofumigante, dependiendo su eficacia de sus características, dosis y método de aplicación. En España existen buenos ejemplos de su aplicación en cultivos de hortalizas, fresón, pimiento, tomate, cítricos, frutales, platanera, viñedos y flor cortada. Los biofumigantes más utilizados han sido estiércol de cabra, oveja y vaca, restos de arroz, champiñón, aceituna, brasicas y restos de jardín (Bello, 1998; Bello *et al.*, 1996, 1997, 2000a,b, 2002, 2003).

Método de aplicación

Los métodos de aplicación de la biofumigación han sido descritos por Bello *et al.* (2000), quienes indican que es una técnica de fácil aplicación por agricultores y técnicos, puesto que sólo se diferencia de las enmiendas con materia orgánica en la elección del biofumigante, que debe estar en vías de descomposición y en el método de aplicación, que debe tener en cuenta la necesidad de retener, al menos durante dos semanas, los gases biofumigantes producidos en la biodescomposición de la materia orgánica, ya que su efecto en la mayoría

de los casos no es biocida sino biostático, por lo que es necesario prolongar en el tiempo su acción sobre los patógenos.

Se recomienda la utilización de dosis de 50 t/ha, aunque cuando los problemas de nematodos u hongos son muy graves, se debe incrementar la dosis hasta 100 t/ha, cantidad que se puede reducir mediante las técnicas de cultivo, como es la aplicación en surcos. El biofumigante se debe distribuir uniformemente, para que en el futuro no aparezcan focos de patógenos que puedan crear problemas en el cultivo. Una vez distribuido el biofumigante, se debe incorporar inmediatamente al suelo mediante un pase de rotavator, dejando la superficie del suelo lisa con la aplicación de la alomadora. Se riega, a ser posible por aspersión, hasta llegar a una saturación del suelo, aunque se puede regar a manta o instalar goteros. Si la parcela dispone de riego por goteo, una vez colocado el plástico se humedece el suelo con varios riegos cortos durante los 2-4 primeros días hasta completar unos 40-60 l/m². Se coloca el plástico a todo el terreno, ya que suele haber un importante “efecto borde”, en el que no se produce desinfección. Igualmente, debe quedar bien sellado y sin roturas, puesto que es tan importante la temperatura alcanzada como la retención de gases y de la humedad. El material utilizado para cubrir el suelo es, habitualmente, un polietileno normal transparente de 40-50 micras.

Cuando los suelos son poco profundos (< 30 cm), no es necesaria la utilización de plástico, produciéndose la retención de los gases con riegos frecuentes que mantengan una costra delgada de arcilla en la superficie. Se recomienda efectuar la biofumigación cuando la temperatura es superior a 20 °C, aunque la temperatura no es un factor limitante. Es recomendable alternar el empleo de restos agrarios con abonos verdes, especialmente de brassicas, utilizando 5-8 kg/m² de materia verde, también se pueden aplicar mezclas de leguminosas con gramíneas.

Se ha encontrado que la gran mayoría de los biofumigantes seleccionados tiene una eficacia del 100% en el control de *M.incognita*, con índices de nodulación en plantas de tomate cv. Marmande, sensible a éste nematodo, que según la escala entre 1 y 10 de Bridge y Page (1980), no superan el valor de 3,8. Los valores de eficacia inferiores al 100 %, así como los índices más elevados, son una consecuencia de posibles defectos en la aplicación del método o la ausencia de una sustancia activadora. Por otro lado, se observa por lo general un incremento de los nematodos saprófagos y en relación al efecto de la biofumigación sobre la altura de las plantas de tomate cv. Marmande, que han sido cultivadas en suelos biofumigados, los valores han sido generalmente mayores o, en algunos casos, similares a los valores medios del testigo. La biofumigación puede tener además un efecto beneficioso sobre las propiedades físicas de los suelos, particularmente en lo que respecta su compactación.

Con relación a las propiedades químicas del suelo, se observa un incremento generalizado en la mayoría de los parámetros determinados, con la excepción del Ca que presenta una tendencia a disminuir y también, en menor medida, el Na. En algunos de los tratamientos con brassica, cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar, alperujo de aceituna y paja de trigo, puede aparecer un descenso en el contenido de nitrógeno y materia orgánica. Por todo ello,

sería necesario establecer programas de fertilización que tengan en cuenta las características del biofumigante y el suelo donde se aplica. Para el control de las formas de resistencia, como es el caso de semillas de malas hierbas, quistes de nematodos (*Globodera* y *Heterodera*) o esporangios de hongos, se debe combinar con solarización, mediante la utilización de plásticos que mantengan la temperatura y retengan los gases de la biodescomposición de la materia orgánica (Bello 1998; Bello et al., 2002, 2003).

Biofumigación en hortalizas

Existen diferentes ejemplos de la aplicación de biofumigación en cultivos de tomate, cucurbitáceas, pimiento, lechugas y zanahorias, siendo una técnica bien conocida entre los agricultores españoles (Bello *et al.*, 1996, 2001, 2002, 2003). Entre los factores limitantes cabe señalar una reducción de un 10-20% de la producción en los dos primeros años cuando se compara con el BM (Fig. 2), y los gastos de transporte del material biofumigante, por lo que es recomendable la utilización de recursos locales.

Otro aspecto a tener en cuenta es que por efecto de la materia orgánica se puede producir un incremento de la parte aérea de la planta y una reducción en la producción de raíz en cultivos de zanahoria o de tubérculos en patata (10-20%); por ello, se recomienda realizar un cultivo de hoja después de la biofumigación, y antes de cultivar raíces o tubérculos (Bello *et al.*, 2003).

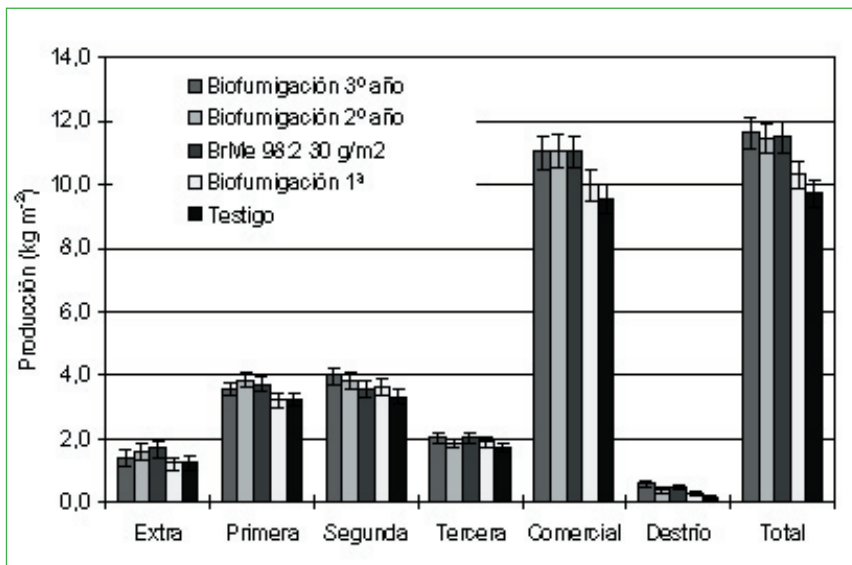


Figura 2. Producción media según calidad comercial en la campaña 2000-01 (Campo de Cartagena) (Bello et al., 2001). Intervalos DMS al 95% de confianza con datos transformados Log 10 (x+1).

Utilización de restos de cosecha

Se ha estudiado el efecto biofumigante de los restos de cultivo de tomate, pepino y pimiento, evaluando la biomasa que puede incorporarse al suelo (Cuadro 2), y su descomposición después de tres meses (Cuadro 3). Se observa que éstos se incorporan al suelo mayoritariamente, salvo en el caso del tallo de pimiento en el que queda sin descomponerse hasta un 30%. La biofumigación con restos de cosecha no afecta a la fertilidad del suelo, aunque se observa un incremento del K, por lo que se deben replantear los programas de fertilización. Por otra parte, el aporte de materia orgánica mejora las propiedades físicas y biológicas del suelo, al mismo tiempo que contribuye a controlar los nematodos, hongos y arvenses.

Cuadro 2. Producción de biomasa según cultivo (Media de cuatro repeticiones)

CULTIVO	TALLO	HOJA	FRUTO	kg/m ²
	% NO DESCOMPUESTO			
Pepino	40	50	10	2,50
Pimiento	50	40	10	6,50
Tomate	43	27	30	11,00

Cuadro 3. Biomasa sin descomponer (pasados tres meses)

CULTIVO	TALLO	HOJA	FRUTO	PESO INICIAL (g)
	% NO DESCOMPUESTO			
Pepino	1,6	2,7	0,1	5
Pimiento	30,0	5,4	0,3	20
Tomate	5,2	2,4	0,1	20

Biofumigación-solarización en el control de plantas arvenses

Los primeros ensayos para el control de plantas arvenses se iniciaron en el verano de 1997 en invernaderos de tomate, aunque en la actualidad esta técnica se utiliza en cultivos comerciales en parcelas al aire libre y bajo malla. La técnica de solarización, tanto sola como en combinación con biofumigación, en las condiciones de clima mediterráneo está dando un excelente control de arvenses, que se prolonga a lo largo de todo el ciclo del cultivo, en algunos casos con plantaciones que tienen una duración de 9-10 meses. Incluso ha llegado a controlar algunas plantas perennes, como *Cynodon dactylon*, en un 100% de

los casos, y *Cyperus rotundus*, cuando la biofumigación se combina con solarización. Se ha comprobado que la incorporación de los restos de cosecha y plantas arvenses del cultivo anterior constituye una fuente de nutrientes y de materia orgánica que pueden aprovecharse en la biofumigación. En este caso, se recomienda realizar un aporte de estiércol fresco para favorecer la fermentación de los restos vegetales incorporados. Los ensayos realizados en invernadero han demostrado que las dosis pueden alcanzar las 100 t/ha cuando el problema es grave, aunque en años sucesivos esta dosis puede reducirse hasta unas 45 t/ha en el 4º año sin perder su eficacia. Los ensayos en curso parecen indicar que estas dosis aún podrían ser menores en el 5º año y posteriores. Puede plantearse también como alternativa el empleo de abonos verdes como material biofumigante.

Valoración económica

Los costes de la biofumigación son muy bajos cuando se utilizan recursos locales, como es el caso de los abonos verdes o restos agroindustriales que predominan en la zona de aplicación, alcanzado costes más elevados los tratamientos con estiércol de origen animal, debido sobre todo a los costes de transporte, aunque éstos pueden reducirse mediante la utilización de técnicas agronómicas. Debe considerarse, además, que en muchos cultivos el uso de la materia orgánica es una práctica habitual, que se diferencia sólo de la biofumigación en las características de la materia orgánica, así como en la dosis y el método de aplicación.

En relación con el cultivo de tomate se ha observado que con la combinación biofumigación-solarización y con el tratamiento de BM se obtiene un incremento de producción de un 36-41% con respecto a los testigos no desinfectados, pero con el mismo aporte de materia orgánica. En el caso del pimiento los testigos prácticamente se perdieron por efecto de *Phytophthora capsici* y las parcelas biofumigadas-solarizadas dieron una producción muy similar al BM (12 kg/m²). El coste de la biofumigación-solarización por hectárea oscila entre los 510 y 858 € para el plástico, más el coste de unos 400-600 m³ de agua de riego, que varía según las zonas, y entre 210 y 540 € por la colocación y retirada de los plásticos. El coste total es muy inferior al del uso de BM. En consecuencia, se considera que puede ser una alternativa para los países del Art. 5 (de León *et al.*, 2000).

Biofumigación y recursos locales

El empleo de recursos locales puede permitir la eliminación de los gastos de transporte, evitando con ello el consumo innecesario de energía, minimizando al mismo tiempo los problemas de impacto ambiental. Estos aspectos se olvidan con frecuencia en los consumidores de productos ecológicos, que prefieren comprar lentejas ecológicas de Canadá, evitándose así los residuos de pesticidas, pero olvidándose de los gastos de energía y del impacto ambiental que produce su transporte.

Cuando proponemos la utilización de recursos locales, lo que se sugiere es analizar nuestro entorno y seleccionar con criterio ecológico aquellos elementos o procesos que son claves para mantener la capacidad de autorregulación de los agrosistemas.

En general, un principio fundamental para la gestión de los cultivos es la utilización de la capacidad creativa para transformar los factores limitantes en elementos claves en el funcionamiento de los agrosistemas. El mejor ejemplo que podemos poner sobre el uso de recursos locales es la utilización de los materiales depositados en las ramblas de Almería, para la creación de sistemas de enarenados, que son uno de los elementos claves de la producción de hortalizas en esta provincia, junto al diseño de los invernaderos tipo parral, tomando como referencia la capacidad creativa de los agricultores (López-Gálvez y Naredo, 1996; Tello, 2000). Por otro lado, existe la posibilidad de rentabilizar los restos agrarios para ser aplicados en procesos de biofumigación en el control de patógenos o en la fertilización de los suelos. Otro de los ejemplos más claros es la utilización en Canarias de las cenizas volcánicas, que se originan a partir de uno de los factores limitantes más destructivos, como es el caso de la acción del fuego procedente del volcanismo. Estos materiales pueden ser utilizados para construir sustratos naturales que pueden aplicarse en agricultura en diferentes áreas del mundo, sin necesidad de importar estas tecnologías de otros países.

La biofumigación una alternativa ecológica al uso de pesticidas

Por lo general, se plantea la protección de cultivos como una guerra contra los enemigos que atacan a los cultivos, por ello el patógeno debe ser eliminado totalmente, a través del uso de estrategias como el despliegue espacial y temporal de los genes de resistencia de las plantas cultivadas. La protección vegetal se engloba bajo el concepto de lucha, utilizando los arsenales químicos, biológicos y, en estos momentos, especialmente los biotecnológicos. Uno de los retos de la agroecología es el convertir y revalorizar los residuos que genera la actividad productiva (estiércol, restos de cosecha, residuos agroindustriales, etc) en recursos que contribuyan a una mejora del funcionamiento de los suelos, permitiendo al mismo tiempo una reducción del consumo energético que procede del exterior de los agrosistemas (Guzmán-Casado *et al.*, 1999).

En el subsistema edáfico, uno de los factores más impactantes sobre la producción de los cultivos, es la acción de los organismos patógenos que pueden llegar a producir plagas y enfermedades. En agricultura convencional se ha resuelto el problema durante los últimos años mediante la aplicación de fumigantes del suelo como el BM. La eficacia en el control de los organismos del suelo, tanto parásitos como beneficiosos es tal, que puede llegar a eliminar uno de los factores claves en el funcionamiento del suelo, como es la biodiversidad de su biocenosis, además de destruir la capa de ozono estratosférica y ser altamente tóxico. Por todo ello, la aplicación de BM ha creado uno de los problemas ambientales más graves producidos por la agricultura intensiva, siendo el ejemplo más representativo de cómo las prácticas agrícolas puedan llegar a crear problemas ambientales a escala global.

Ante la urgencia de encontrar alternativas al BM, nos propusimos aplicar los principios de la agroecología, tratando de identificar en el cultivo un proceso que pudiera tener un efecto similar al del BM en la regulación de los organismos patógenos, y determinar su posible utilización como alternativa. Se han encontrado que los gases resultantes de la biodescomposición de la materia orgánica pueden tener un efecto similar al BM, proceso que hemos denominado biofumigación (Bello, 1998; Bello *et al.*, 2000a,b).

Se comenzó por demostrar, en condiciones de laboratorio, la eficacia de los gases producidos durante la degradación de la materia orgánica, encontrando que, principalmente el amonio, tienen efecto biostático. Estos gases se pueden producir en el suelo mediante una fermentación *in situ*, que puede estar asociada a fenómenos de anaerobiosis (Blok *et al.*, 2000), especialmente cuando la relación C/N está comprendida entre 8-20. Dichos gases pueden regular las poblaciones de organismos patógenos, e incrementar las poblaciones de saprófagos y la fertilidad del suelo, con una repercusión positiva en la nutrición de las plantas. Este método de control había sido desarrollado por Kirkegaard *et al.* (1993) y Angus *et al.* (1994), aplicándolo exclusivamente a la obtención de isotiocianatos durante la descomposición de restos de coles, por ello era necesario demostrar que el concepto de la biofumigación se puede aplicar a la materia orgánica en general, siempre que contenga nitrógeno, estando su eficacia limitada sólo por la dosis y el método de aplicación. Se ha comprobado que es eficaz, además, en el control de plantas arvenses, nematodos, insectos y bacterias (Akiew *et al.*, 1996; Lazarovits *et al.*, 1997; Noble y Sams, 1999; Bello *et al.*, 2000a).

Los recursos locales como biofumigantes se deben referir en primer lugar al uso de materiales nitrogenados como son los estiércoles de origen animal, especialmente en sistemas agrarios de producción ecológica, donde el ganado es un elemento más del sistema, introduciendo el principio de complementariedad, resultado de la armonización de los sistemas agrarios y ganaderos. Las otras alternativas son el empleo de abonos verdes, que no está sólo restringido a las brasicas, sino que se puede aplicar en la mayoría de las especies vegetales, y restos agrarios, en este caso se puede tener como complemento el valor comercial del producto, al utilizar los restos como biofumigantes. Por último están los residuos agroindustriales e incluso urbanos, que se han demostrado eficaces como biofumigantes. Se consigue con ello que la agricultura en lugar de ser una actividad que origina contaminación, sea una vía para resolver problemas de impacto ambiental. Por el efecto biostático de los gases empleados en la biofumigación, es necesario retenerlos en el suelo para prolongar su efecto sobre los organismos patógenos, que se recomienda sea al menos de dos semanas. En los primeros ensayos se han utilizado plásticos, pero ello supone un coste adicional bastante elevado y el correspondiente impacto ambiental. Por otro lado, la aplicación de plásticos llega a confundir la biofumigación con un proceso de solarización, olvidándose de que la solarización depende fundamentalmente de la temperatura, se debe aplicar en determinadas épocas y en países con alta radiación solar (Katan y de Vay, 1991). Por otra parte, la solarización no es eficaz en el control de organismos móviles como los nematodos, y no es aplicable en la agricultura extensiva por los altos coste del plástico y el tiempo necesario de aplicación que puede superar las cuatro semanas (Bello *et al.*, 1996).

Como alternativas a la utilización de plásticos, la primera observación fue que estos no eran necesarios en suelos poco profundos (> 30 cm). Se observó posteriormente que el riego abundante y frecuente, además de retener los gases desprendidos durante la descomposición de la materia orgánica, prolonga los fenómenos de fermentación con lo que se aumentaba la eficacia de la biofumigación. Se ha encontrado también que en los suelos con alto contenido de limo y arcillas se puede formar costras, que permite la retención de gases. Estos procesos permiten aplicar la biofumigación sin la utilización de plásticos, a través del conocimiento de las características del suelo, permitiendo su aplicación en los sistemas de cultivos extensivos y diferenciándose claramente de la solarización.

Los resultados obtenidos en la utilización de la biofumigación como una alternativa para el manejo de los organismos patógenos de los vegetales de origen edáfico es fruto de diferentes proyectos de investigación participativa, que nos han permitido establecer las bases científicas del manejo de la materia orgánica en diferentes cultivos hortícolas tradicionales. La colaboración de técnicos y agricultores ha sido fundamental para el desarrollo de esta alternativa en protección vegetal, a través de la armonización de los conocimientos científicos y técnicos con el saber de los agricultores.

3 ► CONCLUSIONES

Las alternativas a los pesticidas, además de ser eficaces, deben ser compatibles con los compromisos internacionales sobre Biodiversidad, Protocolo de Kyoto y Convenio de Estocolmo. Una de estas alternativas compatibles es el empleo de la biofumigación, que se fundamenta en criterios ecológicos y en la utilización de recursos locales, cuya eficacia se incrementa al ser incluida dentro de sistemas de producción ecológica.

Los residuos de cosecha de pepino, pimiento y tomate son eficaces para el control de *Meloidogyne* spp. y flora arvense, pudiendo incrementar su eficacia añadiendo restos orgánicos. Además, la biofumigación mejora las características físicas y biológicas del suelo. Las dosis recomendadas son de 100 t/ha el primer año, cuando los problemas son graves, disminuyendo en los años sucesivos hasta dosis de 45 t/ha en el 4º año, las dosis altas se pueden reducir usando abonos verdes. No se observan efectos fitotóxicos u otro tipo de restricción para la producción, sin embargo las dosis altas (100 t/ha) pueden influir sobre la producción. Para realizar la aplicación se han de tener en cuenta las características del suelo, de la región y del tipo de materia orgánica.

La aplicación de criterios ecológicos nos ha permitido encontrar alternativas al BM, contribuyendo a resolver uno de los problemas más graves de impacto ambiental producido por la aplicación de técnicas agrícolas, como son la destrucción de la capa de ozono y el incremento de la contaminación ambiental por pesticidas. Al mismo tiempo se incrementa la rentabilidad de los cultivos al disminuir los gastos por pesticidas.

4 ► AGRADECIMIENTOS

A J.M. Carreño, M.M. López Borrego y C. Martínez por su ayuda técnica. El trabajo se ha realizado dentro del proyecto INIA OT 03-006-C7-6: “Optimización y desarrollo de alternativas al bromuro de metilo: Usos críticos. Biofumigación” y AGL2002-04040-C05-01 AGR-FOR del Ministerio de Ciencia y Tecnología: “Mejora de los suelos con enmiendas de restos de cultivo. Metabolismo edáfico y su efecto biofumigante”. Ana Piedra Buena es becaria de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI).

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **AKIEW, S.; TREVORROW, P. R.; KIRKEGAARD, J. A. 1996**
Mustard green manure reduces bacterial wilt. ACIAR Bacterial Wilt Newsletter 13, 5-6.
- **ANGUS, J. F.; GARDNER, P. A.; KIRKEGAARD, J. A. Y DESMACHELIER, J. M. 1994**
Biofumigation: Isothiocyanates released from Brassica roots inhibit growth of the take-all fungus. Plant and Soil 162, 107-112.
- **BELLO, A. 1998**
Biofumigation and integrated pest management. In: Bello, A.; González, J.A.; Arias, M.; Rodríguez-Kábana, R. ed. Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. Phytoma-España, DG XI EU, CSIC, Valencia, Spain. Pp. 99-126.
- **BELLO, A.; GONZÁLEZ, J. A.; PASTRANA, M. A. Y ESCUER, M. 1996**
Basis for nematode control without methyl bromide in Spain. International Research Conference on Methyl Bromide, Alternatives and Emissions Reductions. Orlando, Florida. 19, 4 pp.
- **BELLO, A.; GONZÁLEZ, J. A.; PÉREZ - PARRA, J. Y TELLO, J., Eds. 1997**
Alternativas al Bromuro de Metilo en Agricultura. 44/97, Junta de Andalucía, 192 pp.
- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A.; ARIAS, M.; LACASA, A.; ROS, C.; GUERRERO, M. M. Y FERNÁNDEZ, P. 2001**
Biofumigation and grafting in pepper as alternatives to methyl bromide. 2001 International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reduction, 5-8 Nov., California, 31, Pp. 1-2.
- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A. Y DÍAZ - VIRULICHE, L. 2000 A**
Biofumigación y solarización como alternativas al bromuro de metilo. In: J.Z. Castellanos, F. Guerra O’Hart (Eds). Memorias del Simposium Internacional de la Fresa. Zamora, México, 24-50.
- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A. Y GARCÍA - ÁLVAREZ, A. 2002**
Biofumigation as an alternative to methyl bromide. In: Proceedings of International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. Sevilla, Spain, 5-8 March 2002. Pp. 221-225.
- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A. Y GARCÍA - ÁLVAREZ, A. 2003**
Biofumigación en agricultura intensiva de regadío. Mundi Prensa - Fundación Rural Caja, Alicante. 670 pp.
- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A.; SANZ, R.; ESCUER, M. Y HERRERO, J. 2000 B**
Biofumigation and organic amendments. Regional Workshop on Methyl Bromide Alternatives for North Africa and Southern European Countries, United Nations Environment Programme (UNEP), France, 113-141.
- **BLOK, W. J.; SLOMP, C. P.; TERMORSHUIZEN, A. J. Y LAMERS, J. A. 1998**

Control of soilborne pathogens by inducing soil anaerobiosis. *Phytoparasitica* 26, 244.

• **BRIDGE, J. Y PAGE, S. L. J. 1980**

Estimation of root-knot nematodes infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical Pest Management* 26, 296-298.

• **DE CARA GARCÍA, M.; TELLO MARQUINA, J. Y SÁNCHEZ ROMERO, J. A. 2004**

Patógenos de origen telúrico que están presentes en los cultivos sin suelo. *Phytoma-España* 158, 34-44.

• **DE LEÓN, L.; BANCHERO, L.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A. Y BELLO, A. 2000**

Control de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de tomate en Uruguay. *Bol. San. Veg. Plagas* 26, 401-407.

• **GUZMÁN - CASADO, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M. Y SEVILLA GUZMÁN, E., Eds. 1999**

Introducción a la Agroecología como Desarrollo Rural Sostenible. Ediciones Mundi Prensa, 535 pp.

• **KATAN, J. Y DE VAY, J. E., Eds. 1991**

Solarization. CRC Press Boca Raton Ann Arbor, Boston, London, 267 pp

• **KIRKEGAARD, J. A.; GARDNER, J.; DESMARCHELIER, J. M. Y ANGUS, J. F. 1993**

Biofumigation using Brassica species to control pest and diseases in horticulture and agriculture. In: N. Wrather; R. J. Mailes (Eds). *Proc. 9th Australian Research Assembly on Brassicas (Wagga Wagga)*, 77-82.

• **LAZAROVITS, G.; CONN, K. Y KRITZMAN, G. 1997**

High nitrogen containing organic amendments for the control of soilborne plant pathogens. *International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions*, Nov. 3-5, 1997, San Diego, California, 3, 1-2.

• **LÓPEZ - GÁLVEZ, J. Y NAREDO, J. M. 1996**

Sistemas de Producción e Incidencia Ambiental del Cultivo en Suelo Enarenado y en Sustratos. Fundación Argentaria y Visor Dis., Madrid.

• **MBTOC 2002**

Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee (MBTOC). 2002 Assessment. UNEP, Kenya, 437 pp. (<http://www.teao.org>)

• **NOBLE, R. R. P. Y SAMS, C. E. 1999**

Biofumigation as an alternative to methyl bromide for control of white grub larvae. *Annual Intern. Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emission Reductions*, Nov. 1-4, 1999, San Diego, California, 92, 3 pp.

• **TELLO, J. 2000**

Tomato production in Spain without methyl bromide. *Regional Workshop on Methyl Bromide Alternatives for North Africa and Southern European Countries*, UNEP, Ministerio del Ambiente de Italia y GTZ., July 1998, Rome Italy, 161-172.

LA DISTRIBUCIÓN EN LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

Teoría y práctica

HOBERG, KAREN

Distribucions Naturals i Ecològiques Natureco S.L. Avda. del Prat, 20. 08180 Moià
E-mail: KarenHoberg@natureco.es

RESUMEN

La distribución es uno de los elementos clave para el desarrollo de un sector ecológico fuerte. No obstante hay que entender bien el concepto de la distribución y sus funciones.

De forma resumida, se repasan las bases de la distribución desde la teoría económica, empezando por la división del trabajo y la necesidad de especialización, así como desde el marketing. Este segundo enfoque considera la distribución como una herramienta comercial que se combina con diferentes elementos para conseguir el objetivo empresarial. Al final se obtiene una formalización estructurada que sirve de base para la aplicación práctica y que tenga en cuenta los principios de la agricultura ecológica.

En la parte aplicada, se comenta la situación actual del mercado español y sus diferentes actores. Se proponen formas de distribución adaptadas a los diferentes tipos de explotación/industria en las que se pone especial énfasis en un enfoque de una cadena comercial integrada. Queda demostrada la utilidad de los diferentes tipos de distribución en el sector de la agricultura ecológica siempre siendo el resultado de una decisión activa por la parte de la producción.

PALABRAS CLAVE: CANAL DE DISTRIBUCIÓN Y AGROECOLOGÍA

1 ► INTRODUCCIÓN

Desde hace algún año, la agricultura ecológica ha salido de su nicho independiente y empieza a encontrarse en los diferentes tipos de medios y con los diferentes propósitos. Es una realidad que se da en todos los rincones de la Tierra con menor o mayor fuerza. Hay diferentes estudios y publicaciones que analizan esta realidad en números de hectáreas trabajadas, unidades monetarias vendidas/ producidas y otras medidas relativamente sencillas de calcular, en las que destacan mayoritariamente un crecimiento continuo. Si hablamos de España, también se puede observar un aumento claro en las cifras. Sin embargo, hay pocos que analizan la estructura del mercado interior sus posibilidades y su futuro.

La distribución, que en cualquier otro sector es un elemento imprescindible para el buen funcionamiento del mercado, genera muchas veces controversia en el sector de la agricultura ecológica: para muchos es un intermediario que se queda con un margen que no le corresponde y que tiene demasiado poder sobre agricultores y consumidores. Esta percepción, tiene que ver con las bases de lo que es la agricultura ecológica como forma de vida, los ideales de una forma de funcionar alternativa, que a la vez diferencia nuestro sector del sector convencional. Sin embargo, y este es el propósito de esta comunicación, vale la pena entender de qué se está hablando cuando sale la palabra “distribución”, con el objetivo de valorar bien sus funciones y utilidades.

El documento se estructura de la siguiente forma: en primer lugar se estudian las bases de la distribución desde la teoría económica y desde el marketing para obtener una estructura teórica concluyente. En segundo lugar, se pasa a la práctica, se comenta brevemente la situación del mercado español y como se está llevando a cabo la distribución actualmente. Para acabar, se proponen estructuras diferentes que puedan satisfacer a todos los elementos de la cadena comercial y que estén de acuerdo con los principios de la agricultura ecológica.

2 ► LOS ORÍGENES DE LA DISTRIBUCIÓN EN LA TEORÍA ECONÓMICA

Este apartado pretende mostrar que la distribución no es ni un invento nuevo, ni alguna cosa que se ha establecido de forma arbitraria, sino que tiene una razón de ser propia, resultado de un mundo moderno complejo e interrelacionado.

Como consecuencia del desarrollo de la gran industria a partir del siglo XVIII, se formalizaron las primeras teorías sobre los procesos económicos que hoy día nos parecen ser de sentido común. Una de las más básicas son las ideas de la división del trabajo y la necesidad de coordinación empresarial. Adam Smith sigue siendo el referente en esta materia desde que, con su ejemplo de la fábrica de alfileres en su libro *La riqueza de las naciones* (1776), ilustró el paso de una actividad artesana a una actividad industrial en

la que se dividen los procesos, y los individuos se especializan más allá de las diferentes profesiones. De esta forma, así la teoría (y el paso del tiempo lo ha comprobado), se puede alcanzar un crecimiento económico más alto, siempre y cuando el mercado tenga un tamaño suficientemente grande.

Siguiendo la historia para acercarnos a lo que nos interesa, la distribución, observamos que para sacar el máximo provecho de una especialización, se requiere coordinación, tanto en el caso de la organización interna de una empresa, y también del número aumentado de transacciones entre las diferentes industrias. Como transacción se entiende en este sentido que dos o más agentes (partes) acuerdan vía contrato el lugar y la fecha en los que se tiene que producir un intercambio de un bien particular; puede ser constituido por una cosa tan simple como ir a comprar los tomates en el mercado municipal. Estas transacciones conllevan diferentes costes que se añaden al precio de producción. Se diferencia entre costes claramente cuantificables, como son el almacenaje y el transporte, y unos costes de transacción que hacen referencia a todo tipo de costes no tan directos, desde la redacción del contrato con todas sus cláusulas hasta la protección ante un posible incumplimiento.

El siguiente paso nos lleva a lo que se llama relación de agencia, que se da cuando un agente encarga una determinada tarea en su beneficio a cambio de una remuneración. También conlleva una serie de costes, basados especialmente en la supervisión y en costes de confianza. Esto traducido a la realidad sería por ejemplo la relación entre un productor y un agente comercial independiente: cada uno tiene sus objetivos que coinciden en algunos puntos y en otros no lo hacen. Esto hace difícil una confianza absoluta y se establecen mecanismos de control por parte de los dos que a su vez se traducen en costes a descontar del beneficio individual.

Evidentemente, sólo tiene sentido este tipo de relaciones basados en la división del trabajo, cuando sale más beneficioso para cada una de las partes, que realizar la misma actividad desde la propia organización. Llegado aquí, trazamos las paralelas a nuestro tema: si el objetivo es vender una producción determinada, sea agrícola ganadera o bien industrial, sólo vamos a colaborar con intermediarios/ distribuidores si el diferencial de costes nos es favorable, es decir cuando la relación que se establece es eficiente desde el punto de vista económico.

3 ► LA DISTRIBUCIÓN COMO INSTRUMENTO DEL MARKETING

En este apartado se repasa el concepto de distribución desde el punto de vista del marketing. Aunque muchas veces se iguala el “marketing” a “publicad”, hay que ser consciente de que este concepto hace referencia al conjunto de actividades comerciales de una empresa u organización. La Asociación de Marketing Americana (*American Marketing Association*) define el marketing como “el proceso de planificación y ejecución del concepto, del precio,

de la promoción y de la distribución de ideas, bienes y servicios para crear intercambios que satisfacen los objetivos individuales y organizacionales” (1).

En este sentido, el marketing dispone de una serie de instrumentos para alcanzar el objetivo de ventas. Estos son el producto, el precio, la distribución y la promoción (2) que en su combinación determinan la estrategia comercial. Antes de entrar en la distribución vale la pena comentar brevemente estos otros elementos del marketing, ya que la distribución por sí sola difícilmente lleva al objetivo:

- ▶ **El producto:** hace referencia a las características y las propiedades del producto, su embalaje, la marca, etc.
- ▶ **El precio:** es por un lado la cantidad de dinero que se paga por obtener el producto, pero también incluye las molestias necesarias para adquirirlo.
- ▶ **La promoción:** es el conjunto de actividades que tratan de comunicar los beneficios que reporta el producto y de persuadir al mercado; es una combinación de venta personal, publicidad y propaganda, relaciones públicas, promoción de ventas, etc.

La distribución por su parte es el elemento que relaciona la producción con el consumo, con lo cual su misión es poner el producto a disposición del consumidor final o del comprador industrial en la cantidad demandada, en el momento en que lo necesite y en el lugar donde desee adquirirlo. En definitiva, es un instrumento que implica decisiones estratégicas a corto y largo plazo desde el origen, sea la explotación o bien la industria, y que deja claro que la distribución hace referencia a todos los elementos de la cadena comercial.

El conjunto de intermediarios constituye el canal de distribución, que es el medio por el que pasan las mercancías en su camino del productor al consumidor. Estos intermediarios tienen diferentes funciones de las cuales destacan por su universalidad las siguientes:

- Pueden reducir el número de transacciones comerciales al agrupar los productos de diferentes productores
- Se ocupan de gran parte de la logística física
- Ofrecen servicios adicionales (instalación, reparación, asesoramiento, formación, etc.).

Teniendo en cuenta lo anterior, a partir de aquí hay que planificar y decidir sobre una serie de actividades básicas que hacen referencia a la distribución:

- ▶ La selección del canal de distribución – Las principales diferencias de los distintos canales de distribución corresponden al número de intermediarios por el que pasa el

producto (figura 1). Otra importante reflexión es la diferencia entre una distribución selectiva (que en su caso extremo sería la exclusiva) que implica un compromiso estrecho entre las partes, y la intensiva que tiene lugar cuando se quiere llegar al máximo de puntos de venta posible. La toma de decisión es una tarea difícil pero siempre hay unos factores condicionantes que limitan las alternativas como pueden ser las características del mercado, del producto y de los intermediarios así como los objetivos de la estrategia comercial y los recursos disponibles.

- ▶ La localización y dimensión deseada de los puntos de venta – Para facilitar esta decisión, hay que definir previamente el consumidor objetivo; en segundo lugar, hallar las características de este tipo de consumidor y ajustar los posibles puntos de venta al cliente.
- ▶ La dirección de las relaciones internas del canal de distribución – Para que el sistema de distribución funcione, debe haber cooperación entre los miembros del canal situados en los distintos niveles. Cuando se generan conflictos, tienen que ver mayoritariamente con un cambio en los poderes dentro del mercado y la repartición de los beneficios a lo largo de la cadena comercial.

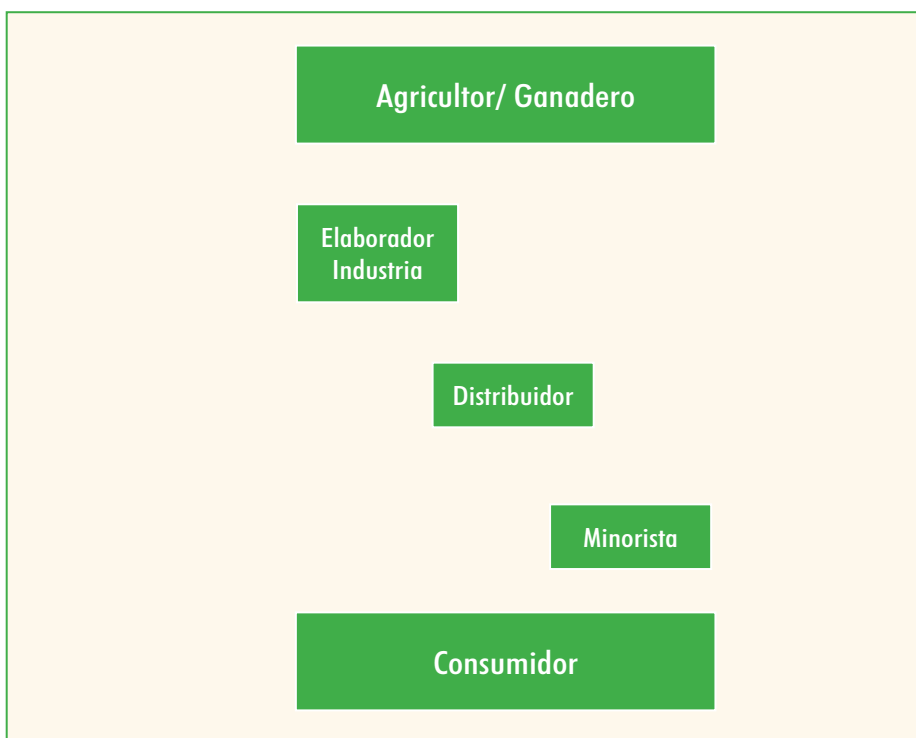


Figura 1. Canales de distribución.

4 ▶ LA VALIDEZ DE LA APROXIMACIÓN TEÓRICA PARA EL SECTOR DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

Si juntamos los dos enfoques expuestos, llegamos a un modelo teórico bastante sencillo de la distribución: Cualquier actividad empresarial necesita vender su producción a unos precios que permitan unos ingresos adecuados a los recursos empleados. La comercialización se puede llevar a cabo por diferentes vías, pero siempre con la condición de que sea la vía más económica. Requiere una actitud profesional, en el sentido de racionalidad y de eficacia, que planifica la gestión comercial y evalúa los costes y beneficio de las diferentes alternativas.

La cuestión es si esta actitud inmensamente racional es directamente aplicable al sector de la agricultura ecológica y compatible con sus ideales. Dicho de otra manera, y tal como lo hacen otros autores (por ejemplo: Alteri y Micholls, 2003), se tendría que debatir si es lógico replicar el modelo convencional cuando los pioneros de la agricultura ecológica buscaban justamente una alternativa a este. Dentro de los principios de la agricultura ecológica definidos por IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements, 2004) destaca uno que hace referencia directa a la distribución y viene a expresar que hay que “dar soporte al establecimiento de una cadena íntegra de producción, elaboración y distribución que a la vez sea socialmente justa y ecológicamente responsable³”. Aquí ya nos encontramos con elementos como “socialmente justo” y “ecológicamente responsable” que la teoría económica (neo)clásica no contempla, ni desea porque en todos los casos es el mercado que pone soluciones a todo por su mera existencia. El otro elemento clave es la “cadena íntegra”, desde la producción hasta llegar al consumidor.

Otro fundamento muy útil propone el Código de Conducta para el Comercio Orgánico puesto en marcha por IFOAM (2004) y que de momento se encuentra en fase de prueba y de monitoreo. Con este código se dan propuestas de actuación para no caer en los mismos errores del comercio convencional. Los principios allí definidos son los siguientes:

- Compromiso con la justicia social en la agricultura ecológica
- Transparencia y responsabilidad en las negociaciones
- Relaciones comerciales directas y de largo plazo, basadas en el respeto y la confianza mutua
- Distribución equitativa de las ganancias
- Flujo de comunicación e información
- Desarrollo de Habilidades y Construcción de capacidades
- Ética interna
- Apoyo a la comunidad ecológica

En consecuencia añadimos estas ideas al modelo teórico anterior con lo cual queda más humano, manteniendo los aspectos básicos para un buen funcionamiento de la actividad en general. Se traduce especialmente en las ideas del respeto por los recursos medioambientales (en la teoría económica convencional tienen un valor escaso), las relaciones interhumanas

que pueden enriquecer cualquier bien y que difícilmente se puede incluir en los cálculos en unidades monetarias, y también de la seguridad sobre el origen de lo que consumimos.

5 ► EL MERCADO DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN ESPAÑA

Durante los últimos años, especialmente a mediados y finales de los años 90 del siglo pasado, se ha podido observar un crecimiento importante de la agricultura ecológica en España, visto la globalidad del territorio. No obstante, se tendría que diferenciar entre las diferentes zonas geográficas ya que existen disparidades considerables. En el sur se ha visto un modelo de crecimiento basado en la exportación gracias al clima favorable y unos incentivos económicos importantes; ha pasado lo mismo en muchas regiones de viña. No ha sido pues un crecimiento interno a partir de un aumento de la producción, a su vez motivado por un incremento en la demanda doméstica. Es por este mismo motivo que no se dispone de una estructura comercial nacional muy determinada. En las zonas tradicionalmente más fuertes desde un punto de vista económico -Cataluña, País Vasco y Madrid- se ha podido observar un crecimiento más equilibrado, en el que se han desarrollado de forma proporcional las industrias elaboradoras y el consumo. Queda por el medio el caso de las zonas turísticas (costas e islas) en las que una gran parte del consumo se debía a los extranjeros residentes y los turistas del norte de Europa. En consecuencia, viendo las diferencias regionales, no tiene mucho sentido pensar en una misma estrategia comercial para todo el país, y puede ser que el canal de distribución más exitoso varíe según las peculiaridades de la zona.

En general, los puntos de venta habituales en los que el consumidor compra productos ecológicos son tiendas especializadas (ecotiendas), dietéticas, herboristerías y algunos establecimientos de la gran distribución. Debido a la inexistencia de estudios fiables de alcance general, es difícil determinar la cuota de mercado de cada tipo de comercio y el consumo correspondientes de producto ecológico. Pasa lo mismo en el nivel previo en la cadena de la distribución: hay diferentes distribuidores y mayoristas, pero hoy día es prácticamente imposible saber qué parte de sus ventas corresponden a los diferentes tipos de producto (alimentación ecológica, complementos nutricionales, cosmética y otros productos); tampoco se sabe qué parte proviene de producción nacional y qué parte a productos de otros estados de la Unión Europea o de importaciones. En resumen, para definir correctamente la propia estrategia comercial, hay que ir investigando sobre un terreno, que está lleno de incógnitas.

6 ► FORMAS DE DISTRIBUCIÓN ALTERNATIVAS AL MODELO CONVENCIONAL

En este apartado se trata de recuperar las ideas de la parte teórica y buscar vías de distribución que estén más de acuerdo con el enfoque de la agroecología. Los ejes básicos son

aquí la regionalidad, una relación estrecha y de confianza entre la producción y el consumo incluyendo a todos los elementos de la cadena comercial necesarios, la transparencia en todos los pasos que da un producto y, naturalmente, el trato respetuoso con el medio y los hombres.

La venta directa de la explotación al consumidor

Es la forma más cercana al consumidor y se puede llevar a cabo de diferentes formas, aunque hay productos más adecuados que otros para este tipo de comercialización. Por un lado, se podría ofrecer un surtido completo de productos de huerta, es decir una oferta que puede substituir una gran parte de la compra semanal en producto fresco. Si el planteamiento es este, hay que tener en cuenta que requiere tiempo de preparación de los productos para su presentación y también para despachar los clientes (como mínimo unas horas concretas durante algunos días). Además, es muy importante disponer de suficiente producto para que al consumidor le salga a cuenta desplazarse. No se puede esperar una afluencia regular desde el primer día, y a lo mejor hay que invertir en algún tipo de promoción para dar a conocerse. Otra versión más simple, y más adecuada a explotaciones con unas variedades reducidas y fuerte estacionalidad (por ejemplo patatas, manzanas, etc.) se podría pensar en una venta de campaña, que sirva para vender una gran parte de la producción durante este plazo de tiempo.

Otra idea directamente ligada a este tipo de comercialización es la preparación de cajas mezcladas de fruta y verdura con entrega regular al domicilio del consumidor. Conlleva unos gastos y una planificación muy diferente, pero tiene una serie de ventajas de las cuales destaca la flexibilidad a la hora de vender todo tipo de productos, mientras se mueva dentro de los límites acordados con el cliente. De hecho, este tipo de relación se podría comparar a la de una externalización del trabajo de huerto para el consumo diario de todas estas personas que no tengan tierra, ni tiempo o conocimientos para dedicarse a este tipo de actividades, pero que no quieran perder el contacto directo con el origen de sus alimentos. Se puede considerar como un ejemplo muy solidario entre la tierra y la ciudad, si va acompañado de un compromiso serio por parte de las dos partes. Incluso puede llevar a constituir una cooperativa conjunta de productores y consumidores. Estas formas de venta son perfectamente compatibles con otras actividades típicas y modernas del mundo rural como puede ser el turismo rural, una pequeña restauración u otra actividad que atraiga al consumidor (exposición de animales, de obras de arte, de patrimonio cultural, etc.). Las posibilidades son inmensas, pero en todos los casos, antes hay que calcular bien los costes fijos que suponen la actividad adicional y la viabilidad económica en general.

La venta directa del producto al consumidor fuera de la explotación

Si por el motivo que fuese se desestima la venta directa desde la finca, se puede dar otro

paso para acercarse directamente al consumidor y que de hecho equivale a integrar un nivel comercial en la propia actividad. Aquí también hay diferentes opciones de acuerdo con la configuración de la explotación. Se podría pensar en la venta ocasional en ferias ecológicas, ferias artesanas o parecidos pero sólo tiene sentido si se trata de un producto de venta fácil a un público eventual. Suele ser más adecuado para producto elaborado que para materia prima sin transformar y conlleva unos gastos altos, especialmente si se cuenta el tiempo empleado. La otra opción más regular sería el establecimiento de una parada en un mercado semanal, o dentro de otro espacio, que permita adquirir una clientela fiel.

Cooperativas de producción

Crear o adherirse a una cooperativa de producción tiene siempre mucho sentido cuando se trata de explotaciones monoproductos que necesitan una inversión alta para darle un valor añadido a la materia prima como por ejemplo un molino, industria de conservas, almacenaje de productos hortícolas, etc. A parte de poder obtener unos ingresos más altos por la producción (en comparación con una venta de materia prima sin transformar a un mayorista) aumenta también la capacidad de control sobre el destino del producto; también facilita crear una marca propia con distintivo regional. Merece la pena insistir en un funcionamiento adoptado a las características de sus miembros y una gestión que se base en la transparencia para todas las partes.

Venta a grandes colectivos

Este modelo sirve también para acortar el camino entre productor y consumidor, y trata de establecer contratos de suministros entre un agricultor/ ganadero y colectivos con un potencial de consumo alto y regular. Estos clientes podrían ser asociaciones de consumidores, comedores o restaurantes locales. En este caso también tiene que prevalecer un compromiso mínimo entre las partes en cuanto a las cantidades y la calidad. Una vez puesto en marcha, sería muy conveniente que al consumidor le llegue información sobre el origen de los productos para que perciba el valor añadido y comprenda la autenticidad de unos alimentos no estandarizados.

Venta a la industria

Para que no se dé una situación de poder por parte de la industria sobre el productor en cuanto a las exigencias en cantidad y precio, hay que evaluar bien todo tipo de colaboración. Es una alternativa cómoda de “colocar” su producción, pero es muy importante acordar unas relaciones a largo plazo. Parece ser una tarea difícil teniendo en cuenta las fuerzas del mercado, pero al final también tiene que ser en el interés del elaborador ofrecer un producto final con unos ingredientes cuyo origen y calidad se conozca.

Venta a minoristas

La comercialización a través de puntos de venta ya establecidos se puede configurar de muchas maneras, de acuerdo con las características del producto y la cantidad y el surtido disponible.

Hay que diferenciar especialmente entre la venta de establecimientos locales en los que se puede realizar una entrega propia de la mercancía y la venta en un ámbito geográfico más amplio en el que normalmente hay que contratar un transporte externo. Desde el punto de vista práctico, para los minoristas sólo tiene sentido comprar al agricultor cuando se puede adquirir un producto muy selecto (y de un valor elevado) o con una caducidad muy corta que requiere un contacto directo, o bien un surtido muy completo de productos combinado con un suministro regular.

Pues justamente valoran la comodidad a la hora de comprar la mercancía a pocos proveedores. Evidentemente, no se puede dejar de lado la ventaja por la proximidad que supone un ahorro energético y una relación más cercana entre producto y consumidor.

Venta a través de mayoristas/distribuidores

Como se ha visto en el punto cuatro, la venta a través de muchos intermediarios es posible y adecuado cuando estos intermediarios cumplen unas funciones que al productor/elaborador le sería difícil cumplir o que le supondría un coste adicional más alto. Pero también queda claro, que antes de establecer relaciones comerciales de este tipo hay que conocer muy bien los propios objetivos y contrastarlos con los del intermediario. Si de entrada existen percepciones muy diferentes sobre la manera de trabajar es complicado mantener unas relaciones satisfactorias a largo plazo. Dentro de esta relación es importante no perder de vista el consumidor final.

En el cuadro 1 se puede ver de forma esquemática las opciones más adecuadas a cada tipo de explotación o industria, aunque naturalmente no son exclusivos, y los adjetivos genéricos “pequeño” y “grande” dejan unas interpretaciones muy abiertas; es útil tener en cuenta también los objetivos y las necesidades de crecimiento que pueda tener un negocio. Otra diferenciación se da por el grado de elaboración del producto, o en el caso de la industria, la marca propia o marca blanca.

Todos las posibilidades tienen una cosa en común: difícilmente se puede vender por todos los diferentes canales a la vez debido a las diferentes incompatibilidades. El segundo aspecto es que no existe una solución óptima, sino que cada uno tiene que encontrar la que más le conviene. Como último cabe destacar que todas estas alternativas requieren un enfoque en la totalidad de la cadena de abastecimiento, ya que es la esencia de unas relaciones comerciales de acuerdo con la agricultura ecológica.

Cuadro 1. Vías de comercialización según tipo de explotación

		PRODUCTO SIN TRANSFORMAR	PRODUCTO TRANSFORMADO (INCLUIDO CALIBRADO, ENVASADO, ETC.)
Productor	Pequeño	Cooperativas producción/ elaboración Industria	Venta directa desde la explotación Cooperativas de consumo Minoristas locales/ regionales Paradas de mercado Ferias de consumo Restauración local
	Grande	Cooperativas de producción/ elaboración Industria Mercado internacional	Venta directa desde la explotación/ Paradas fijas Minoristas Distribuidores Cooperativas de consumo Mercado internacional
		SIN MARCA PROPIA	MARCA PROPIA
Elaborador	Pequeño		Venta directa desde la explotación Paradas de mercado/ ferias Restauración local Minoristas locales/ regionales
	Grande	Distribuidores Cadenas de comercio minorista Asociación de comercio minorista Mercado internacional	Minoristas Distribuidores Mercado internacional

7 ► CONCLUSIONES

La distribución es una actividad propia, resultado de una especialización entre las industrias. Puede llevar a cabo diferentes funciones físicas y de coordinación entre productor y consumidor. Por parte del productor hay que definir una estrategia comercial en la que la selección del canal de distribución es una de las decisiones básicas y con implicaciones a largo plazo, ya que influye la relación con el consumidor. Para seguir las líneas de la agricultura ecológica no se puede copiar el modelo convencional sino hay que dar prioridad a los aspectos sociales y ecológicos ante los económicos con el objetivo de ser una verdadera alternativa.

8 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALTIERE, M. Y NICHOLLS, C. 2003**
Agroecology. Ecology and Farming 34, 24-26.

- **SMITH A. 1723-1790. 1991**

Indagació sobre la naturalesa i les causes de la riquesa de les nacions. Edicions 62; Barcelona.

9 ▶ RECURSOS ELECTRÓNICOS

American Marketing Association. Marketing Definitions: A Glossary of Marketing Terms [en línea] <http://www.marketingpower.com/live/mg-dictionary-view1862.php> [Consulta: 2 junio 2004]

International Federation of Organic Agriculture Movements. The Principle Aims of Organic Agriculture for Production and Processing [en línea]. http://www.ifoam.org/pospap/principles_of_oa.html [Consulta: 15 junio 2004]

International Federation of Organic Agriculture Movements. Código de conducta de IFOAM para el Comercio orgánico: Principios básicos [en línea] <http://www.ifoam.org> [Consulta: 15 junio 2004]

(Footnotes)

(1) Traducción del inglés por la autora

(2) Siguiendo las siglas inglesas se habla de las 4P del marketing (distribución = place), o bien del Marketing mix.

(3) Traducción del el inglés por la autora

ANÁLISIS DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN SEGUNDO CICLO DE PRIMARIA EN LA LOCALIDAD SEVILLANA DE EL VISO DEL ALCOR

JIMÉNEZ SÁNCHEZ, M. Y GARCÍA TRUJILLO, ROBERTO⁽¹⁾

⁽¹⁾ Licenciada en Pedagogía. C/ Fray Bartolomé de las Casas, 65. El Viso del Alcor (Sevilla)
E-mail: powerba@eresmas.com

⁽¹⁾ Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural, Granada
E-mail: ragarcia@yahoo.es

RESUMEN

El presente estudio tuvo la finalidad de conocer las actitudes, concepciones e intereses que el alumnado, profesorado, padres y madres tienen acerca de la agricultura ecológica y el consumo, así como su integración en la educación ambiental como materia transversal del currículum escolar, para finalmente mejorar el tratamiento actual de dicha educación en los centros de primaria y fomentar el desarrollo de actividades escolares en torno a la agricultura ecológica como medio para incidir en las actitudes y valores medioambientales de la comunidad educativa. La investigación se desarrolló en los centros de infantil y primaria la Alunada y Alcalde León Ríos con 470 y 370 alumnos respectivamente y un total de 24 profesores.

Dicho estudio, se realizó con 90 alumnos, 83 padres y 5 maestros, mediante diferentes técnicas de encuestas. Con el alumnado y padres se utilizó el cuestionario aunque con algunas características distintivas para cada grupo. La entrevista semiestructurada fue la técnica empleada en el caso del profesorado y el análisis de los programas de estudios se realizó mediante matrices DAFO.

Tanto el profesorado como padres, madres y alumnado están concienciados de la necesidad de trabajar la Educación Ambiental y la Agricultura Ecológica concretamente con el alumnado de corta edad desde la escuela, pero se cuenta con obstáculos como la falta de formación tanto en contenidos como en metodología didáctica por parte del profesorado y la familia.

Finalmente en el trabajo se exponen un cuerpo de recomendaciones que den alguna solución a dichos obstáculos detectados.

1 ► INTRODUCCIÓN

La transformación del medio natural que el ser humano es capaz de llevar a cabo según sus necesidades, es la clave para comprender la supervivencia de éste sobre la tierra. No obstante, esta acción del ser humano sobre el medio ha provocado la sobreexplotación de los recursos, sin ser casi conscientes de las consecuencias que para el medio y para la humanidad pudiera tener.

Así, la necesidad de aumentar la producción de alimentos, según Dávila (1991), ha provocado que se pongan en práctica sistemas de cultivo que alteran tanto los ciclos de funcionamiento de la naturaleza como la calidad de alimentos que se obtienen.

Ante esta problemática, la educación se presenta como medio para sensibilizar a las personas desde edades tempranas y en los mismos centros escolares. De este modo, desde la educación y la agricultura, se puede llegar a un desarrollo sostenible, para lo cual es necesario que la educación sea ambiental y la agricultura sea ecológica. Ahora bien, el desarrollo de toda acción educativa debe centrarse en las necesidades de los destinatarios de dicha acción, necesidades que se detectan mediante estudios llevados a cabo en los centros educativos.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se analizan los centros de educación infantil y primaria *alcalde león ríos* y *la alunada* de la localidad sevillana de el viso del alcor, con 370 y 470 alumnos respectivamente, con el objetivo de conocer las actitudes, concepciones e intereses que el alumnado, el profesorado y padres y madres tienen acerca de la agricultura ecológica y el consumo así como su integración como materia transversal del currículum escolar. Así pues, una vez obtenidos los resultados del estudio, se puede ofrecer una respuesta educativa centrada en las necesidades reales de dichos centros.

Para realizar dicho estudio se utilizan diversas técnicas de encuestas. Con los padres y madres se utilizó el cuestionario de preguntas cerradas de opción múltiple y alguna pregunta abierta de libre expresión.

Con el alumnado se trabaja mediante un cuestionario-ficha basado en actividades adaptadas a su nivel, y finalmente la recogida de información del profesorado se realiza mediante entrevistas semiestructuradas. También se analizan los proyectos educativos de centro (PECs).

Para analizar los datos obtenidos se utilizan distintos métodos en función del instrumento de recogida de información con que se trabaja.

Así, los cuestionarios de padres y alumnado, se analizan mediante porcentajes y se presentan los datos de forma gráfica (Colás y Buendía, 1998). La entrevista al profesorado se analiza mediante métodos cualitativos a través de una matriz textual (Álvarez Rojo, 2002) y finalmente los PECs se analizan a través de una matriz DAFO.

3 ▶ RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados más relevantes de los diferentes sectores analizados.

Resultados de cuestionarios del alumnado

Un alto porcentaje del alumnado tiene dificultades para reconocer la procedencia de productos alimenticios elaborados y valorar la importancia que tiene la agricultura y la ganadería para nuestra alimentación.

En cuanto a la alimentación un 97% toma leche en el desayuno, un 52% toma pan y un 49% incluye mantequilla, así como un 33,7% incluye dulces, un 13% incluye aceite y un 10% toma frutas

No obstante, un 39% está de acuerdo con lo que desayuna, pero un 13% incluiría en su desayuno pan, un 10% incluiría carne o un 19% que incluiría fruta y leche entre otros alimentos

Por otra parte, en cuanto al conocimiento de cuestiones en torno a problemas ambientales, un 80% considera que consume cosas necesarias y un 20% mantiene que consumen más de lo necesario, un 44% afirma que las plantas evitan la erosión del suelo en caso de lluvia, mientras un 56% considera que esto es falso. Además un 55% reconoce que los insecticidas del campo contaminan el suelo y el 45% restante piensan que esto no es cierto.

Así en otra cuestión, un 78% considera que el incendio estropea el suelo, un 17% considera que la ganadería puede estropear el suelo, un 1% afirma que la agricultura puede estropear el suelo y un 96% responde que la basura estropea el suelo.

Finalmente decir que un 78% diferencia un paisaje modificado por el ser humano de otro no modificado, aunque las preferencias por uno u otro son bastante semejantes 51% el primero y 49% el segundo, siendo las diferencias más relevantes mostradas por el alumnado la existencia de casas (61,6%) existencia de árboles (27%) o la existencia de huertas (17%). Indican también diferencias en la existencia de coches (15%), contaminación (19%)o las basuras, granjas y vallas (1%)

Resultados de cuestionarios de padres/madres

La muestra de estudio se compone en un 68% de mujeres, con una media de edad de 36 años y dos hijos de media, en su mayoría amas de casa y con un nivel de estudios medio-básico (EGB)

Entre las personas encuestadas el 71% considera que un producto ecológico es el que se produce y elabora sin insecticidas ni abonos químicos, mientras un 29% considera que son productos producidos y elaborados respetando el medio ambiente.

Un 89% mantiene que los productos ecológicos son más sanos que los demás, sin embargo, un 4% siempre consume este tipo de productos, un 16% casi siempre lo consume y un 74% sólo a veces lo consumen.

Así, a un 6% lo que más le preocupa de la alimentación es el deterioro del medio ambiente, al 61% le preocupa más la pérdida de salud y un 30% se muestra preocupado por la poca calidad de los alimentos. Por otra parte, un 45% consideran que la escuela siempre transmite hábitos de consumo respetuosos con el medio ambiente, y un 27% mantiene que lo hace casi siempre y otro porcentaje igual considera que no lo hace nunca. No obstante un 61% de los encuestados, considera que los medios de comunicación son un elemento esencial para el cambio de hábitos de consumo y un 29% mantiene que es primordial la escuela.

Si embargo, el 97% piensan que sí es importante trabajar la agricultura ecológica desde la escuela y un 1% piensa que esto no es necesario.

As, indican que se podría trabajar este tema desde diferentes modos, como un 16% que propone trabajarlo mediante huertos escolares, un 4% que propone trabajarlo como asignatura o un 10% mediante la educación para el consumo responsable.

Resultados de entrevistas del profesorado

Aunque el profesorado tiene una experiencia laboral de más de 25 años, excepto una, con respecto a la experiencia de formación en educación ambiental, el profesorado coincide mayoritariamente en que es nula, y los conocimientos que tiene sobre el tema los han adquirido por sus propios medios.

El profesorado, por otra parte, tiene visiones diferenciadas en cuanto a las necesidades de formación, y a pesar de que la mayoría indican que no hace falta formación al respecto, se hace referencia también a la conveniencia del asesoramiento y la motivación.

Entre los obstáculos para trabajar la educación ambiental en el aula, el profesorado destaca la dificultad de llevar a cabo más salidas del centro o la falta de tiempo, aunque en

menor número también se alude a la falta de espacios donde acudir para experimentar o la falta de motivación por parte del profesorado.

En lo que se refiere a los temas que consideran que se podrían trabajar en educación ambiental son bastantes los que indican temas generales o campos amplios sin concretar tema alguno. No obstante existen también alusiones a temas concretos como el reciclaje en mayor medida y la alimentación, la contaminación del agua o los huertos escolares, mencionándose también el tema de la agricultura.

Por otra parte, el profesorado mantiene una buena consideración respecto a la agricultura ecológica para trabajarla dentro de la educación ambiental, siendo la totalidad del profesorado los que consideran la agricultura ecológica como beneficiosa e interesante para la consecución de los fines de la educación ambiental.

En cuanto a la capacitación del profesorado, la mayoría se muestra capacitado para trabajar a nivel de aula y pocos perciben que echen en falta una verdadera formación, resaltando en ocasiones que lo que tal vez faltaría sería alguna ayuda o asesoramiento.

Por último, el profesorado manifiesta sus ideas acerca de cómo fomentar el consumo de dichos productos en su alumnado, a lo que la mayoría indica que lo haría aconsejando a nivel de aula a su alumnado sin concretar el modo. Otro índice más bajo, mantiene que lo trabajaría en la asignatura de conocimiento del medio, aunque tampoco concreta mucho y una alto índice también indica que lo haría través de la enseñanza de hábitos alimenticios.

Resultados de los análisis de los proyectos educativos de centro

A través de una matriz DAFO se analizan las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas existentes en cada centro de cara a trabajar la educación ambiental como materia transversal tal y como se refleja en la ley.

Un resumen de estos resultados se presenta a continuación.

Así entre las fortalezas o aspectos existentes en el centro que facilitarían este hecho, está el considerar la participación de agentes externos a la escuela y recibir ofertas externas para el desarrollo del centro., la existencia en uno de los centros del objetivo general: favorecer en el alumnado el cuidado, la limpieza y conservación del centro , se programa un estudio acerca de la diversidad biológica del centro y se incluyen en ambos centros, actividades extraescolares relacionadas con al educación ambiental

En cuanto a las debilidades, destacar entre otras la falta de concreción de algunos objetivos relacionados con la educación ambiental o la no inclusión de dichos objetivos, la

no existencia de la educación ambiental como área transversal, sino que se incluye como tema en la asignatura de conocimiento del medio o pasa a ser trabajada en actividades extraescolares.

A modo de oportunidades, uno de los centros tiene previsto participar en las convocatorias de ecoescuelas y cuenta además con talleres de medio ambiente de los que partir para iniciar proyectos más amplios.

En el otro centro existen también otras oportunidades diferentes como la presencia de uno de los profesores del centro en la Junta Directiva del CEP de la comarca.

Además en algunas campañas que se prevén llevar a cabo se reconoce como objetivo explícito educar a los alumnos en el respeto al medio ambiente.

En ambos centros, padres y profesores están implicados e interesados y trabajan conjuntamente por la participación en diferentes actividades propuestas por distintos organismos y personas.

Como amenazas está la consideración a nivel general de la educación Ambiental en sentido restringido, como mero medio para contribuir simplemente a la conservación de la naturaleza, así como la realización de actividades aisladas y sin conexión con el currículum de las áreas de cada etapa o el poco interés en la participación de cursos relacionados con dicha temática.

Uno de los centros cuenta con un obstáculo añadido: el estar situado en una de las zonas más deprimidas de la localidad

4 ▶ DISCUSIÓN

Se podría señalar la general motivación de los sujetos del estudio para trabajar la Agricultura Ecológica en la escuela. Así, tanto el profesorado como padres, madres y el alumnado están concienciados de la necesidad de trabajar la educación ambiental y la agricultura ecológica concretamente con el alumnado de corta edad desde la escuela, pero el mayor obstáculo detectado para trabajar este tema por parte del profesorado y la familia es la formación, no sólo en cuanto a contenidos sino también y sobre todo en cuanto a metodología didáctica.

Sin embargo, aunque el profesorado reconoce no tener experiencias de formación, no ha trabajado en proyectos amplios y continuos relacionados con este tema y no sabe cómo actuar en clase ante determinados temas relacionados con la educación ambiental, expone en su mayoría no tener necesidades de adquirir mayor formación de la que tienen.

Además este desconocimiento no sólo se demuestra en las entrevistas tal y como el profesorado afirma sino en el tratamiento que se da a éste área en el currículum del centro.

Las necesidades formativas quedan reflejadas en las entrevistas realizadas al profesorado y en los cuestionarios de padres y madres, así como en algunas respuestas que da el alumnado, pues, aunque se muestran concienciados de la necesidad de una buena alimentación y cuidado del medio ambiente, en cuanto a contenidos se detectan varios vacíos o lagunas.

Además, el profesorado manifiesta tener poca formación en educación ambiental y concretamente en agricultura ecológica sólo conocen lo que pueden leer e informarse, mostrándose preocupado e interesado en participar en diversos proyectos siempre que se les asesore, si bien, después en los documentos del centro se observa que están dispuestos a colaborar y participar en propuestas que vengan de personas y entidades externas al centro, pero se muestran poco implicados en la formación en temas de educación ambiental y en el desarrollo de proyectos amplios relacionados con estos temas.

Aunque no existe mucha diferencia en las respuestas de los cuestionarios de padres y madres según el nivel de estudio, ni tampoco según la edad, se puede decir que la población de estudio en general se muestra bastante concienciada sobre el trabajo de la agricultura ecológica dentro de la educación ambiental en la escuela.

Por otra parte, los padres y madres desconocen bastantes aspectos de la agricultura ecológica y de los productos ecológicos tal y como se detecta en el cuestionario.

Se puede destacar la consideración de que el mayor obstáculo para consumir productos ecológicos está en la dificultad de encontrarlos tal y como se establece en estudios anteriores como el de García, R. 2002 realizado en Córdoba (consejería de agricultura y pesca 200), en el que se detalla que el 39,45 de los encuestados destaca como factores de no consumo la poca oferta, un 29,9% destaca el alto precio y un 22,1% resalta la existencia de pocos comercios, resultados similares a los obtenidos en las cuestiones referidas en entorno a este tema.

El porcentaje de consumidores coincide bastante los de este estudio con los obtenidos en el estudio de García Trujillo anteriormente mencionado, pues la mayor parte de encuestados/as consumen productos ecológicos de forma esporádica, en menor media están los consumidores que consumen con cierta frecuencia y mínimamente hay un sector de población que consume habitualmente.

También coinciden con este estudio los resultados obtenidos respecto a las motivaciones para el consumo, pues los consumidores están más preocupados por su salud y por aspectos nutricionales y dietéticos que por el impacto ambiental, de hecho en estos resultados se refleja que la mayoría de encuestados/as no reconocen el impacto ambiental que pueda tener

lugar como consecuencia del proceso productivo de los alimentos que consumen. Algo que incide en lo que muchos padres/madres y profesorado consideran en la forma fundamental en que se podría trabajar la agricultura ecológica, esto es, mediante la alimentación. Así mismo, tanto el profesorado como padres y madres, ven como el mayor problema de la alimentación sus repercusiones sobre la salud. Por ello consideran la agricultura ecológica como elemento importante para promover la mejora de la alimentación actual, aunque la forma concreta de incluirla en el currículum escolar no esté demasiado clara para ninguna de estos sectores.

No obstante, a pesar de que la mayoría indican que los medios de comunicación son esenciales para modificar los hábitos de consumo, también señalan que la escuela es un lugar fundamental para el trabajo de la agricultura ecológica que promueva un cambio de actitudes en el alumnado. De echo, algunos padres y madres encuestados indican que se podría trabajar la agricultura ecológica mediante vídeos y programas de televisión en el aula, integrando así estos dos elementos mejor aceptados para este fin por parte de las personas encuestadas. Además, los que consideran que la escuela transmite al alumnado hábitos de consumo respetuosos con el medio ambiente siempre o casi siempre, dan más importancia a los medios de comunicación para promover el cambio de hábitos de consumo.

Esto se ratifica además en el diagnóstico de la problemática ambiental publicado en la Estrategia Andaluza de Educación Ambiental (2003), haciendo referencia a la importancia de la televisión como medio para informarse sobre temas de medio ambiente, considerándose también como uno de los medios más influyentes en el consumo, coincidiendo así con las resoluciones de Estocolmo que indican que "... es también esencial que los medios de comunicación de masas eviten contribuir al deterioro del medio urbano y difundan por el contrario, información de carácter educativo sobre la necesidad de protegerlo y mejorarlo a fin de que el hombre pueda desarrollarse en todos sus aspectos" según se refleja en el Programa ALDEA, 1992

Tampoco existe una relación directa entre el nivel de estudios de padres y madres y la alimentación de los hijos/as, aunque a pesar de que a muchos padres y madres lo que más le preocupa de la alimentación actual es la pérdida de la salud como se ha comentado anteriormente, son bastantes los que incluyen golosinas y productos de bollería tanto en el recreo como en el desayuno. Ahora bien, el nivel social y la zona sí influye en este tipo de alimentación e incide de forma directa en los hábitos alimenticios de los hijos/as.

Finalmente, decir que, las necesidades más urgentes a trabajar desde la educación ambiental sería trabajar a través de la agricultura ecológica nuevos hábitos alimenticios y de consumo a nivel familiar y desde la escuela .

El modo de trabajar este tema en la escuela según los encuestados es en mayor medida a través de huertos escolares, coincidiendo con la opinión del profesor que más experiencia tiene en el trabajo de la educación Ambiental a nivel escolar.

Dicho esto, entre las necesidades más destacadas de formación del profesorado serían los contenidos específicos de la agricultura ecológica y algunos aspectos metodológicos acerca del trabajo en el aula de la educación ambiental y su integración en todas las materias del currículum, sin descuidar el inicio de una motivación por el trabajo de la educación ambiental en el aula y el consiguiente seguimiento de una metodología propia de esta área.

Una vez esté el profesorado motivado se podrá iniciar el trabajo de formación conjunta con la formación del alumnado y resto de la comunidad educativa, comprendiendo la importancia que tiene el trabajo de la agricultura ecológica como medio para mejorar los hábitos de consumo y alimenticios que tanto preocupan a las personas encuestadas, adquirir estrategias para actuar en el medio de forma responsable, comprender las relaciones entre las características del medio y las actividades humanas del entorno, así como analizar las principales características del medio en su localidad, valorarlo como elemento determinante de la calidad de vida de la personas y contribuir activamente en la defensa, conservación y mejora del mismo, tal y como queda establecido en el Diseño Curricular Base de la Educación Primaria.

5 ► CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA

La motivación, interés y preocupación mostradas por la comunidad educativa no deben dejar inmune a las programaciones del centro y de aula y menos aún al colectivo de profesionales de la Pedagogía que se muestran interesados/as en que la integración de la educación ambiental en el currículum escolar sea cada vez más real.

Así, de acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio realizado, se puede observar la necesidad de incluir la educación ambiental en el currículum de dichos centros, no como asignatura en sí misma, sino estando presente en todas las áreas tal y como se recoge en la ley. Para ello, es imprescindible asesorar y formar al profesorado tal y como indican en las entrevistas mediante un sistema que implique a toda la comunidad educativa y que se describe a continuación.

Para que esta formación fuera posible, se podría crear un recurso en dichos centros como un aula de medio ambiente, en la que un equipo pedagógico (pedagogas, monitor/a del huerto y en algunas ocasiones agricultores/as de la zona) junto con el profesorado, programan actividades. Las actividades a realizar se basan en torno a un espacio cedido en la localidad para llevar a cabo un huerto escolar.

De este modo, el equipo pedagógico de asesoramiento en educación ambiental, dentro del aula en el centro, programa con el profesorado las actividades que el alumnado debe realizar sobre el huerto en el aula antes durante y después de la experiencia directa en el mismo. Así mismo, las visitas al huerto por parte de cada grupo será quincenal mínimamente y serán

supervisadas por el equipo pedagógico, siendo en este caso el papel del profesorado de acompañamiento, sin ser obligatoria su asistencia en todo momento, con lo cual se salvaría uno de los mayores obstáculos que menciona el profesorado: la dificultad de realizar salidas o la falta de tiempo y se asesora al profesorado en la programación de actividades y seguimiento de una metodología determinada.

Dichas actividades se podrían organizar en torno a contenidos centrados en los problemas generales de la localidad, así como principalmente partir del consumo y la alimentación, incluyendo la agricultura ecológica para comprender diferentes relaciones entre consumo, tipo de alimentación y deterioro del medio ambiente.

En ambos centros el recurso sería factible dada la importancia que la comunidad educativa da a la integración de la educación ambiental en la escuela, el interés de formación por parte del profesorado y las posibilidades detectadas en los análisis de proyectos educativos de centro.

Ahora bien, aprovechando las oportunidades o posibilidades que cada centro ofrece, se podría poner en marcha de una forma u otra dicho proyecto, pues el método para realizar el seguimiento y la necesidad de contar con un recurso de este tipo es muy semejante en ambos centros.

No obstante, la participación de diferentes agentes está asegurada en ambos centros así como el tener en cuenta propuestas que vengan de fuera del centro para promover la mejora del mismo. Sin embargo el centro que tiene prevista su integración en el programa ecoescuela éste puede ser el inicio de esa inclusión y el proyecto será más fácil de comenzar.

En el otro centro se podría comenzar por la motivación del profesorado y el que sea tenido en cuenta el proyecto como algo útil y necesario para la mejora del centro, intentando fomentar a través del profesor miembro de la Junta Directiva del Centro de Enseñanza del Profesorado, la realización de cursos y grupos de trabajo relacionados con la Educación Ambiental, y una vez puesto en marcha el proyecto sería un medio adecuado para difundir este tipo de experiencias a otros centros de la comarca.

6 ► AGRADECIMIENTOS

Desde aquí me gustaría agradecer a todas aquellas personas que de algún u otro modo han sido cómplices y han influido en que este estudio se haga una realidad.

Primeramente agradezco a mi familia la inculcación del amor al medio ambiente y a dos profesoras importantes que me iniciaron en el maravilloso mundo de la Pedagogía ambiental y la formación agraria, Dolores Limón y M^a Ángeles Rebollo, agradeciendo a ésta última el

“empujoncito” hacia las experiencias fuera de la facultad con una gran profesional de la agricultura ecológica y una estupenda persona como M^a Ángeles Ponce.

En lo que se refiere al proceso de realización del estudio, agradecer en primer lugar a Roberto García Trujillo por el interés y ayuda prestados en todo momento y por estar convencido al igual que yo de la necesidad e importancia de dicho estudio.

Agradecer también, como no la colaboración e implicación incondicional por parte del profesorado, directores de los centros, así como padres, madres y alumnado que han permitido que aprendiera y disfrutara al realizar las encuestas y entrevistas con cada uno de ellos.

Y finalmente agradecer a todas aquellas personas que consideran la educación ambiental como instrumento para conseguir un desarrollo sostenible y a la escuela como medio donde desarrollarse, así como a todas esas personas que trabajan para que todo esto se haga realidad posibilitando además la difusión de estudios realizados desde la creencia de que todo se puede mejorar.

7 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ÁLVAREZ, V. ET AL, Eds. 2002**

Diseño y evaluación de programas Eos. Madrid 348-363

- **COLÁS, P Y BUENDÍA, L. Eds. 1995**

técnicas e instrumentos de recogida de datos. Investigación educativa. Alfar.

- **CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA, Ed. 2003**

Plan Andaluz de la Agricultura Ecológica Junta de Andalucía Sevilla, 56-58

- **DÁVILA, M. M. 1991**

Las prácticas agrícolas y el medio ambiente. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid, 4

- **JUNTA DE ANDALUCÍA, Ed. 2003**

diagnóstico de la problemática ambiental Estrategia andaluza de educación ambiental, Junta de Andalucía. Sevilla

8 ► OTROS DOCUMENTOS NO PUBLICADOS

- **PLAN ANUAL DE CENTRO 2003- 04**

- **PROYECTO CURRICULAR DE CENTRO 2003-04**

de los CEIPs alcalde león ríos y la alunada

PRODUCCIÓN DE PLANTAS Y PRÁCTICAS CULTURALES

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

IMPACTO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA SOBRE LA DIVERSIDAD DE ARVENSES EN CEREALES DE SECANO

CHAMORRO, L.; ROMERO, A. Y SANS, F. X.

Departament de Biologia Vegetal (Botànica) de la Universitat de Barcelona
Avda. Diagonal, 645, 08028 Barcelona
E-mail: lchamorro@ub.edu

RESUMEN

En este trabajo se ha comparado la diversidad de la flora arvense de los cultivos de cereal de secano gestionados en fincas ecológicas y convencionales en el Noroeste de la Península Ibérica, concretamente en la zona central de Cataluña. El objetivo ha sido comparar la riqueza florística y la diversidad de la flora arvense en cultivos de cebada y trigo en fincas ecológicas con fincas convencionales próximas, para evaluar el impacto de las diferentes técnicas agronómicas utilizadas y el grado de intensificación del paisaje agrícola sobre la biodiversidad de las especies arvenses. Para ello se seleccionaron diversas fincas ecológicas y convencionales con diferente grado de intensificación del paisaje y se evaluó la diversidad de las arvenses de un promedio de dos parcelas por finca. Dentro de cada parcela se establecieron al azar 5 transectos de 15 m donde se dispusieron 4 cuadros de 1 m², separados cada 5 m, donde se evaluó la riqueza y abundancia de las especies arvenses mediante estimación visual. El análisis de la riqueza florística, la abundancia y la diversidad, revela que, por lo general, los cultivos ecológicos presentan una biodiversidad de especies arvenses más elevada que los convencionales. Finalmente se discute el resultado del análisis de otros factores como la densidad del cultivo, la fertilización, el tamaño de la parcela y la intensificación del paisaje agrícola, en relación con la diversidad de arvenses.

PALABRAS CLAVE: BIODIVERSIDAD, MALAS HIERBAS, CULTIVOS EXTENSIVOS, ROTACIÓN Y MÁRGENES

1 ► INTRODUCCIÓN

En los últimos decenios, los cultivos extensivos de cereales de secano en España, concretamente el trigo y la cebada, han adquirido relevancia al experimentar un elevado incremento tanto en superficie como en producción (MAPA, 2002). Sin embargo, la intensificación a que están sometidos estos cultivos ha llevado consigo la modificación de los paisajes rurales mediterráneos, de un extraordinario valor cultural y ambiental, hacia paisajes monótonos y banales (Bello *et al.* 2002). Además, la fertilización química y el empleo reiterado de grandes cantidades de productos fitosanitarios en que se basa la gestión del monocultivo provoca cambios en las biocenosis, como por ejemplo la progresiva simplificación de las comunidades arvenses (Masalles, 1986; Masalles *et al.*, 1996; Jensen & Kjellsson, 1995).

En los sistemas gestionados mediante técnicas ecológicas, donde la fertilización es orgánica, destaca el aumento de la diversidad de usos del suelo a nivel temporal, mediante las rotaciones, y espacial, con las asociaciones de cultivos, además del mantenimiento de la vegetación natural. La preservación y/o el incremento de la biodiversidad en los sistemas agrícolas son necesarios para conseguir un alto nivel de estabilidad y protección contra las presiones ambientales (Altieri, 1999). En este sentido se argumenta, cada vez más, la importancia de la diversidad de la vegetación arvense dentro de los agroecosistemas para proporcionar un rango más amplio de funciones ecológicas como son, entre otras, la capacidad de respuesta ante las perturbaciones (Naeem *et al.*, 2000) y el control de plagas (Altieri, 1999, Estevez *et al.*, 2000). Afortunadamente, el cultivo de cereales ecológico en España ha ido en aumento en los últimos años, y, en el caso de Cataluña, se ha multiplicado por cinco la superficie de cereales cultivados en régimen ecológico desde 1995 hasta el 2003, existiendo en la actualidad alrededor de 4000 ha entre cereales y leguminosas para grano y barbechos o abonos verdes (según CCPAE, 2003).

Los estudios comparativos entre sistemas gestionados mediante técnicas ecológicas y convencionales, con el objetivo de evaluar el impacto de las diferentes técnicas agrícolas, y poder predecir en un futuro la respuesta de la diversidad frente a los cambios en el uso y el manejo del suelo, ya han empezado a llevarse a cabo en diversos países europeos como Alemania (Friebe y Köpke, 1996), Holanda (Kleijn, 2001) y Gran Bretaña (Wilson *et al.*, 2003).

En este trabajo se ha comparado la diversidad de la flora arvense de los cereales de secano ecológicos y convencionales en Cataluña con el objeto de evaluar el impacto de las diferentes técnicas de manejo agrícola sobre la biodiversidad vegetal y sus consecuencias sobre determinadas funciones ecológicas. Nuestra hipótesis de partida es que la intensificación de las prácticas agrícolas en los cultivos de cereales de secano conlleva una disminución de la diversidad de la vegetación arvense. Este estudio nos proporciona además un catálogo florístico actual de las especies arvenses que habitan en los cultivos de cereales de secano en Cataluña.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

En la primavera de 2003 se seleccionaron 10 fincas ecológicas y 10 convencionales en la zona central de Cataluña, donde abundan cultivos extensivos de cereales, en áreas sometidas a diferentes niveles de intensificación agrícola. Gracias a la información proporcionada por el CCPAE, se seleccionaron las fincas ecológicas con más antigüedad, para asegurar que el agrosistema ecológico tuviera una cierta estabilidad. Se tomó contacto con los agricultores para conocer las técnicas de manejo utilizadas y la historia de cada una de las parcelas y se escogió una finca convencional próxima a cada una de las fincas ecológicas. Para la selección de las parejas de fincas, ecológicas y convencionales, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: 1, que el tamaño y la estructura de las parcelas de ambas fincas, así como las características edáficas y microclimáticas (orientación, pendiente) fueran similares; y 2, que ambas fincas fueran próximas pero evitando el posible efecto del manejo de las parcelas convencionales sobre las ecológicas. Las fincas seleccionadas estaban ubicadas en las comarcas de l'Urgell y Solsonès (Lleida), Conca de Barberà (Tarragona), Bages y Berguedà (Barcelona).

El manejo de las fincas ecológicas estudiadas se basa en una fertilización mediante la aplicación de estiércoles, composts o abonos verdes, en la rotación del cereal con leguminosas o policultivos, y en el control de las arvenses de forma mecánica. Por el contrario, en las fincas convencionales, se practica el monocultivo de cereal, se emplean abonos químicos como fertilizantes y herbicidas para el control de arvenses.

Muestreo

Dentro de cada una de las fincas convencionales y ecológicas se seleccionaron dos parcelas de cultivo de trigo o cebada para evaluar la biodiversidad de las especies arvenses. El muestreo tuvo lugar durante la fase final de desarrollo del cultivo, entre mayo y junio de 2003 y 2004. En cada una de las parcelas se delimitaron un total de 5 transectos de 15 m de longitud, perpendiculares desde el margen de la parcela hacia el interior, con el objeto de abarcar en la prospección diversas áreas sometidas a diferente presión agrícola: desde el borde del cultivo en contacto con el margen hasta la zona central del cultivo. La posición de los transectos se seleccionó al azar, dejando una distancia mínima de separación entre ellos de 20 m.

Dentro de cada uno de los transectos se designaron 4 muestras de 1 m² cada una, separadas por una distancia de 5 metros. El total del área prospectada por cada parcela fue de 20 m². Dentro de cada una de las muestras se evaluó la presencia y abundancia de la vegetación arvense según el método de Braun-Blanquet ligeramente modificado. Este método consistió en asignar un valor de abundancia o recubrimiento para cada especie en una escala de 6 niveles o rangos de abundancia, los cuales fueron transformados a una frecuencia promedio para su posterior análisis (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rangos de abundancia para la toma de datos y frecuencias empleadas en los análisis

RANGO	R	+	1	2	3	4	5
Intervalo de abundancia (%)	0-1	1-5	5-15	15-25	25-50	50-75	75-100
Frecuencia	0,01	0,05	0,1	0,187	0,375	0,625	0,875

La nomenclatura utilizada para las especies vegetales fue la descrita en la “Flora dels Països Catalans” por Bolòs y Vigo (1984). Finalmente, se hizo un estudio de la biodiversidad de los márgenes de cada uno de los transectos, los cuales se clasificaron según su composición vegetal: arbóreos, arbustivos espinosos y no espinosos; herbáceos perennes y anuales.

Análisis de los datos

Para analizar la biodiversidad se calculó para cada parcela y unidad de muestreo (1m²), la riqueza de especies, como el número de especies presentes. Además se calculó el índice *H'* de Shannon y la Equitatividad (J), como medidas de diversidad que tienen en cuenta la abundancia proporcional de estas especies y su equifrecuencia (Magurran, 1989).

También se calculó la frecuencia de aparición de las diferentes especies, en los cultivos ecológicos y convencionales, como la proporción del número de muestras con presencia de dichas especies, del total de las muestras ecológicas y convencionales respectivamente.

La comparación de la riqueza y diversidad de especies (Índice de Shannon y equitatividad) entre parcelas ecológicas y convencionales se llevó a cabo mediante el análisis de la varianza (ANOVA). Se analizó el efecto del factor tipo de manejo agronómico con dos niveles: ecológico y convencional.

El efecto de distancia al margen del cultivo se analizó mediante el ANOVA de 2 factores: manejo agronómico y distancia, este último con 4 niveles: 0, 5, 10 y 15 m. La frecuencia de aparición de las diferentes especies se analizó mediante tablas de contingencia y el estadístico Chi-cuadrado, en relación con el tipo de manejo, ecológico y convencional, y la distancia al margen.

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS-X 11.0 (SPSS, 1999). La normalidad de los datos se testó mediante el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors y la homogeneidad de varianzas mediante el test de Levene. Los datos fueron transformados con objeto de ajustarlos a la distribución normal cuando fue necesario (Sokal & Rohlf, 1989). Para detectar las diferencias entre parcelas y fincas, se utilizó el test de comparación de medias de Tukey con un grado de significación de $P < 0,05$.

3 ▶ RESULTADOS

Diversidad de arvenses dentro de la parcela

En la biodiversidad vegetal de los cultivos de cereales se han contabilizado un total de 192 especies arvenses, 176 especies en las parcelas ecológicas y 126 en las convencionales. Del total de especies, 27 son características de la vegetación arvense de los campos de cereales (Bolòs y Vigo, 1984), de las cuales 13 de ellas están ausentes en las parcelas convencionales, como por ejemplo la tamarilla (*Rapistrum rugosum*). El análisis de la riqueza de arvenses entre cultivos ecológicos y convencionales revela que el número total de especies presentes por parcela es significativamente más elevado en las parcelas ecológicas, con un promedio \pm desviación estándar de $42,6 \pm 9,5$ que en las convencionales, con $25,6 \pm 8,9$ especies por parcela ($F=33,6$; 1g.l.; $p<0,001$).

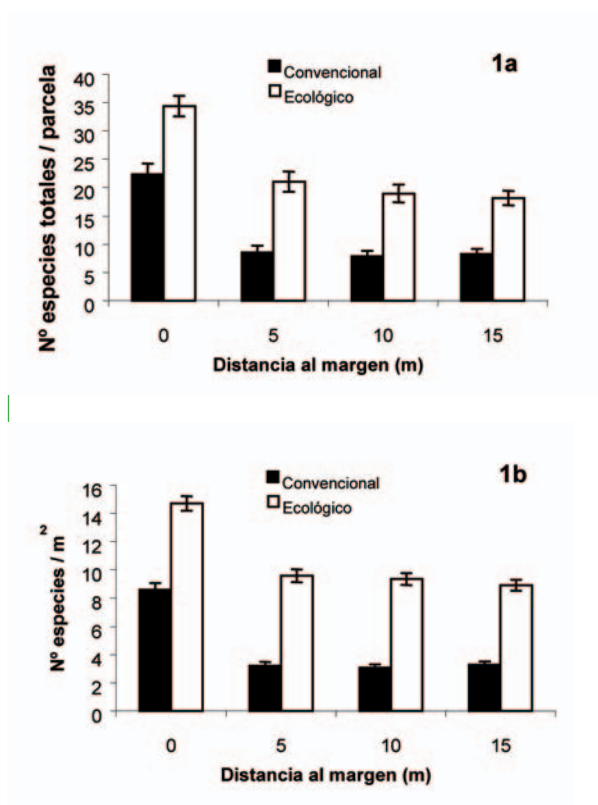


Figura 1a y 1b. Número de especies acumuladas por parcela (a) y por muestra -1 m^2 (b) en cada una de las distancias al margen en cultivos de cereal ecológicos en blanco, y convencional, en negro. Las barras indican promedios \pm el error estándar.

Sin embargo, el análisis de los índices de diversidad de Shanon –H– y la equitatividad –J– no mostraron diferencias significativas entre tipos de manejo agronómico. La diferencia en el número de especies arvenses entre las parcelas ecológicas y convencionales se observó también en cada una de las distancias prospectadas.

En los dos tipos agronómicos la riqueza de especies fue significativamente mayor en la zona del primer metro adyacente al margen que en el resto del campo, a partir de los 5 metros del margen hacia el interior (Figuras 1a y 1b).

Cuadro 2. Frecuencia y abundancia de las arvenses en las parcelas ecológicas y convencionales

Especie	FRECUENCIA (%)			ABUNDANCIA (%)	
	Ecológico	Convencional	p(X ²)	Ecológico	Convencional
<i>Lolium rigidum</i> Gaud.	68,3	58	0,003	17,01	8,85
* <i>Polygonum aviculare</i> L.	80	38	< 0,001	10,84	3,00
* <i>Papaver rhoeas</i> L.	82,5	32,5	< 0,001	14,18	7,04
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	33,8	18	< 0,001	10,41	7,68
<i>Anagallis arvensis</i> L.	38	13	< 0,001	2,83	1,92
<i>Avena sterilis</i> L.	30,8	19	< 0,001	6,44	6,84
* <i>Polygonum convolvulus</i> L.	27,5	19,3	0,007	3,72	2,13
<i>Linaria spuria</i> (L.) Mill.	31,5	12,0	< 0,001	4,06	1,54
<i>Medicago lupulina</i> L.	33,0	2,8	< 0,001	5,71	2,09
<i>Chenopodium album</i> L.	27,3	6,3	< 0,001	4,13	1,56
<i>Medicago polymorpha</i> L.	23,5	3,8	< 0,001	19,55	4,05
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	20	5,5	< 0,001	16,28	8,14
<i>Fumaria officinalis</i> L.	14,8	9,8	0,04	3,78	3,58
* <i>Galium aparine</i> L.	9,3	13,8	n.s. (0,059)	5,13	5,91
* <i>Galium tricorutum</i> Dandy	17	1,8	< 0,001	6,21	4,29
* <i>Viola arvensis</i> (L.) Murray	10,8	7,5	n.s. (0,14)	5,55	2,23
<i>Lepidium draba</i> L.	10,8	1	< 0,001	12,77	6,50
* <i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.	10,5	0	< 0,001	10,92	-

* Indica especies características de los sembrados según Bolòs y Vigo (1984)

En las parcelas ecológicas, el total de especies en el primer metro adyacente al margen es de $34,4 \pm 8,1$, con un promedio de $14,7 \pm 5,1$ especies/m², mientras que en las parcelas convencionales desciende a $22,3 \pm 8,6$ y con un promedio de $8,6 \pm 4,5$ especies/m².

La mayoría de especies arvenses aparecen con más frecuencia en los campos ecológicos que en los convencionales, si bien hay excepciones como *Galium aparine* y *Viola arvensis* (Cuadro 2). Las especies más frecuentes en los cereales, tanto en parcelas ecológicas como en convencionales, fueron la amapola (*Papaver rhoeas*), el cien nudos (*Polygonum aviculare*) y el vallico (*Lolium rigidum*), si bien en orden inverso y con una frecuencia menor en los convencionales.

El análisis de la frecuencia de aparición de las especies con respecto a la distancia desde el margen reveló que algunas especies son más frecuentes en el metro contiguo al margen, mientras otras se distribuyen uniformemente, siendo este patrón para algunas especies diferente en campos ecológicos y convencionales (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tipos de distribución de las especies arvenses respecto la distancia al margen

MAYOR FRECUENCIA CERCA DEL MARGEN QUE EN EL INTERIOR			FRECUENCIA UNIFORME
Conv. y ecológicos	Sólo en convencionales	Sólo en ecológicos	
<i>Sonchus</i> spp <i>Anacyclus clavatus</i> <i>Fumaria officinalis</i>	<i>Papaver rhoeas</i> <i>Convolvulus arvensis</i> <i>Anagallis arvensis</i> <i>Galium aparine</i> <i>Veronica persica</i> <i>Veronica hederifolia</i> <i>Viola arvensis</i>	<i>Lolium rigidum</i>	<i>Polygonum aviculare</i> <i>Aveste sterilis</i> <i>Polygonum convolvulus</i> <i>Linaria spuria</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Verbena officinalis</i>

Diversidad de márgenes

Los márgenes de los cultivos de cereal prospectados, tanto ecológicos como convencionales, están formados principalmente de vegetación herbácea, ya sea anual, con elevada presencia de especies ruderales como *Hordeum murinum*, *Bromus diandrus* y *B. madritensis*, o bien perenne, como las gramíneas *Brachypodium phoenicoides* o *Elymus pungens* (Figura 2). Sin embargo son las parcelas convencionales las que presentan mayor frecuencia de márgenes ruderales, al igual que también presentan una mayor frecuencia de márgenes limpios (14% frente a un 2% en las parcelas ecológicas). Dentro de los márgenes de tipo leñoso, los setos de espinos formados principalmente por *Rubus ulmifolius*, *Prunus spinosa*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna* están presentes en mayor medida en las parcelas ecológicas que en las convencionales. Los márgenes arbóreos están formados

principalmente por especies forestales de la zona, *Quercus ilex* o *Quercus faginea*, o bien *Ulmus minor*, con algunos árboles dispersos del género *Prunus* (*P. domestica*, *P. dulcis*) o *Acer monspesulanum*.

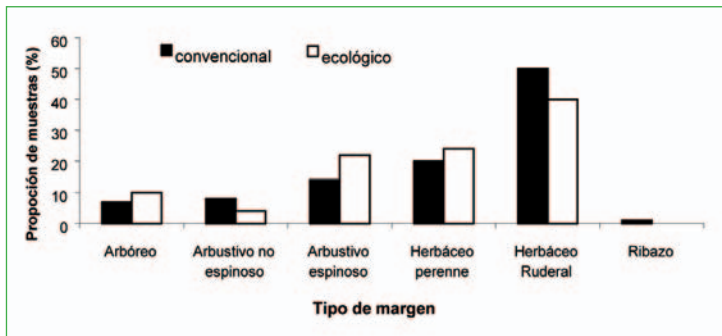


Figura 2. Proporción de los diferentes tipos de márgenes de los cultivos de cereal ecológicos, en blanco, y convencionales, en negro.

4 ► DISCUSIÓN

La importancia de la gestión de las áreas cultivadas ha sido reconocida como un factor que puede explicar la riqueza de especies y la diversidad de las comunidades en las parcelas agrícolas. Diversos autores han constatado como un aumento de la intensificación en las prácticas agrícolas, a causa sobretudo del aumento en el uso de los pesticidas, hace disminuir la diversidad de la fauna (Burel y Baudry, 2002) y de la flora y de las comunidades arvenses (Wilson *et al.*, 2003; (Masalles, 1986; Masalles *et al.*, 1996) incluyendo los bancos de semillas (Jensen y Kjellsson, 1995).

En este estudio se pone de manifiesto la elevada biodiversidad de la vegetación arvensa en los cultivos de cereal de secano gestionados de forma ecológica en comparación con los cultivos convencionales. El cultivo ecológico de cereales de secano en Cataluña, no solamente aumenta la diversidad de especies cultivadas, mediante las rotaciones o asociaciones de cultivos, sino que la riqueza y abundancia de especies arvenses que habitan en los cultivos ecológicos son mucho más elevadas que en los convencionales. Resultados similares tras comparar la flora arvensa de fincas orgánicas y convencionales han sido observados también en Alemania (Gruber *et al.*, 2000) y Dinamarca (Hald, 1999) donde la abundancia y la diversidad de la flora arvensa es mayor en las fincas orgánicas.

La mayor concentración de especies arvenses en los metros adyacentes al margen se puede explicar por el menor impacto de las labores agronómicas con respecto al interior del campo, especialmente en los cultivos convencionales (Hald, 1999).

Sin embargo no parece apropiado otorgar a este cinturón exterior de los sembrados convencionales un papel importante, en lo que a conservación de la vegetación segetal se refiere, dada la reducida superficie que ocupa. El aumento de la diversidad de hábitats naturales y de la riqueza de flora en los cultivos tiene importantes consecuencias sobre el equilibrio de la biocenosis, y en especial en la diversidad de insectos (Kleijn *et al.*, 2001; Bakker y Berendse, 1999; Alomar 2003).

5 ► CONCLUSIONES

La riqueza florística de los cultivos de cereal de secano gestionadas mediante técnicas ecológicas en Cataluña es más elevada que en los gestionados de forma convencional, incluyendo gran parte de las especies características de la vegetación mesícola. La mayor diversidad florística se encuentra en los primeros metros adyacentes al margen del cultivo en los dos tipos de manejo agronómico.

6 ► AGRADECIMIENTOS

Queremos dar nuestro más sincero agradecimiento todos los agricultores que han colaborado con nosotros de manera desinteresada, especialmente a E. Aguilera, M. Sala, E. Ballarà, F. Biosca, J. Bòria, J. Garriga, J. Gibal, M. Irla, J. Morros, J. Soler y L. Tarés. Además, queremos agradecer la colaboración del Consell Català de la Producció Agrària Ecològica (CCPAE) para la selección de las áreas y fincas. Este trabajo ha sido subvencionado por el proyecto REN2003-07320/GLO (I+D+I) del Ministerio de Ciencia y Tecnología. A. Romero ha disfrutado de una beca FPU del Ministerio de Educación, Ciencia y Deporte.

7 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALOMAR 2003**

Control biológico por conservación y gestión del hábitat. Conferencia Plenaria Invitada. III Congreso Nacional de Entomología Aplicada, Ávila. 111-106.

- **ALTIERI, M. 1999**

The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74, 19-31.

- **BAKKER, J. O. Y BERENDSE, F. 1999**

Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathland communities. *Trends Ecol. Evol.* 14, 63-68.

Biodiver. Banc de dades virtual de biodiversitat dels Països Catalans. Departament de Biologia Vegetal de la Universitat de Barcelona i Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya. (Barcelona).

<<http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>> (Consulta: 2003).

• **DE BOLÓS, O. Y VIGO, J. 1984**

Flora dels Països Catalans. Vol. I. Editorial Barcino. Barcelona.

• **BUREL, F. Y BAUDRY, J. 2002**

Ecología del paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones. Ediciones MundiPrensa. Pp. 347.

CCPAE Consell Català de la Producció Agrària Ecològica. Estadístiques. (Barcelona) <<http://www.ccpae.org>> (Consulta: 2004).

• **COLLINS, W. W. Y QUALSET, C. O. 1999**

Biodiversity in agroecosystems. CRC Press. Pp. 334.

• **ESTÉVEZ, B. ET AL. 2000**

Use of landscape ecology in agroecosystem diversification towards phytoprotection. *Phytoprotection* 81, 1-14.

• **GRUBER, H. ET AL. 2000**

Influence of farming system on weeds in thresh crops of a six-year crop rotation. *Zeitschrift Fur Pflanzenkrankheiten Ujnd Pflanzenschutz-Journal of Plant Diseases and Protection* 33–40.

• **HALD, A. B. 1999**

Weed vegetation (wild flora) of long established organic versus conventional cereal fields in Denmark. *Annals of Applied Biology* 134, 307–314.

• **JENSEN, H. A., KJELLSSON, G. 1995**

Fropuljens storrelse og dynamik I moderne landbrug I. Aedringer af froindholdet I agerjord 1964–1989.

• **KLEIJN, D. ET AL. 2001**

Agri-environment schemes and their contribution to the conservation of biodiversity in England. *J. Appl. Ecol.* 35, 955-960.

• **MAGURRAN, A. 1989**

Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedral. 200 pp.

• **MAPA 2002**

Hechos y cifras del sector agroalimentario y del medio rural español. 6ª edición revisada. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

• **MASALLES, R. M. ET AL. 1996**

Flora alóctona de origen americano en los cultivos de Cataluña. *An. Jard. Bot. Madrid* 54, 567–588.

• **MASALLES, R. M. 1986**

Consideracions sobre l'estudi i la classificació de les comunitats arvenses. *Acta Botanica Barcinonensis* 37, 281-288.

• **NAEEM, S. ET AL. 2000**

Plant diversity increases resistance to invasion in the absence of covarying extrinsic factors. *Oikos* 91, 97-108.

• **SOKAL, R. R. Y ROHLF, F. J. . 1989**

Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. Freeman and Co. New York. Pp. 859

• **SPSS 1999**

SPSS for Windows. Versión 9.0.1. Chicago.

• **WILSON, W. L.; ABERNETHY, V. J.; MURPHY, K. J., ADAM, A.; Mc CRACKEN, D. I.; DOWN, I. S.; FOSTER, G. N.; FURNESS, R. W.; WATERHOUSE, A. Y RIBERA, I. 2003**

Prediction of plant diversity response to land-use change on Scottish agricultural land. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 94: 249-263.

EL USO DE UNA MÁQUINA DE DESHERBADO ROTATIVA DE EJE VERTICAL EN UNA PLANTACIÓN DE PERALES

CIRUJEDA, A. Y TABERNER, A. ⁽¹⁾

Departament d'Hortofructicultura, Botànica i Jardineria. Universitat de Lleida
Avda. Alcalde Rovira Roure, 191. 25198 Lleida
E-mail: cirujeda@hbj.udl.es

⁽¹⁾ Servei de Sanitat Vegetal. Unitat de Malherbologia
Avda. Alcalde Rovira Roure, 191. 25198 Lleida
E-mail: taberner@hbj.udl.es

RESUMEN

Se ha utilizado una máquina de desherbado rotativa de eje vertical marca Ferri para eliminar la cubierta vegetal bajo los árboles. Se ha evaluado la eficacia de la misma sobre diferentes especies de hierbas, así como la persistencia del control. Para ello se disponía de una plantación de pera variedad blanquilla de unos 20 años de edad, con riego por inundación y en la que la cubierta vegetal había sido segada durante todos estos años. La eficacia sobre hierbas anuales fue muy elevada incluso cuando éstas habían alcanzado alturas de hasta 120 cm. La eficacia fue menor sobre especies perennes como *Convolvulus arvensis* o *Cardaria draba*. El hecho de remover el suelo provocó la germinación de plántulas de diversas especies que no germinaron en las parcelas testigo. En este año, especialmente lluvioso, fue necesario pasar la máquina 3 veces entre abril y julio. Debido a que el sensor de desplazamiento del apero es muy delicado, se produjo una elevada selectividad hacia el cultivo sin dañar los árboles. Se confirma que se trata de un apero muy útil en plantaciones con una flora de plantas anuales pero menos indicada en casos con una abundante flora de plantas perennes.

PALABRAS CLAVE: ESPECIES ANUALES, ESPECIES PERENNES, CONTROL MECÁNICO Y PERSISTENCIA

1 ► INTRODUCCIÓN

El espacio de tiempo más problemático en el desherbado con métodos físicos en frutales es el de los dos primeros años de plantación. Este problema se plantea en plantaciones en agricultura ecológica pero también en convencional o en integrada, ya que en este período de tiempo apenas hay herbicidas registrados para su uso y los árboles son sensibles a su utilización (2001).

Se requiere un desherbado preciso, que sea capaz de eliminar vegetación pequeña y que sea respetuoso con los árboles recién plantados. Además, se pretende desherbar la mínima superficie como sea posible afín de lograr las ventajas que ofrece una cubierta verde (Dominguez Gento *et al.*, 2002).

Cuando se utilizan métodos mecánicos, se requiere que la máquina sea capaz de detectar de forma muy sensible y rápida al árbol recién plantado. Por ello, en lugar de utilizar las máquinas utilizadas en plantaciones adultas como lo son la segadora de cuchillas o la picadora, se prefiere el uso de máquinas de desherbado rotativas de eje vertical. Estas máquinas, dotadas de sensores hidráulicos de desplazamiento del mecanismo de desherbado, cumplen con estas funciones.

Se tiene un primer conocimiento de la falta de eficacia de los métodos mecánicos para el control de especies perennes y se supone un buen control de las especies anuales, tanto dicotiledóneas como gramíneas. Sin embargo, no existen estudios que evalúen la eficacia de estas máquinas y su persistencia.

Con el presente ensayo se pretende realizar una primera evaluación de una máquina de este tipo, para lo que se prueba su eficacia en una plantación adulta de perales variedad Blanquilla de Aranjuez, infestada por una variada representación de las malas hierbas más frecuentes en la zona de cultivo de frutales de Lleida.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó sobre una plantación de perales de 20 años de edad variedad Blanquilla de Aranjuez.

En la presente comunicación se exponen los resultados obtenidos al realizar dos pases de la máquina. Las fechas y condiciones están descritas en el Cuadro 1. Se escogieron dos filas de árboles contando 13 árboles por fila. A un lado de cada fila se realizó un único pase de la máquina cada vez mientras que en otro se repitió el tratamiento inmediatamente después (ida y vuelta). Se dejó un tramo en cada fila sin desherbar como parcelas testigo (Figura 1). Se realizaron conteos de las hierbas presentes mediante cuadros de 0,1 m² cada tercer árbol.

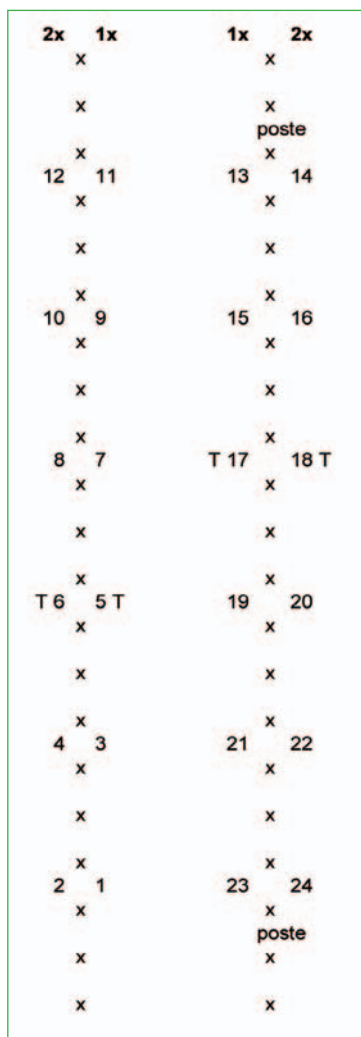


Figura 1. Croquis del ensayo. Los números indican los puntos de muestreo. X: árbol. 1x: pase sencillo del apero, 2x: pase doble del apero. T: testigo.

La máquina utilizada en el ensayo fue de la marca Ferri, provista de dos discos giratorios cada uno con 3 púas metálicas de 8 cm de longitud y 10 mm de diámetro, que trabajaban a una profundidad de 2 cm. La velocidad de rotación de la toma de fuerza al accionar a dichos discos fue de 540 rpm. La franja desherbada tenía una anchura de 60 cm a ambos lados de las filas.

La flora presente incluía especies anuales y perennes. El Cuadro 2 recoge la descripción de las mismas antes de cada tratamiento. Antes del segundo tratamiento la flora fue muy similar a la descrita antes del primer tratamiento (Cuadro 2) si bien cabe destacar que *Bromus catarthicus* y *Sonchus oleraceus* habían alcanzado un gran desarrollo, llegando a 80-120 cm de altura. Para evaluar la eficacia del primer tratamiento se realizó un conteo inmediatamente después del pase de la máquina utilizando y de nuevo a los 21 días del pase (13/04/04). Para evaluar la eficacia del segundo tratamiento se realizó también un conteo inmediatamente después, a los 15 días (03/06/04) y a los 43 días (01/07/04). A los 64 días (22/07/04) se realizó una evaluación visual de biomasa. En todas las ocasiones también se evaluó la cobertura del suelo por las hierbas en cada punto de muestreo.

La eficacia se evaluó comparando el número de plantas en las zonas desherbadas con el número de plantas en las zonas no desherbadas (testigo). También se evaluó mediante la comparación del grado de cobertura comparando con el testigo.

Cuadro 1. Descripción de los momentos de tratamiento

FECHA	DESCRIPCIÓN
22/03/04	Día soleado, viento del noroeste, 12°C. Suelo témpero. Quedan agregados de unos 5-10 cm después del tratamiento. Suelo compactado.
15/05/04	Día soleado, sin viento, con 26° C de temperatura, después de un periodo de frecuentes lluvias. Suelo seco. Quedan agregados de 3 cm o menores tras pasar el apero.

Cuadro 2. Descripción de la vegetación antes del primer tratamiento

ESPECIE	TIPO DE ESPECIE	DESCRIPCIÓN
<i>Bromus catharticus</i>	Gramínea anual	Desde 2 hojas a ahijado con una altura de 15-25 cm.
<i>Cardamine hirsuta</i>	Dicotiledónea anual	En floración, con una altura de 15 cm.
<i>Cardaria draba</i>	Dicotiledónea perenne	De 6 hojas hasta floración con una altura de 10 cm.
<i>Convolvulus arvensis</i>	Dicotiledónea perenne	En brotación, con una longitud de 3 cm.
<i>Lamium amplexicaule</i>	Dicotiledónea anual	En floración.
<i>Picris echinodes</i>	Dicotiledónea anual	En 3-4 hojas.
<i>Rumex crispus</i>	Dicotiledónea perenne	En brotación con alturas de hasta 25 cm.
<i>Senecio vulgaris</i>	Dicotiledónea anual	En floración con una altura de 5-20 cm.
<i>Sonchus oleraceus</i>	Dicotiledónea anual	En roseta de 20 cm de diámetro.
<i>Trifolium repens</i>	Dicotiledónea perenne	En vegetación con unos 5-20 cm de altura.
<i>Veronica persica</i>	Dicotiledónea anual	En floración, con una altura de hasta 25 cm.

3 ▶ RESULTADOS

En los Cuadros 3 y 4 se recogen los resultados de eficacia observados en el ensayo, distinguiendo entre especies gramíneas, dicotiledóneas, perennes y anuales. El día 19/05/04 que correspondería a 36 días tras el tratamiento ya no se observaron diferencias entre las parcelas testigo y las tratadas. Por ello se realizó el nuevo tratamiento.

A los 64 días tras el segundo tratamiento se observó una eficacia según la cobertura ocupada por vegetación muy baja de 27% y 37% para el pase sencillo o doble, respectivamente. En cambio, teniendo en cuenta la biomasa la eficacia fue de 71 y 77%, respectivamente, es decir que las plantas germinadas nuevas eran todavía muy pequeñas 64 días tras el segundo tratamiento. Se observó que en ambos tratamientos la eficacia inicial fue de entre 65 y 90% dependiendo del tipo de evaluación. Las especies mejor controladas fueron tanto las dicotiledóneas como las gramíneas anuales. Las especies peor controladas fueron las perennes, ya que rebrotaron fácilmente. En el primer tratamiento la persistencia fue de alrededor de 30 días mientras que tras el segundo tratamiento fue algo más larga, ya que tras 43 días todavía se observaba una eficacia de alrededor del 50% evaluando la cobertura. No obstante, la germinación de numerosas nuevas plántulas fuerza a repetir el tratamiento próximamente.

Cuadro 3. Eficacia (%) observada en cada una de los dos tratamientos de pase sencillo (1x) y doble (2x) en la primera intervención del día 13/04/04. T: días tras tratamiento

TIPO DE EFICACIA	T+0		T+22	
	1 X	2 X	1 X	2 X
Eficacia según el grado de cobertura	74,2	88,6	62,4	77,6
Eficacia según conteos				
Total	65,0	70,5	57,9	75,1
Eficacia sobre perennes	-4,0	12,0	-45,0	-15,0
Eficacia sobre dicotiledóneas anuales	86,3	95,4	74,0	88,0
Eficacia sobre gramíneas anuales	55,0	56,0	74,9	90,3
Eficacia negativa por nuevas germinaciones	-	-	-396,0	-412,0

Cuadro 4. Eficacia (%) observada en cada una de los dos tratamientos de pase sencillo (1x) y doble (2x) en la segunda intervención del día 19/05/04

TIPO DE EFICACIA	T+0		T+15		T+43	
	1 X	2 X	1 X	2 X	1 X	2 X
Eficacia según el grado de cobertura	77,5	89,9	56,9	92,4	42,3	55,6
Eficacia según conteos						
Total	77,8	85,9	28,6	44,1	-192,7	-164,5
Eficacia sobre perennes	55,0	60,0	0,6	25,0	-63,0	-10,0
Eficacia sobre dicotiledóneas anuales	91,7	93,1	94,0	70,0	87,5	77,5
Eficacia sobre gramíneas anuales	76,6	97,2	43,8	77,5	90,0	98,9
Eficacia negativa por nuevas germinaciones	-	-	-	-	-467,5	-429,5

4 ► DISCUSIÓN

La flora en la presente parcela contenía abundantes especies perennes adaptadas a la siega que se venía realizando durante los últimos 20 años, aproximadamente. En una plantación joven, en la que parece especialmente interesante utilizar este apero, la composición de la flora probablemente será diferente, incluyendo menos especies perennes

de más fácil control. Los estudios florísticos de Recasens y Taberner (1988) confirman que en los cinco primeros años de una plantación frutal suelen dominar terófitos (plantas anuales que pasan el período desfavorable en forma de semilla) mientras que los hemicriptófitos (especies herbáceas con las yemas persistentes situadas a nivel de suelo) van aumentando con el tiempo. También cabe destacar que la parcela era regada por inundación por lo que el terreno se compactaba tras cada riego. Si en estas circunstancias se consiguieron eficacias de entre 70 y 90% cabe esperar que en una plantación con suelo mullido en riego por goteo éstas serán como mínimo iguales.

Cabe comentar también que el presente apero precisa de un correcto ajuste para cada plantación con el fin de alcanzar la zona central de las líneas de los árboles para que se solapen los pases de ambos lados de la fila. Se ha comprobado la selectividad de dicho apero en cepas de viña jóvenes circundantes por lo que se puede esperar también una elevada selectividad del apero para plantaciones jóvenes de frutales de diámetro de tronco similar.

Respecto a la frecuencia de uso, esta primavera ha sido especialmente lluviosa provocando un gran crecimiento de la vegetación. Fue necesario utilizar el apero entre dos y tres veces entre abril y julio. Cabe esperar que en condiciones más secas sea necesario realizar entre tres y cuatro pases del apero al año.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Sr. Josep Pintó la gran disponibilidad para pasar su máquina en su plantación siempre que se lo hemos pedido. Agradecemos también su dinamismo para probar nuevas técnicas, especialmente las que sean más “naturales”.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **DOMÍNGUEZ GENTO, A.; ROSELLÓ OLTRA, J. Y AGUADO SÁEZ, J. 2002**

Diseño y manejo de la diversidad vegetal en agricultura ecológica. Asociaciones y rotaciones de cultivos. Cubiertas vegetales silvestres y abonos verdes. Setos vivos. En: SEAE y Phytoma (Eds.). Cuadernos de agricultura ecológica.

- **TABERNER, A.; ANGUERA, R.; TARRAGÓ, R. Y CIRUJEDA, A. 2000**

Guía para el control de las malas hierbas 2000. En: Generalitat de Catalunya, SPV (Ed) Guia pel control de les males herbes. Barcelona.

- **RECASENS, J. Y TABERNER, A. 1988**

La vegetation des vergers de la plaine du Segre (Catalogne), I: evaluation floristique, biologique et agronomique des mauvaises herbes. En: VIII Colloque International sur la Biologie, l'Écologie et la Systematique des mauvaises herbes, Dijon, 401-410.

PROPUESTA DE USO DEL COMPOST DE LADOS DE DEPURADORA EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

COLOMBÁS, M.⁽¹⁾; **VERA, J.**⁽¹⁾; **OMS, M.**⁽²⁾ Y **VADELL, J.**⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departament de Biologia, Universitat de les Illes Balears. 07122 Palma de Mallorca
E-mail: jaume.vadell@uib.es

⁽²⁾ TIRME, S.A. Carretera Soller, km. 8,2. 07120 Palma de Mallorca

RESUMEN

La escasez de fuentes de materia orgánica que padecen, especialmente, los agricultores del área mediterránea se ve agravado en las fincas gestionadas de acuerdo a los principios de la Agricultura Ecológica. Se requieren grandes masas de estiércol o compost que muchas veces no está disponible. Además, otras estrategias como los abonos verdes tienen una aplicación limitada en los ambientes áridos y semiáridos.

Hay fuentes de materia orgánica como es el compost de lodos de depuradora para los cuales no se plantea ningún posible aprovechamiento en Agricultura Ecológica, independientemente de las características de estos materiales.

Los lodos de depuradora constituyen uno de los desechos con peor reputación, vinculados casi siempre a contaminación de metales pesados. Esta fama surge a partir de los lodos generados en las grandes ciudades industriales. En cambio, en zonas donde sólo se recogen aguas de origen doméstico, los niveles de metales pesados son muy bajos.

Ante la escasez de materia orgánica que sufren los agrosistemas mediterráneos proponemos que se flexibilice, en la producción agraria ecológica, el uso de fuentes de materia orgánica, como es el caso del compost de lodos de depuradora, ajustándose a unas exigencias equivalentes a las aplicables a otros materiales.

PALABRAS CLAVE: MATERIA ORGÁNICA Y REGLAMENTO CE 2092/91

1 ► CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS Y MATERIA ORGÁNICA

El proceso de transformación de la materia orgánica en el suelo es el resultado de la intervención de varios factores como son la composición química de la propia materia orgánica fresca, las características del suelo, los organismos edáficos, la disponibilidad hídrica, la temperatura y otras acciones que puedan incidir sobre la actividad biológica. Los organismos edáficos (especialmente hongos y bacterias) aprovechan la materia orgánica fresca como fuente alimenticia, transformándola en nuevos componentes orgánicos y generando formas más estables como son las sustancias húmicas que constituyen la materia orgánica del suelo, propiamente dicha (Brady y Weil, 2002).

Las características edafoclimáticas de cada lugar determinan la forma y rapidez en que se producirán los procesos de transformación de la materia orgánica. De hecho, a gran escala el clima es el factor más importante en la diferenciación de los suelos.

Tomando como referencia el continente europeo, en los países del norte la dinámica de transformación de la materia orgánica viene marcado por la temperatura, quedando muchos procesos ralentizados durante los meses de invierno, concentrándose la mayor actividad del suelo en torno a la estación estival cuando las temperaturas son más favorables a los procesos biológicos. La disponibilidad de nutrientes es otro factor relevante; son frecuentes los suelos lavados, con una presencia de bases limitada, que afecta al pH y también a la disponibilidad de ciertos nutrientes aspectos que pueden marcar el devenir de la materia orgánica.

En estas latitudes septentrionales la escasa actividad biológica del suelo durante el periodo frío favorece la conservación de la materia orgánica. La actividad agrícola se desarrolla en un periodo limitado y las bajas tasas de evapotranspiración junto a precipitaciones frecuentes posibilitan que el agua no sea un factor limitante.

Conforme nos dirigimos a latitudes más bajas, las temperaturas son más favorables para los cultivos y organismos edáficos, los periodos de cultivo se alargan y las tasas de evapotranspiración se incrementan.

En contraposición al norte, en el entorno mediterráneo las temperaturas son mucho más favorables para la actividad de los organismos edáficos; del mismo modo ocurre con los suelos, generalmente con una presencia elevada de minerales de arcilla y bases que confieren propiedades químicas favorables (Yaalon, 1997). En estos ambientes el agua es, con frecuencia, el principal factor limitante para la vida edáfica y por ende, de los procesos de transformación de la materia orgánica.

En los ambientes mediterráneos, si bien la estacionalidad es aún marcada, con temperaturas limitantes para ciertos cultivos en invierno y un periodo estival caracterizado por el déficit hídrico, en muchos casos la actividad agrícola se puede prolongar prácticamente todo el año.

La gestión agrícola de las zonas con déficit hídrico estival se encamina a cultivos herbáceos que completan su ciclo antes del verano, realizar un manejo del suelo que permita conservar agua en los meses de verano (cultivos como el olivo, el almendro o la vid) o aportar agua de riego lo que permite mantener el suelo productivo prácticamente todo el año.

Necesidades de materia orgánica en los suelos agrícolas

En el proceso de transformación de los materiales orgánicos, la materia orgánica fresca sufre la transformación por parte de los organismos edáficos (sobretudo hongos y bacterias), liberándose al medio elementos minerales que son aprovechados por los propios microorganismos y las plantas al mismo tiempo que queda una fracción orgánica modificada que constituye el humus del suelo. El humus presente en el suelo, también sufre un proceso de mineralización gradual por lo que se requiere una reposición constante mediante la aportación de distintas fuentes de materia orgánica (Labrador, 2002).

Entre los factores que inciden en las tasas de descomposición de la materia orgánica están las condiciones climáticas (temperatura y disponibilidad de agua), la presencia de elementos minerales que complementan la nutrición de los microorganismos descomponedores, las características de la propia materia orgánica fresca, la textura del suelo y el sistema de laboreo (Brady y Weil, 2001; Loveland y Webb, 2003).

Una de las primeras consecuencias de la roturación de suelos vírgenes es la pérdida de materia orgánica. Las técnicas de cultivo habituales basadas en el laboreo periódico del suelo así como la reducción de las aportaciones de biomasa fresca al suelo suponen una fuerte limitación para mantener niveles de materia orgánica deseables. Este problema es generalizado a nivel mundial traduciéndose en graves problemas de erosión del suelo.

En el documento elaborado por la Comisión Europea sobre la “Estrategia temática para la conservación del suelo” presentada en 2002 se reconoce este problema; la disminución de materia orgánica es especialmente preocupante en las regiones mediterráneas.

En torno al 75% de la superficie total analizada en el sur de Europa tiene un contenido bajo (3,4%) o muy bajo (1,7%) en materia orgánica. Los agrónomos consideran que los suelos con menos de 1,7% de materia orgánica están en fase de “pre-desertificación”. No obstante, este problema no se limita al Mediterráneo ya que en países del norte y centro Europa, aunque de forma menos marcada también se esta produciendo una disminución progresiva del contenido en materia orgánica en parte de sus suelos (Loveland y Webb, 2003).

Aún considerando la importancia de la materia orgánica, tanto para alcanzar un nivel adecuado de fertilidad como para prevenir problemas ambientales debido a la pérdida de funcionalidad del suelo, en Agricultura Ecológica adquiere una relevancia máxima ya que constituye el principal recurso para asegurar la fertilidad y la productividad de los suelos.

Fuentes de materia orgánica en Agricultura Ecológica

En los anexos I y II del Reglamento (CEE) 2092/91 se indican los recursos disponibles para mejorar o mantener los niveles de fertilidad y materia orgánica de los suelos. Los abonos verdes, la aportación de restos de cosechas, la aplicación de estiércol u otro material orgánico procedente de la propia explotación o de otras inscritas en Agricultura Ecológica constituyen las principales fuentes. Excepcionalmente, podrá recurrirse a otros materiales indicados en el anexo II, entre los que podemos señalar el estiércol procedente de ganaderías extensivas, estiércol desecado, compost de desechos domésticos (si se ajusta a las exigencias de niveles de metales pesados), mantillo procedente de cultivos de setas, serrín,...

En muchos casos, esta lista aparentemente amplia, no alcanza a las necesidades de muchos agricultores, especialmente en el área mediterránea. Las necesidades de materia orgánica en los ambientes mediterráneos son elevadas y los recursos reales limitados, tanto por lo que refiere a disponibilidad de ciertos materiales como al precio que pueden alcanzar siendo inviables económicamente. En la mayoría de fincas de Agricultura Ecológica la producción de estiércol y otros materiales compostables es insuficiente. La disponibilidad de estiércoles procedentes de ganadería extensiva y otras fuentes de materia orgánica contempladas en el reglamento no siempre están disponibles y los precios que alcanzan sólo las hacen viables en cultivos con elevados rendimientos (típicamente cultivos de huerta) siendo excesivamente caros para su uso en cultivos extensivos de secano.

Los abonos verdes, una alternativa muy interesante en regiones húmedas, presentan limitaciones en el Mediterráneo al ser el agua el principal factor limitante. Mientras que en cultivos arbóreos o en vid son una opción interesante que permite mantener una cubierta vegetal durante los meses de invierno y aportar materia orgánica el los sistemas extensivos de secano su utilidad es más discutible.

La limitación de los recursos destinados a mejorar los niveles de materia orgánica, ya sea por disponibilidad o por coste económico, hace que muchas tierras tengan niveles inferiores a los deseables para alcanzar una fertilidad adecuada.

Este hecho es especialmente manifiesto en cultivos extensivos de secano, con rentabilidades muy ajustadas pero con demandas de materia orgánica importantes.

En las fincas de regadío, la situación es distinta; la mayor rentabilidad económica de estos cultivos hace que los costes de la materia orgánica no sean un impedimento para su aplicación. En fincas de regadío de cultivo extensivo la limitación de aportes de materia orgánica a 175 kg/ha y año es en algunos casos el mayor problema ya que con condiciones climáticas favorables es posible mantener dos o tres cultivos a lo largo del año en la misma parcela pero el aporte orgánico puede suponer una limitación, a diferencia de los países del norte dónde el cultivo se restringe a unos pocos meses al año pero pudiendo realizar aportación orgánica igual.

2 ► EL COMPOST DE LODOS DE DEPURADORA

Los lodos de depuradora constituyen un material que supone una producción entre 30 y 40 kg de masa seca por habitante y año (Magoarou, 2000). Se trata de un material con un alto potencial fertilizante pero con el riesgo añadido de poder aportar organismos patógenos por lo que se requiere su eliminación previa a la aplicación en los campos. Las redes de alcantarillado actuales en las que se comparten las aguas domésticas con las de origen industrial favorecen un aumento de las concentraciones de metales pesados que afecta a su calidad y aprovechamiento.

Tradicionalmente, los lodos de depuradora tienen muy mala reputación, sobretodo por la presencia de metales pesados en las grandes ciudades. Este hecho ha provocado que en muchas ocasiones lodos de depuradora y metales pesados vayan ligados. Debido a estas limitaciones se han establecido normas para su aprovechamiento agropecuario (Directiva CEE 86/278; Real Decreto 1310/1990). La vinculación de los lodos a contaminación ha provocado que algunas distinciones como la ecoetiqueta (Directiva CEE 488/98) no se contemplen para estos materiales, cualquiera sea el tratamiento a que se hayan sometido. Del mismo modo ocurre con el Reglamento CEE 2092/91 o ciertos sistemas de producción sometidos a programas de trazabilidad de alimentos que evitan el uso de estos materiales por las connotaciones negativas que acarrear. Las características químicas de los lodos de depuradora varían ampliamente en función de su origen, desde los procedentes de zonas industriales o de alcantarillados donde vierte alguna industria potencialmente contaminante hasta los lodos de zonas residenciales sin ninguna presencia industrial o fuente de contaminación.

Los lodos procedentes de aguas estrictamente de origen doméstico o cuando los vertidos industriales están perfectamente controlados la presencia de metales pesados puede quedar reducida a valores cercanos a los estiércoles animales y una vez realizados los correspondientes procesos de eliminación de organismos patógenos son un material con un indudable interés agronómico. El compostaje constituye una vía adicional para atenuar los problemas ambientales que puede generar la aplicación directa de lodos de depuradora. En el artículo 12 de la Orden de 28 de mayo de 1998 sobre fertilizantes y afines se indica que los lodos tratados de depuración, definidos y regulados por el Real Decreto 1310/ 1990, podrán ser utilizados como materia prima del compost, siempre que no superen el 35 por 100 (peso/peso) de la mezcla inicial.

3 ► PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DEL COMPOST DE LODOS DE DEPURADORA

La escasez de fuentes de materia orgánica es una realidad en el área mediterránea. Al mismo tiempo se produce una degradación progresiva de los suelos (Albadalejo y Díez, 1990) en la que la falta de materia orgánica es uno de los principales factores desencadenantes

de los procesos erosivos que en ambientes áridos desemboca en la desertificación. Realizar una gestión ambiental que favorezca la conservación de los suelos es una prioridad en un planeta en el que se pierden alrededor del 0,8% de las tierras cultivadas cada año a causa de la erosión (Pimentel *et al.*, 1995).

La Agricultura Ecológica enfatiza en el mantenimiento de la fertilidad de los suelos en base a una gestión adecuada de la materia orgánica. De esta forma, no sólo se consigue un buen nivel de fertilidad de la tierra y producción de los cultivos sino que además estos suelos pueden desarrollar sus funciones ecológicas naturales como es la regulación del ciclo hidrológico o la retención de iones de manera más eficiente. A pesar de los reconocidos beneficios que genera la materia orgánica su escasez imposibilita que en muchos casos se pueda aplicar en las dosis deseables. Es en las tierras de secano, que ocupan la mayor parte del territorio agrícola del mediterráneo donde estas deficiencias son más patentes sin que los agricultores dispongan de recursos reales para mejorar esta situación que tiene efectos negativos sobre la fertilidad de las tierras y también repercusiones negativas sobre el medio ambiente.

Aprovechar todas las fuentes de materia orgánica es una necesidad para la Agricultura Ecológica. Los lodos de depuradora constituyen un material generado por la sociedad, que permite un aprovechamiento agrícola y que, en función de su procedencia, puede conllevar unos riesgos de contaminación de los suelos en los que se aplican estos materiales.

De forma similar a como se contempla, en el Reglamento (CEE) 2092/91, el uso de compost de residuos sólidos urbanos de recogida selectiva en origen (de forma transitoria hasta 2007), siempre que se ajusten a unos niveles de contenidos en metales pesados (Cuadro 1) es necesario establecer un criterio de uso de los lodos que se genera en las plantas depuradoras de aguas residuales (EDAR) para que estos materiales puedan proseguir un ciclo de la materia en las fincas de Agricultura Ecológica, cuyo sistema agrícola remarca implícitamente la necesidad de asegurar la sostenibilidad de los procesos.

El uso de los lodos de depuradora no puede estar abierto a cualquier material y contemplar el suelo agrícola como un vertedero o apoyarse, simplemente, en la gran capacidad amortiguadora del suelo. Es prioritario establecer los criterios que deben cumplir los lodos de depuradora para poder ser considerados aptos para las tierras agrícolas y asegurarnos que su aplicación no comprometerá la sostenibilidad de estos suelos. Para que estos materiales puedan ser usados es necesaria la detección de todos los puntos críticos en las redes de alcantarillado que nos permitan subsanar o evitar los efluentes con riesgos de contaminación para poder dar un aprovechamiento óptimo a los lodos de depuradora.

En la actualidad muchas depuradoras, que únicamente recogen aguas de zonas residenciales o urbanas sin industria, presentan niveles muy bajos de contaminantes y suponen un material desaprovechado para la Agricultura Ecológica debido a la imposibilidad de uso. El establecimiento de unas normas de uso, estableciendo los niveles críticos de metales pesados,

contaminantes orgánicos y biológicos posibilitaría el disponer de este recurso adicional, que en la agricultura tradicional constituyó una fuente de materia orgánica destacable. El compostaje de los lodos, mezclados con materiales estructurantes como serrín, virutas, restos de poda y jardinería u otros materiales constituye un proceso que posibilita la estabilización de estos materiales al mismo tiempo que se controlan los problemas de contaminación biológica.

En Agricultura Ecológica, aplicando un principio de precaución escrupuloso sobre estos materiales se puede priorizar el uso en aquellos cultivos menos susceptibles de verse afectados por los potenciales elementos contaminantes que tradicionalmente se han atribuido a los lodos de depuradora. Ante la escasez de fuentes de materia orgánica, impedir el uso del compost de lodos de depuradora supone el renunciar a un recurso con un alto potencial como fertilizante al mismo tiempo que se corta el ciclo natural de la materia. Esta reflexión realizada desde países del norte, con habituales problemas de contaminantes industriales en las redes de alcantarillado y con niveles aceptables de materia orgánica en los suelos y elevada presencia ganadera supone una alternativa de escaso interés. En cambio, en el sur, con muchas áreas sin presencia significativa de industrias, escasa cabaña ganadera y niveles insuficientes de materia orgánica del suelo, el compost de lodos de depuradora constituye una alternativa más para resolver estas deficiencias.

Cuadro 1. Concentraciones máximas de metales pesados permitidas en materiales orgánicos por distintas regulaciones

REFERENCIA	ORDEN DE 28 DE MAYO DE 1998 FERTILIZANTES Y AFINES	DIRECTIVA CEE 86/278	DIRECTIVA CEE 488/98 (ECOETIQUETA)	REGLAMENTO CEE 2092/91
Material	Compost de residuos orgánicos	Lodos destinados agricultura	Compost	Compost de desechos domésticos
Cadmio	10	20 a 40	1	0,7
Cobre	450	1000 a 1750	100	70
Niquel	120	300 a 400	50	25
Plomo	300	750 a 1200	100	45
Zinc	1.100	2500 a 4000	300	200
Mercurio	7	16 a 25	1	0,4
Cromo	400	valor no fijado	100	70

La Agricultura Ecológica no puede quedar al margen de la gestión de los RSU, lodos de depuradora y aguas residuales tratadas. Es una exigencia que estos materiales no comprometan

la sostenibilidad de los suelos dónde se apliquen ni la calidad de los cultivos pero del mismo modo es una exigencia hacia el sistema de producción Agricultura Ecológica para que se establezcan vías de utilización de estos materiales y puedan reciclarse o aprovecharse de forma sustentable.

4 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALBADALEJO, J. Y Díez, E. 1990**

Degradación y regeneración del suelo en el litoral mediterráneo español. Experiencias en el proyecto LUCDEME. En: J. Albadalejo, M.A. Stocking, E. Díez (eds.) Degradación y regeneración del suelo en condiciones ambientales mediterráneas. Caja-Murcia, Murcia. 191-214.

- **BRADY, N. C. Y WEIL, R. R. 2001**

The nature and properties of soils. 13a. edición. Pentice Hall, New Jersey (USA).

- **LABRADOR, J. 2002**

La materia orgánica en los agrosistemas. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

- **LOVELAND, P. Y WEBB, J. 2003**

Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. Soil & Tillage Research, 70, 1-18.

- **MAGOAROU, P. 2000**

Urban waste water in europe what about the sludge? En: H. Langenkamp, L. Marmo (eds.). Workshop: Problems around sludge. Proceedings 8 p., EUR 19657.

- **PIMENTEL, D.; HARVEY, C.; RESOSUDARMO, P.; SINCLAIR, K.; KURZ, D.; Mc NAIR, M.; CRIST, S.; SHPRITZ, L.; FITTON, L.; SAFFOURI, R. Y BLAIR, R. 1995**

Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. Science, 267, 1117-1123.

- **YAALON, D. H. 1997**

Soils in the Mediterranean region: what makes them different? Catena, 28, 157-169.

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD COMPETITIVA DE DIFERENTES VARIEDADES DE TRIGO EN CULTIVO ECOLÓGICO

DE LUCAS BUENO, C. Y SÁNCHEZ DEL ARCO, M. J.

Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria (IMIA)
Finca 'El Encín'. Apartado 127. 28800 Alcalá de Henares (Madrid)
E-mail: carmen.delucas@imia.madrid.org / maria.sanchez@imia.madrid.org

RESUMEN

Con objeto de evaluar el comportamiento de variedades de trigo blando (*Triticum aestivum* L.) adecuadas para cultivo ecológico, se ha llevado a cabo un ensayo donde se ha estudiado su capacidad competitiva frente a las malas hierbas en la finca 'El Encín' (IMIA, Alcalá de Henares, Madrid) durante la campaña 2003/2004. Se han elegido 8 variedades de diferente procedencia y antigüedad, y se ha utilizado avena cultivada como mala hierba.

Los tratamientos considerados han sido: a) trigo testigo (sin competencia), b) mala hierba testigo (sin competencia), y c) trigo y mala hierba en competencia.

Tras evaluar parámetros como biomasa, altura, fecundidad de avena, y rendimiento del trigo, se han encontrado diferencias entre variedades en cuanto a su capacidad competitiva, lo que sugiere que hay que tener en cuenta este aspecto a la hora de la elección de la variedad. Por otra parte, las variedades adecuadas para cultivo ecológico pueden ser diferentes de las adecuadas para convencional.

PALABRAS CLAVE: CULTIVAR, MALAS HIERBAS, AVENA, HABILIDAD COMPETITIVA Y CEREALES

1 ► INTRODUCCIÓN

La importancia de las medidas culturales en la protección del cultivo es en agricultura ecológica si cabe más importante que en la convencional. En este sentido, el uso de variedades como una herramienta en el manejo de las malas hierbas se ha investigado en nuestras condiciones semiáridas en cultivo convencional (Torner *et al.*, 1984; González Ponce, 1988). En cambio apenas se encuentran trabajos que estudien este aspecto de las variedades en agricultura ecológica. Por otra parte, hasta la fecha tan solo existen dos variedades de trigo blando incluidas en la base nacional de datos de semillas ecológicas del MAPA (Gonzálvez, 2004).

En el presente trabajo el objetivo es la evaluación de la capacidad competitiva de diferentes variedades de trigo blando (*Triticum aestivum* L.) en condiciones ecológicas.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la finca ‘El Encín’, (IMIA, Alcalá de Henares, Madrid) durante la campaña 2003/ 2004, en condiciones ecológicas, y tras cultivo de guisante como abono verde. Se eligieron 8 variedades de trigo de diferente procedencia y antigüedad, y se sembraron el 17 Diciembre de 2003 con microsembradora, a la misma densidad de 350 semillas/ m² (Cuadro 1).

Como mala hierba, se sembraron 50 semillas/m² de avena cultivada (*Avena sativa*) (M33/02, procedencia IMIA), con gran desarrollo, alta y de mediana precocidad.

Cuadro 1. Origen de las variedades de trigo elegidas, y dosis de siembra empleadas

VARIEDAD	ALBARES	MARIUS	MARIS HUNTSMAN	MARIS WIDGEON	PANÉ 247	PEGASSOS	TEXEL	SOISSONS
Procedencia ¹	España	Francia	Reino Unido	Reino Unido	España	Alemania	Francia	Francia
Fecha 1ª inscripción ¹	1985	1976	1973	1973	anterior a 1970	1994	1992	1988
Dosis siembra (kg/ha)	123	122	174	203	114	117	120	110
Densidad siembra (semillas/m ²)	350	350	350	350	350	350	350	350

¹ Según Catálogo comunitario (<http://www.gnis.fr>), e información del IMIA.

Tanto la mala hierba como el trigo, se sembraron en competencia (juntas) y en ausencia de competencia (separadas). El diseño fue de bloques al azar con tres repeticiones. Cuando las panículas de avena habían ya emergido y el grano de las espiguillas estaba en formación (4-6 junio), se midió la altura de las plantas y se tomaron muestras de marcos de 0.5*0.5 m² para determinar su biomasa y fecundidad. De manera similar se midió la altura y la biomasa del cultivo. La cosecha final se realizó el 4 de julio 2004, con microcosechadora, y posteriormente también de forma manual para determinar los componentes del rendimiento.

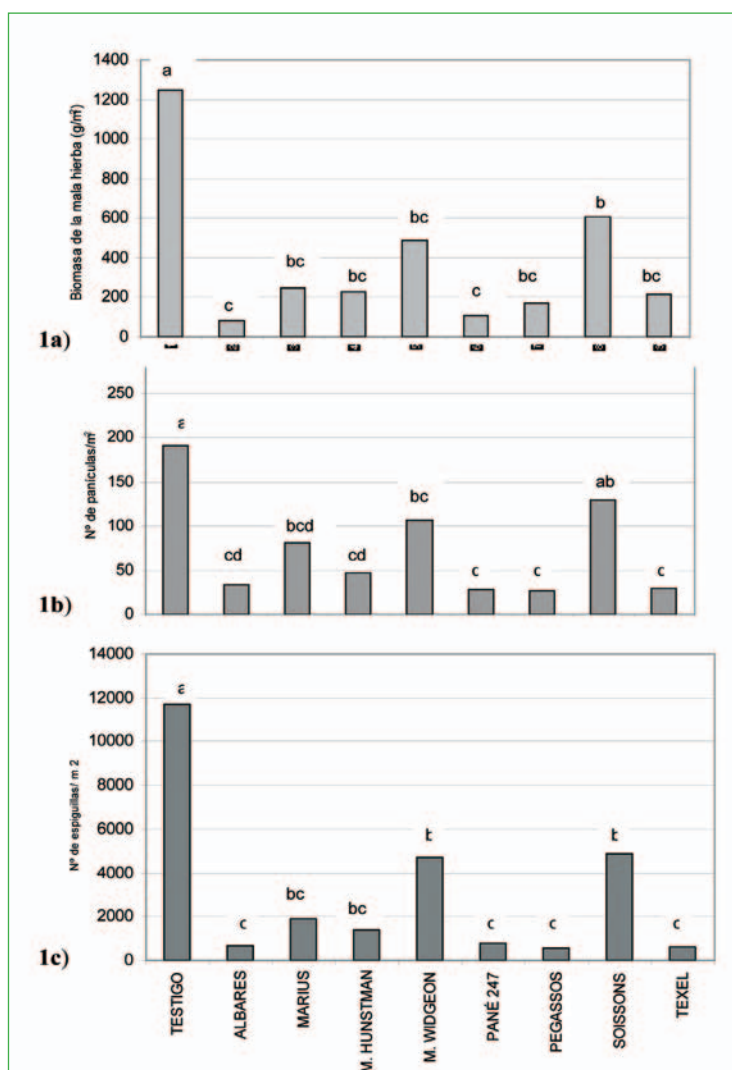


Figura 1a, 1b y 1c. Parámetros de la mala hierba (avena cultivada), testigo y en competencia con diferentes variedades de trigo.

3 ▶ RESULTADOS

Mala hierba

En la mala hierba (*Avena sativa*) se ha evaluado su biomasa, nº de panículas/m² y nº de espiguillas/m² en las parcelas testigo (sin competencia) y en las parcelas en competencia con cada una de las variedades de trigo. Los análisis de varianza realizados han mostrado diferencias significativas respecto al testigo y también entre las variedades de trigo (Figura 1a, 1b y 1c). En todas las variedades se ha producido una disminución de la biomasa, nº de panículas y nº de espiguillas de la avena, respecto al testigo. En las variedades Pané 247 y Albares, la biomasa de avena se ha reducido 93% y 91% respectivamente, por tanto éstas serían las variedades que ejercen mayor efecto supresor sobre la mala hierba. En Maris Widgeon y Soissons esta disminución ha sido del 61% y 51% respectivamente, siendo por ello estas variedades las de menor efecto supresor (Figura 1a).

En cuanto al número de panículas y espiguillas producidas en la avena en competencia (Figura 1b y 1c) se observan los mismos efectos.

Rendimientos del trigo

Los análisis de varianza realizados en los rendimientos de trigo, han mostrado diferencias según la variedad (Figura 2). En las parcelas de trigo sin competencia y en las que están en competencia, las variedades más productivas han sido Pané 247, Marius y Albares.

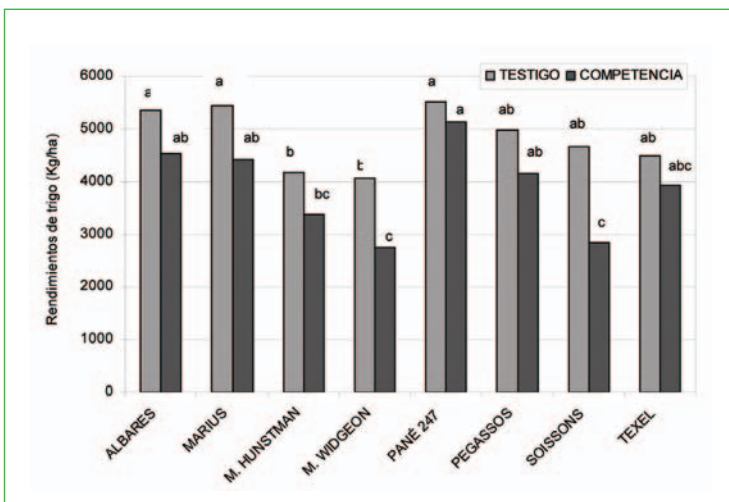


Figura 2. Rendimiento del trigo (kg/ha) en respuesta a la competencia con la mala hierba.

Las menos productivas han sido M. Hunstman y M. Widgeon. Los rendimientos sin competencia han variado entre 5.514 Kg/ha y 4.049 Kg/ha. En las parcelas en competencia estos valores han pasado a estar entre 5.123 Kg/ha y 2.742 Kg/ha.

Valores con la misma letra dentro del mismo tratamiento (testigo o competencia) no son significativamente diferentes al nivel de 5%, según LSD.

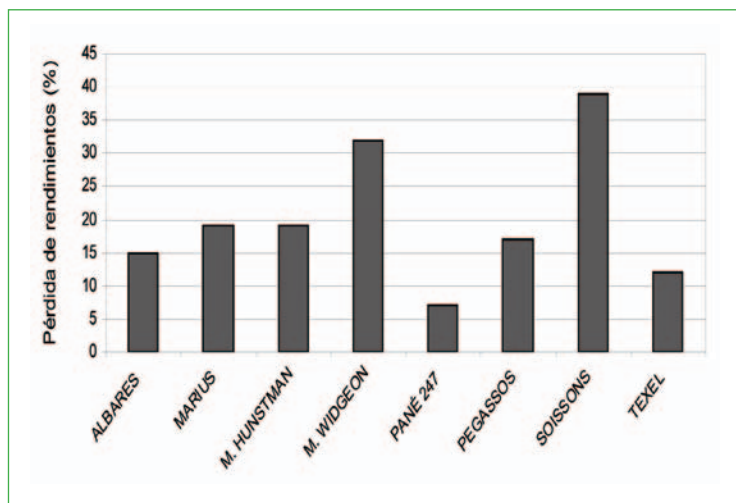


Figura 3. Pérdidas de rendimiento del trigo (%).

Las pérdidas de rendimiento debido a la competencia (Figura 3), obtenidas en la variedad Pané 247 han sido del 7%. En M. Widgeon y Soissons dichas pérdidas han alcanzado el 32% y 39% respectivamente. Estos datos tienen una relación directa con el alto efecto supresor (Pané 247) o bajo efecto supresor (M. Widgeon y Soissons) que ejercen dichas variedades sobre la mala hierba.

Parámetros del trigo

Tanto en los trigos sin mala hierba como en competencia, las variedades de mayor biomasa han sido Albares, Marius y Pané 247. Las de menor han sido Texel y M. Widgeon, aunque las únicas diferencias significativas se han encontrado en competencia (Cuadro 2). La disminución de la biomasa causada por la mala hierba ha sido del 36% en M. Widgeon y del 11% en Marius, siendo por tanto estas variedades, la menos y la mas tolerante respectivamente.

En cuanto a las alturas han mostrado diferencias significativas todas las variedades, tanto cuando están en competencia como cuando no lo están. Las de mayor altura han

sido Pané 247, M. Widgeon y M. Huntsman. Las de menor Soissons y Texel (Cuadro 2). Este carácter de la variedad no parece tener relación directa en este ensayo con su efecto supresor sobre las malas hierbas, y apenas si se ha visto afectado por la presencia de malas hierbas. Valores con la misma letra dentro del mismo tratamiento (testigo o competencia) no son significativamente diferentes al 5% según LSD.

Cuadro 2. Biomasa (g/m²) y altura final (cm) del trigo

	BIOMASA (g/m ²)				ALTURA (cm)			
	TESTIGO		EN COMPETENCIA		TESTIGO		EN COMPETENCIA	
ALBARES	1452	ns	1252	a	90	e	90	d
MARIUS	1425	ns	1272	a	93	d	93	d
M. HUNSTMAN	1307	ns	1042	ab	108	b	108	c
M. WIDGEON	1262	ns	807	b	110	b	110	b
PANÉ 247	1346	ns	1095	ab	123	a	123	a
PEGASSOS	1251	ns	851	b	100	c	95	d
SOISSONS	1272	ns	980	ab	82	f	82	e
TEXEL	1130	ns	848	b	83	f	78	f

4 ► DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se han encontrado diferencias significativas en la habilidad competitiva entre variedades de trigo evaluadas tanto en su habilidad a tolerar las malas hierbas como en su aspecto de carácter supresor. De mayor a menor capacidad a tolerarlas orden es: Pané 247 > Albares > Marius > Pegassos > Texel > M. Huntsman > Soissons > M. Widgeon.

Las variedades con mayor efecto supresor sobre la mala hierba han sido Pané y Albares, y las de menor Maris Widgeon y Soissons. Así, en Albares la mala hierba ha producido 685 espiguillas/m² y en Soissons, 4885 espiguillas/m² (Figura 1c). Esta reducción de la fecundidad de la mala hierba puede ser muy relevante en agricultura ecológica ya que contribuye a mantener el banco de semillas de malas hierbas en unos niveles razonables.

A pesar de hacer este ensayo con avena cultivada, con menor capacidad competitiva que la avena loca, el rango de pérdidas de rendimiento ha sido amplio, variando entre el 7% en

la variedad Pané 247 y 39% en la variedad Soissons. En otros trabajos, se han encontrado diferencias en pérdidas de rendimiento entre variedades de trigo y Avena fatua L. como mala hierba, del 28 al 37% en cultivo convencional (Torner *et al.*, 1984).

Pané 247 y Albares, de origen español, son las que llegaron antes al espigado y a maduración, a diferencia de las más tardías, Maris Widgeon y Maris Huntsman, obtenidas en Reino Unido. En cebada, algunos autores han encontrado (Ruiz *et al.* 2000) que los caracteres días a espigado, maduración y altura están relacionados con parámetros geográficos. En nuestro caso, posiblemente las variedades españolas debido a su precocidad, en el periodo desde espigado a maduración del grano, no llegaron a sufrir tanto el daño causado por la avena. Por el contrario, Maris Widgeon y Maris Huntsman podrían haber sido las más afectadas en dicho periodo al encontrarse más retrasadas. La biomasa de la planta y el vigor inicial parecen también tener relación con la capacidad competitiva.

La variedad de la que más semilla certificada se utiliza en agricultura convencional (Soissons), con 15% del total de semilla certificada, (AETC y MAPA, 2003), en este experimento, en cambio, ha resultado ser la más afectada por la presencia de la mala hierba, ya que las pérdidas de rendimiento llegan hasta el 39%. Las variedades adecuadas para cultivo ecológico pueden ser diferentes de las adecuadas para convencional.

Es útil el disponer de un amplio abanico de semillas de variedades de trigo aptas para cultivo ecológico y de una base de datos donde se incluya información sobre sus características agronómicas.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha realizado gracias al proyecto WECOF (Strategies of Weed Control in Organic Farming), QLK5-CT-2000-01418.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

• AETC Y MAPA 2003

Encuesta de calidad de los trigos españoles. Cosecha 2003. 12pp. Gnis: Base de datos de variedades del catalogo europeo de semillas [http://www.gnis.fr/pages/frame3_0.htm]

• GONZÁLEZ PONCE, R. 1988

Competition between *Avena sterilis* ssp. *macrocarpa* Mo. and cultivars of wheat. *Weed Research* 28, 303-307.

• GONZÁLEZ, V. 2004

Oferta y disponibilidad de semillas ecológicas en España. [www.agroecologia.net/informes/ofertassemillaseco.pdf].

- **TORNER, C.; FERNÁNDEZ QUINTANILLA, C. Y NAVARRETE, L. 1984**

Tolerance and competitive ability of winter wheat cultivar in presence of *Avena sterilis* L. ssp *ludoviciana* Dur. En: Proceedings 3rd EWRS Symposium on Weed Problems in the Mediterranean area Oeiras Portugal 109-115.

- **RUIZ, M; CARRILLO, J. M. Y VARELA, F. 2000**

Relaciones entre algunos parámetros geográficos y caracteres agro/morfológicos y bioquímicos en una muestra de cebadas locales españolas (*Hordeum vulgare* L.). [http://www.ipgri.cgiar.org/publications/pgnewsletter/12rela_es.htm].

REGULACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN CULTIVO ECOLÓGICO DE MANZANA DE SIDRA

DÍAZ, J. A. Y DAPENA, E.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario

Apartado 13. 33300 Villaviciosa (Asturias)

E-mail: diazja@serida.org / enriquedf@serida.org

RESUMEN

Uno de los principales problemas de la producción de manzana de sidra es el suministro irregular de manzana debido a la fuerte alternancia de cosechas, que tiene efectos negativos adicionales sobre la calidad de la manzana, así como riesgo de rotura de ramas, en ambos casos como consecuencia de la sobrecarga de fruto en los años de mayor producción. A fin de encontrar alternativas económicamente viables en el ámbito de un cultivo ecológico de manzano de sidra se estudió en el año 2003 la capacidad del polisulfuro de calcio (PSC), de un aceite blanco de verano (ABV) y de la técnica de eliminación selectiva de unidades de fructificación, denominada extinción, para reducir la carga de fruta y regularizar la producción del manzano de sidra.

Con la aplicación del PSC no se logró reducir la carga respecto al testigo (7,3 frutos/cm² y 7,5 frutos/cm² respectivamente), con el tratamiento de ABV se redujo ligeramente la carga de frutos a 6,4 frutos/cm², mientras que con la técnica de extinción se logró reducir significativamente la carga a 4,7 frutos/cm², evitándose además la rotura de ramas que sí tuvo lugar en los árboles de las otras modalidades y testigos. Por otra parte, con la técnica de extinción y los dos productos empleados se logró aumentar de modo significativo el peso medio del fruto frente al testigo. Como PSC y ABV apenas disminuyeron la carga de fruto, el incremento del peso medio del fruto en los árboles tratados con dichos productos, trajo consigo una mayor producción respecto al resto, aunque sin llegar a ser significativa.

En cuanto a la regulación de la fructificación, solamente con la técnica de extinción se consiguió lograr retorno de flor en el año 2004.

PALABRAS CLAVE: MANZANO, REGULACIÓN, FRUCTIFICACIÓN, EXTINCIÓN, ACLAREO, POLISULFURO DE CALCIO Y ACEITE BLANCO DE VERANO

1 ► INTRODUCCIÓN

La producción de manzana de sidra en Asturias está sometida a una fuerte alternancia de cosechas que impide que los años pares puedan cubrirse las necesidades de materia prima para la elaboración de sidra con manzana autóctona, lo que tiene una importante repercusión económica, y consecuencias en el desarrollo de la Denominación de Origen Protegida Sidra de Asturias. Además la sobrecarga de producción puede ocasionar la rotura de ramas y puede incidir negativamente en la calidad de los frutos.

Desde el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario de Asturias (SERIDA) se ha acometido el problema desde una doble orientación: por un lado, se ha abordado la evaluación del tipo de fructificación de los recursos fitogenéticos disponibles y puesto en marcha un programa de mejora destinado a obtener y seleccionar material vegetal de producción regular (Dapena y Blázquez, 2002 y en prensa).

Por otro lado, a corto plazo, se busca disponer de productos o técnicas que permitan regular eficazmente la producción en las plantaciones de manzano ya existentes.

Dentro de esta segunda estrategia, una de las líneas de trabajo se centra en encontrar soluciones para los productores de manzana ecológica. La única opción autorizada en fruticultura ecológica, que resulta eficaz actualmente es el aclareo manual, que implica unos requerimientos muy grandes de tiempo y supone un elevado coste (Warlop, 2002), por lo que resulta necesario disponer de otras alternativas.

Con ello se evitarían también algunos de los problemas derivados de su incorrecta aplicación, bien por realizarse demasiado tarde (poco después de la caída fisiológica de fruto), puesto que los frutos deberían retirarse lo antes posible en las tres o cuatro primeras semanas tras la floración para que el aclareo sea más efectivo (Dennis, 2003) o porque se dejan demasiados frutos.

En algunos trabajos recientes se ha comenzado a experimentar la utilización de productos autorizados en agricultura ecológica para otros usos, cuya acción produce la oclusión del pistilo durante la floración y en consecuencia perturban la fecundación y reducen el cuajado. Entre los productos utilizados se encuentran el permanganato potásico, el aceite de colza, aceites minerales de invierno y verano, jabones potásicos y el caldo sulfocálcico (Blokma y Jansonius, 2001; Warlop, 2002). Otra línea de actuación consiste en la eliminación selectiva de unidades de fructificación, mediante la denominada técnica de extinción (Lauri *et al.*, 2000)

En el presente trabajo estudiamos la capacidad de aclareo de fruto y de regulación de la producción de la técnica de extinción y de dos productos que tienen una acción de quemado de órganos florales en la fase de floración, polisulfuro de calcio (PSC) y aceite blanco de verano (ABV).

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Productos y técnicas utilizados

Se utilizaron los productos de aclareo PSC 18,5% p/v de la casa “Luqsa” al 4%, y ABV 83% p/v de “Lainco S.A.” al 2%. Ambos productos se aplicaron una sola vez en plena floración (F₂), el día 30 de abril de 2003. La extinción se realizó eliminando unidades florales completas hasta dejar una carga de 6 inflorescencias por cm² de sección de rama. También se realizó el 30 de abril de 2003. El día 2 de junio se aclararon manualmente las inflorescencias restantes, dejando un solo fruto por inflorescencia.

Material vegetal

El ensayo se realizó en una finca de producción ecológica de manzana de sidra de 1 ha en Sariego (Asturias), en árboles de la variedad asturiana de producción alternante *De la Riega*, sobre portainjertos MM.106 y con sistema de formación en eje. Los árboles fueron plantados en 1998 y tenían en el invierno de 2003 un diámetro medio de 27,3 cm a 40 cm sobre el punto de injerto. Como testigos se emplearon árboles que no fueron tratados. Se utilizaron 6 árboles por tratamiento, distribuidos totalmente al azar.

Controles

Antes de efectuar los tratamientos se valoró el índice de floración de cada árbol, utilizando una escala de 0-5, se contó el número de puntos vegetativos y florales en dos ramas de cada árbol y se estudió la evolución de inflorescencias y frutos cuajados a los 15 y 60 días (después de la caída fisiológica). En la época de la recolección se pesó la producción y se calculó el peso medio de la fruta en cada árbol. El peso medio de fruto de cada árbol se determinó a partir de 50 frutos elegidos al azar. El número de frutos de cada manzano se estimó teniendo en cuenta la producción y el peso medio de fruto de cada árbol. Se consideró como carga de un árbol el número de frutos por unidad de sección de tronco, medida a 40 cm sobre el punto de injerto. En el periodo de floración de 2004 se volvió a determinar el índice de floración global de cada árbol y se realizó el recuento de puntos vegetativos y florales en dos ramas.

Análisis

Se efectuaron análisis de varianza (ANOVA) de los tratamientos y se aplicaron test de Duncan para comparar los tratamientos entre sí. También se realizó prueba t para comparación de pares de medias.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La carga de fruta de los árboles tratados con PSC fue de $7,3 \pm 2,2$ frutos/cm² y la de los tratados con ABV de $6,4 \pm 2,4$ frutos/cm², algo menor que la de los testigos ($7,5 \pm 3,0$ frutos/cm²). Al no ser suficiente el nivel de aclareo hubo que realizar un aclareo manual de los ejes en la parte apical para evitar roturas. En los árboles en los que se realizó la eliminación selectiva de unidades de fructificación hasta seis frutos por cm² de sección de rama, y posterior aclareo a un fruto por inflorescencia, la carga final fue de $4,7 \pm 0,7$ frutos por cm² de sección de tronco, no siendo necesario intervenir en los ejes para evitar roturas. La disminución de la carga de fruta en los árboles que se aplicó la extinción respecto a los testigos, a pesar de la variabilidad de éstos, fue significativa al 10 % (prueba t, $p=0,055$), .

El peso medio del fruto fue significativamente menor en los árboles testigo ($F= 9,591$; $g.l.= 23$; $P<0.01$) (Figura 1). Las diferencias entre los árboles en los que se aplicaron productos de aclareo y aquellos en los que se aplicó la técnica de extinción de unidades de fructificación no resultaron significativas al 5 %, pero sí al 10 %, .

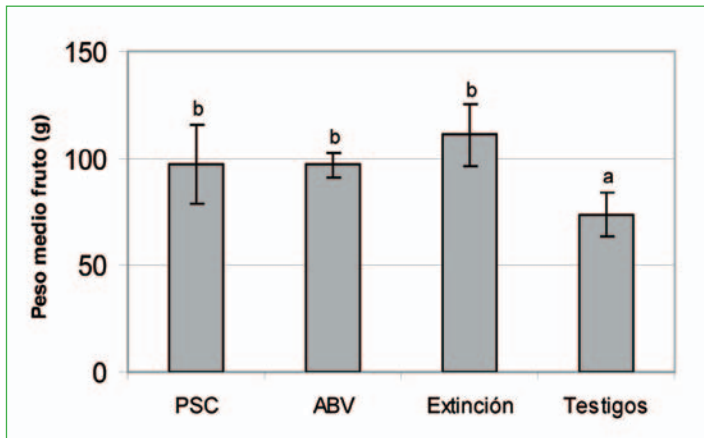


Figura 1. Peso medio del fruto (g) de los árboles de De la Riega tratados con Polisulfuro de Calcio (PSC), Aceite Blanco de Verano (ABV) y la técnica de "Extinción". Columnas con la misma letra no son significativamente diferentes (test de Duncan $P<0,05$).

No se registraron diferencias significativas a nivel de producción entre los tratamientos y los árboles testigos, aunque en los que se aplicó PSC y ABV tendió a ser mayor (Figura 2).

Los retornos de floración fueron nulos tanto para los árboles tratados con PSC como para los tratados con ABV, como para los testigos. Los únicos manzanos que tuvieron flor en la primavera de 2004 fueron aquellos en los que se había aplicado la técnica de extinción (salvo en uno de ellos), variando los índices de floración entre 0,5 y 2 con un valor medio de 0,8.

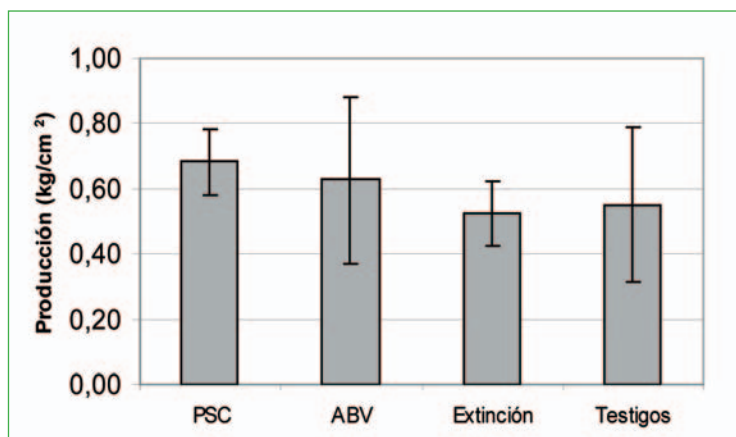


Figura 2. Producción (kg/cm² de sección de tronco 40 cm sobre el punto de injerto) de los árboles de De la Riega tratados con Polisulfuro de Calcio (PSC), Aceite Blanco de Verano (ABV) y la técnica de "Extinción".

Este índice de floración se considera insuficiente para obtener una buena cosecha en otoño, máxime si tenemos en cuenta que las condiciones climatológicas en el periodo de floración fueron adversas. A nivel de rama en 2004 la carga se corresponde con valores que no superan una inflorescencia por centímetro cuadrado de sección, mientras que la situación de partida, en la primavera de 2003, era de más de 20 inflorescencias/cm² para estos mismos árboles, no obstante hasta octubre no se podrá conocer el nivel productivo alcanzado.

En otros trabajos también se observó que en ocasiones la eficacia de estos productos de aclareo puede ser limitada (Warlop, 2002, Vilajeliu y Batllori, 2004) y que la misma es bastante dependiente de las condiciones climatológicas (Warlop, 2002).

En próximos trabajos deberán ensayarse distintas dosis, momento y número de aplicaciones de estos y otros productos, así como el momento de ejecución de la técnica de regulación de la fructificación (extinción). También será necesario considerar los niveles de fertilización de los árboles, ya que en un trabajo reciente Jansonius *et al.* (2004) muestran una incidencia importante de las condiciones nutricionales de éstos sobre el retorno de floración.

4 ► CONCLUSIONES

Con los tres tratamientos se consiguió mejorar el peso medio de fruto respecto al testigo. De los tres tratamientos ensayados, el único con el que se obtuvo retorno de floración fue con la técnica de extinción de unidades de fructificación, aunque será necesario optimizar su utilización.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al propietario de la finca su colaboración en los ensayos y al INIA y la Consejería de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias la financiación del proyecto INIA RTA 02-50-C2, en cuyo marco se ha desarrollado este trabajo. También deseamos agradecer a Marcos Miñarro y Alfonso F. Ceballos la revisión de este texto.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **BLOKSMA, J. Y JANSONIUS, P. J. 2001**

Lime sulfur as a flower thinning agent in organic fruit growing. Louis Bolk Institute, publication nº LF61.

- **DAPENA, E. Y BLÁZQUEZ, M. D. 2002**

Conservación, evaluación, selección y mejora de los recursos filogenéticos del banco de germoplasma de manzano del SERIDA. *Fruticultura profesional*, 128. 65-72.

- **DAPENA, E. Y BLÁZQUEZ, M. D.**

(En prensa) Improvement of the resistance to scab, rosy apple aphid and fire blight in a breeding programme of cider apple cultivars. *Acta Horticulturae*

- **DENNIS JR., F. 2003**

Flowering, Pollination and Fruit Set and Development. En: D.C. Ferre, I.J. Warrington (Eds) *Apples: Botany, Production and Uses*. CAB International; Oxon (Reino Unido), 153-166.

- **LAURI, P. E.; KELNER, J. J.; DELORT, F.; FOUILHAUX, L.; LEPINASSE, J. M.; LAURENS, F. Y BELOUIN, A. 2000**

Conduite de l'arbre fruitier. Les principes de l'extinction. *Réussir Fruits et Légumes*, 190, 43-44.

- **JANSONIUS, P. J.; ZANEN, M. Y BLOKSMA, J. 2004**

Effect of thinning times, fertilisation and bearing. Annual Report 2003 LBI organic fruit growing research. LBI, publication LF 78.

- **VILAJELIU, M. Y BATLLORI, L. 2004**

Técnicas de aclareo y regulación de la producción en manzano de mesa compatibles con la agricultura ecológica. Monográfico de la Jornada de transferencia de resultados de investigación del Programa de Manzano. SERIDA, 17 de marzo de 2004.

- **WARLOP, F. 2002**

Regulation de la charge du pommier en agriculture biologique. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 34 (3): 201-203.

- **WEIBEL, F. Y HÄSEL, A. 2003**

Organic Apple Production with Emphasis on European Experiences. In: D.C. Ferree and I.J. Warrington. *Apples, Botany, Production and Uses*. CAB International, Oxon, UK.

ESTUDIO DE LA FERTILIDAD DE UNA PLANTACIÓN DE NARANJOS ECOLÓGICOS VALENCIANOS CON DIFERENTES MANEJOS DEL SUELO

DOMÍNGUEZ GENTO, A.⁽¹⁾; RAIGÓN, M. D.⁽²⁾; GUERRERO, C.⁽²⁾ Y BERENGUER, A.⁽¹⁾

⁽¹⁾ La Vall de la Casella, Coop.V.; Grup d'Experimentació d'AE de la Unió de Llauradors i Ramaders

⁽²⁾ Escuela Técnica Superior del Medio Rural y Enología, Universidad Politécnica de Valencia
Avda. Blasco Ibáñez, 46010 Valencia. Telf.: 963877347
E-mail: mdraigon@qim.upv.es / cargueva@qim.upv.es

RESUMEN

Uno de los principales objetivos de la agricultura ecológica consiste en mantener o incrementar la fertilidad del suelo a largo plazo, lo cual se consigue mediante prácticas de manejo adecuadas, como pueden ser la práctica conjunta de la fertilización orgánica y el uso de cubiertas vegetales asociadas al cultivo principal.

Se ha realizado durante cuatro campañas un seguimiento de la fertilidad del suelo y del cultivo de naranjas Newhall en Valencia. Los tratamientos fueron el uso de abonos verdes como cubiertas vegetales permanentes, junto a la dosificación del estiércol, comparando con parcelas laboreadas durante la época de primavera-verano y parcelas sin dosificar el estiércol. Entre los resultados destaca el aumento de la materia orgánica en todos tratamientos. El fraccionamiento del abonado orgánico en dos fechas es la alternativa más favorable por la mejor disponibilidad de los macronutrientes y el aumento de la actividad biológica del suelo, además disminuye el efecto de la vecería, aunque la producción en estas parcelas es ligeramente inferior a las de sin dosificar. Entre las cubiertas y el laboreo no parece existir diferencias significativas, aunque el uso de los abonos verdes puede haber influido en una mayor incidencia de *Phytophthora*, en un terreno que era muy pesado.

PALABRAS CLAVE: FERTILIDAD, MATERIA ORGÁNICA , DOSIFICACIÓN, CUBIERTAS VEGETALES, ABONOS VERDES Y CÍTRICOS

1 ► INTRODUCCIÓN

La Agricultura ecológica es un movimiento que coopera con la naturaleza, con el cual se garantizan la seguridad alimentaria y el uso sostenible de los recursos. Se trata de una agricultura basada en el conocimiento tradicional y en técnicas, que respetan el medio ambiente.

Una de las principales aportaciones de la agricultura ecológica consiste en la visión de la agricultura como un ecosistema. El suelo es fundamental para el conjunto del ecosistema, la estructura y las funciones de sus componentes, y es concebido como parte principal y compleja del agrosistema, el cual posee unos componentes fisicoquímicos y biológicos, del equilibrio de los cuales depende la nutrición y, directa o indirectamente, la salud de la planta. La fertilidad y la actividad biológica del suelo se mantienen y se incrementan por medio de acciones tales como el cultivo de abonos verdes (mayoritariamente leguminosas, gramíneas y crucíferas), la incorporación al terreno de abonos orgánicos (residuos de cosecha, restos de poda, estiércol, compost, etc.) y un buen manejo del suelo (mínimo laboreo).

Debido al interés de la mejora de la fertilización en la producción ecológica de cítricos, y la falta de datos científicos básicos en condiciones mediterráneas, se planteó estudiar la influencia de distintas dosis de abonados orgánicos y su fraccionamiento en el suelo de cultivo en diferentes épocas, sobre una plantación de naranjos ecológicos de la variedad Newhall, con el fin de estudiar la adecuada dosificación de la fertilización orgánica para el mejor desarrollo del agrosistema. A su vez, se incluyó el manejo de cubiertas vegetales en el cultivo para observar la influencia de éstas sobre la fertilidad del suelo y su adaptación a las condiciones de la parcela.

Para llevar a cabo los objetivos indicados se realizaron análisis de distintos parámetros físico-químicos de los suelos. Asimismo, se analizaron los contenidos en determinados elementos minerales en las hojas, para observar el estado nutricional de los árboles y la respuesta de éstos a los distintos tratamientos ensayados. Además, se ha determinado el rendimiento en producción de cada uno de los tratamientos.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se dispuso de una parcela de naranjos Navel var. Newhall, perteneciente al término municipal de Alzira (Valencia). La plantación posee un total de 120 árboles de 22 años de edad y está injertada sobre mandarina Cleopatra. El suelo es de textura franco-arcillosa y básico. El tipo de riego utilizado es por inundación, de pozo propio (capa freática a unos 5-10 m). La parcela está inscrita como ecológica desde el año 1994 y la ejecución del ensayo se inició en la primavera del año 2000.

La parcela se dividió en cuatro subparcelas homogéneas, de manera que cada una de ellas poseía aproximadamente el mismo número de árboles, realizando 4 repeticiones formadas por 3 árboles cada una. Cada subparcela fue destinada a un tipo de tratamiento de fertilización (figura 1). Así, la dosis establecida de abonado orgánico (18.000 kg/ha) se aporta de forma fraccionada en los tratamientos A y B, incorporando al terreno una primera dosis de 12.000 kg/ha durante el mes de febrero y una segunda dosis de 6.000 kg/ha durante el mes de septiembre. En los tratamientos C y D la dosis establecida se aporta de una sola vez en el mes de febrero (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tipos de abonos orgánicos utilizados, dosis y época de aplicación

TRATAMIENTOS	ABONO ORGÁNICO	DOSIS	ÉPOCA DE APLICACIÓN
A y B (Dosificado)	Estiércol de caballo Estiércol de oveja en saco	12.000 kg/ha 6.000 kg/ha	Febrero - Marzo Septiembre - Octubre
C y D (Sin dosificar)	Estiércol de caballo + Estiércol de oveja en saco	18.000 kg/ha	Febrero - Marzo

En cuanto a la cobertura vegetal, en los tratamientos A y C se realizó una siembra en una dosis de 80 a 100 kg/ha de mezcla de especies en 1999. Las distintas especies vegetales fueron ray-grass inglés (*Lolium perenne*), festuca (*Festuca arundinacea*), trébol blanco (*Trifolium repens*), trébol pratense (*Trifolium pratense*), cebada (*Avena sativa*), veza (*Vicia sativa*) y guisante (*Pisum sativum*).

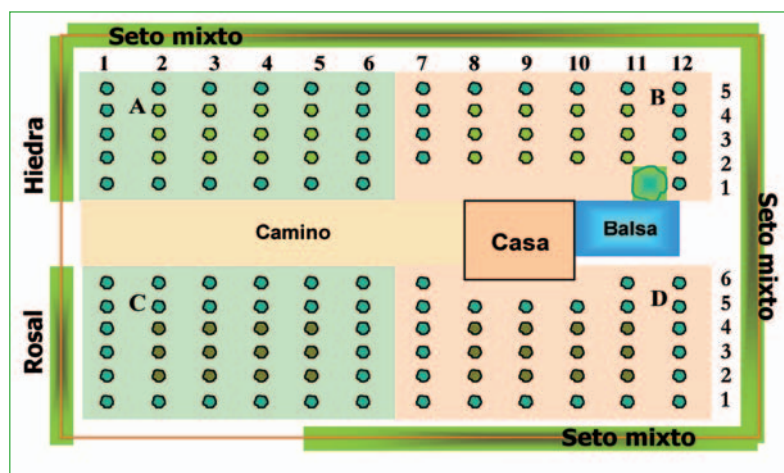


Figura 1. Distribución de los tratamientos en la parcela

En el momento del estudio (campaña 2002-2003), la especie predominante en el terreno era el *Lolium perenne*, además de las especies espontáneas propias del lugar. En los tratamientos B y D, si bien no se realizó esta práctica, se mantuvo la flora arvense propia del terreno, compuesta mayoritariamente por agret (*Oxalis pes-caprae*), que es una especie invernal, por lo que el suelo permanece desnudo durante el verano en estos dos tratamientos. La siega de la cobertura vegetal se realiza en primavera.

Para la toma de muestras del suelo, se tuvo en cuenta la subdivisión en cuatro zonas de la parcela en función de la superficie, las aportaciones de abonado y la permanencia de la cubierta vegetal, decidiendo tomar tres muestras de suelo por tratamiento. Los parámetros analizados en suelos han sido: textura (MAPA, 1994); pH (Chapman y Pratt, 1961); conductividad eléctrica (MAPA, 1994); contenido en carbonatos totales (MAPA, 1994); materia orgánica, determinada mediante el método de Walkey y Black, (MAPA, 1994); actividad enzimática del suelo, determinada mediante el método de la fosfatasa alcalina (Tabatabai y Bermner, 1969); contenido en nitrógeno total, determinado mediante el método Kjeldahl; contenido en fósforo asimilable, determinado por espectrofotometría UV-visible, midiendo la absorción de luz visible monocromática a 660 nm (Pérez García *et al.*, 1991) y contenido en potasio asimilable, determinado por extracción con acetato amónico (MAPA, 1994).

Para el análisis de hojas de los cítricos se han tomado las hojas viejas, considerando como tales las hojas adultas del ciclo vegetativo, tomando en todas las direcciones del árbol, la tercera o cuarta hoja, contando desde el ápice del brote correspondiente y siempre en ramas sin fruto. El número de hojas se determina de acuerdo con el trabajo de Maquieira *et al.* (1982), que establece dicho número en quince o dieciséis hojas/árbol, por lo que se procesaron aproximadamente 192 hojas por tratamiento, teniendo en cuenta las cuatro repeticiones por tratamiento, compuestas por 3 árboles cada una.

Los parámetros analizados en el material vegetal han sido: contenido en nitrógeno total, determinado mediante el método Kjeldahl; contenido en fósforo, determinado por espectrofotometría UV-visible a 430 nm (MAPA, 1994); contenido en potasio, cuya determinación se basa en la emisión espectral del potasio que se mide a 760 nm en fotómetro de llama (MAPA, 1994); y el contenido en hierro, determinado colorimétricamente por medio de la o-fenantrolina, método adaptado de Sandell (1950). En todas las campañas estudiadas, el muestreo, tanto de suelos como de material vegetal, se realizó en el mes de enero, con la parada fisiológica de los árboles, época recomendada para realizar los análisis.

3 ▶ RESULTADOS

En el siguiente apartado se representarán y discutirán los resultados que han sido más significativos.

Análisis de suelos

En el cuadro 2, se exponen algunos de los datos correspondientes a los suelos, para orientar sobre las propiedades del mismo y que aportan información del terreno a tener en cuenta, ya que en el suelo existe una relación dinámica entre sus parámetros.

Cuadro 2. Valores de pH, conductividad eléctrica, carbonatos totales y materia orgánica del suelo según tratamientos

TRATAMIENTO	pH (H ₂ O)	CE (dS/m)	CaCO ₃ (TOTALES)	MATERIA ORGÁNICA (%)
A	8,28	0,161	29,69	4,14
B	8,27	0,170	28,79	3,72
C	8,29	0,124	29,81	4,27
D	8,32	0,113	30,77	4,42
Promedio	8,29	0,142	29,76	4,14
Diagnóstico	Básico	No salino	Ligeramente alto	Alta

La actividad biológica del suelo se ve favorecida con el fraccionamiento del abonado orgánico (Figura 2). Existe una tendencia a tener mayor actividad enzimática en las parcelas en las cuales se dosifica la materia orgánica, posiblemente debido a la mayor disponibilidad de materia orgánica en un lapso de tiempo mayor.

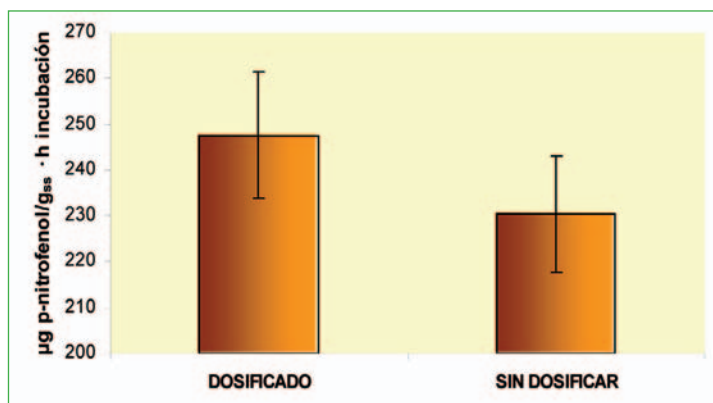


Figura 2. Valores de actividad enzimática (µg p-nitrofenol/g_{ss} · h incubación) en función de la dosificación del abonado. Intervalos LSD al 95%

Referente al contenido en nitrógeno total presente en el suelo, se observa (Figura 3) que existe mayor contenido de este parámetro en el suelo en las subparcelas en las que se fracciona el abonado orgánico. Esto puede deberse a que la dosificación de la materia orgánica aumenta la disponibilidad de este elemento en el suelo durante el ciclo vegetativo.

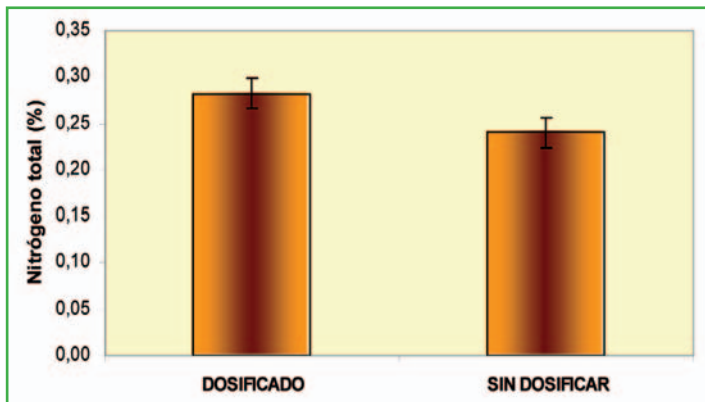


Figura 3. Contenido en nitrógeno total (%) del suelo en función de la dosificación del abonado. Intervalos LSD al 95%

Cabe señalar que los valores obtenidos para este parámetro son considerados altos según el criterio de Legaz *et al.* (1995), para los cuatro tratamientos. Al analizar los niveles de potasio asimilable en el suelo, se observa (Figura 4) que el hecho de dosificar los aportes de materia orgánica en dos dosis tiende a favorecer los niveles de este elemento en el suelo.

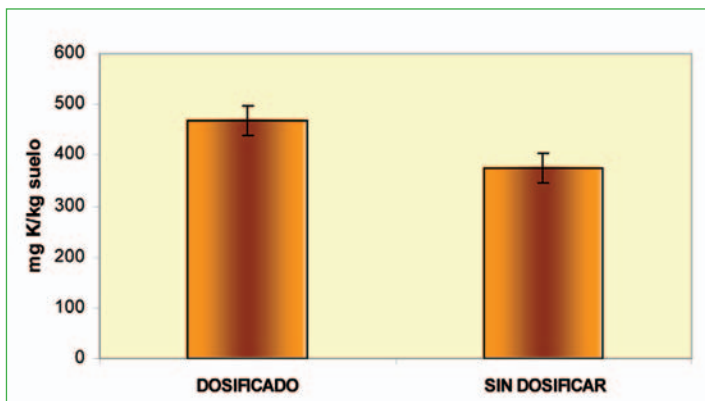


Figura 4. Contenido en potasio (mg K/kg suelo) del suelo en función de la dosificación del abonado. Intervalos LSD al 95%

Por otra parte, los valores medios obtenidos para los tratamientos son considerados altos según Legaz *et al.* (1995).

Análisis del material vegetal

En cuanto a los análisis realizados al material vegetal, al estudiar el efecto de la presencia de la cubierta vegetal con el contenido de fósforo en las hojas viejas de letargo, se observa (figura 5) que existen diferencias significativas, presentando mayor contenido en fósforo el material vegetal procedente de los tratamientos sin cubierta vegetal permanente.

La competitividad de la cubierta vegetal con el cultivo por los nutrientes del suelo puede ser la justificación de que los niveles de este elemento sean más bajos en los tratamientos con cobertura vegetal. Los niveles de fósforo en material vegetal obtenidos en el presente ensayo son considerados como bajos o muy bajos según criterio de Legaz *et al.* (1995).

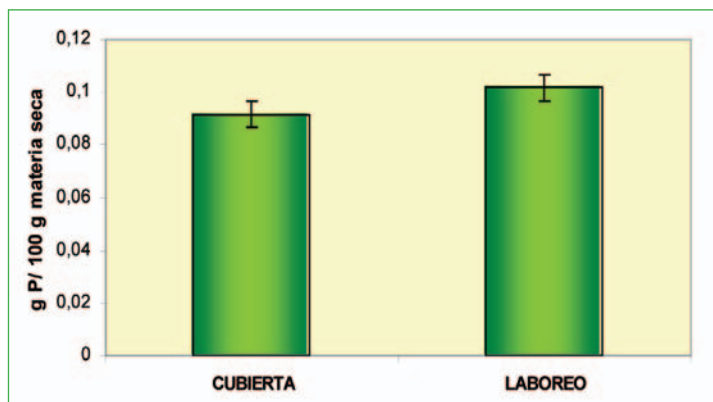


Figura 5. Contenido en fósforo (g P/100 g materia seca) del material vegetal en función de la cobertura vegetal. Intervalos LSD al 95%

Estudiando el efecto de la fertilización sobre el contenido en potasio (Figura 6), se observa que las parcelas donde se dosifica el abonado orgánico presentan mayor contenido en potasio foliar, lo que se relaciona con los resultados obtenidos en suelos para este parámetro, donde también se acumula más potasio, dosificando la materia orgánica.

Por último, los niveles obtenidos de hierro en el material vegetal son considerados como muy bajos según el criterio de Legaz *et al.* (1995). En la figura 7 se aprecia que el contenido en hierro de las hojas es mayor cuando la materia orgánica se aporta de forma fraccionada, por lo que la dosificación de la materia orgánica debería mantenerse para incidir sobre el problema de la deficiencia en hierro.

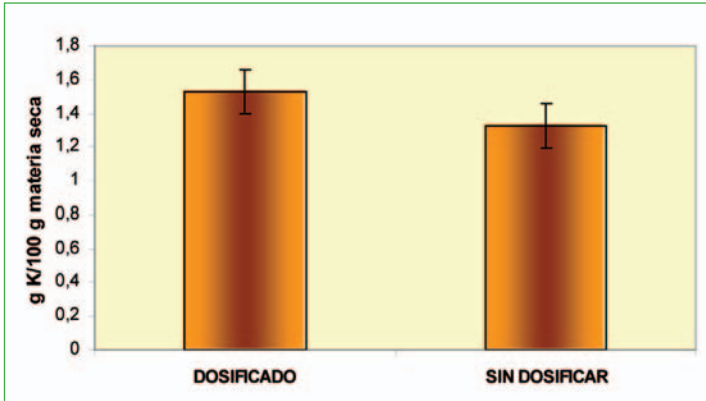


Figura 6. Contenido en potasio (g K/100 g materia seca) del material vegetal en función de la dosificación del abonado. Intervalos LSD al 95%

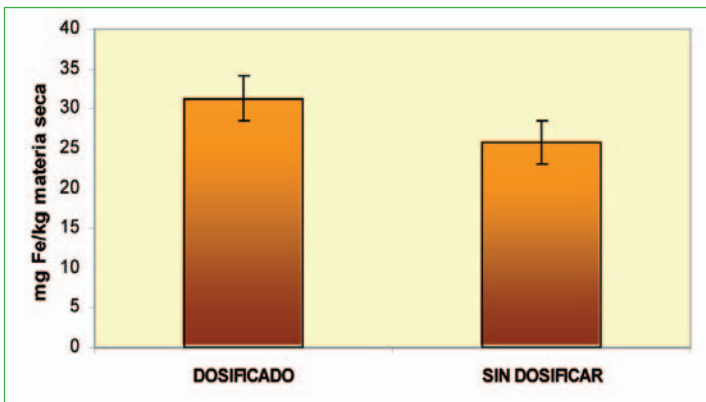


Figura 7. Contenido en hierro (mg Fe/kg materia seca) del material vegetal en función de la dosificación del abonado. Intervalos LSD al 95%

Análisis de la producción

La figura 8 representa los resultados de la producción (t/ha) desde la campaña 2000-2001 hasta la campaña 2003-2004 de los cuatro tratamientos ensayados. Se observa que existe una disminución progresiva con la edad del árbol, de la producción de frutos; una tendencia similar ha sido observada por otros autores (Raigón, 1994). También, se observa que el tratamiento A y, en menor medida el B (fertilización realizada en dos dosis), presentan una mayor bajada en su producción, pero este declive es debido fundamentalmente a que la parcela presenta ataques de *Phytophthora*. Cabe decir también que las producciones de estos dos tratamientos son más uniformes, no presentando una verceña tan marcada.

Figura 8. Evolución de la producción durante las campañas 2000-2001 al 2003-2004, de los 4 tratamientos

Por otra parte, la mayor producción total de estas cuatro campañas, se ha dado en el tratamiento con el estiércol sin dosificar y con laboreo (tratamiento D), aunque esto puede deberse precisamente a que es la parcela con un menor daño de gomosis. La parcela con menor producción total es la del tratamiento A (estiércol dosificado y cubierta vegetal), también la de mayor presencia de *Phytophthora*. Así, según los resultados obtenidos hasta el momento, la dosificación y las cubiertas pueden conseguir equilibrar la fertilidad del suelo y la asimilación de estos fertilizantes por la planta, dando unas producciones más estables.

En general, se observa para los cuatros tratamientos ensayados, el efecto de la vecería clásica de la variedad, si bien se aprecia un mayor efecto en los árboles de las parcelas sin dosificación y con laboreo (tratamiento D).

4 ► CONCLUSIONES

Los aportes continuados de materia orgánica durante las tres campañas (2000-2001, 2001-2002 y 2002-2003), han ocasionado una acumulación de esta fracción en el suelo. A su vez, el hecho de que el terreno presenta un alto contenido en carbonatos provoca que la materia orgánica se mineralice más lentamente. Aunque interesa poseer valores altos de materia orgánica mineralizable que aseguren la energía necesaria para la actividad de la biomasa edáfica, y compensar el inferior ritmo de mineralización, se recomienda disminuir la dosis de abonado orgánico, o en su caso reposar una campaña del aporte para evitar esta acumulación.

La actividad biológica en el suelo es de gran importancia en la estructura y los procesos bioquímicos de los suelos ya que aporta información sobre su estado de fertilidad. El fraccionamiento del abonado en dos fechas ha favorecido la actividad biológica del suelo, y la disponibilidad de los macronutrientes (N, P y K) en el suelo, durante el ciclo vegetativo, por lo que es interesante realizar esta práctica para asegurar la mejora en la nutrición del cultivo,

Hay que insistir en las relaciones suelo-planta, en el sistema productivo, ya que tanto el contenido en nitrógeno total, como el de fósforo de las hojas viejas de cítricos en letargo es bajo, por lo que existen mermas del nitrógeno en el suelo (pérdidas por lavado, etc.) así como, la posibilidad de formación de fosfatos cálcicos insolubles en estos suelos calcáreos, lo que provoca una menor disponibilidad de este elemento en el suelo, derivando en una baja asimilabilidad por el cultivo.

Los altos contenidos en potasio durante el letargo tanto en suelos como en el material vegetal son consecuencia de los tipos de abonos orgánicos empleados, ricos en este elemento. Si bien, no se han presentado problemas por el exceso ni se ha visto afectado el rendimiento del cultivo, sería conveniente plantearse el empleo de otras combinaciones de abonos orgánicos para evitar a largo plazo, un exceso de este elemento que podría provocar antagonismos con otros elementos del suelo.

Sería conveniente realizar alguna práctica para disminuir el pH del suelo y facilitar la disponibilidad del hierro, para así garantizar las exigencias del cultivo en este elemento, ya que su concentración en las hojas viejas del letargo ha sido baja, y la incidencia de clorosis férrica ha sido manifiesta de forma visual.

El hecho de aportar la materia orgánica en dos fechas favorece la asimilabilidad del potasio y el hierro por el árbol, habiéndose obtenido niveles superiores de este elemento en el material vegetal procedente de los tratamientos donde se fracciona el aporte de materia orgánica.

En general, no existen grandes diferencias entre el aporte de cubiertas vegetales o la elaboración del laboreo en el suelo a nivel general. En material vegetal, parece existir una mayor asimilabilidad de fósforo cuando el terreno no posee cubierta vegetal permanente. Un buen procedimiento podría consistir en la existencia de una cubierta espontánea de la zona, que repercutiera positivamente sobre la estructura del suelo y los parámetros.

Por último, el fraccionamiento del abonado orgánico en dos fechas puede favorecer la estabilidad de la producción (disminución de la vecería), por contra, la producción ha sido menor, aunque esta disminución de la producción puede ser debida al agravamiento de los ataques de *phythoptora*, que se dan en la zona de la parcela donde se sitúan los tratamientos en los que se fracciona la materia orgánica, ya que esa zona es orográficamente más baja y se producen más encharcamientos.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

• **CHAPMAN, H. D. Y PRATT, P. F. 1961**

Methods of analysis for soils plants and water. University of California. Division of agricultural sciences. 233-234 pp.

• **LEGAZ, F.; SERNA, M. D.; FERRER, P.; CEBOLLA, V. Y PRIMO - MILLO, E. 1995**

Análisis de hojas, suelo y aguas para el diagnóstico nutricional de plantaciones de cítricos. Procedimiento de toma de muestras. Hojas Divulgativas. Nº /95. HD. Conselleria de Agricultura Pesca y Alimentació. Generalitat Valenciana. 27 pp.

• **MAPA. MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN 1994**

Métodos oficiales de análisis. Tomo III. Ed. Secretaría General de Alimentación. Dirección general de política alimentaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 662 pp.

• **MAQUIEIRA, A.; ROMERO, R.; PRIMO YÚFERA, E. 1982**

Un método estadístico para determinar la variabilidad del nitrógeno en las hojas de naranjo Washington Navel, en experimentos de fertilización. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 28: 95-103.

• **PÉREZ GARCÍA, M.; PUCHADES, R. Y MAQUIEIRA, A. 1991**

Determination of asimilable phosphorus soils by reserved flow injection analysis. Soil Sci. 151: 349-354.

• **RAIGÓN, M. D. 1994**

Fertilización nitrogenada de cítricos con aporte controlado de nitrógeno. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. 170 pp.

• **SANDELL, E. B. 1950**

Colorimetric determination of traces of metals. 2ª ed. Interscience Publishers, Inc., Nueva York.

• **TABATABAI, M. Y BERMNER, J. M. 1969**

Use of p-nitriphenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. Soil Biology and Biochemistry, 1: 301-307.

PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO ECOLÓGICO DE COLLEJA (*Silene vulgaris*) A DISTINTA DOSIS DE SIEMBRA

FERNÁNDEZ GARCÍA, JUAN Y LÓPEZ DONATE, JOSÉ ANTONIO

Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Centro de Investigación
Agroambiental de Albacete. C/ Tesifonte Gallego, 1. 02071 Albacete
Telf.: 967 190201 / E-mail: jfernandezg@jccm.es

RESUMEN

Hay diversas especies silvestres potencialmente utilizables como hortalizas de consumo humano, siendo una de las más destacables *Silene vulgaris* (colleja). Ésta ha sido recogida en campo desde tiempos atrás y utilizada en la cocina como una verdura muy apreciada por su sabor y textura.

Por la fisiología y ecología de esta especie, además del destino como verdura en fresco, su cultivo debe realizarse desde la perspectiva ecológica.

En los terrenos de ensayo del Centro de Investigación Agroambiental de Albacete se diseñó una primera experiencia de cultivo con distintas densidades de siembra. En un terreno de 10 x 25 m se instaló una valla perimetral para aislar la parcela, realizando la siembra con una sembradora de pratenses y disponiendo 4 densidades de siembra:

- A 4444 plantas/m² (11.1 g/m²)
- B 1600 plantas/m² (4 g/m²)
- C 400 plantas/m² (1 g/m²)
- D 178 plantas/m² (0,44 g/m²)

El mantenimiento de las parcelas se ha limitado a unas escardas manuales y al riego de las mismas mediante aspersores móviles. Los cortes se realizaron manualmente cuando planta se encuentra de un estado de 4 a 6 hojas.

En el periodo transcurrido entre la siembra (2 de septiembre de 2003) hasta la última recolección efectuada hasta el momento (8 de julio de 2004), se han realizado 6 cortes con una producción acumulada entre 0,73 y 3,5 Kg/m² de materia fresca comercializable.

Su introducción en el mercado es relativamente fácil al ser una planta bastante conocida y apreciada. Con los datos actuales, se considera un cultivo interesante para explotaciones familiares y/o de pequeña dimensión de carácter ecológico.

1 ► INTRODUCCIÓN

Esta sociedad cambiante día tras día que adquiere nuevos hábitos y preferencias con mucha facilidad así como la inquietud ante lo novedoso, está provocando que en los mercados haya cada día más diversidad de productos y cada poco tiempo aparición o remodelación del formato anterior. Paralelamente, se observa como en esta sociedad evolucionada se vuelve a menudo la vista a aquellos productos tradicionales con sabores muy marcados y apreciados en su momento.

A esto unido, y ya dentro del sector agroalimentario, la cada vez mayor preocupación por la seguridad alimentaria de los productos y sobre todo los agrarios.

Todo ello no hace si no, ir en busca de nuevos productos, sabores, colores, formatos, etc., siendo muchas veces fuentes de esa búsqueda, tiempos pasados. Así por ejemplo volvemos la vista a esas plantas que tradicionalmente eran recolectadas en el campo y consumidas en las casas, pero que con la llegada de los tiempos productivistas, la industrialización, etc. ... se hayan quedado un tanto olvidadas.

Hay diversas especies silvestres potencialmente utilizables como hortalizas de consumo humano, siendo una de las más extendidas, conocidas y destacables *Silene vulgaris* (colleja). Ésta ha sido recogida en campo desde tiempos atrás y utilizada en la cocina como una verdura muy apreciada por su sabor y textura.

Por la fisiología y ecología de esta especie, además del destino como verdura en fresco, su cultivo debe realizarse desde la perspectiva ecológica.



Figura 1. Colleja en primeros estadios.



Figura 2. Collejas en plena floración.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

El Centro de Investigación Agroambiental de Albacete se encuentra en un clima mediterráneo con marcado matiz continental, de verano seco y caluroso e invierno de frecuentes heladas.



Figura 3. Ensayo densidades de siembra.

Debido a que la pluviometría es escasa y muy desigualmente repartida a lo largo del año, se podría decir que se trata de unas condiciones semiáridas. En cuanto al suelo del ensayo se trata de un terreno franco-arenoso sin elementos gruesos, con pH básico, bajo contenido en materia orgánica y alto en carbonatos y caliza activa.

En septiembre de 2003, se dispuso una experiencia de cultivo de colleja, bajo la perspectiva y condiciones de agricultura ecológica.

Se dispusieron 4 densidades de siembra:

- A 4444 plantas/m² (11,1 g/m²)
- B 1600 plantas/m² (4 g/m²)
- C 400 plantas/m² (1 g/m²)
- D 178 plantas/m² (0,44 g/m²)



Figura 4. Terreno experimental vallado.

Se preparó el lecho de siembra mediante unas labores de chisel y grada, se marcó un cuadro de 10 x 25 m, se procedió a la siembra de los distintos tratamientos utilizando para ello una sembradora de pratenses. Posteriormente se instaló una valla perimetral (fig 4) que aislara y protegiese esta parcela frente a intrusos no deseados.

Las tareas de mantenimiento de las parcelas han consistido básicamente en una serie de escardas manuales y al riego de las mismas mediante aspersores móviles como se aprecia en las figuras 3 y 4.



Figura 5. Colleja estado 2 hojas.

La recolección se realiza cuando la planta se encuentra en un estado de 4 a 6 hojas. Dicha recolección se realiza manualmente, cortando la planta por encima de la superficie, sin arrancar raíces. Posteriormente se procede a la pesada de la materia fresca total recolectada por cada tratamiento.

A escasos 100 m del ensayo, se encuentra ubicada una estación climática donde se registran las variables meteorológicas de la zona de ensayo.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de colleja obtenida en distintos momentos (cortes) así como la fecha de cada uno de estos está íntimamente ligada a las condiciones ambientales reinantes. Así en la figura 6 se observa como la productividad diaria, determinada como la cantidad de materia fresca recogida respecto al número de días entre cortes, se ajusta a la dinámica seguida por la evapotranspiración de referencia (ET_o). De la misma forma en la figura 7 se observa esta misma sincronía entre producción y pluviometría.

En el periodo transcurrido desde la siembra (2 de septiembre de 2003) hasta la última recolección efectuada (8 de julio de 2004), se han realizado 6 cortes.

La producción entre cortes ha sido muy variable (fig 8), dado que ha venido marcada por el estado fenológico del cultivo y por tanto muy ligada a las condiciones ambientales de cada fecha.

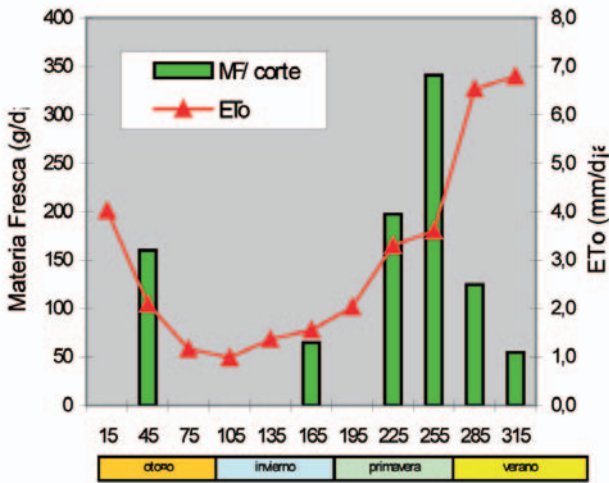


Figura 6. Productividad diaria y Evapotranspiración.

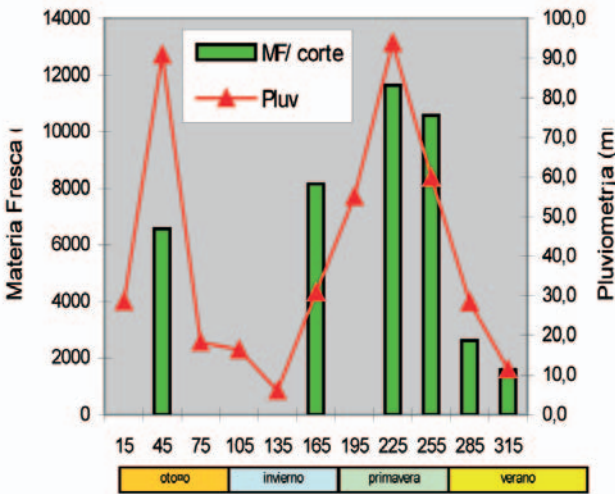


Figura 7. Producción y Pluviometría.

La producción aumenta de una manera significativa en primavera, siendo menos pronunciada en otros periodos. En la figura 9 se aprecia como en primavera las curvas de producción acumulada aumentan su pendiente de manera importante mientras que a la entrada de verano su producción se estabiliza (las curvas tienen a ser más horizontales). La figura 10, que representa la tendencia de la productividad diaria, reafirma lo mencionado anteriormente. Es en primavera cuando se registran los picos de productividad, mientras que los valores más bajos se dan en invierno y verano.

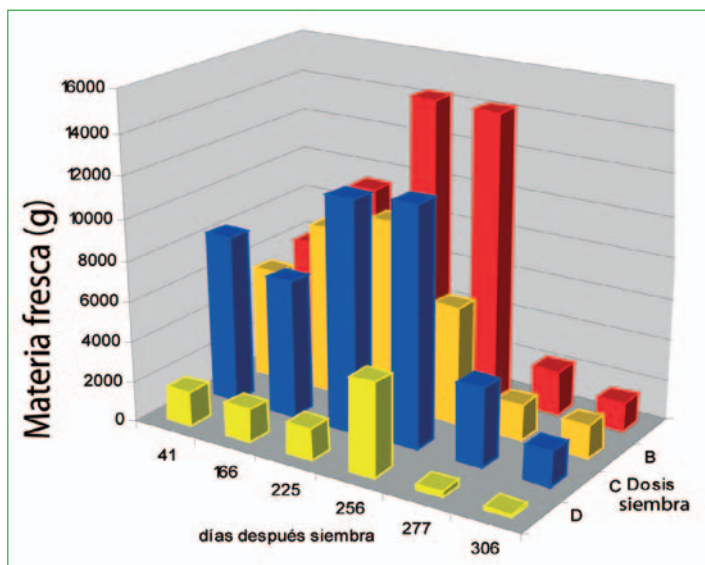


Figura 8. Producción materia fresca en cada corte.

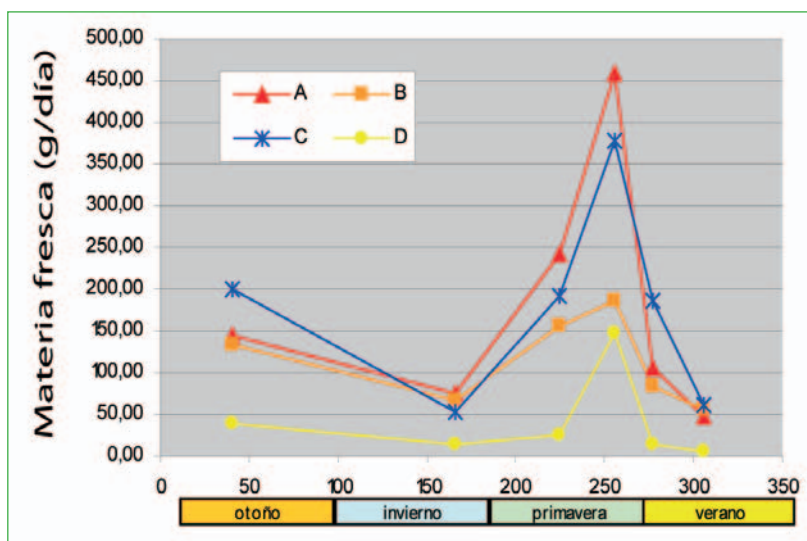


Figura 9. Producción materia fresca acumulada.

En cada corte se ha venido constatando como el tratamiento D de menor densidad (178 plantas/m²) es así mismo el de menor producción, como cabía esperar. Se manifiesta una marcada diferencia significativa tanto en la producción por corte como en la producción total, entre este tratamiento D y el resto, aspecto que se observa claramente en el gráfico de producción acumulada (figura 9).

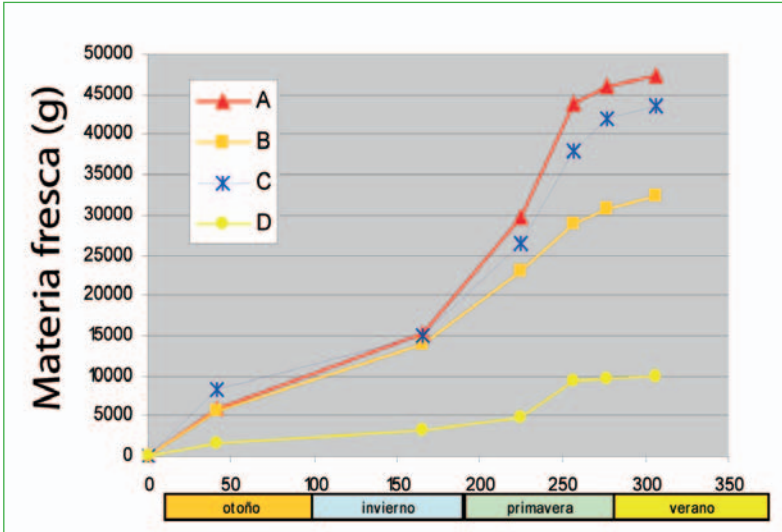


Figura 10. Productividad diaria.

Los tratamientos A y C han sido los que mayores producciones han registrado en las distintas fechas de corte (fig. 8), y por tanto en la producción total acumulada (fig. 9). La producción total por superficie (g materia fresca/m²) promedio de los 4 tratamientos es de 2466 g/m² con un coeficiente de variación del 51%, mientras que el promedio de los tratamientos A, B y C, (exceptuando el D) es de 3046 g/m², bajando el coeficiente de variación a 19%.

En la figura 11 se muestran la carga de trabajo que ha necesitado el mantenimiento de la parcela de ensayo, diferenciado por época entre cortes. Como se puede apreciar, además de la recolección, la otra gran necesidad de mano de obra ha sido la realización de escardas, al no utilizar ningún tipo de producto químico durante su cultivo, que fueron necesarias en determinadas épocas. En suma la carga de trabajo necesaria por metro cuadrado de cultivo ha sido de 3 horas.

Teniendo en cuenta que se parte de semilla recolectada en el campo, que el terreno se consideró se encontraba con suficientes reservas de nutrientes debido a la sobrefertilización de cultivos anteriores, los costes de cultivo en este ensayo se han limitado a las labores, riego y horas de trabajo de escardas y recolección. Los costes de producción por metro cuadrado son de 18 €/m².

Si unido a los costes se considera la cantidad de materia fresca recogida, obtenemos el índice: coste de producción por Kg de producto o umbral de rentabilidad que nos indica el precio mínimo de venta del producto a partir del cual tendríamos beneficios. En la figura 12 se representa este índice para cada uno de los tratamientos. La línea horizontal amarilla que aparece en el gráfico indica el promedio de los cuatro tratamientos que ha resultado 7,49 €/Kg



Figura 11. Trabajos de mantenimiento.

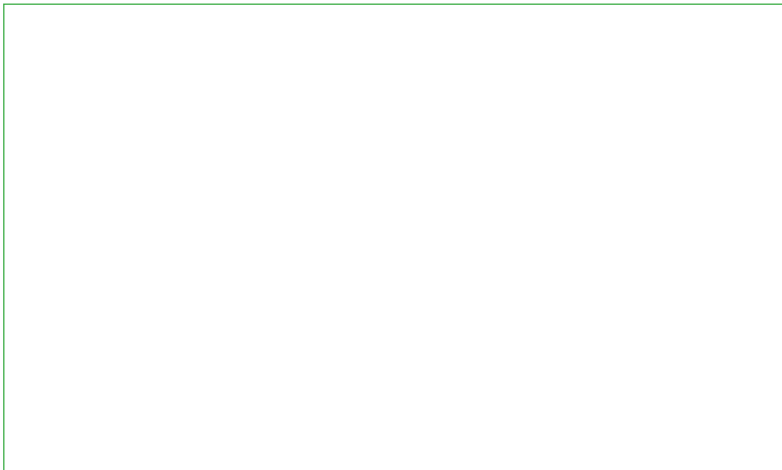


Figura 12. Coste de producción.

4 ▶ CONCLUSIONES

En primer lugar cabe decir que la producción de colleja se puede considerar bastante estacional muy ligada a las condiciones ambientales sobre todo la lluvia. Es una planta que sin grandes requerimientos tiene una buena productividad, de forma que con unos pocos y sencillos cuidados se consiguen varios cortes al cabo del año, con lo que se puede acceder al mercado en diversos momentos. Se trata de un producto conocido desde tiempos antiguos, con una aceptación muy alta y una valoración muy positiva, por lo que su comercialización no representa ningún tipo de problema.

La densidad de siembra es un factor importante en la rentabilidad del cultivo, así una baja densidad de siembra, del orden de 178 plantas/m² supone una disminución de la producción muy significativa frente a densidades superiores. En base a estos primeros resultados se podría decir que con una densidad de alrededor 400 plantas/m² sería la aconsejable para alcanzar altas producciones y una rentabilidad adecuada con bajo coste de producción.

Se podría hablar de cultivo de explotaciones familiares de forma que la carga de trabajo necesaria fuese sustentada por el trabajo de la familia o con algún apoyo externo en momentos punta como la recolección.

Se considera como un cultivo que debe realizarse bajo la perspectiva de agricultura ecológica si se pretende conseguir un producto de alta calidad, capaz de diferenciarse de otras verduras existentes en mercado tanto por su sabor, jugosidad y textura. Una verdura que conserve esos atributos, que la gente que las conoce espera encontrar, y para aquellas personas que todavía no la conozcan les sea un sabor y textura a recordar. Ello se consigue utilizando técnicas que no mermen su calidad intrínseca y por otra parte sean garantía de seguridad alimentaria.

Este ensayo es prueba fehaciente de que el cultivo de colleja bajo condiciones de agricultura ecológica no sólo es posible si no prácticamente la única vía de obtener el producto que se espera.

VALORIZACIÓN DE DISTINTOS TIPOS DE COMPOST EN HORTICULTURA INTENSIVA

Aplicación al cultivo de tomate enarenado como abono orgánico de fondo

JAIMES ABRIL, H. L. Y FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, E. J.

Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
Carretera de Sacramento. 04120 La Cañada de San Urbano (Almería)
E-mail: hjaimes@ual.es / eifernan@ual.es

RESUMEN

En la Provincia de Almería la agricultura intensiva ha favorecido la producción de cantidades importantes de diversos residuos que junto a los de origen industrial y urbano, contaminan el ambiente y deterioran el paisaje. Es indispensable encontrar una solución al problema, más considerado el interés de la sociedad por el consumo de alimentos respetuosos con el ambiente y la salud humana. La agricultura ofrece la posibilidad de reutilizar la fracción orgánica de estos desechos incorporándolos al suelo en forma de compost.

En los invernaderos se emplea tradicionalmente estiércol como abonado orgánico de fondo, pero su alta demanda lo hace escaso y costoso. En esta investigación se evaluó el efecto que, sobre las variables de producción de un cultivo de tomate de ciclo largo, tiene la utilización de compost de residuos urbanos y agrícolas al aplicarlos como abonado de fondo en un suelo enarenado a razón de 10 kg/m². Se observa la ausencia de diferencias estadísticas para las variables estudiadas y por tanto se concluye que el uso de estos compost no representa pérdidas productivas en el cultivo, pudiendo ser una alternativa al uso del estiércol y parte de la solución al problema de acumulación de residuos.

PALABRAS CLAVE: *LYCOPERSICON ESCULENTUM*, RSU y LEDAR

1 ► INTRODUCCIÓN

España cuenta con aproximadamente 50.000 has de invernaderos, de las cuales 26.544 has están ubicadas en Almería. En esta Provincia el binomio invernadero – enarenado ha permitido establecer con éxito el cultivo intensivo de especies hortícolas, siendo el tomate el de mayor importancia, (Cadenas, González y Hernández, 2003). La introducción de estos cultivos, ha ocasionado un importante crecimiento económico, que está reflejado en los niveles de renta y PIB per cápita, que en 40 años han pasado de ocupar los últimos puestos del país, hasta niveles intermedios, (Uclés y Hernández, 2003). Actualmente, la mitad de la producción se destina a la exportación y de esta más del 90% se comercializa en la Unión Europea, (Palomar, 2001, Molina, 2003).

Esta actividad ha producido también una desorganización espacial de los invernaderos, mezclándose zonas urbanas y agrícolas y se han generado cantidades importantes de desechos como plásticos de cubiertas o envases de fitosanitarios, alambres, rafias de entutorado y restos vegetales que deben ser eliminados para evitar contaminación ambiental y deterioro del paisaje, sobre todo al considerar que en Almería luego de la agricultura, el turismo es la segunda fuente de ingresos, (Cadenas, González y Hernández, 2003).

Por otra parte, la generación de residuos de origen industrial y urbano aumenta en la medida que las sociedades son más desarrolladas, se ha superado la eficacia de los métodos empleados para eliminarlos, ya no sólo por su volumen sino también por los inconvenientes que acarrearán y como consecuencia se acumulan en vertederos.

Ante esta problemática se han planteado diversas medidas que deben ser acatadas en conjunto, como la separación y reciclado de los residuos sólidos urbanos (RSU), depuración de aguas residuales para el riego, descontaminación de los envases plásticos que contenían agroquímicos, recogida de restos de cosecha para la alimentación animal y el uso en la agricultura de los desechos orgánicos extraídos durante los tratamientos de los RSU o de lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), (Aguilar y González, 1998).

En los invernaderos se emplea el estiércol como abonado orgánico de fondo, sin embargo, su alta demanda lo hace escaso y costoso y cada vez debe ser transportado desde sitios más distantes, dificultando su adquisición, por esta razón, la utilización de compost de residuos urbanos y agrícolas en los suelos enarenados se plantea como una alternativa interesante no solo por la acumulación de los residuos, sino también porque posibilita la obtención de una fuente de materia orgánica local.

En diversas regiones andaluzas se están realizando investigaciones para evaluar los efectos del uso de estos composts en especies forestales, ornamentales y hortícolas, aplicándolos al suelo o empleándolos como sustrato en semilleros y viveros. En la Universidad de Almería se han realizado diversos experimentos con especies hortícolas, sustituyendo parte de la turba rubia por compost de RSU, Lodos de EDAR y RSU con EDAR, todos mezclados con

restos vegetales, se han ensayado en plántulas de melón, (González, 2002) y sandía, (Haro, 2001) la cual ha sido llevada a campo, (Jurado, 2003). Siendo satisfactorios los resultados obtenidos.

El tomate es el cultivo en el que las investigaciones se encuentran en una etapa más avanzada. En principio, Moreno (2002), realizó mezclas de compost de RSU a 12 y 32%, con turba rubia y con sustrato enriquecido, además evaluó el efecto del riego con y sin fertilizante. Observó que en las mezclas de 12% de compost con sustrato enriquecido, se obtuvieron mayores diámetro y longitud de tallos, longitud de hojas, biomasa de tallos, hojas y raíces. Luego, Plaza (2003), escoge las plántulas desarrolladas en las mezclas de compost sin fertilizar, un testigo fertilizado y otro sin fertilizar y las transplanta a un invernadero comercial, determina las variables de producción sin encontrar diferencias significativas entre los tratamientos.

El siguiente paso ha consistido en evaluar el efecto de diferentes tipos de compost de residuos urbanos y agrícolas, empleándolos como abono orgánico de fondo en suelo enarenado y compararlos con el estiércol en un invernadero de nueva implantación. Se ha escogido el cv. Pitenza porque posee doble aptitud para cosechas en racimo o como fruto suelto, dependiendo de los precios que existan en el mercado, permitiendo mayor flexibilidad al agricultor en la comercialización (Fernández, E. J. *et al.*, 2000).

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento y descripción del invernadero

El ensayo se desarrolló en una finca comercial ubicada en el Coto Espinosa, El Alquián, Término Municipal de Almería, en un invernadero de 20.600 m², tipo “raspa y amagado”, estructura de hierro galvanizado, con alturas de 5,2 m en la raspa y 4,1 m en el amagado, orientado en sentido Este – Oeste con doce capillas de seis metros de luz. Presenta ventilación pasiva con 10 ventanas cenitales dispuestas de forma alterna al Norte y Sur, gestionadas en función de los datos de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento recogidas en una estación climática, además posee bandas laterales de 3 m de alto en todo el perímetro del invernadero.

Sistema de riego

El riego se realizó con goteros autocompensantes con un caudal de 3 l/hora, dispuestos cada 50 cm. La gestión se llevó a cabo con el empleo de un cabezal automatizado y según lecturas tensiométricas que oscilaron entre -20 y -10 Kpa, dependiendo del desarrollo del

cultivo, las frecuencias y tiempos de riego fueron variables, determinadas por el estado fenológico del cultivo y la época del año. La solución nutritiva se preparó según las recomendaciones del personal técnico de la cooperativa a la cual pertenece el productor. El agua de riego procedía de una estación depuradora de aguas residuales.

Material vegetal y labores culturales

La especie utilizada fue tomate *Lycopersicon esculentum* Mill cv. Pitenza. Las plantas fueron dispuestas cada 0,5 m dentro del línea y en hileras dobles cada 0,8 m, con una distancia entre pasillos de 1,6 m, para una densidad de 1,67 plantas/m². La orientación de las líneas del cultivo fue Norte-Sur. Las plantas fueron entutoradas y dirigidas a dos brazos y al alcanzar el alambre de sujeción del emparrillado se inició su descuelgue, (Fernández, E. J., 1999). Se practicaron podas de hojas para facilitar la recolección y promover el cambio de color de los frutos, (Tortosa, 1999) y para favorecer el cuajado, se introdujeron colmenas de abejorros a partir del primer mes y fueron renovadas cada 40 días. Se realizaron encalados para limitar el aumento de la temperatura, entre agosto y octubre y otro a partir de la segunda semana de marzo. El control fitosanitario se dirigió principalmente para controlar *Botrytis cinerea* y en menos ocasiones mosca blanca y pulgón. El ciclo del cultivo fue de 296 días después del transplante (ddt), desde 30 de agosto de 2002 hasta el 23 de junio de 2003.

Diseño de experimento y tratamientos

El enarenado se realizó aportando 25 cm de tierra de cañada, luego se colocó el estiércol o el compost a evaluar a razón de 10 Kg/m² (Cuadro 1), finalmente se cubrió con una capa de arena de granulometría fina de 10 cm de espesor.

Cuadro 1. Fuentes empleadas como abonado de fondo en el suelo enarenado

TIPO DE ABONADO DE FONDO	MATERIALES CONSTITUYENTES
Testigo	Estiércol
Compost Níjar	Residuos sólidos agrícolas (biomasa vegetal)
Compost A	Co-compostaje de biosólidos de EDAR + restos de podas procedentes de parques y jardines. Proporción 3:1
Compost B	Co-compostaje de RSU + restos de podas procedentes de parques y jardines. Proporción 2:3
Compost C	Co-compostaje de RSU + biosólidos de EDAR + restos de podas procedentes de parques y jardines. Proporción 1:1:2

Para la determinación de las variables de producción se evaluaron 32 plantas por tratamiento distribuidas en 4 parcelas y se realizaron en total 13 muestreos. Se colectaron los racimos completos y se procedió a separar la parte comercial del destrío, el cual se corresponde con los frutos de tamaño muy reducido, amorfos, rajados, afectados por enfermedades, daños físicos o verdes. Se pesó el racimo completo, el racimo comercial y el destrío con una balanza portátil con precisión de 2 g.

Además se determinó el calibre del fruto comercial a partir de 8 frutos procedentes de 8 racimos por tratamiento, se empleó un vernier digital de 0,01 mm de precisión, midiendo la sección ecuatorial del fruto, con una frecuencia mensual para un total de 6 muestreos. Los datos colectados en campo fueron sometidos a un análisis de la varianza basado en un diseño experimental completamente al azar empleando el programa Statgraphics plus 4.0.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción total (Kg/m²)

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos. El compost A obtuvo la mayor producción y el compost Níjar la menor, con promedios de 20,86 Kg/m² y 19,64 Kg/m², respectivamente, (Fig.1).

Estos resultados son similares a los encontrados por Manzano (2003), quien a los 297 ddt obtuvo una producción total entre 20,97 Kg/m² y 21,7 Kg/m² para el cv Pitenza, al evaluar el efecto del aclareo a seis frutos, en un suelo enarenado, durante los últimos 100 días del ciclo del cultivo (202 ddt-301 ddt), con una densidad de 1,78 plantas/m² y con un manejo cultural y ciclo parecidos a la presente investigación.

Producción comercial (Kg/m²)

El comportamiento de los diferentes tratamientos fue muy similar entre sí, por lo que no hubo diferencias estadísticas. La producción comercial presenta la misma tendencia que la producción total; el compost A y Níjar presentan la mayor y menor producción comercial, siendo un 5,72% más productivo el compost A (Fig. 1). En promedio la producción comercial de este ensayo fue un 91,4% del total. González (2001), señala que en su ensayo el cv. Pitenza arrojó el mayor promedio para esta variable con 16,23 Kg/m², evaluó las variables relacionadas con la producción de ocho cultivares de tomate en racimo, en un suelo enarenado, ciclo que se extendió entre los meses de agosto de 1999 y junio de 2000, empleando una densidad de 1,33 plantas/m², la producción total obtenida supuso un 94,5% de la producción total, valor más alto que el registrado en el presente ensayo.

Producción de destriero (Kg/m²)

No hay significación estadística entre los tratamientos. Se observa en general, que aquellos tratamientos que tienden a tener las mayores producciones totales, también poseen las mayores producciones de destriero (Fig. 1). En promedio la producción de destriero fue un 8,6% de la total, valor superior a los reportados por González (2001) y Manzano (2003) con 5,5% y 4,24%, respectivamente. El alto porcentaje de destriero encontrado, puede deberse a la disminución de las temperaturas en enero, que registraron en varias ocasiones valores de 4 °C, lo que dificultó la fructificación. Así se produjo la pérdida total de dos racimos y otros dos resultaron perjudicados seriamente al presentar varios frutos de reducidas dimensiones, que maduraban con prontitud. Cuando las temperaturas salen del rango de 10-38 °C, se produce una ralentización de la germinación y desarrollo del tubo polínico y por consiguiente el cuajado es deficiente, (Nuez, 2001). Por otra parte, la actividad de los abejorros empleados para la polinización, disminuye notablemente cuando bajan las temperaturas.

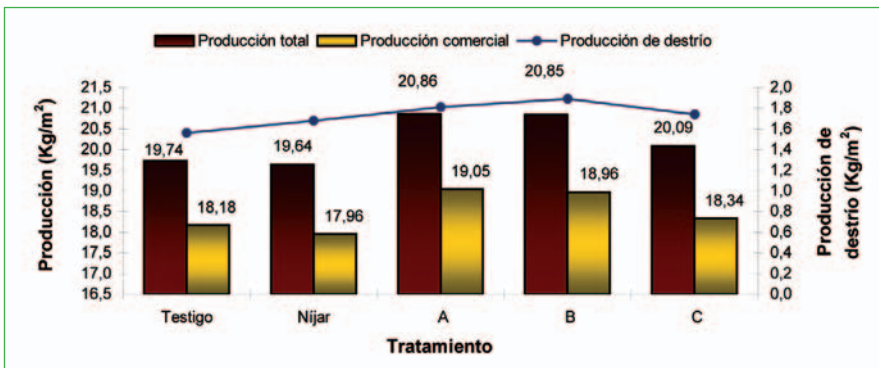


Figura 1. Efecto del uso de compost como abonado de fondo en suelo enarenado de invernadero, sobre la producción total, comercial y de destriero (Kg/m²) de tomate cv Pitenza.

Número de frutos comerciales por metro cuadrado

El uso de los distintos composts como abonado de fondo, no produjo diferencias significativas para esta variable, el mayor valor lo presentó el compost A que arrojó un total de 201 frutos y por el contrario, el compost de Nijar tuvo 188 frutos, el testigo por su parte tuvo un valor intermedio con 197 frutos por metro cuadrado (Fig. 2). Plaza (2003) bajo las condiciones ya reseñadas, no encuentra diferencias significativas para esta variable cuando evalúa el efecto de la aplicación del compost B en distintos porcentajes de mezcla para semillero con turba rubia y sustrato enriquecido, pues obtiene valores muy similares entre testigo y tratamientos. Efectos similares han sido referidos en otros cultivos, como sandía (Jurado, 2003), donde no se observaron cambios en el número de frutos como producto de la utilización de las mezclas de compost en semillero.

Número de frutos de destrío por metro cuadrado

Esta variable no mostró diferencias estadísticas (Fig. 2). El compost A obtiene el mayor promedio con 61 frutos de destrío por metro cuadrado frente al testigo con 10 frutos menos. Debe discutirse que la mayor parte del destrío encontrado correspondió a frutos verdes, sólo en los últimos dos meses del cultivo, los frutos pequeños se presentaron en mayor proporción. Algunos estaban atacados por *Botrytis* y un escaso número presentó daños físicos, siendo casi inexistente la presencia de frutos afectados por peseta o culillo. Plaza (2003), tampoco encontró influencia de la adición de compost al sustrato de semillero, sobre este parámetro en tomate cv. Durinta.

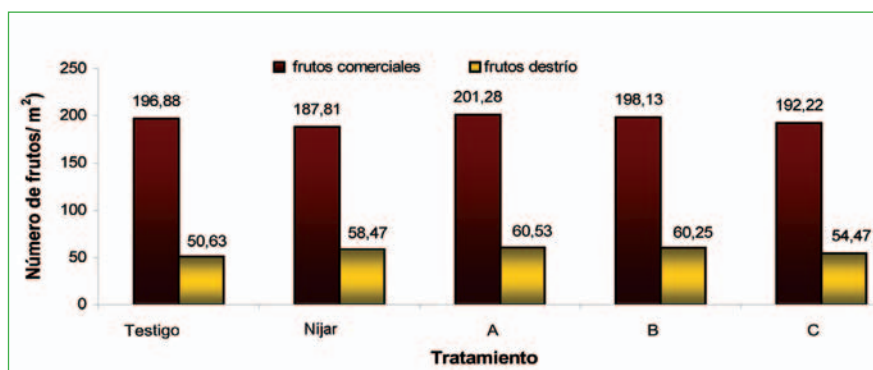


Figura 2. Efecto del uso de compost como abonado de fondo en suelo enarenado de invernadero, sobre el número de frutos comerciales por metro cuadrado de tomate cv Pitenza.

Peso medio del fruto comercial (g)

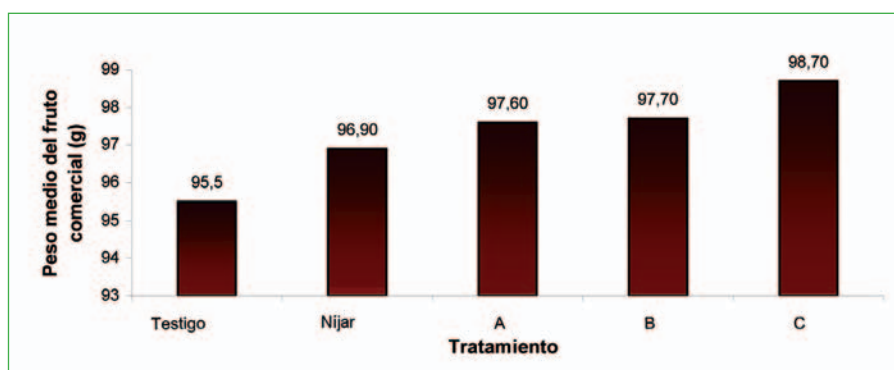


Figura 3. Efecto del uso de compost como abonado de fondo en suelo enarenado de invernadero, sobre el peso medio del fruto comercial de tomate cv Pitenza.

No hubo diferencias significativas para esta variable (Fig. 3). En su investigación Plaza (2003), reseña que el valor más elevado se presentó con la mezcla de 12% de compost y turba rubia y el más bajo lo presentó el sustrato enriquecido mezclado con 12% de compost con valores de 150,9 g y 134,7 g, respectivamente, sin encontrar diferencias estadísticas entre los tratamientos, estos promedios son altos en comparación con los de la presente investigación, ya que el cv Durinta posee frutos de mayor peso, además que existen diferencias de condiciones en que se desarrollaron ambos ensayos. Sin embargo, Manzano (2003), quien realiza su investigación con plantas de cv Pitenza, encontró valores inferiores, entre 89,9 g y 76,8 g.

Calibre del fruto comercial (mm)

El promedio de los calibres de los tratamientos se encuentra en la categoría M (67 mm > M > 57 mm). No se obtuvieron diferencias estadísticas como resultado del empleo de los composts como abonado de fondo, porque los valores promedios son muy similares entre sí, pero se puede observar que los frutos más grandes corresponden al compost A y los más pequeños al compost Nijar (Fig. 4). Esta variable guardó similitud con el peso promedio del fruto, así los frutos más pequeños son aquellos que también presentaron menores pesos.

Manzano (2003) reporta que los calibres de los frutos en su investigación tienden a ser de categoría MM (57 mm > MM > 47 mm), siendo este un tamaño frecuente en el cv. Pitenza. Plaza (2003) tampoco observó diferencias en el calibre de los frutos de cv. Durinta por la utilización del compost B en el sustrato de semillero.

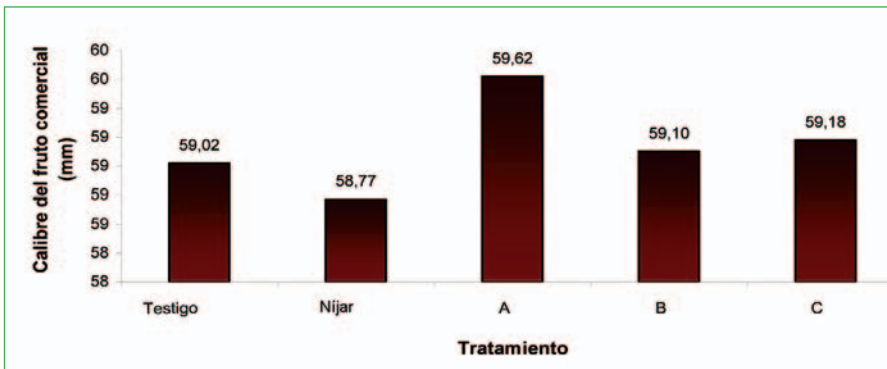


Figura 4. Efecto del uso de compost como abonado de fondo en suelo enarenado de invernadero, sobre el calibre del fruto comercial (mm) de tomate cv Pitenza.

Número promedio de frutos comerciales por racimo: El compost Nijar presenta el mayor número de frutos comerciales por racimo y el compost A, la menor cantidad (Fig. 5), si

bien esta diferencia resulta irrelevante en términos estadísticos. Plaza (2003) no observó diferencias estadísticas para esta variable, el tratamiento de turba rubia y 32% de compost arrojó el valor más alto, 6,38 frutos por racimo. En la investigación de Manzano (2003) el testigo con fructificación libre, presentó valores similares a los de esta investigación, fluctuaron entre 7,8 g frutos y 8,5 frutos comerciales por racimo. González (2001), obtuvo valores más bajos para este cultivar, con promedio de 7,5 frutos.

El número de frutos comerciales por racimo, tiende a comportarse de manera contraria al calibre y peso de los mismos, porque en la medida que existen más frutos en un racimo, mayor también será la competencia entre ellos por los fotoasimilados, (Nuez, 2001).

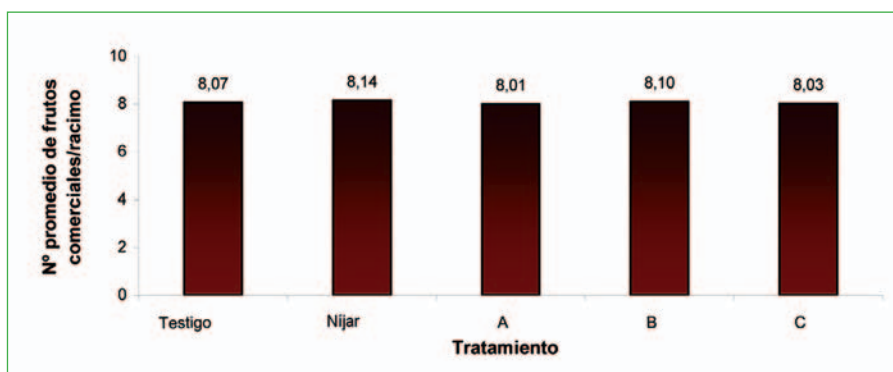


Figura 5. Efecto del uso de compost como abonado de fondo en suelo enarenado de invernadero, sobre el número promedio de frutos comerciales por racimo de tomate cv Pitenza.

Peso medio del racimo comercial (g)

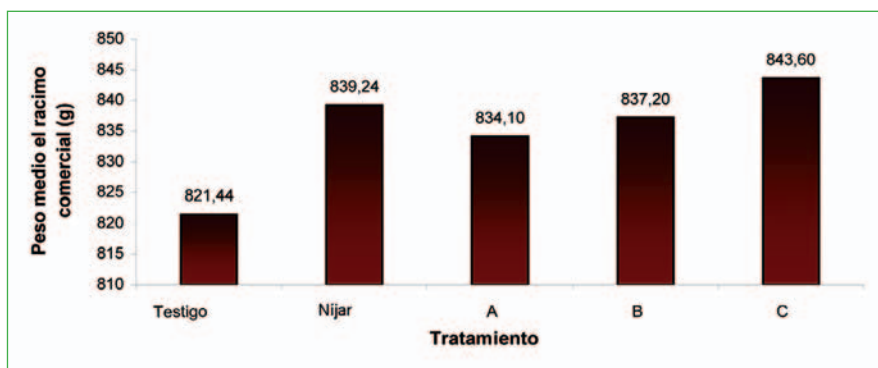


Figura 6. Efecto del uso de compost como abonado de fondo en suelo enarenado de invernadero, sobre el peso del racimo comercial (g) de tomate cv Pitenza.

El tipo de abono orgánico empleado en fondo en el arenado, no afectó de forma significativa al peso del racimo comercial. Los racimos con mayor y menor peso, corresponden al compost C y el testigo, respectivamente (Fig. 6). Los promedios encontrados estuvieron en torno a 835 g/racimo, valor superior al señalado por Manzano (2003) quien obtuvo promedios entre 618 g y 746 g y similares a los de González (2001), con un promedio de 834,8 g/racimo, pero es necesario señalar que la densidad de plantación que empleó este último fue de 1,33 plantas/m², lo que habría permitido a las plantas mayor superficie de exploración radical y una mayor intercepción de la radiación solar.

4 ► CONCLUSIÓN

La ausencia de diferencias estadísticas que hay en esta investigación, podrían indicar que el uso de composts procedentes de R.S.U., Lodos de E.D.A.R. o residuos agrícolas, no producirán pérdidas productivas en el cultivo, aportando razones para apostar por la introducción de estos materiales como alternativos al uso del estiércol en los suelos enarenados.

Es necesario prolongar este estudio para observar la evolución del cultivo sometido a estos tratamientos y si el testigo puede o no producir mejores resultados, ya que la garantía en el uso de estos composts radica en que son materiales estabilizados, lo que no siempre ocurre con el estiércol, que al llegar a campo estaba aún fermentando.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **AGUILAR, F. Y GONZÁLEZ, P. 1998**

Utilización agrícola de compost de residuos sólidos urbanos en cultivos leñosos de la Provincia de Córdoba. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. Colección: Comunicación I + D 26/98. 184 p.

- **CADENAS, F.; GONZÁLEZ, J. Y HERNÁNDEZ, M. 2003**

El cultivo protegido del tomate. En: Camacho, F (Ed.), Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Instituto Cajamar; 2º ed. Almería, España. 2, 483 – 538.

- **FERNÁNDEZ, E. J. 1999**

Un caso práctico. El sistema de cultivo de ganchos y descuelgue para tomate. En: Camacho, F (Ed.), Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Caja Rural de Almería, Instituto de Estudios y Proyectos Socio Económicos; Almería, España. 3, 289-294.

- **FERNÁNDEZ, E. J.; CAMACHO, F.; MARTÍNEZ, M.; LÓPEZ - GARRIDO, F. J. Y GARCÍA, R. 2000**

Respuesta del aclareo de frutos en tomate en racimo cv. Durinta: efectos de la posición de las líneas de cultivo frente a la estructura del invernadero y de la posición del fruto en el racimo. En: Actas de Horticultura. 28, 93-100.

- **GONZÁLEZ, F. 2002**

Efectos de la utilización de compost procedente de lodos de depuradora y biomasa vegetal como sustrato

alternativo en la producción de plántulas de melón en semillero. Proyecto fin de carrera. Universidad de Almería, Escuela Politécnica Superior. 111 p.

• **GONZÁLEZ, J. 2001**

Análisis de parámetros bioproductivos y de calidad de ocho cultivares de tomate en ramillete. Proyecto fin de carrera. Universidad de Almería, Escuela Politécnica Superior. 284 p.

• **HARO, J. 2001**

Efectos de la enmienda con acondicionadores de suelo hidroabsorbentes en distintos sustratos de semillero sobre la fisiología y morfología de plántulas de sandía injertada (cv. Sweet Marvel/RS841) bajo invernadero. Proyecto fin de carrera. Universidad de Almería, Escuela Politécnica Superior.

• **JURADO, D. 2003**

Valorización del compost como sustrato alternativo a las turbas en la producción de sandía injertada. En: Fernández, E. J. (Ed.) Innovaciones tecnológicas en cultivos de invernadero. Agrotécnicas, S.L., Almería, España. 239-248.

• **NUEZ, F. 2001**

El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. 791 pp.

• **MANZANO, V. 2003**

Efectos del aclareo múltiple extremo sobre el rendimiento y sus componentes en tomate cultivar Pitenza bajo invernadero. Proyecto fin de carrera. Universidad de Almería, Escuela Politécnica Superior. 111 p.

• **MOLINA, J. 2003**

El papel de la agricultura intensiva en la economía de la Provincia de Almería. En: Camacho, F. (Ed.). Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Instituto Cajamar; 2ª ed. Almería, España. 29-50.

• **MORENO, O. 2002**

Evaluación de parámetros de calidad de plantas de semillero en tomate cv Durinta usando como sustrato compost proveniente de R.S.U. y restos vegetales: Efecto de la fertilización. Proyecto fin de carrera. Universidad de Almería, Escuela Politécnica Superior. 158 p.

• **PALOMAR, F. 2001**

Introducción a la producción integrada. En: El sector agrario y agroalimentario de Almería ante el siglo XXI. Instituto de estudios almerienses, Diputación Provincial. Colección actas. 40, 179-181.

• **PLAZA, Mª. 2003**

Efectos de la composición del sustrato de semillero sobre la producción de tomate c.v. Durinta bajo invernadero. Proyecto fin de carrera. Universidad de Almería, Escuela Politécnica Superior. 124 p.

• **TORTOSA, F. 1999**

El cultivo del tomate en el Parador y Roquetas de Mar. En: Camacho, F. (Ed.), Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Caja Rural de Almería, Instituto de Estudios y Proyectos Socio Económicos; Almería, España. 1, 293 -333.

• **UCLÉS, D. Y HERNÁNDEZ, R. 2003**

Macromagnitudes de la agricultura intensiva. En: Fernández, E. J. (Ed.) Innovaciones tecnológicas en cultivos de invernadero. Agrotécnicas, S.L., Almería, España. 1-9.

INTERACCIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA DE CEBADA Y ROTACIONES DE CULTIVO SOBRE LA FLORA ARVENSE Y RENDIMIENTOS DE CULTIVOS

LACASTA, CARLOS⁽¹⁾; MECO, RAMÓN⁽²⁾; ESTALRICH, E.⁽³⁾ Y MARTÍN DE EUGENIO, LUIS⁽¹⁾

⁽¹⁾ CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales
Finca Experimental "La Higuera", 45530 Santa Olalla (Toledo)
E-mail: csic@infonegocio.com

⁽²⁾ Servicio de Investigación y Tecnología Agraria., Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha. C/ Pintor Matías Moreno, 4. 45071 Toledo
E-mail: ramonmeco@jccm.es

⁽³⁾ Escuela Taller Albardin Concejalía Ciudad Sostenible
28801 Alcalá de Henares (Madrid)

RESUMEN

La rotación de cultivos y las densidades de siembra han sido métodos tradicionales para el control de las hierbas acompañantes en los secanos españoles, que se ha visto desplazada por factores económicos, monocultivo de cereal y uso de herbicidas. En este trabajo se pretende evaluar la capacidad de dos rotaciones tradicionales (cereal - veza forraje y cereal - girasol) combinadas con diferentes densidades de siembra (80, 160 y 240 kg/ha) y se comparan con un monocultivo al que se le somete también a las mismas densidades de siembra.

Los resultados indican que después de once años de experimentación, la meteorología es el factor más importante no sólo de la producción de los cultivos de secano sino de los problemas relacionados con la competencia de la flora arvense. Las rotaciones de cultivo son suficientes para el control de la flora arvense y además el rendimiento aumenta un 30% cuando se compara con un monocultivo de cebada. El aumento de las densidades de siembra no produce ningún aumento de la productividad en las rotaciones de cultivo pero sí en monocultivo convencional.

PALABRAS CLAVE: HERBICIDAS, METEOROLOGÍA Y MALAS HIERBAS

1 ► INTRODUCCIÓN

La rotación de cultivos ha sido uno de los métodos tradicionales para el control de las malas hierbas, que se ha visto desplazada por factores económicos, monocultivo de cereal y uso de herbicidas. Por otra parte no siempre son evidentes las ventajas de una aplicación de herbicidas, particularmente en densidades bajas de infestación de malas hierbas (Pardo *et al.*, 2002 y Chao *et al.*, 2002).

Aumentar las densidades de siembra en los cereales también han sido empleadas como forma de aumentar la competencia del cultivo frente a las hierbas acompañantes y disminuir de esa forma el daño que estas causan en los rendimientos de los cereales.

Actualmente sigue empleándose la expresión de “sembrar con mucho pan” para justificar esta práctica tradicional. Determinar la densidad óptima de siembra ha sido objeto de varios trabajos con desigual resultado (Moreno *et al.*, 2002), las causas son las diferentes condiciones experimentales.

En este trabajo se pretende evaluar la interacción de estas dos formas tradicionales de control de la flora arvense (rotación de cultivos y densidades de siembra) y su efecto sobre la productividad del cereal en las condiciones de semiárididad de los secanos y en un experimento de larga duración (11 años), con el objetivo de conseguir alternativas al control químico y conocer si las rotaciones de cultivo han de ser marginadas por su poca rentabilidad o por el contrario deben ser recomendadas.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se ha realizado en la Finca Experimental “La Higuera” Santa Olalla (Toledo), perteneciente al CSIC. El estudio se inició en 1992, por lo tanto los resultados que se exponen corresponden a 11 años de experimentación. El suelo es arcilloso uniforme, profundo, con una gran capacidad de retención de agua, difícil de trabajar dado su dispar consistencia en los grados extremos de humedad, la velocidad de infiltración es pequeña y los mecanismos de expansión y contracción superan las posibles consecuencias de la suela de labor.

Las características químicas son: pH alrededor de 7, materia orgánica, 1,4%, carbonato cálcico 2,5%, fósforo 20 ppm y potasio 180 ppm. Como la evolución de la flora arvense está condicionada por los parámetros meteorológicos, se realizó un seguimiento climático con los datos meteorológicos de la estación que se encuentra en la misma finca. Las rotaciones, son de dos hojas y se cultivaban ambas todos los años. Para la elección de las rotaciones se consideró que el manejo fuera lo suficientemente distintos, para que se pudieran marcar diferencias. Las rotaciones fueron: Cebada – Cebada (C-C), Veza forraje – Cebada (V-C) y Girasol – Cebada (G-C).

La rotación de monocultivo de cebada (C-C) va a permitir estudiar la evolución de la flora arvense asociada al cultivo de cereal y será presumiblemente la que va a dar el máximo de hierbas compitiendo con el cereal. La rotación de cebada con veza forraje, que va a ser segada en el mes de mayo, eliminara muchas hierbas que no han madurado y que serán extraídas del sistema. La rotación de cebada con girasol, permitirá que las labores preparatorias de siembra del girasol en invierno y primavera, harán disminuir de forma importante el banco de semillas que el año siguiente competiría con la cebada. Los cultivos que intervienen en las distintas rotaciones son: Cebada cv Reinette, Veza común y Girasol cv Toledo 2. Los años que por problemas meteorológicos no se pudo sembrar en otoño y las siembras se tuvieron que retrasar a febrero o marzo y se empleo la cebada cv Zaida.

Densidades de siembra

Las densidades se consideraron siempre en semillas por metro cuadrado porque el peso de semilla varia de un año a otro, pero por claridad se ha puesto la equivalencia aproximada en kg/ha. Las densidades de siembra sólo se aplico al cultivo de la cebada y se considero como testigo la densidad más frecuente en la zona donde se desarrolló el experimento que era de 160 kg/ha (400 semillas/m²). Las otras densidades de siembra fueron la mitad del testigo, 80 kg/ha (200 semillas/m²) y 1,5 el testigo 240 kg/ha (600 semillas/m²). En la densidad más baja se supuso que la competencia con las malas hierbas podría enmascarar los resultados de producción y no se veía el efecto de las densidades de siembra, por ello se añadió una variable más de densidad baja con herbicida.

Operaciones de cultivo

Antes de la siembra de los cultivos se realizan dos o tres pases de cultivador y después de la recolección se hace un pase de grada para enterrar los rastros de los cultivos, en el caso de la caña de girasol previamente se pasa un desbrozador para picarla. La siembra de la cebada y veza se realiza en otoño (noviembre) con una sembradora convencional de 19 brazos a 15 cm entre ellos, el girasol en primavera (abril) con una sembradora neumática de 4 brazos a 70 cm entre brazos. Las densidades de siembra de la veza es de 100 kg/ha y la del girasol de 40.000 semillas/ha.

La fertilización fue química y sólo se realizaba en el cultivo de la cebada, con abonos complejos antes de la siembra y nitrato amónico cálcico en invierno (en el estadio de inicio de ahijamiento). La fórmula de abonado 90-60-60. El hecho de que la fertilización fuera con productos de síntesis, no inhabilita los resultados ya que estos pueden ser sustituidos por fertilización orgánica.

La escarda química en la cebada se realiza solo en el tratamiento Densidad 80 kg/ha + herbicida, los herbicidas empleados fueron diversos en función de las hierbas que se

presentaban, pero los más empleados fueron una mezcla de clotoluron + ioxinil + bromoxinil + mecoprop. En el girasol se utiliza una escarda mecánica con un cultivador al que se le adaptan las rejas al ancho de las calles en el momento que la planta tiene entre 10 – 20 cm. En el resto de las parcelas de cebada y veza no se empleo ningún tipo de escarda..

La cebada y el girasol se recolectó con una microcosechadora marca Hege 140, la veza para forraje se segó, ahileró y empacó con aperos convencionales.

Muestreo

Todos los años, en el mes de mayo, se cuantificaron los niveles de infestación de hierbas espontáneas a través de una estimación visual de recubrimiento y abundancia de cada especie, según la escala de Folk (1951), en las parcelas de cebada. Cuando los niveles de infestación de flora arvense era alto, más de un 20% de recubrimiento de la superficie por malas hierbas en alguna parcela, se hacia otro muestreo de la flora arvense, utilizando un aro de 0,25 m², en cada parcela se inventariaba las hierbas de cuatro aros (1 m²), con el fin de cubrir de forma aleatoria la heterogeneidad de la parcela. El muestreo de los parámetros agronómicos: nascencia y numero de espigas se realizo tomando dos muestras por parcela de tres líneas consecutivas y una longitud de 0,5 metros por línea (1,5 metros lineales por muestra, equivalente a 0,227 m²).

Diseño experimental

Es de bloques al azar con 7 variables (tres rotaciones y cuatro densidades de siembra de cebada) y tres repeticiones. La superficie de las parcelas es de 400 m². Los resultados de producción y de la flora arvense fueron sometidos al análisis de la varianza, los datos de la flora arvense se transformaron previamente por $\lg(x+1)$ con el fin de normalizar las variables. Las diferencias entre tratamientos fueron separadas por medio del test de Tukey a un nivel de probabilidad de $P < 0,05$. Para conocer el efecto de las rotaciones sobre la flora arvense se consideraron todas las parcelas de la rotación con independencia de la densidad de siembra, sólo cuando se observo diferencias se considera las densidades de siembra.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La meteorología y más concretamente la pluviometría (Cuadro 1), se ha comportado de forma diferente cada año del experimento. Hay años que el déficit hídrico se inicio en el mes de marzo y continuo en abril y se secaron las plantas (92-93, 94-95 y 98-99), otras veces el déficit se inicio en marzo pero llovió en abril y se recuperó el cultivo (93-94), hubo años que las precipitaciones de otoño e invierno no permitieron las siembras en otoño y

se tuvieron que retrasar hasta febrero en el año 97-98 y hasta marzo en el año 2000-01, el primero las lluvias de primavera permitieron que el cultivo vegetara adecuadamente y cumpliera con su ciclo, mientras el año 2000-01, la primavera seca no lo permitió.

Cuadro 1. Pluviometría e incidencias más destacables en los años de experimentación

PLUVIOMETRIA L/M ²				
Años	Anual	Sep-Mar	Abr-Ago	Observaciones
92-93	413	208	205	Invierno seco y las lluvias de primavera llegaron demasiado tarde para los cultivos.
93-94	454	322	132	Déficit hídrico en abril. Marzo y primera quincena de abril, seca.
94-95	275	197	78	Año muy seco, se inició el déficit hídrico en marzo. Heladas de primavera.
95-96	535	403	132	Déficit hídrico en abril. Exceso de humedad en invierno.
96-97	573	413	160	Exceso de humedad en invierno. 90 días sin lluvia (15/I al 15/IV).
97-98	637	460	177	Exceso de humedad en invierno. La siembra se hizo a mediados de febrero.
98-99	292	203	89	Año muy seco, se inició el déficit hídrico en marzo.
99-00	437	278	159	Otoño y primavera húmeda e invierno y verano secos. Un buen año agrícola.
00-01	649	545	104	Otoño e invierno muy húmedo y primavera seca. Las siembras se hicieron en marzo.
01-02	541	341	200	Año bueno para la producción agraria. Mes de diciembre muy frío y primavera húmeda.
02-03	500	453	47	Otoño e invierno muy húmedo y primavera seca.

Nota: Los años en azul, indican los años que fueron secos o las siembras se tuvieron que realizar en primavera por problemas de exceso de humedad en otoño. En ambas situaciones la flora arvense era afectada y disminuía de forma natural el banco de semillas que competían con el cultivo.

Esta meteorología, aparte de afectar a la producción de los cultivos (Cuadro 7, 8 y 9), ha determinado que la flora arvense se haya controlado de forma natural durante la mayoría de los años del periodo experimentación por producirse una alternancia de años secos o con siembras tardías y años con meteorologías consideradas normales, los primeros producían una disminución del banco de semillas del suelo para el año siguiente bien porque la flora arvense

no conseguía reproducirse adecuadamente o eran eliminadas con las labores preparatorias. Aunque el muestreo de la flora arvense se realizó todos los años, el número de plantas acompañantes al cultivo fue muy pequeño y prácticamente despreciable la mayoría de los años, el recubrimiento de la superficie por flora arvense estaba comprendido entre el 5-10%, y sólo dos años (96-97 y 02-03) de los once que ha durado el experimento se pudo estudiar el efecto de la flora arvense sobre los tratamientos, esto fue debido, a como se ha explicado anteriormente, a que se intercalaron periódicamente años secos o años de siembras tardías que disminuían el banco de semillas del suelo y controlaban para el año siguiente la emergencia de la flora acompañante.

Los resultados de los dos años (96-97 y 02-03), en que se ha podido estudiar el efecto de las rotaciones y las densidades de siembra de la cebada sobre la flora acompañante en el cultivo de la cebada, se han estructurado considerando las especies competidoras dominantes, el número de plantas encontradas de flora arvense y por unidad de superficie, número de especies encontradas por tratamiento, tanto por ciento de recubrimiento de la superficie de las parcelas por flora arvense y señalar la producción de cebada para deducir si las pérdidas de producción son debidas a competencia por especies arvenses.

Cuando se analiza el efecto de las rotaciones (Cuadro 2 y 3), lo que destaca es que la rotación de cebada con girasol y en los dos años, no ha habido problemas de competencia por hierbas acompañantes y en cambio en el monocultivo de cebada los dos años la producción se ha visto afectada por competencia de la flora arvense.

Cuadro 2. Hierbas competidoras (Hc) dominantes por m² según rotación en 96-97

ESPECIES	MONOCULTIVO C-C		ROTACIÓN C-G		ROTACIÓN C-V	
<i>Papaver rhoeas</i> L.	15	a	1	b	1	b
<i>Kicxia lanigera</i> L.	15	a	1	b	0	b
<i>Anagallis arvensis</i> L.	9	a	0	b	0	b
<i>Legousia castellana</i> L.	9	a	0	b	1	b
<i>Torilis nodosa</i> Gaertner	7	a	0	b	0	b
Total número plantas de Hc/m²	83	a	10	b	14	b
Total número de especies	34	a	18	b	24	b
% Recubrimiento de Hc	42	a	3	b	6	b
Producción media kg/ha	1.422	a	3.290	b	2.881	b

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente. (P < 0,05; test Tukey).

Cuadro 3. Hierbas competidoras (Hc) dominantes por m² según rotación en 02-03

ESPECIES	MONOCULTIVO C-C		ROTACIÓN C-G		ROTACIÓN C-V	
<i>Galium tricornutum</i> L.	70	a	1	b	4	b
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	67	a	1	b	4	b
<i>Papaver rhoeas</i> L.	37	a	1	b	1	b
<i>Avena sterilis</i> Ludoviciana	4	b	1	b	11	a
<i>Cirsium arvensis</i> Scopali	2	a	0	b	15	a
Total número plantas de Hc/m²	298	a	23	b	168	a
Total número de especies	38	a	22	b	32	a
% Recubrimiento de Hc	75	a	5	c	18	b
Producción media kg/ha	1394	a	4663	c	3340	b

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente. ($P < 0,05$; test Tukey).

En la rotación de cebada con veza forraje el año 2002-03, aparecen las hierbas *Avena sterilis* y *Cirsium arvensis* con diferencias significativas con respecto a las otras rotaciones, lo que indica que el manejo de la veza forraje favorece la multiplicación de estas especies, y esto se explica por la menor competencia de la veza con las plantas arvenses acompañantes a los cultivos que unido a un retraso en la siega permite su fructificación e infestación del suelo por las semillas de estas especies que luego competirán con el cultivo de la cebada. Las hierbas dominantes no son las mismas un año y otro a excepción de *Papaver rhoeas* (Cuadro 3 y 4). El número de plantas competidoras por m² es menor en el año 96-97, pero el número de especies es prácticamente las mismas los dos años.

El que un año se expresen más unas que otras se debe a las condiciones ambientales, aunque los dos años tuvieron un otoño muy húmedo, el año 96-97 tuvo un periodo seco de 90 días comprendido entre el final del invierno y el principio de primavera que perjudicó a las hierbas de nascencia más temprana y a la producción de la cebada. Como la cantidad de hierba que había en todas las parcelas de cebada con rotaciones de cultivo en 1996-97 era tan baja (Cuadro 2), no pudo estudiarse el efecto de las densidades de siembra sobre el control de la flora arvense, concluyendo que era igual que hubiera una densidad de siembra de 80 o de 240 kg/ha. En cambio la hierba en las parcelas de monocultivo de cebada sí fue importante y en el cuadro 4 se analizan los efectos de la densidad de siembra de la cebada sobre la presencia de flora arvense. Los resultados confirman, como era de esperar, que el efecto del herbicida fue notorio, pero no el efecto de las densidades de siembra comportándose prácticamente igual en las diferentes densidades de siembra estudiadas.

Cuadro 4. Hierbas competidoras (Hc) dominantes por m² considerando la densidad de siembra en monocultivo de cebada en el año 96-97

ESPECIES	80 KG/HA + HERBICIDA		80 KG/HA		160 KG/HA		240 KG/HA	
<i>Papaver rhoeas</i> L.	0	a	6	ab	18	b	22	b
<i>Kicxia lanigera</i> L.	0	a	31	b	4	a	11	b
<i>Anagallis arvensis</i> L.	0	a	0	a	11	b	15	b
<i>Legousia castellana</i> L.	0	a	10	b	15	b	2	a
<i>Torilis nodosa</i> Gaertner	0	a	7	b	10	b	5	b
Total número plantas de Hc/m ²	4	a	79	b	80	b	110	b
Total número de especies	3	a	22	b	24	b	27	b
% Recubrimiento de Hc	2	a	20	b	55	b	50	b
Producción media kg/ha	1904	a	1185	b	994	b	1217	b

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente. (P < 0,05; test Tukey).

Cuadro 5. Hierbas competidoras (Hc) dominantes por m² considerando la densidad de siembra en monocultivo de cebada en el año 02-03

ESPECIES	80 KG/HA + HERBICIDA		80 kg/ha		160 kg/ha		240 kg/ha	
<i>Galium tricorntutum</i> L.	53	a	112	b	64	a	48	a
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	2	a	51	b	33	b	117	b
<i>Papaver rhoeas</i> L.	37	a	46	a	51	a	15	a
Total número plantas de Hc/m ²	123	a	477	c	207	b	211	b
Total número de especies	22	a	24	a	31	a	27	a
% Recubrimiento de Hc	25	a	80	b	50	b	55	b
Producción media kg/ha	1723	a	567	b	1502	a	1410	a

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente. (P < 0,05; test Tukey).

Se apreciaron diferencias entre los tratamientos de densidades de siembra por el momento de nascencia de las malas hierbas, así *Kicxia lanigera*, aparece más abundante en la densidad

baja y en cambio la *Papaver* y *Anagallis* en las densidades altas, esto es debido que en las primeras fases de cultivo las densidades más altas impiden el desarrollo de hierbas más tempranas y después son las hierbas tempranas que han nacido en las densidades bajas las que impiden el desarrollo de las hierbas primaverales.

En el año 2002-03, se estudio la influencia de las densidades de siembra de cebada sobre el control de la flora arvense en el monocultivo y en la rotación con veza forraje. En el monocultivo (Cuadro 5) se vuelve a observar el efecto del herbicida en el control de la flora arvense. Este año a diferencia del año 96-97 si se nota el efecto de las densidades de siembra en el desarrollo de la flora arvense produciendo el mismo efecto sobre la productividad que si se hubiera utilizado herbicida, aunque no sobre las hierbas. La especie más afectada por la densidad de siembra es *Galium tricorntum* a ser una hierba que nace en los primeros estadios del cultivo, en cambio *Lolium rigidum* que nace a la vez que el cultivo no es afectado.

Cuadro 6. Hierbas competidoras (Hc) dominantes por m² en cultivo de cebada considerando la densidad de siembra en cebada y en una rotación de cebada con veza forrajeen el año 02-03

ESPECIES	80 KG/HA + HERBICIDA		80 kg/ha		160 kg/ha		240 kg/ha	
<i>Avena sterilis</i> Ludoviciana	0	a	20	b	6	a	8	a
<i>Cirsium arvensis</i> Scopali	0	a	35	b	15	ab	4	a
Total número plantas de Hc/m ²	12	a	265	c	115	b	97	b
Total número de especies	19	a	25	a	24	a	20	a
% Recubrimiento de Hc	5	a	20	b	20	b	15	b
Producción media kg/ha	2963	a	3183	a	3663	a	3550	a

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente. (P < 0,05; test Tukey).

En la rotación de cebada con veza forraje, el año 2002-03 es el único año de los once donde se aprecia presencia de hierbas competidoras con una densidad importante para poder estudiar la influencia de las densidades de siembra. Se observa (Cuadro 6) que en la densidad de 80 kg/ha el número de hierbas es superior, pero esta mayor cantidad de hierba no ha superado el umbral de infestación a partir del cual la competencia produce disminución de cosecha, aunque nos señala un posible peligro potencial si no se maneja correctamente el cultivo de veza. Cuando el cereal se fertiliza, da igual la rotación que se emplee (V-C y G-C), los resultados medios de productividad de los once años de experimentación (Fig. 1) no presentan diferencias por emplear el cereal en rotación con girasol o con veza para recoger para forraje. Pero cuando la producción de cebada en rotación con otro cultivo se compara

con la producción de cebada obtenida en monocultivo, esta disminuye en un 30% siendo mayor en la densidad de siembra de 80 kg/ha y sin empleo de herbicidas.

Cuadro 7. Producción de cebada en rotación con veza

AÑOS	DENSIDADES DE SIEMBRA				MEDIA
	80 kg/ha + Herbicida	80 kg/ha	160 kg/ha	240 kg/ha	
92-93	202 a	224 a	247 a	310 a	246
93-94	2317 a	2317 a	2232 a	1636 b	2126
94-95	0	0	0	0	0
95-96	3262 b	3957 ab	4186 a	4241 a	3912
96-97	2088 b	2137 b	3623 a	3677 a	2881
97-98	3001 b	3265 ab	4091 a	3395 ab	3438
98-99	671 a	735 a	602 a	1162 a	792
99-00	4365 a	4187 a	3804 a	3881 a	4059
00-01	577 a	858 a	713 a	679 a	707
01-02	4581 a	4725 a	4388 a	3008 b	4175
02-03	2963 a	3183 a	3663 a	3550 a	3340
MEDIA	2184	2326	2504	2322	2334
%	87	93	100	93	

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente ($P < 0,05$; test Tukey). Los valores en azul son los rendimientos más altos del año

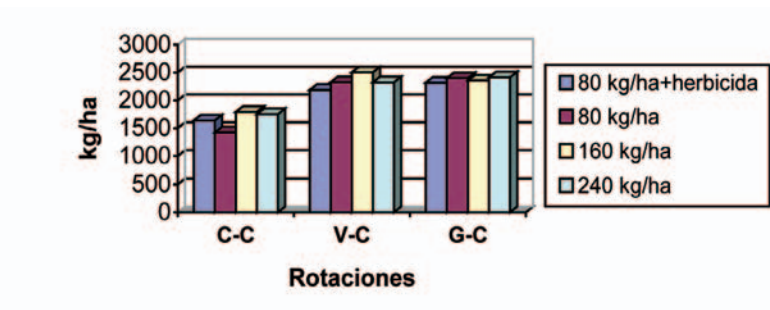


Figura 1. Producción media de cebada (11 años) en las diferentes rotaciones y densidades de siembra.

En general cuando la cebada esta en rotación (Cuadro 7 y 8) no se nota diferencias significativas en la producción por usar o no herbicidas para el control de la flora arvense, incluso se nota una disminución en la productividad aunque no significativo por el uso de herbicidas, posiblemente por problemas de fitotoxicidad, tampoco por utilizar una densidad de siembra mayor.

Pero en el monocultivo (Cuadro 9), si se notan diferencias por efecto de las densidades de siembra y el uso de herbicidas. Cuando se analizan las producciones en función de las densidades de siembra, en la rotación de la cebada con veza (Cuadro 7), sólo el año 96-97 dio menor producción y significativa estadísticamente entre la densidad de 80 kg/ha y las demás, en el girasol (Cuadro 8) ocurrió lo contrario en el año 93-94 y la densidad más baja produjo más, todo ello se explica por la pluviometría de esos años, en el primer caso fue la falta de agua en el momento del ahijamiento y en el segundo el déficit de primavera.

Cuadro 8. Producción de cebada en rotación con girasol

AÑOS	DENSIDADES DE SIEMBRA								
	80 kg/ha + Herbicida		80 kg/ha		160 kg/ha		240 kg/ha		MEDIA
92-93	155	a	141	a	201	a	283	a	195
93-94	1238	a	1011	a	613	b	500	b	841
94-95	0		0		0		0		0
95-96	3607	b	4306	ab	4521	a	4820	a	4314
96-97	3531	a	2963	a	3288	a	3379	a	3290
97-98	3005	a	3214	a	3236	a	3405	a	3215
98-99	29	a	54	a	60	a	19	a	40
99-00	4225	a	4408	a	4046	a	3710	a	4097
00-01	1135	a	969	a	1290	a	1469	a	1216
01-02	4071	a	4496	a	4060	a	4154	a	4195
02-03	4496	a	4804	a	4583	a	4767	a	4663
MEDIA	2317		2397		2354		2410		2370
%	96		99		98		100		

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente ($P < 0,05$; test Tukey). Los valores en azul son los rendimientos más altos del año

En el monocultivo el efecto de menor producción se debe principalmente a la competencia de la flora arvense, así cuando existe un buen control de las malas hierbas no hay diferencias significativas entre densidades de siembra. En la densidad de 80 kg/ha hay dos años (96-97 y 02-03) con diferencias significativas entre usar o no herbicidas. El año 97-98 se sembró en febrero (Cuadro 1) y la densidad de 80 kg/ha también dio diferencias significativas entre usar o no herbicidas debido a una infestación tardía de *Lactuca serriola* L.

Cuadro 9. Producción de cebada en monocultivo

AÑOS	DENSIDADES DE SIEMBRA								
	80 kg/ha + Herbicida		80 kg/ha		160 kg/ha		240 kg/ha		MEDIA
92-93	152	a	206	a	260	a	159	a	196
93-94	2908	a	2312	ab	2732	ab	2147	b	2576
94-95	0		0		0		0		0
95-96	2354	c	2951	bc	3512	ab	3726	ab	3075
96-97	1904	a	1185	b	994	b	1217	b	1422
97-98	1603	a	942	b	1735	a	2088	a	1652
98-99	677	a	431	a	867	a	425	a	694
99-00	2990	a	2890	a	3277	a	3067	a	3006
00-01	260	b	165	b	404	a	477	a	332
01-02	3448	b	3996	ab	4431	a	4538	a	3980
02-03	1723	a	567	b	1502	a	1410	a	1394
MEDIA	1638		1422		1792		1750		1666
%	91		79		100		98		

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente ($P < 0,05$; test Tukey). Los valores en azul son los rendimientos más altos del año

Sólo dos años el monocultivo de cereal (Cuadro 9) tuvo una producción equiparable a las rotaciones (93-94, 01-02), el resto, los nueve años restantes, la producción del monocultivo fue inferior a la cebada en rotación. Estudiando las posibles causas de porque no existen diferencias en las producciones de cebada entre el monocultivo y la cebada sometida a rotación en estos dos años, se comprobó que en esos años hubo lluvias en el verano anterior al cultivo: 89,2 mm en junio de 1993 y 46,4 mm en julio de 2001; precipitaciones que permitieron la

descomposición de los residuos de la cosecha de cereal antes de la siembra, dejando el suelo en condiciones de igualdad con respecto a los tratamientos con rotaciones de cultivo porque los demás años los residuos se descompusieron en la primavera siguiente en presencia del cultivo provocándose competencia por nitrógeno.

Las diferencias de las producciones de cebada en las rotaciones (Cuadro 7 y 8), se deben al perfil hídrico del suelo. El déficit hídrico de primavera es mucho más temprano en la rotación de girasol (93-94 y 98-99), apareciendo diferencias con las otras rotaciones (veza-cebada). Pero cuando el año es lluvioso ocurre lo contrario (95-96, 96-97, 00-01 y 02-03), y no ocurrió en el año 97-98 a pesar de ser lluvioso porque no se pudo sembrar hasta el mes de febrero y la primavera fue húmeda, siendo la fertilización con nitratos la variable que homogenizó los diferentes tratamientos. Mientras el año 00-01, aunque se sembró también tarde, en el mes de marzo, la primavera fue seca y fue la mejora de la estructura del suelo por el cultivo del girasol la que favoreció el aumento de la producción del cultivo de cebada. El agua en el suelo está por debajo de punto de marchitamiento después del girasol y con inviernos secos o poco lluviosos, el suelo no llega a saturarse, y en primavera tiene menos reservas hídricas que otras rotaciones.

En cambio en los inviernos lluviosos, que hay exceso de agua, son las parcelas que han estado sometidas al cultivo del girasol las que permiten evitar los problemas de asfixia radicular que se presentan en el suelo arcilloso donde está establecido el experimento, dando lugar a mayores producciones. Este razonamiento explica también porque en los años con inviernos lluviosos en las rotaciones de veza y monocultivo las densidades bajas son las menos productivas ya que en ellas son fundamentales que se den unas buenas condiciones ambientales para el ahijamiento.

4 ► CONCLUSIONES

- La meteorología, aparte de afectar a la producción de los cultivos determina los posibles problemas relacionados con la competencia de la flora arvense.
- La cebada en rotación con otro cultivo es suficiente para controlar la flora arvense.
- Cuando la cebada está en rotación con otro cultivo y está bien alimentada, el aumentar la densidad de siembra no produce ningún aumento de la productividad. Las densidades bajas de siembra pueden incluso producir más si se retrasan las lluvias de primavera, al ser menor la competencia entre plantas.
- Sólo dos años de los once que se han estudiado, el monocultivo de cereal tuvo una producción equiparable a las rotaciones, el resto. La producción media de los 11 años, el monocultivo fue inferior a la cebada en rotación en un 30%. En el monocultivo de cebada y en ambientes semiáridos con bajos niveles de infestación de hierba acompañante, las densidades de siembra pueden ejercer la misma función que el uso de herbicidas.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Servicio de Investigación de la Dirección de Desarrollo Rural de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha la financiación de este ensayo.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **CHAO, J.; LACASTA, C.; ESTALRICH, E.; MECO, R. Y GONZÁLEZ PONCE, R. 2002**

Estudio de la flora arvense asociada a los cereales de ambientes semiáridos en rotación de cultivos de secano. En: La agricultura y ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario. Sociedad Española de Agricultura Ecológica; Gijón Tomo 1, 733-740.

- **FOLK, L. 1951**

A comparison chost for visual percentage estimati3n. Journal of Sedimentary Petrology, 21 : 32-33.

- **MORENO, A.; MORENO, M.; RIBAS, F. Y CABELLO, M. J. 2002**

Influencia de distintas dosis de siembra sobre el rendimiento de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) para su aplicaci3n en cultivo ecol3gico. En: La agricultura y ganadería ecol3gicas en un marco de diversificaci3n y desarrollo solidario. Sociedad Espa3ola de Agricultura Ecol3gica; Gij3n Tomo 1, 685-689.

- **PARDO, G.; VILLAR, F.; AIBAR, J.; LEZAUN, J. A.; LACASTA, C.; MECO, R.; CIRIA, P. Y ZARAGOZA, C. 2002**

Estudio de la fertilizaci3n y el desherbado en el cultivo de cebada en secano. En: La agricultura y ganadería ecol3gicas en un marco de diversificaci3n y desarrollo solidario. Sociedad Espa3ola de Agricultura Ecol3gica; Gij3n Tomo 1, 691-700.

EL PISTACHERO II

Estudio fenológico y económico

LACASTA, CARLOS⁽¹⁾; **VADILLO, JOSÉ RAMÓN**⁽¹⁾; **MAYO, FABIOLA**⁽²⁾ Y **COUCEIRO, JOSÉ FRANCISCO**⁽³⁾

⁽¹⁾ CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales. Finca Experimental “La Higuera”
45530 Santa Olalla (Toledo)
E-mail: csic@infonegocio.com

⁽²⁾ Diputación de Toledo. Servicio de Medio Ambiente, Finca El Borril
Plaza de Sta. Eulalia, 3. 45502 Toledo
E-mail: afabiolamayo@yahoo.es

⁽³⁾ Autonomía de Castilla - La Mancha. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Centro de Mejora Agraria “El Chaparrillo”, 13071 Ciudad Real
E-mail: jfcouceiro@jccm.es

RESUMEN

El pistachero es capaz de sobrevivir y dar frutos en situaciones adversas, intolerables para la mayor parte de los frutales. Sin embargo también tiene unos condicionamientos de medio bastantes específicos que limitan su posible área de cultivo, como son las necesidades en frío para cubrir adecuadamente su periodo de reposos invernal, la sincronía en la floración de machos y hembras para tener una buena polinización y sensibilidad a las heladas tardías de primavera. Con los resultados obtenidos en este trabajo y en el trabajo presentado en este VI Congreso de la SEAE “El pistachero I: Estudio de variedades en seco y en manejo ecológico”, se realiza un estudio de viabilidad económica.

Se recomienda que a la hora de hacer una nueva plantación, se incluya en la misma diferentes variedades hembras y machos. Las variedades hembras con las que se han obtenido mejores resultados son: Avdat, Ashoury y Larnaka, y como polinizadores: C-especial, Askar, Nazar, Chico y Mateur.

Las variedades recomendadas, tienen unas necesidades cercanas a las 1.000 horas-frío para el inicio de la actividad vegetativa y la floración es en la primera quincena de abril. En el estudio económico y considerando que sólo uno de cada tres años se obtiene producción, debido a problemas de heladas de primavera o por vecería, se pueden obtener una rentabilidad económica, a partir de los veinte años, superior a los 600 €, lo que le permite ser una buena alternativa para algunas zonas del seco español.

PALABRAS CLAVE: HORAS FRÍO, UNIDADES DE CALOR, HELADAS DE PRIMAVERA, POLINIZACIÓN Y *PISTACIA VERA L.*

1 ► INTRODUCCIÓN

El pistachero es capaz de sobrevivir y dar frutos en situaciones adversas, intolerables para la mayor parte de los frutales. Sin embargo también tiene unas necesidades de medio bastantes específicas que limitan su posible área de cultivo.

Un aspecto muy importante son las necesidades en frío para cubrir adecuadamente su periodo de reposos invernal. Las necesidades de frío varían mucho en las variedades y es un aspecto de enorme importancia para la elección varietal. La variedad Kerman exige alrededor de 1000 horas frío, pero otras variedades Mateur, Aegina y Ashoury necesitan muchas menos (Vargas y Romero, 1993)

En la actualidad es aceptado por la mayor parte de los fisiólogos que el mecanismo directo que regula los procesos de actividad/reposo es un balance, en el interior del vegetal, entre promotores e inhibidores del crecimiento (Melgarejo, 1996).

Aunque es evidente que un proceso fisiológico tan complejo como el reposo invernal no puede depender exclusivamente de un sólo factor climático, desde un punto de vista práctico, se ha vinculado la duración del reposo con las temperaturas por debajo de un determinado umbral. Otros factores como la propia oscilación térmica a lo largo del día, la radiación solar, la iluminación, la humedad del suelo y del aire, el tipo de suelo, etc., pueden ser considerados como factores ecológicos que influyen también en la salida del reposo de los frutales.

Sin embargo desde un punto de vista práctico parece razonable, mientras no se postule un modelo que integre la influencia de un mayor número de estos factores, utilizar la variable temperatura como el factor más adecuado para medir cuándo se han cubierto las necesidades de frío invernal de un determinado frutal; sin embargo, los valores obtenidos para una determinada zona y especie habrá que corregirlos en otros ambientes con objeto de tener en cuenta la influencia de los demás factores ecológicos antes citados (Melgarejo, 1996). Las horas-frío se definen como el número de horas que pasa la planta, durante el periodo de reposo invernal, a temperaturas iguales o inferiores a una umbral, siendo frecuente que esta temperatura umbral se fije en 7 °C.

Uno de los primeros problemas que se plantean cuando se quieren realizar conteos de horas-frío es: ¿A partir de qué fecha se inicia el conteo de las horas que pasan los frutales por debajo del umbral fijado y hasta qué fecha hemos de seguir contabilizando? La respuesta no es siempre fácil tomándose, generalmente, como fecha para el inicio del conteo el estado fenológico de «caída de hojas», aunque se sabe que en este momento la planta ya puede estar en reposo y por tanto acumulando frío para la salida del mismo (Gil-Albert, 1989). Por otro lado, el conteo de horas-frío finaliza cuando la planta ha cubierto sus necesidades de frío invernal, pero la determinación de esta fecha también puede conducirnos a cierto error, sobre todo si esperamos a ver síntomas externos como el desborre, ya que éste se producirá un tiempo después de haberse cubierto las necesidades de frío.

Una vez determinada la fecha de inicio y de fin del conteo, son varios los métodos que pueden utilizarse para el conteo de las horas-frío, aunque estas determinaciones deben realizarse para un número de años suficientemente grande, en cuyo caso además puede determinarse la probabilidad de que un determinado número de horas-frío se produzcan en la zona estudiada. Si las necesidades de frío invernal de cada de árbol no son satisfechas, se presentarán en la siguiente época de crecimiento desórdenes fisiológicos más o menos importantes, que serán función del déficit de frío que la planta haya sufrido, aunque otros factores como la insolación, heladas invernales, etc., pueden disminuir o aumentar los daños propios atribuibles a este déficit de frío en los inviernos templados (Melgarejo, 1996).

La polinización del pistachero tiene una particular importancia y en muchas ocasiones condiciona el éxito o el fracaso de una plantación. Vargas y Romero (1993), opinan que, quizás una de las principales razones por las que este cultivo no ha tenido una mayor difusión en la zona mediterránea, resida en problemas derivados de una incorrecta polinización.

En el pistachero es muy normal que los machos comiencen a florecer antes que las hembras. Es una practica muy recomendable utilizar más de una variedad polinizadora, de esta forma, se puede conseguir cubrir perfectamente todo el periodo de floración de la variedad hembra y disminuir el riesgo de falta de coincidencia en las floraciones. Esta coincidencia es muy importante, la floración de un árbol hembra dura aproximadamente dos semanas, pero una determinada flor tiene un periodo hábil de receptividad del polen muy corto aproximadamente 2-3 días (Vargas y Romero 1993). Un aspecto importante es la proporción y distribución de los polinizadores, ya que la cantidad de polen presente en el aire, disminuye según se aleja de ellos.

Son mucho los investigadores que han trabajado para conocer las necesidades de calor que necesitan los frutales para alcanzar la plena floración tras la interrupción del periodo de reposo. Se sabe que las plantas no brotarán hasta que las temperaturas no superen su cero vegetativo, midiéndose el calor acumulado mediante la integral térmica de la especie considerada. Los métodos propuestos por los distintos autores para determinar el tiempo que ha de transcurrir para alcanzar la plena floración desde una fecha dada, consisten en contabilizar la acumulación de calor que se produce por encima de una temperatura determinada.

Esta temperatura a partir de la cual se contabiliza la acumulación de calor varía, según las especies, zonas y autores, entre 4 y 10 °C. Siguiendo esta metodología, aquellos valores para los que el coeficiente de variación es mínimo darán la mejor apreciación de la época de floración. No obstante, el método considera que todas las temperaturas por encima de una dada producen el mismo efecto, lo cual puede conducir a errores más o menos importantes, dependiendo del régimen de temperaturas de la zona y del periodo considerado.

El conocer cuales van a ser las fechas de floración del pistachero en una zona donde se quiere hacer una plantación, es importante ya que ellas nos van a indicar las posibilidades de que las heladas de primavera no dañen a la flor.

En el trabajo presentado en este Congreso con el título “El pistachero I: Estudio de variedades en secano y en manejo ecológico” (a partir de ahora El pistachero I), se estudiaba cuales eran las variedades y portainjertos que mejor se adaptaban a las condiciones de secano en función de la productividad y calidad de los frutos, en esta segunda parte se estudia cuales son los parámetros meteorológicos a tener en cuenta a la hora de hacer una plantación y como estas pueden afectar a la brotación, floración, polinización y formación de yemas. Con la información obtenida de ambos estudios se realiza un estudio económico.

2 ▶ MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Finca Experimental “La Higuera” en Santa Olalla, Toledo. Las características experimentales se indican en el trabajo “El pistachero I”. Sólo indicar de nuevo por la importancia que tiene para este trabajo que la distribución de las variedades macho: Peter, Askar, Nazar, Mateur M., Chico, Egino, M-38 y M-C., están situadas cada una de ellas en el centro de un cuadro formado por 8 árboles hembras de la misma variedad. Las variedades femeninas son: Kerman, Mateur, Aegina, Ashoury, Napoletana, Avidon, Larnaka y Avdat.

La fenología se tomaba una vez a la semana desde el mes de marzo hasta el final de la floración en todos los árboles que tuvieran yemas de flor anotando su estadio fenológico (cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los estados fenológicos en *Pistacia vera* L.

INFLORESCENCIA FEMENINA	INFLORESCENCIA MASCULINA
A: Yema dormida	A: Yema dormida
B: Yema Hinchada	B: Yema Hinchada
C: La yema crece en longitud para el desarrollo de la inflorescencia. Las brácteas protectoras se quedan en la base de cada racimo floral.	C: Apertura de bracteas protectoras
D: Comienzan a separarse los racimos. Se observan los estigmas.	D: Aparición entre las brácteas de los racimos florales
E: Racimos completamente separados. Los ovarios continúan no visibles, protegidos por una bráctea.	E: Desaparición de las brácteas protectoras. Se observan con claridad los estambres.
F: Final de la floración, se observan los frutos de color rojizo	F: Comienzo de la antesis
	G: Finalización de la antesis y floración

Con estos datos se obtenía el porcentaje de los diferentes estadios fenológicos para las distintas variedades y fechas, cuando había más del 50% de un estadio es cuando se considera que el árbol está en ese estado fenológico. La duración de la floración se considera desde que aparece la primera flor hasta que no hay ninguna.

Para el cálculo de las horas-frío y horas-calor se empleo el método de las bandas termográficas. Es un método bastante tedioso, sin embargo, es el método más preciso. El estudio se realizó durante nueve años y se contaron las horas inferiores a 7 °C desde que estas se producían en otoño hasta el 1 de febrero como indica Gil-Alber (1986), para zonas templadas cálidas. Para el cálculo de las horas-calor se opto, después de varios estudios para precisar el umbral que mejor se ajustaba al pistachero y a la zona, el contar las horas desde el 1 de febrero superiores a 9°C hasta la fecha que se producía la brotación y el inicio de la floración, este estudio se realizo para todas las variedades pero por claridad en la exposición de los resultados se eligió un variedad temprana y una tardía.

Como la posibilidades son remotas de que existan termógrafos en las estaciones meteorológicas más cercanas a donde quiera ponerse una nueva plantación de pistacheros, se ha calculado también la constante de corrección para poder aplicar el método de Crossa-Raynaud para el calculo de horas-frío. La formula que se empleo para el cálculo de las horas-calor fue aquella que mejor se ajustaba con los datos obtenidos con las bandas termográficas.

En el estudio económico, se ha considerado una plantación de pistachero con las variedades Ashoury, Avdat y Larnaka, injertados sobre *P. atlántica*, por ser la combinación más productiva (Pistachero I). Como polinizadores se emplearan aquellos que se obtengan de los resultados de este trabajo y que presenten mayor sincronía en la floración con las variedades elegidas. El número de árboles por hectárea sera de 212 hembras y 26 machos. Se consideran dos periodos de estudio el primero que estará comprendido entre los 0 y 20 años y que tendrá que asumir los costes de plantación y el segundo, después de los 20 años. Para el coste de la plantación se supone: un precio de planta injertada de 12 €, unas labores de plantación de 90 €/ha y la necesidad de 10 jornales. El total de gastos de plantación será de 3516 €/ha.

La fertilización estará basada principalmente en la incorporación de los restos de cosecha y abono verde de flora arvense autóctona producida hasta primeros de abril, para dar tiempo al perfil edáfico a recuperar la humedad antes del verano. Periódicamente se aplicara compost de oveja a razón de 20.000 kg/ha cada diez años.

Prácticas culturales: cuatro labores de cultivador, la media de jornales para la poda, es de 4 jornales/ha, para la recolección, la media estimada es de 5 jornales/ha, para la fertilización se pasara un desbrozador para la flora arvense, se picará los restos de poda. Para los gastos de las prácticas culturales se valorara una cantidad media por año. Los jornales se valoran a 60 €/jornal, el precio del compost será de 0,03 €/kg. y las labores de tractor a 25 €/ha.

Para el cálculo de ingresos, se considera que los primeros seis años, la producción es nula y para el resto de los años, se hará un estudio para conocer cuantos años no habrá producción bien por daños por heladas o por vejería. Para el segundo periodo los gastos de poda, recolección, fertilización y labores, aumentaran un 20%, por el aumento del IPC y el precio del pistacho disminuirá en la misma proporción, por un aumento de competencia. El precio del pistacho en la actualidad es de 3 €/kg.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

• Fenología

Lo que se observa en las figuras 1 y 2 es que la floración de las variedades de pistachero se produce, la mayoría de los años, en la primera quincena de abril y que hay una buena sincronía entre las variedades femenina y masculinas. La variedad femenina más tardía es Kerman y las más tempranas Aegina y Mateur y las variedades masculinas más tardías son Peter, Chico y Eginó y la más temprana Mateur. Según estos resultados la variedad más recomendada para las zonas de heladas tardías, como es la zona de estudio, sería la variedad Kerman por ser la más tardía, pero como se ha comprobado en el otro trabajo “El pistachero I”, que las heladas tardías de primavera han afectado a todas las variedades por igual, lo que habría que pensar que las heladas han afectado desde que hay apertura de las brácteas florales y comienzan a separarse los racimos (C y D). La duración de los diferentes estadios fenológicos y la sincronía entre variedades femeninas y masculinas, varía con los años. Para mostrar esta divergencia se han elegido los años 2001 y 2003, porque los árboles tenían más edad, había árboles suficientes de todas las variedades y existía producción, lo que permitía comprobar si la mayor concordancia en las floraciones se acompañaba con un aumento de la producciones. En las figuras 3, 4, 5 y 6, lo que se observa, como se decía en la introducción, que las variedades masculinas brotan antes que las femeninas. La variación en la duración de los diferentes estadios difiere tanto entre años como entre variedades.

En el año 2001 (Fig. 3 y 4), la variedad Kerman es la más tardía en la floración, pero hay cinco variedades masculinas que coinciden en la floración con ella, siendo la variedad Aegina la que pudo tener problemas de polinización debido a que sólo la variedad masculina Mateur puede polinizarla. Los resultados de producción (Fig. 7) parecen indicar que hubo una polinización aceptable porque las variedades con menos producción fueron las variedades tardías Kerman y Napoletana que no tenían que tener problemas de polinización por la coincidencia en la floración con la mayoría de los árboles machos. En el año 2003 (Fig. 5 y 6), aunque la brotación de las diferentes variedades fue más o menos en las mismas fechas que en el año 2001, en cambio la floración fue una semana más tarde. La sincronía entre árboles machos y hembras es muy buena, destacándose de nuevo la variedad Kerman como la de menor producción. Este año la causa fue las altas temperaturas del mes de agosto que provocaron el aborto de frutos en esta variedad (ver “El pistachero I”).

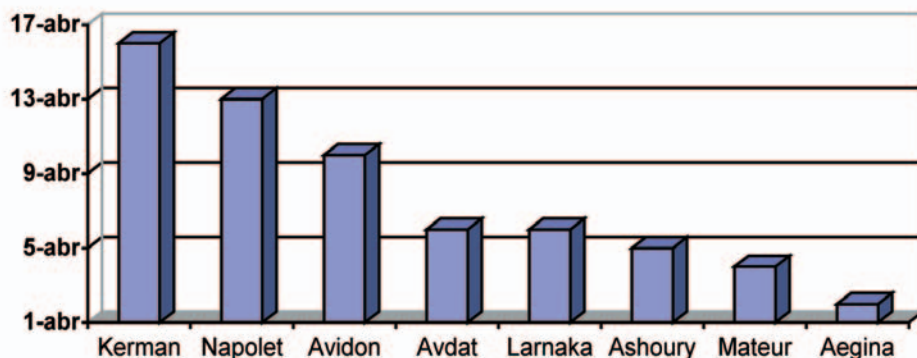


Figura 1. Fecha media (1996-2003) del inicio de la floración de diferentes variedades femeninas.

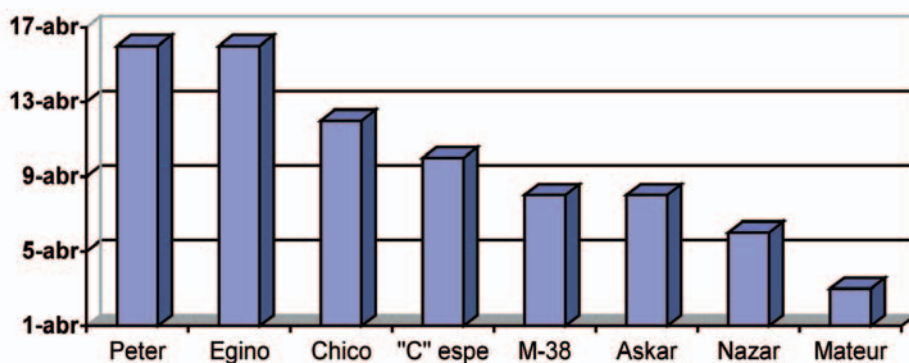


Figura 2. Fecha media (1996-2003) del inicio de la floración de diferentes variedades masculinas.

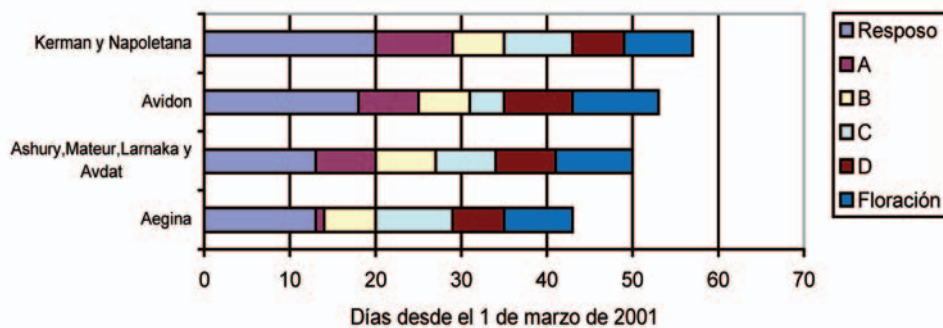


Figura 3. Fenología de variedades hembras en el año 2001

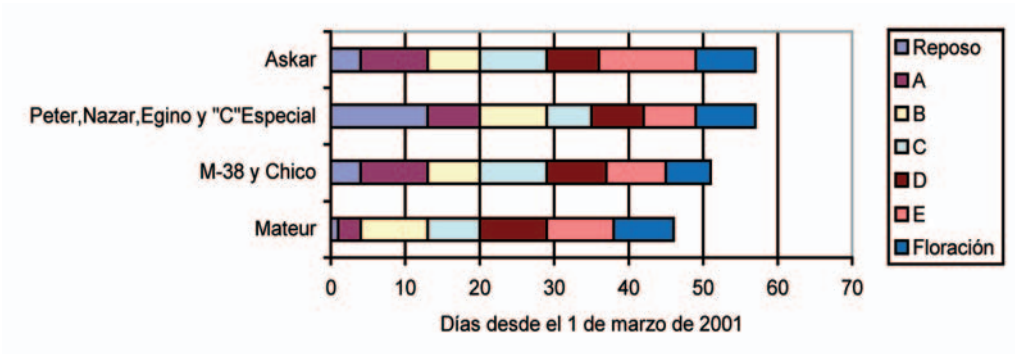


Figura 4. Fenología de variedades machos en el año 2001

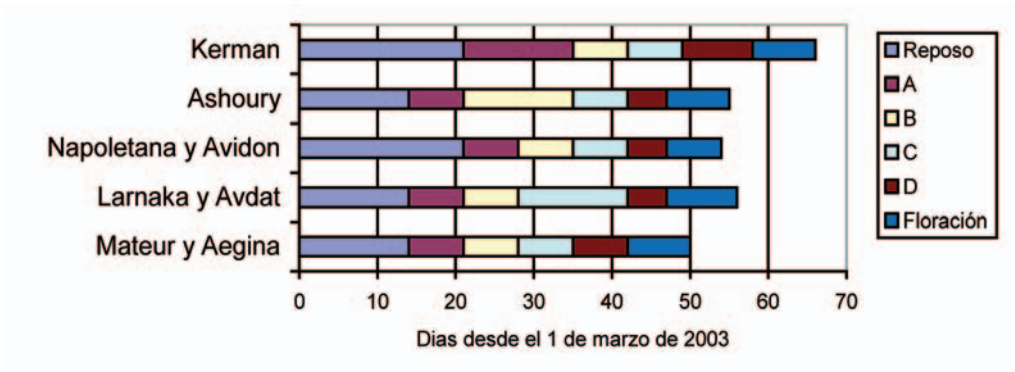


Figura 5. Fenología de variedades hembras en el año 2003

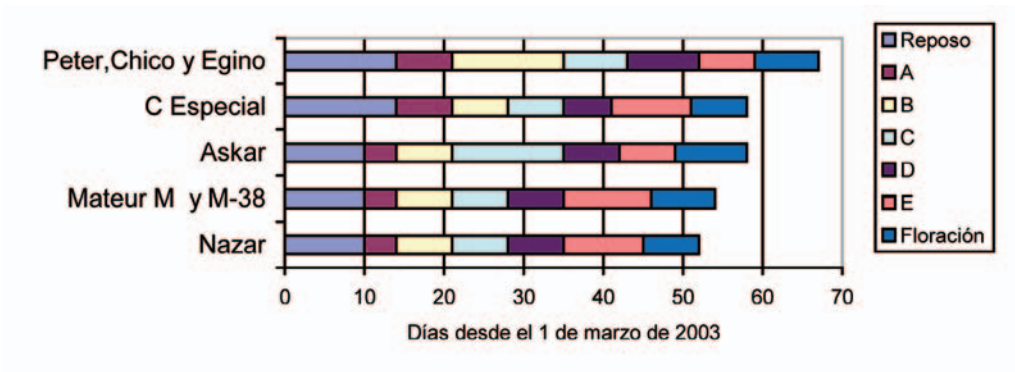


Figura 6. Fenología de variedades machos en el año 2003

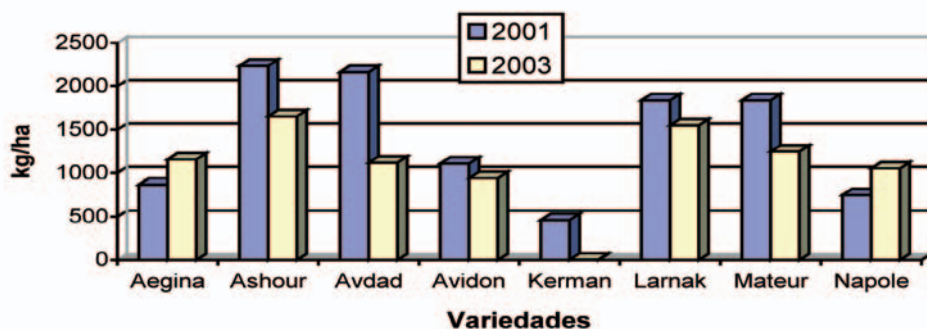


Figura 7. Producción de pistachos injertados en *P. Atlántica* en árboles de más de 10 años (Año 2001 y 2003)

Cuando se estudia la evolución de las fechas de inicio de floración en dos variedades representativas de las tempranas y tardías, se observa (Fig. 8), que la variedad tardía Kerman tiene menos variabilidad en el inicio de la floración, y que se sitúa alrededor del 15 de abril, mientras la variedad temprana Avdat, la variabilidad del inicio de la floración está comprendido desde finales de marzo a mediados de abril, produciéndose diferencias con Kerman en la floración de 2 a 20 días según años.

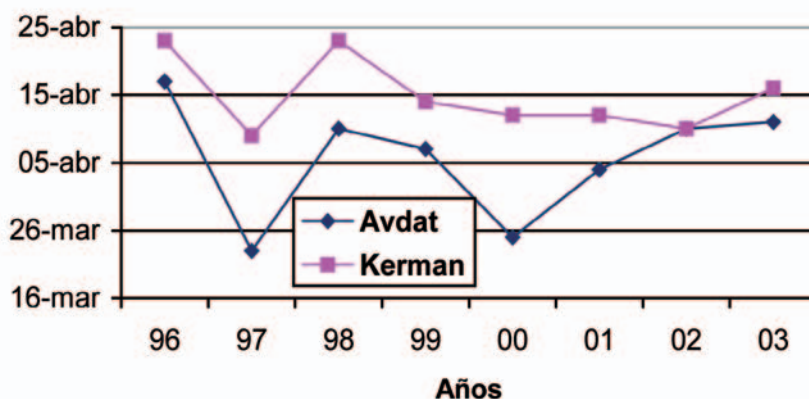


Figura 8. Fechas de inicio de floración de dos variedades que representan a los dos grupos de pistacheros

Los problemas que genera la falta de frío invernal, en un principio, podría explicar los problemas que se han tenido con las variedades tardías Kerman y Napoletana, que teóricamente serían las que mejor se deberían adaptar a las condiciones ambientales del experimento. Según Couceiro *et al.* (2000), las necesidades de horas frío para el pistachero deben ser superiores a las 800 horas-frío.

Los resultados (Fig. 9) indican que sólo un año (95-96) de los nueve años estudiados no superó las 800 horas-frío y que más de la mitad de los años superaron las 1000 horas. Por todo ello cabría decir que los problemas de producción que podría tener los pistacheros no serían causados por falta de horas-frío.

Uno de los objetivos de este trabajo era conocer aquellas zonas, donde el cultivo del pistachero podía ser una alternativa de cultivo viable, sabiendo que las heladas de primavera eran, teóricamente, el factor limitante más importante. Para ello, se tendría que conocer cuales eran las necesidades de calor (horas-calor) que eran necesarias desde que terminaba el reposo invernal para que se iniciara la brotación y la floración.

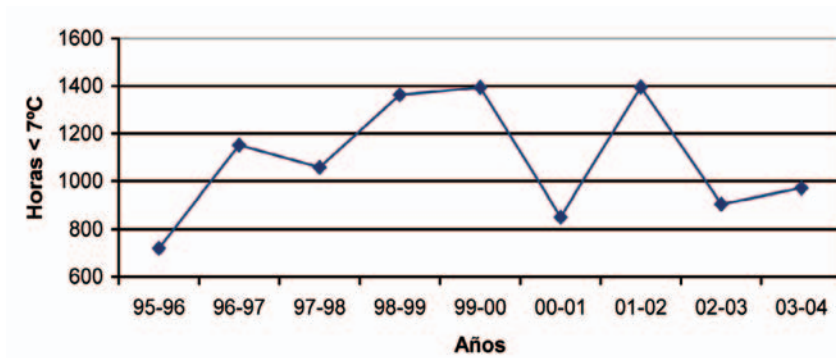


Figura 9. Horas inferiores a 7°C desde que se producen en otoño hasta el 1 de febrero.

En cuadro 2, se exponen los resultados, de las horas de calor necesarias para que se produzca la brotación y la floración. El estudio se realizó para los nueve años que se conocía las fechas de brotación y floración y para las dos variedades representativas (temprana y tardía). Los resultados indican una fiabilidad muy grande para el momento de la brotación y floración, ya que el coeficiente de variación es muy pequeño. Se comprobó que los años 1996 y 2001, que estaban lejos de las 1000 horas-frío, daban valores más altos de horas-calor que los otros años, pero cuando éstos se contabilizaban desde el momento que el árbol había cubierto sus necesidades de las 1000 horas-frío, las diferencias desaparecían con respecto a los otros años y el coeficiente de variación disminuía a un dígito. Las 1000 horas frío se cubrieron alrededor del 20 de febrero en los dos años.

Las unidades de calor en el nuevo cálculo fueron, en el año 1996 para la variedad Avdat de 312 y 692 para la brotación y floración respectivamente y para la variedad Kerman de 453 y 802; y en el año 2001 las horas calor fueron de 305 y 687 para Avdat y de 377 y 705 para Kerman. Esto da una nueva pista y es que para las variedades estudiadas las necesidades de frío son de 1000 horas y sólo cuando estas se cumplen se inicia la actividad vegetativa.

Cuadro 2. Fechas de brotación y floración de dos variedades de pistachos representativas donde se calcula el número de horas con temperaturas superiores a 9 °C desde el 1 de febrero

Año	AVDAT				KERMAN			
	Fecha Brotación	U.Calor > 9°C	Fecha Floración	U.Calor > 9°C	Fecha Brotación	U.Calor > 9°C	Fecha Floración	U.Calor > 9°C
1996	27-3	474	17-4	830	3-4	627	23-4	927
1997	6-3	333	23-3	557	14-3	455	9-4	828
1998	16-3	347	10-4	752	23-3	450	23-4	876
1999	12-3	326	7-4	716	18-3	427	14-4	822
2000	7-3	358	25-3	609	17-3	492	12-4	818
2001	14-3	477	4-4	729	20-3	549	12-4	854
2002	12-3	353	10-4	692	20-3	425	10-4	692
2003	14-3	343	11-4	759	21-3	428	16-4	832
Media	13-3	376	5-4	706	20-3	482	14-4	830
CV		16		12		15		9

Como las posibilidades son remotas de que existan termógrafos en las estaciones meteorológicas más cercanas al lugar donde quiera ponerse una nueva plantación de pistacheros, se ha calculado también la constante de corrección para poder aplicar el método de Crossa-Raynaud para el cálculo de horas-frío y para el cálculo de las horas-calor. La constante o factor de corrección fue 1,4 que era el que mejor se ajustaba con los datos obtenidos con las bandas termográficas.

Las formulas son:

$$f_i = \left[2 * \frac{7 - m}{M - m} * K \right]$$

- $\eta\chi = M - 9 * K$
- hf: horas frío
- hc :horas calor
- M: temperatura máxima del día
- m: temperatura mínima del día
- K: factor de corrección

Las producciones van a estar condicionadas por la incidencia de las heladas tardías de primavera, en el cuadro 2, se analizan durante los últimos treinta años, cuantos años las heladas de primavera pueden producir daños en los pistacheros y se obtiene que más de la mitad de los años no habrá producciones por efecto de las heladas y uno de cada ocho no se obtendrá por vecería. La alternancia de producción en el pistachero no se debe a que las yemas de flor no se formen el año que el árbol tiene producción sino que estas compiten desventajosamente con el fruto por los carbohidratos y la falta de ellos provoca la abscisión de las yemas.

Por ello después de un año de heladas siempre habrá que esperar un buen año de producción. En resumen sólo uno de cada tres años se puede esperar producción.

Cuadro 2. Heladas en el mes de abril indicando la fecha de la temperatura mínima

AÑO	DÍAS CON HELADAS	T. MÍNIMA °C	DÍA DEL MES	AÑO	DÍAS CON HELADAS	T. MÍNIMA °C	DÍA DEL MES
1975	8	-3	10	1990	2	0	23
1976	2	0	13 y 15	1991	7	-2,5	27
1977	3	-4	10	1992	3	-0,5	12
1978	3	-2,5	11	1993	1	-2,5	17
1979	2	-0,5	6	1994	5	-1,5	16
1980	4	-1,5	7	1995	3	-3	25
1981	3	-0,5	26	1996	0		
1982	4	-2,5	15	1997	0		
1983	7	-2	9	1998	3	-1.5	13
1984	0			1999	3	-2	16
1985	0			2000	2	-3	29-III
1986	5	-5,5	8	2001	0		
1987	1	-3,5	31-III	2002	0		
1988	1	0	9	2003	1	-1	4
1989	4	-2	17	2004	1	-0,5	12

% de años que las heladas pueden producir daños a los pistacheros: 53%

% de años veceros: 13 %

% de años con producción: 34 %

- **Estudio económico**

Para el cálculo de los costes se parte de todas las consideraciones expresadas en el capítulo de material y métodos. Para el cálculo de los ingresos, se utilizarán los resultados obtenidos en “Pistachero I” y los resultados de este trabajo. La producción media anual se estima y para las variedades consideradas (Ashoury, Avdat y Larnaka) en los 20 primeros años de 300 kg/ha/año y para el segundo periodo (árboles de más de 20 años) de 500 kg/ha/año. Una vez realizado los pertinentes cálculos se obtienen los resultados expresados en el cuadro 3, donde se observa que es a partir de los 20 años cuando se empieza a obtener beneficios. A los beneficios habría que añadirle el trabajo del propio agricultor, que se podría valorar en unos 300 €/año y también los gastos de amortización pueden disminuir si en vez de comprar planta injertada, se compra portainjerto y se injerta en el mismo terreno. Considerando que una hectárea de secano la rentabilidad media está por debajo de los 200 €, el cultivo del pistachero puede ser una buena alternativa para algunas zonas del secano español.

Cuadro 3. Estudio económico por hectárea considerando dos periodos de la plantación anterior y posterior a los 20 años

EDAD DE LA PLANTACIÓN	AMORTIZACIÓN	GASTOS CULTURALES	TOTAL GASTOS	TOTAL INGRESOS	BENEFICIOS ANUALES
0-20 años	176	750	926	900	-26
Más de 20 años	0	900	900	1500	600

4 ▶ AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Servicio de Investigación de la Dirección de Desarrollo Rural de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha la financiación del proyecto nº 169/CL-23 “Estudios de adaptación y agronomía del pistachero”

5 ▶ CONCLUSIONES

- ▶ Lo recomendable a la hora de hacer una plantación, debido a la variabilidad anual entre duración de los estadios y sincronía en las floraciones, es la de incluir en la misma plantación diferentes variedades hembras y machos. Las variedades hembras recomendadas son: Avdat, Ashoury y Larnaka, y como polinizadores se recomienda: C-especial, Askar, Nazar, Chico y Mateur.

- ▶ Para las variedades recomendadas, los resultados de horas-frío (< 7 °C) y unidades de calor (> 9 °C), nos indican unas necesidades cercanas a las 1.000 horas-frío para el inicio de la actividad vegetativa, alrededor de 350 horas-calor para la brotación y 700 horas-calor para la floración, contadas desde el 1 de febrero. La floración es en la primera quincena de abril.
- ▶ En el estudio económico y considerando que sólo uno de cada tres años se obtiene producción, debido a problemas de heladas de primavera o por vecería, se pueden obtener una rentabilidad económica, a partir de los veinte años, superior a los 600 €, lo que le permite al pistachero ser una buena alternativa para algunas zonas del secano español.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **COUCEIRO, J. F.; CORONADO, J. M.; MENCHÉN, M. T Y MENDIOLA, M. A. 2000**
El cultivo del Pistachero. Edita: Agrolatino, SL, Barcelona.115 pp.
- **GIL ALBERT, F. 1989**
Tratado de arboricultura frutal. Vol. II: Ecología del árbol frutal. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 236 pp.
- **GUERRERO, J.; MORIANA, A. Y COUCEIRO, J. F. 2003**
El pistachero en Castilla-La Mancha. Primeros resultados. Fruticultura profesional nº 135: 23-38
- **MELGAREJO, P. 1996**
El frío invernal, factor limitante para el cultivo frutal. Edita: A. Madrid Vicente, ediciones. Madrid.167 pp.
- **VARGAS, F. J. Y ROMERO, M. A. 1993**
El pistachero: Una alternativa interesante. Fruticultura profesional nº 54: 101-108

ESTUDIO DE LOS DIFERENTES PARÁMETROS AGRONÓMICOS EN CEREAL DE SECANO

LACASTA, CARLOS⁽¹⁾; MAYO, FABIOLA⁽²⁾; MECO, RAMÓN⁽³⁾

⁽¹⁾CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales
Finca Experimental "La Higuera" 45530 Santa Olalla (Toledo)
E-mail: CSIC@infonegocio.com

⁽²⁾Diputación de Toledo. Servicio de Medio Ambiente
Finca "El Borril", Plaza de Sta. Eulalia, 3. 45502 Toledo
E-mail: afabiolamayo@yahoo.es

⁽³⁾Servicio de investigación y Tecnología agraria
Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha
C/ Pintor Matías Moreno, 4. 45071 Toledo
E-mail: ramonmeco@jccm.es

RESUMEN

La producción de cereales de secano está principalmente determinado por la pluviometría, afectando de diferentes maneras a los parámetros agronómicos de producción como: n° de espigas, peso de 1.000 granos e índice de cosecha. Estos a su vez están determinados por el manejo y los suelos.

Para este estudio se han aprovechado diferentes experimentos de cereales que se desarrollan en la Finca "La Higuera" en Santa Olalla, Toledo que pertenece al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y que recogían los diferentes manejos que se pretenden estudiar. La antigüedad de algunos supera los 10 años.

Los resultados indican, como era de esperar, que la climatología anual determina una gran variabilidad en los parámetros estudiados, que estos mejoran normalmente en función de las disponibilidades de nitrógeno cuando el cereal está rotación con otro cultivo, que los cereales en manejo ecológico sin aportes orgánicos externos al sistema es más productivo que el manejo convencional del monocultivo de cereal en los diez años de estudio y que los suelos franco-arenosos la productividad de la cebada queda menos afectada en los manejos ecológicos que en los suelos arcillosos, al favorecerse el reciclado de los residuos de cosecha y en cambio los suelos arcillosos da valores más altos de índice de cosecha debido a sus mayores disponibilidades hídricas.

PALABRAS CLAVE: PLUVIOMETRÍA, SUELO, CEBADA, TRIGO DURO Y FERTILIZACIÓN

1 ► INTRODUCCIÓN

La productividad de los cereales de secano está muy mediatizada por la pluviometría y su distribución, afectando de forma diferente a los parámetros agronómicos como son: número de espigas, índice de cosecha y el peso de 1.000 granos; además el manejo (ecológico y convencional), las rotaciones de cultivo y el suelo interactuarán con la meteorología afectando a dichos parámetros de productividad.

En la agricultura convencional generalmente el número de espigas aumenta con el nitrógeno y se produce una disminución del peso de los 1.000 granos (Cantero-Martínez *et al.* 1995), pero cuando el cultivo del cereal se somete a un manejo ecológico, sin insumos externos, es el efecto de la hoja precedente al cereal, la que determina las disponibilidades de nutrientes, que a su vez va a estar influenciado por el tipo de suelo, la relación C/N, los niveles de materia orgánica del suelo y los elementos solubles disponibles. Por ello los parámetros agronómicos de productividad de los cereales no responderán de forma tan lineal como en la agricultura convencional. En este trabajo, aprovechando diferentes experimentos de agricultura ecológica y convencional que se desarrollan en la finca experimental “La Higuera” del CSIC, y que algunos de ellos ya tienen 10 años de antigüedad, se estudia la interacción de la meteorología, las rotaciones, la fertilización y los suelos sobre los parámetros agronómicos de productividad de los cereales.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Como el estudio se basa en diferentes experimentos que se desarrollan en la finca experimental “La Higuera”, a continuación se describirán los aspectos más destacables.

- **Suelos**

Uno es arcilloso uniforme, profundo (1 metro), con una gran capacidad de retención de agua. Las características químicas son: pH alrededor de 7, materia orgánica, 1,4 %, fósforo 20 ppm y potasio 180 ppm. El otro franco-arenoso más o menos uniforme hasta 30 cm de profundidad, donde se presenta un horizonte arcilloso hasta los 60 cm. Suelo masivo o rígido en superficie, la velocidad de infiltración es alta y es más fácil de trabajar, al mantener más tiempo el tempero, sus propiedades químicas son: pH 6,3, materia orgánica, 1,2 %, fósforo 24 ppm y potasio 190 ppm

- **Las rotaciones**

Fueron: Cebada-Cebada (Monocultivo), Barbecho-Cebada, Veza forraje-Cebada, Veza enterrada-Trigo duro y Girasol-Cebada. Los cultivos que intervienen en las distintas rotaciones son: Cebada cv Reinette, Trigo duro cv Antón, Veza común y Girasol cv Toledo

2. Los años que por problemas meteorológicos no se pudo sembrar en otoño y las siembras se tuvieron que retrasar a febrero o marzo y se empleó la cebada cv Zaida.

- **Fertilización**

El manejo ecológico, cuando no se indica otra cosa, la fertilización se basa sólo en los residuos de cosecha. En el manejo convencional se utilizan abonos complejos antes de la siembra en todos los cultivos y en el cereal además se abona con nitrato amónico cálcico en invierno (en el estadio de inicio de ahijamiento) Las fórmulas de abonado son: Cereal 90-60-60; la veza 24-48-16 y el girasol 60-60-60.

- **Operaciones de cultivo**

Antes de la siembra de los cultivos se realizan dos o tres pases de cultivador y después de la recolección se hace un pase de grada para enterrar los rastrojos de los cultivos, en el caso de la caña de girasol previamente se pasa un desbrozador para picarla. La siembra de los cereales y veza se realizó en otoño (noviembre) con una sembradora convencional de 19 brazos a 15 cm entre ellos, el girasol en primavera (abril) con una sembradora neumática de 4 brazos a 70 cm entre brazos. Las densidades de siembra del cereal es de 130 kg/ha la veza es de 100 kg/ha y la del girasol de 40.000 semillas/ha.

Para la escarda en el manejo convencional, siempre se utilizaron herbicidas apropiados para las hierbas que existían. En el manejo ecológico sólo se utilizó la escarda mecánica (pase de cultivador entre calles) en el cultivo de girasol. Los cereales y el girasol se recolectó con una microcosechadora marca Hege 140, la veza para forraje se segó, ahileró y empaco con aperos convencionales. A todas las parcelas se les incorpora todos los restos de cosecha (paja de cereal, caña de girasol y rastrojo de veza) con una labor de grada, en el caso de la caña de girasol previamente se pasa un desbrozador para picarla.

- **Muestreo**

De los parámetros agronómicos se realizó tomando dos muestras por parcela de tres líneas consecutivas y una longitud de 0,5 metros por línea (1,5 metros lineales por muestra, equivalente a 0,227 m²). Por diversos motivos no se pudieron recoger todos los años. Las diferencias entre tratamientos fueron separadas por medio del test de Tukey a un nivel de probabilidad de $P < 0,05$.

3 ► RESULTADOS

La variabilidad anual en las producciones (Cuadro 2, 3, 4 y 5), se debe al régimen pluviométrico (Cuadro 1), hubo años secos (94-95 y 98-99), con precipitaciones anuales

inferiores a los 300 mm que fundamentalmente afectaron a los tratamientos con fertilización (Cuadro 2, 3 y 5); años con otoños e inviernos muy lluviosos (97-98 y 00-01), que no permitieron realizar las siembras en su momento y hubo que retrasarlas a final del invierno; otros años con otoños e inviernos lluviosos pero que se pudo sembrar en su momento tuvieron primaveras secas (93-94 y 02-03), que afectaron a los suelos con menor capacidad de retención de agua (Cuadro 4). En otras palabras la variabilidad de las producciones es una característica de las zonas semiáridas que obliga a estudios de larga duración para conocer si las alternativas que se proponen son adecuadas y no el efecto de unas condiciones meteorológicas especiales.

Cuadro 1. Pluviometría e incidencias más destacables en los años de experimentación

AÑOS	PLUVIOMETRIA L/m ²			OBSERVACIONES
	ANUAL	SEP-MAR	ABR-AGO	
93-94	454	322	132	Déficit hídrico en abril. Marzo y primera quincena de abril, seca.
94-95	275	197	78	Año muy seco, se inició el déficit hídrico en marzo. Heladas de primavera.
95-96	535	403	132	Déficit hídrico en abril. Exceso de humedad en invierno.
96-97	573	413	160	Exceso de humedad en invierno. 90 días sin lluvia (15/I al 15/IV).
97-98	637	460	177	Exceso de humedad en invierno. La siembra se hizo a mediados de febrero.
98-99	292	203	89	Año muy seco, se inició el déficit hídrico en marzo.
99-00	437	278	159	Otoño y primavera húmeda e invierno y verano secos. Un buen año agrícola.
00-01	649	545	104	Otoño e invierno muy húmedo y primavera seca. Las siembras se hicieron en marzo.
01-02	541	341	200	Año bueno para la producción agraria. Mes de diciembre muy frío y primavera húmeda.
02-03	500	453	47	Otoño e invierno muy húmedo y primavera seca.

Nota: Los años en negrita indican los años que fueron secos o las siembras se tuvieron que realizar en primavera por problemas de exceso de humedad en otoño.

Cuando se comparan rotaciones ecológicas con un monocultivo convencional con herbicidas y fertilización química, se observa, como en el Cuadro 2, que el manejo ecológico

es más productivo en los diez años del estudio y en cuatro de ellos se producen diferencias significativas con alguna de las rotaciones ecológicas. Los resultados medios de producción de cebada indican que las rotaciones ecológicas con barbecho o veza forraje superan en un 20% al monocultivo y además son más rentables económicamente (Lacasta y Meco, 2001).

Al analizar los parámetros agronómicos (número de espigas, índice de cosecha y peso de 1000 granos) se observa (Cuadro 2) una fuerte correlación entre ellos y las producciones. Los parámetros agronómicos permiten analizar porque se han producido las diferencias en las producciones, así el año 94-95, un año seco, las rotaciones ecológicas de barbecho-cebada y girasol-cebada producen más que la rotación ecológica veza forraje-cebada y el monocultivo convencional y este aumento de la producción se correlaciona con un mayor número de espigas e índice de cosecha, y esto se debe a que las menores disponibilidades de nitrógeno de las rotaciones ecológicas les permite gestionar mejor las escasas precipitaciones de este año, ya que la presencia de nitrógeno en el sistema favorece la producción temprana de biomasa con el pertinente consumo de agua de la que no podrá disponer cuando el ciclo del cereal este más avanzado.

El año 02-03, con una primavera seca, tiene un comportamiento muy parecido al año 94-95, aunque es el tratamiento convencional el más perjudicado y en cambio el año 01-02, con una buena distribución de las lluvias, ocurre lo contrario, las mayores disponibilidades hídricas y de nitrógeno se traduce en un aumento de espigas en el monocultivo convencional que no termina de expresarse porque el peso del grano (1.000 granos) es inferior a los tratamientos ecológicos y esto hace que la producción final sólo muestre diferencias significativas con el tratamiento ecológico que dispone de menos nitrógeno (girasol-cebada), ya que las mayores disponibilidades de nitrógeno y agua las ha desviado a la producción de biomasa que se traduce en un índice de cosecha más bajo. Al someter a dos rotaciones tradicionales (girasol-cebada y veza forraje-cebada) a un manejo ecológico sin ningún tipo de aporte externo al sistema y se las compara con las mismas rotaciones en manejo convencional se observa (Cuadro 3) en las producciones medias de los diez años, que a diferencia de lo que ocurría antes con el monocultivo que las rotaciones ecológicas eran más productivas, en este caso se comprueba que la rotación veza forraje-cebada en manejo ecológico tiene una disminución de producción de un 20% aunque es menor que los costes que genera el manejo convencional que supera el 30% (Lacasta y Meco 2001). En el caso de la rotación girasol-cebada, la poca disponibilidad de nitrógeno en el manejo ecológico se traduce en una disminución de la producción de hasta un 35%. Hay que indicar, no obstante, que tres de los diez años las diferencias de producción fueron a favor del manejo ecológico y que estuvo asociado a los años secos o con déficit hídrico en primavera. Cuando existe déficit de primavera el número de espigas no varía pero si el índice de cosecha y el peso de 1.000 granos (Cuadro 3). Lo normal es que las mayores disponibilidades de nitrógeno acompañan un aumento de espigas e índice de cosecha, y si hay una buena distribución de las precipitaciones, incluso aumenta el peso de grano.

Hay que insistir que no sólo es la disponibilidad de nitrógeno, sino la interacción de este con las rotaciones de cultivo, ya que como se observaba en el cuadro 2, el monocultivo

de cebada convencional que dispone de más nitrógeno que las rotaciones ecológicas no era capaz de expresar la cebada esta potencialidad.

En los cuatro años, en que se estudia el efecto sobre la productividad de la cebada en una rotación con barbecho, en dos suelos y con dos manejos (Cuadro 4), se observa que la productividad de la cebada en el manejo ecológico sin aporte externo al sistema queda más afectada en los suelos fuertes que en los ligeros, habrá que suponer que la mayor aireación de estos suelos favorece el reciclado de los residuos de cosecha y por tanto una mayores disponibilidades de elementos solubles, las producciones medias de la cebada en rotación con barbecho y en manejo ecológico en el suelo franco arenoso suponen sólo una disminución de un 14% de la productividad de la cebada frente a la misma rotación en convencional, en cambio en un suelo arcilloso supone una pérdida de productividad del 34 %. Hay que considerar que sólo son cuatro años y que el año 01-02, tiene mucho peso en los datos medios, porque si analizamos los resultados por años, se observa que la mayor productividad del manejo convencional es de dos de los cuatro años, que uno es a favor del manejo ecológico y en el otro año, no hay diferencias significativas. Con respecto al efecto suelo, se reparten los años dos a favor del suelo arcilloso y otros dos a favor del suelo franco-arenoso. En el número de espigas se observa una diferencia a favor del manejo convencional, debido a las mayores disponibilidades de nitrógeno y en el índice de cosecha a favor de los suelos arcillosos por tener mayores disponibilidades hídricas.

Si se compara las producciones de cereal en dos manejos ecológicos: “Orgánico” (2.000 kg de compost de oveja +residuos de cosecha) y “Sin fertilización” (residuos de cosecha) con un manejo convencional “Química” (fertilización mineral + residuos de cosecha) y en una rotación de barbecho-cebada-veza enterrada-trigo duro y en un suelo franco arenoso, los resultados (Cuadro 5) indican que la producción de cebada es superior en el manejo convencional que en el ecológico sólo en un 15%, mientras en el trigo duro es el manejo ecológico con fertilización orgánica el que produce un 10% más que los otros tratamientos. Que el trigo duro no haya podido expresar la mayor disponibilidad de nitrógeno se debe a que dos de los tres años en que estuvo el cultivo en la tierra tuvieron primaveras secas, mientras cuando el suelo fue ocupado por el cultivo de cebada hubo dos de los cuatro años que hubo primaveras lluviosas. Si se analizan en el cultivo de la cebada, los parámetros agronómicos, se observa que sólo uno (01-02) de los cuatro años hay diferencias significativas en el número de espigas, los otros tres años se observan tendencias en los diferentes parámetros agronómicos sin llegar a producirse diferencias significativas, así el año 96-97 es el peso de los 1.000 granos, el 98-99 es el número de espigas y 00-01 es el índice de cosecha.

4 ► CONCLUSIONES

- Las condiciones climáticas y las disponibilidades de nitrógeno, son factores determinantes en los distintos parámetros agronómicos de producción. Los años

con déficit hídrico en primavera, las rotaciones convencionales son las más afectadas, por el contrario los años húmedos y con buena distribución de las lluvias la eficiencia de los fertilizantes se traduce en mayor número de espigas, índice de cosecha y peso de 1.000 granos.

► La eficiencia de los fertilizantes se nota en las rotaciones porque en el caso del cereal en monocultivo convencional es en todos los años estudiados (10 años) menos productivo que las rotaciones ecológicas y en cuatro de ellos se producen incluso diferencias significativas en la producción, que se aprecia en un menor índice de cosecha, en tres de ellos se aprecia también un menor número de espigas y en uno afecta incluso al peso de los 1.000 granos.

► La productividad de la cebada en manejo ecológico sin aporte de insumos externo al sistema queda más afectada en los suelos fuertes que en los ligeros, debido a la mejor aireación de los suelos más arenosos, que favorece el reciclado de los residuos de cosecha. Las producciones medias de cereal en rotación en manejo ecológico en el suelo franco arenoso suponen sólo una disminución de un 14% de la productividad de la cebada frente a la misma rotación en convencional, mientras en los suelos arcillosos supera el 20%.

5 ► AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Servicio de Investigación de la Dirección de Desarrollo Rural de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha por la financiación de diferentes ensayos que se han utilizado en este trabajo, al proyecto. 166/CH-46: Mejora de la fertilidad de suelo a través de la rotación de cultivos y al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) que ha financiado los proyectos SC. 96-081 y RTA 01-108 de "Valoración de métodos físicos para el manejo de la flora arvense".

6 ► BIBLIOGRAFÍA

• **CANTERO - MARTINEZ, C.; O'LEARY, G. J. Y CONNOR, D. J. 1995**

Stubble retention and nitrogen fertilization in a fallow-wheat rainfed cropping systems. Soil water and nitrogen conservation, crop growth and yield. Soil and Tillage Research, 34: 79-94.

• **LACASTA, C. Y MECO, R. 2001**

La cerealicultura ecológica es más rentable, estudio energético y económico. La fertilidad de la Tierra nº 3, 23-28.

Cuadro 2. Efecto del manejo sobre diferentes parámetros de producción en cebada en un suelo arcilloso

PRODUCCIÓN DE GRANO DE CEBADA (Kg/ha)									
Años	ROTACIONES ECOLÓGICAS			MONOCULTIVO		EFECTO rotación			
	Cebada sobre barbecho	Cebada sobre veza	Cebada sobre girasol	Convencional de Cebada					
93-94	3.056	3.092	3.135	874		ns			
94-95	949	a	250	b	865	a	258	b	***
95-96	3.195		2.684		2.917		2.832		ns
96-97	2.494	a	2.094	ab	1.440	b	1.812	ab	**
97-98	1.900		1.893		1.617		1.890		ns
98-99	2.717	a	1.996	a	517	b	1.071	b	***
99-00	1.763		2.400		2.531		2.129		ns
00-01	981	a	755	a	513	b	121	c	***
01-02	2.058	b	2.774	a	1.366	c	2.435	ab	***
02-03	3.518	a	2.468	ab	2.818	a	1.768	b	***
MEDIA	2.233		2.041		1772		1.710		
%	100		91		79		77		

NÚMERO DE ESPIGAS/m ²									
Años	ROTACIONES ECOLÓGICAS			MONOCULTIVO		EFECTO rotación			
	Cebada sobre barbecho	Cebada sobre veza	Cebada sobre girasol	Convencional de Cebada					
93-94	388		357		356		353		ns
94-95	292	a	149	b	307	a	180	b	***
97-98	206		187		168		145		ns
99-00	333		387		401		384		ns
00-01	453	a	389	ab	356	bc	258	c	***
01-02	309	b	307	b	271	b	469	a	**
02-03	287	a	266	a	242	a	155	b	***
MEDIA	324		292		300		278		
%	100		90		92		86		

ÍNDICE DE COSECHA									
Años	ROTACIONES ECOLÓGICAS				MONOCULTIVO				EFEECTO
	Cebada sobre barbecho		Cebada sobre veza		Cebada sobre girasol		Convencional de Cebada		rotación
93-94	0.32		0.32		0.31		0.31		ns
94-95	0.25	a	0.15	b	0.22	a	0.13	b	***
97-98	0.33		0.29		0.32		0.30		ns
99-00	0.22		0.27		0.23		0.23		ns
00-01	0.47	a	0.45	a	0.37	b	0.37	b	***
01-02	0.41	a	0.40	a	0.42	a	0.36	b	***
02-03	0.43	a	0.41	a	0.43	a	0.30	b	***
MEDIA	0.35		0.33		0.33		0.29		
%	100		94		94		83		

PESO DE 1.000 GRANOS									
Años	ROTACIONES ECOLÓGICAS				MONOCULTIVO				EFEECTO
	Cebada sobre barbecho		Cebada sobre veza		Cebada sobre girasol		Convencional de Cebada		rotación
93-94	37.3		36.0		34.0		34.5		ns
99-00	39.0		38.9		39.8		37.8		ns
01-02	36.6		36.3		36.8		37.0		ns
02-03	34.2	a	31.4	ab	33.3	a	29.2	b	**
MEDIA	36.8		36.6		36.7		34.6		
%	100		99		100		94		

Los valores seguidos por letras distintas dentro de la misma fila y año difieren significativamente ($P < 0.05$ test Tukey). Los valores en negrita son los rendimientos más altos del año. ns: no significativo, (**): significativo $P < 0,05$, (***): significativo $P < 0,01$.

Cuadro 3. Efecto de la fertilización en dos rotaciones sobre diferentes parámetros de producción en el cultivo de cebada

PRODUCCIÓN DE GRANO DE CEBADA (Kg/ha)									
ROTACIONES ECOLÓGICAS					ROTACIONES CONVENCIONALES				EFECTO
Años	Cebada sobre girasol		Cebada sobre veza		Cebada sobre girasol		Cebada sobre veza		Fert.
93-94	3.135	a	3.092	a	1.954	b	2.289	b	(-) ^{***}
94-95	865	a	250	b	147	b	153	b	(-) ^{**}
95-96	2.917	b	2.684	b	4.163	a	3.802	a	^{***}
96-97	1.440	c	2.094	bc	3.261	a	2.615	ab	^{**}
97-98	1.617	b	1.893	b	3.152	a	3.452	a	^{***}
98-99	517	b	1.996	a	47	c	669	b	(-) ^{***}
99-00	2.531	b	2.400	b	4.226	a	4.144	a	^{***}
00-01	513	c	755	b	1.298	a	572	c	[*]
01-02	1.366	c	2.774	b	4.209	a	4.565	a	^{***}
02-03	2.818	b	2.468	b	4.918	a	3.490	a	^{***}
MEDIA	1.772		2.041		2.738		2.575		
%	65		75		100		94		

NÚMERO DE ESPIGAS/m ²									
ROTACIONES ECOLÓGICAS					ROTACIONES CONVENCIONALES				EFECTO
Años	Cebada sobre girasol		Cebada sobre veza		Cebada sobre girasol		Cebada sobre veza		Fert.
93-94	356		357		341		356		ns
97-98	168	b	187	b	379	a	308	a	^{***}
99-00	401	b	387	b	916	a	814	a	^{***}
00-01	356		389		387		362		ns
02-03	242	b	266	b	817	a	630	a	^{***}
MEDIA	305		317		568		494		
%	54		56		100		87		

ÍNDICE DE COSECHA									
Años	ROTACIONES ECOLÓGICAS				ROTACIONES CONVENCIONALES				EFECTO
	Cebada sobre girasol		Cebada sobre veza		Cebada sobre girasol		Cebada sobre veza		Fert.
93-94	0.31	a	0.32	a	0.10	b	0.30	a	(-)**
97-98	0.32	b	0.29	b	0.44	a	0.48	a	***
99-00	0.23	b	0.27	b	0.34	a	0.31	a	***
00-01	0.37	b	0.45	a	0.43	a	0.45	a	*
02-03	0.43		0.41		0.43		0.42		ns
MEDIA	0.33		0.35		0.35		0.39		
%	85		90		90		100		

PESO DE 1.000 GRANOS									
Años	ROTACIONES ECOLÓGICAS				ROTACIONES CONVENCIONALES				EFECTO
	Cebada sobre girasol		Cebada sobre veza		Cebada sobre girasol		Cebada sobre veza		Fert.
93-94	34.0	a	36.0	a	31.0	b	32.0	b	(-)****
99-00	39.8	b	38.9	b	47.2	a	46.4	a	***
02-03	33.3	b	31.4	b	31.5	b	36.3	a	*
MEDIA	36.6		36.6		36.6		38.2		
%	96		96		96		100		

Los valores seguidos por letras distintas dentro de la misma fila y año difieren significativamente ($P < 0.05$ test Tukey). Los valores en negrita son los rendimientos más altos del año. ns: no significativo, (**): significativo $P < 0,05$, (***): significativo $P < 0,01$.

Cuadro 4. Efecto de la interacción suelo x manejo en una rotación de cebada sobre barbecho en diferentes parámetros de producción en el cultivo

PRODUCCIÓN DE GRANO DE CEBADA (Kg/ha)										
Años	ROTACIONES ECOLÓGICAS				ROTACIONES CONVENCIONALES				EFECTO	
	Suelo Arcilloso		Suelo Franco-arenoso		Suelo Arcilloso		Suelo Franco-arenoso		Manejo	Suelo
96-97	2.494	a	1.243	b	2.615	a	1.826	b	ns	(-) ^{***}
97-98	1.900	b	2.067	b	3.452	a	2.269	b	**	**
00-01	981	a	477	b	572	b	317	b	(-) ^{**}	(-) ^{**}
01-02	2.058	c	5.212	b	4.565	b	6.159	a	***	***
MEDIA	1.858		2.250		2.801		2.642			
%	66		80		100		94			

NÚMERO DE ESPIGAS/m ²										
Años	ROTACIONES ECOLÓGICAS				ROTACIONES CONVENCIONALES				EFECTO	
	Suelo Arcilloso		Suelo Franco-arenoso		Suelo Arcilloso		Suelo Franco-arenoso		Manejo	Suelo
97-98	206	b	359	a	308	a	382	a	**	**
00-01	453		381		362		403		ns	ns
01-02	309	b	397	b	630	a	560	a	***	ns
MEDIA	323		379		433		448			
%	72		85		97		100			

ÍNDICE DE COSECHA										
Años	ROTACIONES ECOLÓGICAS				ROTACIONES CONVENCIONALES				EFECTO	
	Suelo Arcilloso		Suelo Franco-arenoso		Suelo Arcilloso		Suelo Franco-arenoso		Manejo	Suelo
97-98	0.33	b	0.40	b	0.48	a	0.37	b	ns	(-) ^{**}
00-01	0.47	a	0.12	b	0.45	a	0.09	b	ns	(-) ^{***}
01-02	0.41	b	0.47	a	0.42	b	0.46	a	ns	***
MEDIA	0.40		0.34		0.45		0.31			
%	89		76		100		69			

PESO DE 1.000 GRANOS										
Años	ROTACIONES ECOLÓGICAS				ROTACIONES CONVENCIONALES				EFECTO	
	Suelo Arcilloso		Suelo Franco-arenoso		Suelo Arcilloso		Suelo Franco-arenoso		Manejo	Suelo
00-01	36.6	b	29.8	c	47.4	a	28.6	c	ns	(-) ^{***}
01-02	34.2	b	55.8	a	36.3	b	55.8	a	ns	^{***}
MEDIA	35.4		42.8		41.8		42.2			
%	83		100		98		99			

Los valores seguidos por letras distintas dentro de la misma fila y año difieren significativamente ($P < 0.05$ test Tukey). Los valores en negrita son los rendimientos más altos del año. ns: no significativo, (**): significativo $P < 0,05$, (***) : significativo $P < 0,01$.

Cuadro 5. Efecto de diferentes tipos de fertilización sobre diferentes parámetros de producción de cereal en rotación de cultivo

PRODUCCIÓN DE GRANO DE CEBADA (Kg/ha)								
AÑOS	CEREAL	TIPO DE FERTILIZACIÓN						EFECTO
		Química		Orgánica		Sin fertilización		
96-97	Cebada	1.826	a	1.469	a	1.243	b	***
97-98	Cebada	2.269		1.959		2067		ns
98-99	Trigo duro	1.971	b	2.620	a	2.309	ab	***
99-00	Trigo duro	2.763		2.656		2.533		ns
00-01	Cebada	317	c	596	a	477	b	***
01-02	Cebada	6.159	a	4.733	b	5.212	b	***
02-03	Trigo duro	1.036		1.121		796		ns
MEDIA CEBADA Y %		2.643 (100)		2.189 (83)		2.250 (85)		
MEDIA TRIGO DURO Y %		1.923 (90)		2.132 (100)		1.879 (88)		

NÚMERO DE ESPIGAS/m ²								
AÑOS	CEREAL	TIPO DE FERTILIZACIÓN						EFECTO
		Química		Orgánica		Sin fertilización		
Años		Química		Orgánica		Sin fertilización		Fert.
96-97	Cebada	357		411		367		ns
97-98	Cebada	382		356		359		ns
98-99	Trigo duro	299		343		306		ns
99-00	Trigo duro	362		279		311		ns
00-01	Cebada	403		446		381		ns
01-02	Cebada	560	a	416	b	397	b	***
02-03	Trigo duro	253		227		213		ns
MEDIA CEBADA Y %		426 (100)		407 (96)		376 (88)		
MEDIA TRIGO DURO Y %		305 (100)		283 (93)		277 (98)		

ÍNDICE DE COSECHA					
AÑOS	CEREAL	TIPO DE FERTILIZACIÓN			EFFECTO
Años		Química	Orgánica	Sin fertilización	Fert.
96-97	Cebada	0.38	0.36	0.41	ns
97-98	Cebada	0.37	0.42	0.42	ns
98-99	Trigo duro	0.37	0.35	0.34	ns
99-00	Trigo duro	0.37	0.37	0.33	ns
00-01	Cebada	0.09	0.14	0.13	ns
01-02	Cebada	0.46	0.47	0.47	ns
02-03	Trigo duro	0.19	0.22	0.23	ns
MEDIA CEBADA Y %		0.35 (97)	0.33 (92)	0.36 (100)	
MEDIA TRIGO DURO Y %		0.31 (100)	0.31 (100)	0.30 (97)	

PESO DE 1.000 GRANOS					
AÑOS	CEREAL	TIPO DE FERTILIZACIÓN			EFFECTO
Años		Química	Orgánica	Sin fertilización	Fert.
96-97	Cebada	44.7	43.9	44.1	ns
97-98	Cebada	40.2	41.3	41.4	ns
98-99	Trigo duro	42.4	42.2	42.7	ns
99-00	Trigo duro	35.8	40.7	36.6	ns
00-01	Cebada	21.3	24.5	23.8	ns
01-02	Cebada	55.8	57.4	55.8	ns
02-03	Trigo duro	32.6	35.6	33.8	ns
MEDIA CEBADA Y %		40.5 (97)	41.7 (100)	41.2 (99)	
MEDIA TRIGO DURO Y %		39.5 (100)	36.9 (93)	37.7 (95)	

Los valores seguidos por letras distintas dentro de la misma fila y año difieren significativamente ($P < 0.05$ test Tukey). Los valores en negrita son los rendimientos más altos del año. ns: no significativo, (**): significativo $P < 0,05$, (***) : significativo $P < 0,01$.

EFFECTO DE LA BIOFUMIGACIÓN SOBRE FLORA ARVENSE DEL CULTIVO DEL FRESÓN

**LÓPEZ - MARTINEZ, NURIA⁽¹⁾; CASTILLO, SILVIA⁽¹⁾; CUARESMA, ILDA M^a; CARMONA, INMACULADA;
GONZÁLEZ - ZAMORA, JOSÉ E.⁽¹⁾; AVILLA, CARLOS⁽¹⁾; LÓPEZ - MEDINA, JOSÉ⁽²⁾ Y AGUIRRE, ITZIAR⁽¹⁾**

⁽¹⁾ Dpto. de Ciencias Agroforestales, Universidad de Sevilla
Ctra. Utrera km 1. 14013 Sevilla
Email: nlopez@us.es

⁽²⁾ Dpto. de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva
Campus Universitario de la Rábida (Huelva)

RESUMEN

Debido a la biodescomposición de la materia orgánica, se producen una serie de compuestos capaces de controlar plagas, patógenos y flora arvense. Este proceso ha sido definido como biofumigación (BF). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la biofumigación con materia orgánica fresca sobre flora arvense típica de los cultivos de fresón. Los experimentos de campo consistieron en el tratamiento con gallinaza o estiércol de caballo a la dosis de 3 kg m⁻² durante 45 días. La biofumigación se combinó también con solarización (BF+S), en un diseño experimental de bloques al azar. Los resultados con gallinaza mostraron un buen control de las principales adventicias *Poa annua*, *Portulaca oleracea* y *Lolium rigidum* con resultados de control/BF/BF+S de 42/4/8, 18/9/12, y 15/0/1 plants m⁻² respectivamente. Por otra parte, 20 semillas de varias arvenses se introdujeron en bolsas de tela y fueron sometidas a biofumigación con solarización. La eficacia del tratamiento BF+S fue claro en el control de *P. oleracea*, *Cynodon dactylon* y *Echinochloa crus-galli* con un porcentaje de germinación control/BF+S de 77/0, 50/15 y 30/2. Los experimentos de laboratorio consistieron en simular las condiciones de campo usando una mezcla de suelo, agua y diferentes materias orgánicas frescas. Las materias orgánicas utilizadas fueron restos de fresa, estiércol de caballo y gallinaza. Los mejores resultados se obtuvieron con gallinaza que mostró un control eficaz de *Malva parviflora*, *Medicago* sp., *E. crus-galli*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* y *P. oleracea* mientras que los residuos de fresa y el estiércol no mostraron inhibición de la germinación. En conclusión, los resultados obtenidos con los tratamientos de gallinaza se encuentran bajo investigación con resultados prometedores en los experimentos realizados hasta la fecha.

PALABRAS CLAVE: GALLINAZA, ESTIÉRCOL, SOLARIZACIÓN, MALAS HIERBAS Y RESIDUOS

1 ► INTRODUCCIÓN

España es el segundo productor mundial de fresa con una superficie de 8,281 ha y una producción de 262,500 t (FAO, 2003). Este cultivo se localiza principalmente en la provincia de Huelva con un 89% de la producción fresera española.

El manejo efectivo de malas hierbas en el fresón requiere una combinación de prácticas culturales, físicas y químicas. La desinfectación con bromuro de metilo junto con el acolchado son métodos comunes de control de flora arvense. De acuerdo con el Protocolo de Montreal y el reglamento EC 2037/2000 sobre sustancias que disminuyen la capa de ozono, le uso de bromuro de metilo sólo será permitido bajo la denominación Uso Crítico a partir del 2005. Todas estas prácticas agrícolas se ven reducidas a un control físico y mecánico cuando hablamos de cultivo ecológico.

Por todo ello, se aplican criterios ecológicos en agricultura que permitan conocer cuáles son los elementos y procesos claves en el funcionamiento de los cultivos. En relación a la búsqueda de alternativas al BM hemos elegido la función de la materia orgánica, puesto que a través de los procesos de biodescomposición se producen gases capaces de controlar plagas, patógenos y arvenses. Este proceso ha sido definido como biofumigación (Kirkegaard *et al.* 1993b; Bello 1998, Bello *et al.*, 2000) y ha sido incluido como una alternativa no química al BM por el “Methyl Bromide Technical Comitte”, perteneciente al Protocolo de Montreal (MBTOC 1997). A pesar de que el concepto de biofumigación fue aplicado inicialmente a los isotiocianatos producidos durante la descomposición de *Brassica* spp., otros investigadores han incluido otras materias orgánicas y residuos agroindustriales que puedan contener compuestos biológicamente activos que sean supresivos contra plagas, enfermedades del suelo y adventicias (Bello *et al.*, 2001). El efecto de la biofumigación contra la flora arvense no está tan estudiado como el control de plagas y enfermedades, pero existen varios trabajos utilizando restos verdes de *Brassica* spp. y otros residuos (Boydston y Hang, 1995; Aponte *et al.*, 1992; Edwards *et al.*, 1994). El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto de la biofumigación de varios residuos orgánicos no compostados sobre la germinación, crecimiento y distribución de la flora arvense típica del cultivo de la fresa en España, tanto en condiciones controladas de laboratorio como en campo.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Semillas de plantas arvenses que comúnmente se encuentra compitiendo con plantas de fresa (*Fragaria X ananassa* Duch., var. Camarosa) fueron utilizadas para determinar el efecto de diferentes sustancias biofumigantes sobre su germinación.

Las plantas seleccionadas fueron *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Portulaca oleracea*, *Cynodon dactylon*, *Malva parviflora* y *Medicago* sp.

Suelos y localizaciones

Típicos suelos de cultivo de fresa de diferentes localidades fueron utilizados. Las localidades seleccionadas para los experimentos de campo fueron Almonte y Gibraleón (Huelva) con suelos arenosos y francoarenoso, respectivamente. Para los experimentos de laboratorio, una mezcla de suelos arenosos donde se cultiva fresa fue utilizada. La composición de estos suelos se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición de los diferentes suelos utilizados para los experimentos de campo y laboratorio de las diferentes localidades. Los datos son media de 3 repeticiones

	LABORATORIO	ALMONTE	GIBRALEÓN
pH	7.1	6.70	6.15
Conductividad (μS)	65.3	443	198
K^+ (g l^{-1})	0.52	3.12	2.34
Na^+ (g l^{-1})	0.13	0.43	0.19
Ca^{+2} (ppm)	0.06	0.12	0.21
Mg^{+2} (ppm)	0.11	0.23	0.44
P_{OLSEN} ($\mu\text{g g}^{-1}$)	38.4	47.4	67.3
Fe_{CBD} ($\mu\text{g g}^{-1}$)	1,433	2,218	9,401
% Humedad	0.20	0.40	1.51
% Materia orgánica	0.49	0.64	0.63

Efecto de la biofumigación sobre la flora arvense

Veinte semillas de las especies seleccionadas de malas hierbas fueron mezcladas con 500 g de suelo, 20 g ó 20+20 g de materia orgánica fresca y 60 ml de agua, e incubadas en una bolsa de polietileno. Las bolsas fueron selladas, incubadas durante 30 días y mantenidas bajo condiciones controladas de 27°C, 16 horas de fotoperiodo de 350 $\text{kmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPF, y 80% de humedad relativa (Díaz-Viruliche, 2001). Los materiales biofumigantes seleccionados fueron gallinaza, estiércol de caballo, residuos de fresa y mezcla de ellos. Además había bolsas control, sin materia orgánica a las que se le añadía agua simulando la solarización.

Adicionalmente, se realizó un experimento de campo bajo condiciones controladas, en el que 20 semillas de las diferentes especies estudiadas, se guardaron en una bolsa de tela con un tamaño de poro adecuado al paso de sustancias gaseosas y líquidas, y se sometieron a biofumigación y solarización durante 40 días entre julio y septiembre en condiciones de campo. Después de este tiempo, las semillas permanecieron a temperatura ambiente durante 30 días más. Las semillas se sembraron en macetas y se mantuvieron en las condiciones controladas descritas anteriormente. Los experimentos de campo consistieron en el tratamiento con gallinaza o estiércol a la dosis de 3 kg m^{-2} durante 45 días en los meses de julio y agosto en dos localidades (Almonte y Gibrleón, Huelva). La biofumigación se realizó sola o combinada con la solarización. Después de este tiempo, los plásticos se retiraron y posteriormente el suelo se preparó para la siguiente campaña. El experimento tuvo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones en área. Los datos se recogieron mensualmente.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que la sustancia que posee las mejores características herbicidas fue la gallinaza, con un control eficaz de *Malva parviflora*, *Medicago sp.*, *Echinochloa crus-galli*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* y *Portulaca oleracea*, reduciendo la germinación de las semillas. Por el contrario, los residuos de fresa y el estiércol indujeron la aparición de *Medicago sp.*, *Echinochloa crus-galli* y *Portulaca oleracea*. Estos resultados aunque extrapolados a las condiciones de campo, podrían ser diferentes en condiciones reales debido a que las altas temperaturas que se obtienen con la solarización durante el verano, podrían inhibir la germinación de las semillas. Estas temperaturas no se alcanzaron en la cámara de cultivo en condiciones controladas a $27 \text{ }^\circ\text{C}$ y sin la incidencia de luz solar (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de germinación de diferentes especies después de estar sometidas a biofumigación durante 30 días con diferentes residuos. Los datos son medias de dos experimentos con tres repeticiones por experimento

	<i>Malva sp.</i>	<i>Medicago sp.</i>	<i>Echinochloa sp.</i>	<i>Portulaca sp.</i>	<i>Amaranthus sp.</i>
Solarización	4,15	5,85	3	12,5	0,85
Restos fresa	0	18,35	9,5	29,15	2,5
Gallinaza	0	0	5,85	6,65	1,65
Fresa + gallinaza	0	0	3,35	0	0,85
Estiércol	5,0	25,0	21,7	41,7	0,0
Fresa + estiércol	6,7	26,7	6,7	33,3	0,0

El efecto sobre germinación que se realizó en campo sometiendo a biofumigación semillas encerradas en bolsas de tela, mostró la eficacia de la biofumigación en combinación con la solarización, con un buen control de *Portulaca oleracea*, *Cynodon dactylon* y *Echinochloa crus-galli* que mostraron un porcentaje de germinación de control/BF+S de 77/0, 50/15 y 30/2, respectivamente (Fig. 1). Las otras especies estudiadas no tuvieron una germinación suficientemente importante como para ser tenidas en consideración.

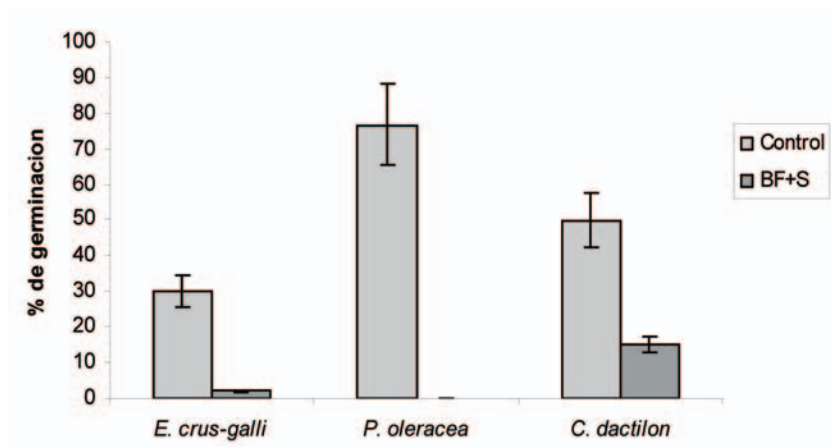


Figura 1. Efecto de la biofumigación en campo con gallinaza sobre la germinación de diferentes semillas de flora adventicia típica del fresón *Echinochloa crus-galli*, *Portulaca oleracea* y *Cynodon dactylon*. Los datos son media de tres repeticiones y las barras verticales representan el error estándar. BF: biofumigación; S: solarización.

En los experimentos realizados en condiciones reales de cultivo se ensayaron dos sustancias biofumigantes, gallinaza y estiércol, conjuntamente con los restos de cultivo de la cosecha anterior.

La biofumigación con estiércol no mostró diferencias significativas entre el control y las parcelas tratadas, incluso con las solarizadas (Fig. 2). Los resultados no son concluyentes puesto que se trata de los resultados del primer año de tratamiento, y posteriores ensayos se realizaran en un futuro.

Por el contrario, la biofumigación con gallinaza en la comarca fresera de Almonte mostró un buen control de las principales especies arvenses *Poa annua*, *Portulaca oleracea* y *Lolium rigidum* con unos resultados control/BF/BF+S de 42/4/8, 18/9/12, y 15/0/1 plantas m⁻² respectivamente (datos no mostrados).

El efecto positivo de la biofumigación sobre el control de adventicias es muy claro sobretodo en los primeros meses de cultivo respecto al control, no siendo importantes las diferencias entre la biofumigación con o sin solarización (Fig. 3).

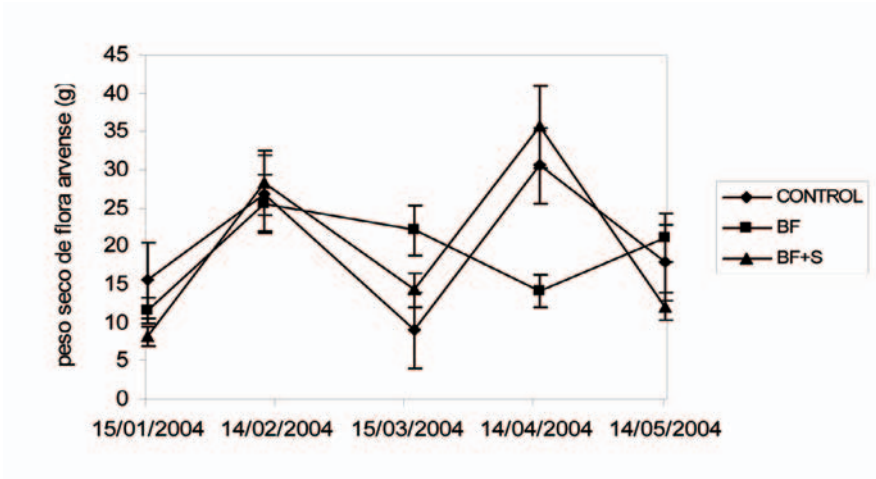


Figura 2. Efecto de la biofumigación en una parcela de Gibraleón (Huelva) tratada con estiércol fresco de caballo sobre el peso seco (g) de diferentes arvenses del fresón. Los datos son media de tres repeticiones. BF: biofumigación; S: solarización.

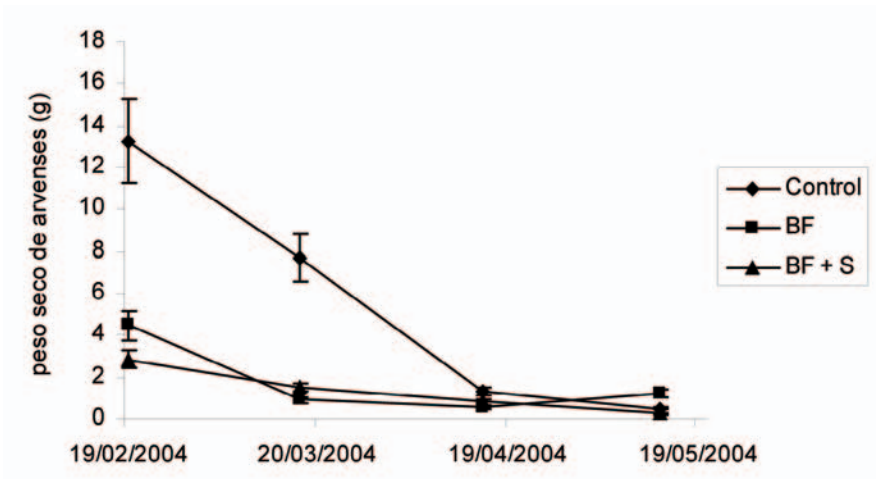


Figura 3. Efecto de la biofumigación en una parcela de Almonte (Huelva) tratada con gallinaza fresca sobre el peso seco de las diferentes arvenses encontradas. Los datos son media de tres repeticiones. BF: biofumigación; S: solarización.

4 ► CONCLUSIONES

La utilización de residuos agroindustriales podría ser beneficioso para el control de arvenses en el cultivo del fresón. El uso de residuos verdes de *Brassica* spp. ha demostrado

su acción biocida (Boydston y Hang, 1995), y este ensayo ha demostrado que otros residuos podrían ser utilizados para el control de malas hierbas, reduciendo o eliminando el uso de pesticidas, dando una utilidad a estos residuos y mejorando el medio ambiente

Los resultados de esta investigación han demostrado que la utilización de gallinaza fresca podría ser útil para el control de la flora arvense en el cultivo de fresa, dando un buen control de *Portulaca oleracea*, *Echinochloa crus-galli* y *Cynodon dactylon*, mientras que el uso de estiércol no mostró acción herbicida eficaz. Nuevas investigaciones se están llevando a cabo con el objeto de obtener un mejor entendimiento del fenómeno de la biofumigación y sus propiedades herbicidas.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia y Tecnología la financiación de este proyecto (Proyecto CICYT AGL2002-04040-C05-04), y a las empresas Flor de Doñana Biorganic S.L. y Montebelo S.L. la colaboración y las facilidades para su realización.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **APONTE, A.; PÉREZ, A. Y TABLANTE, J. 1992**

Control de malezas y plagas en tomate con la utilización de residuos de cosecha. FONAIAP Divulga 9, 10-15.

- **BELLO, A. 1998**

Biofumigation and integrated pest management. In: A. Bello; J. A. González; M. Arias; R. Rodríguez-Kábana (Eds). Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. Phytoma-España, DG XI EU, CSIC, Valencia, Spain, 99-126.

- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A. Y DÍAZ - VIRULICHE, L. 2000**

Biofumigación y solarización como alternativa al bromuro de metilo. Memoria del Simposio Internacional de Fresa. 6-8 diciembre 2000, Zamora, México, 24-50.

- **BELLO, A.; LÓPEZ - PÉREZ, J. A.; DÍAZ - VIRULICHE, L. Y TELLO, J. 2001**

Alternatives to methyl bromide for soil fumigation in Spain. In: R. Labrada and L. Fornasari (Eds) Global Report on Validated Alternatives to the Use of Methyl Bromide for Soil Fumigation. FAO-UNEP, Roma, 33-46.

- **BOYDSTON, R. A. Y HANG, A. 1995**

Rapeseed (*Brassica napus*) green manure crop suppresses weeds in potato (*Solanum tuberosum*). Weed Technology 9, 669-675.

- **DÍAZ - VIRULICHE, L. 2001**

Interés Fitotécnico de la Biofumigación en Suelos Cultivados. Tesis Doctoral, ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid. 600 pp.

- **EDWARDS, J. H.; WALKER, R. H. Y WEBSTER, W. B. 1994**

Effect of non-composted organic waste as residues on cotton yields. Proceedings Beltwide Cotton Conferences,

January 5-8, San Diego, California. National Cotton Council, 1561-1563.

FAO, 2003. <http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.jsp?commodity=544&lang=ES&year=2003>. [Consulta Julio 2004]

- **KIRKEGAARD, J. A.; GARDNER, J.; DESMACHELIER, J. M. Y ANGUS, J. F. 1993**

Biofumigation using Brassica species to control pest and diseases in horticulture and agriculture. In: N. Wrather; R. J. Mailes (Eds). Proc. 9th Australian Research Assembly on Brassicas (Wagga Wagga) . 77-82.

- **MBTOC 1997**

Report of the Technology and Economic Assessment Panel. UNEP, Nairobi, Kenia, 221 pp.

ROTACIONES FORRAJERAS ECOLÓGICAS EN LA ESPAÑA HÚMEDA

Un caso práctico en Navarra

MANGADO URDÁNIZ, JESÚS M^º

Instituto Técnico y de Gestión Ganadero (ITGG)
Avda. Serapio Huici 22. Edificio Peritos. 31610 Villava (Navarra)
E-mail: jmangado@itgganadero.com

RESUMEN

En la España húmeda las explotaciones tradicionales de herbívoros, ligadas a la base territorial, basan la alimentación de volumen en el pastoreo y el forraje conservado de praderas y pastos explotados en secano, con consumos reducidos en fitosanitarios y abonos de síntesis.

Debido a las variables condiciones edafoclimáticas la curva de producción de estas superficies tiene una distribución estacional muy irregular lo que dificulta la gestión y el manejo de las superficies y el ganado.

En esta comunicación se presentan los resultados de producción y calidad de un conjunto de cultivos forrajeros. Los ensayos se han llevado a cabo en la comarca atlántica de Navarra y los cultivos se han manejado según los criterios ecológicos de producción.

En base a estos resultados se propone una rotación de cultivos en manejo ecológico que sea sencilla de llevar a cabo y que ha sido diseñada con los criterios de maximizar la producción forrajera, el período de pastoreo y la ocupación del suelo y mantener e incrementar la fertilidad de los suelos.

Se aportan los datos agronómicos de cada uno de los cultivos en su secuencia en la rotación y los posibles periodos y tipos de aprovechamiento.

1 ► INTRODUCCION

La convivencia de las actividades agrícola y ganadera dentro de una misma explotación es una premisa fundamental tanto en la producción agraria convencional como en la desarrollada bajo el sistema de producción ecológico. En producción ecológica el ganado suele considerarse como un componente esencial de la finca, que abastece estiércol y permite el equilibrio en la rotación basada en praderas y cultivos de escarda (Lampkin, 2001).

Uno de los criterios de la producción agraria ecológica es el de minimización de los consumos energéticos que suponen tanto los procesos de producción como los de comercialización. Así, se propugna la obtención de alimentos para el ganado procedentes de la base territorial de la propia explotación, el reciclaje de los residuos generados en la actividad, la minimización de los “inputs” de producción externos, los mercados locales, etc.

En la cornisa cantábrica (región biogeográfica atlántica) la explotación agropecuaria tradicional es la de animales herbívoros (rumiantes ó no) alimentados en base a praderas y pastos, siendo este sistema productivo bastante equilibrado y muy próximo a los criterios de producción ecológicos.

La tipología de estos pastos (mesofíticos y/o xero-mesofíticos) con una parada vegetativa invernal mayor o menor según el menor o mayor periodo libre de heladas y una ligera o fuerte ralentización de la producción estival dependiendo del equilibrio relativo entre temperatura y precipitación, unido a un máximo absoluto de producción en primavera y uno relativo en otoño (San Miguel, 2001), ha llevado a los ganaderos a adoptar estrategias para minimizar los “baches” alimenticios que supone una distribución de la oferta tan irregular.

El “bache” de oferta de verano se solventa trashumando con el ganado a pastos de alta montaña (región alpina), a pastos (residuos de cosecha de cereal) de la región mediterránea o permaneciendo en su comarca y suplementando al ganado con forraje conservado (heno en general). El “bache” invernal se solventa estabulando el ganado y suplementándolo con forraje conservado (ensilado o henificado).

En todo caso el forraje conservado procede del pico productivo de primavera y la carga ganadera se ajusta para que este exceso de forraje, conservado, sea suficiente como para satisfacer las necesidades del rebaño en los periodos de parada vegetativa.

En la presente comunicación se presentan los resultados de ensayos de producción forrajera en secano, en manejo ecológico en la España húmeda y, en base a ellos, se propone una rotación de cultivos en manejo ecológico. En la rotación se alternan cultivos de siembra en primavera y otoño, se alternan aprovechamientos por siega y a diente, se fijan los momentos y las cantidades de las aportaciones orgánicas necesarias para mantener e incrementar el nivel fertilizante de los suelos y su actividad biológica y se favorece la fijación de nitrógeno atmosférico con la introducción de leguminosas.

Los criterios tenidos en cuenta en el diseño de la rotación han sido:

- Maximización de la producción forrajera
- Maximización del periodo de pastoreo
- Minimización del suelo no productivo o sin cubierta vegetal. Intensificación de la ocupación del suelo
- Mantenimiento o incremento de la fertilidad de los suelos
- Utilizar un número de cultivos y una duración de la rotación que no complique excesivamente su puesta en práctica

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Las experiencias se han llevado a cabo, entre los años 2002 y 2004, en la finca experimental que gestiona ITG Ganadero en la localidad de OSKOTZ (Navarra), a 550 m.s.n.m. y encuadrada en la provincia biogeográfica cantabro-atlántica, aunque con aguas vertientes hacia el mediterráneo.

Esta finca está certificada para su producción AE, con la licencia nº 1724, por el Consejo de la Producción Agraria Ecológica de Navarra (CPAEN-NNPEK). Sus características climáticas se presentan en la Figura 1.

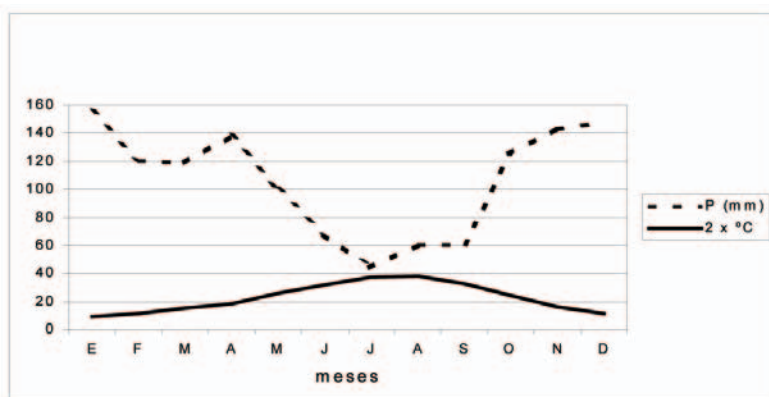


Figura 1. Diagrama ombrotermico oskotz.

Los suelos son franco arcillosos, profundos, con las siguientes características medias:

pH	% MAT. ORGÁNICA OXIDABLE	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	% N TOTAL	C/N
6.6	4.2	356	530	0.46	5.3

Material vegetal

Las especies, variedades y peso de mil granos (PMG) empleadas en los ensayos han sido:

			VARIEDAD	PMG
RGI	Raigrás italiano alternativo	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	CABALLO	3.2
TV	Trébol violeta	<i>Trifolium pratense</i> L.	VERDI	1.8
PS	Guisante forrajero	<i>Pisum sativum</i> L.	GRACIA	119
VS	Veza sativa	<i>Vicia sativa</i> L.	BARVICOS	59.2
HV	Cebada	<i>Hordeum vulgare</i> L.	NATUREL	44.3
AS	Avena	<i>Avena sativa</i> L.	AINTREE	24.5
S	Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i> x <i>sudanense</i>	SWEET CREEK	23.3
HA	Girasol	<i>Helianthus annus</i> L.	SOLRONE	62.3
ZM	Maíz	<i>Zea mays</i> L.	ANJOU 285	

Los ensayos se han llevado a cabo en condiciones de secano, tanto en microparcela como en gran parcela, sobre una base territorial de 5.7 ha distribuidas en cuatro parcelas. En una de ellas, de 0.4 ha, se desarrollan los ensayos en microparcela y en las otras tres parcelas (5.3 ha) se lleva a cabo la rotación de cultivos a gran escala.

Aportes orgánicos

Las características de las aportaciones orgánicas (estiércol) utilizadas a lo largo de los tres años se recogen en el Cuadro 1.

Se puede observar la muy alta variabilidad de los parámetros analizados, sobre todo en su valor fertilizante. Esto es reflejo de las muy variables composiciones de los estiércoles debido a la naturaleza y cantidad del material de cama utilizado, condiciones de conservación, madurez, etc. En todos los ensayos se segó y pesó en verde la producción de cada subparcela del diseño experimental en el momento elegido para su aprovechamiento. Una submuestra se envió al Laboratorio Agrario de Navarra para su análisis de calidad.

Los parámetros de analizados fueron: contenido en materia seca (% ms), cenizas (MM,% s/ ms), proteína bruta (PB,% s/ ms), fibra bruta (FB,% s/ ms), fibra ácido detergente modificada (FADM,% s/ ms), fibra neutro detergente (FND,% s/ ms), fósforo (P,% s/ ms) y calcio (Ca,% s/ ms).

En el caso del maíz forrajero se determinó también almidón en% s/ ms, y una fracción desecada, picada y homogeneizada de cada submuestra se envió al Laboratorio Lactológico de Lekunberri para determinación de la digestibilidad enzimática aplicando el método Aufrère 0,1 N (Aufrère, 1982) y, a partir de ello, estimar la digestibilidad de la materia orgánica (dMO) y la concentración energética (UFL) aplicando el modelo M4 de Andrieu y Aufrère (1996).

Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza utilizando el test de Duncan como procedimiento de comparación múltiple. En los ensayos en los que solamente se comparan dos medias se utilizó la prueba “t” asumiendo varianzas iguales en ambas distribuciones. Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el paquete SPSS 8.0 (SPSS, 1998).

Cuadro 1. Características de los aportes orgánicos

	N (MUESTRAS)	MEDIA	COEF. VARIACIÓN (CV)	RANGO
Materia seca (%)	11	31,3	8,4	52,8 - 23,2
pH	11	8,8	1,1	9,4 - 8,4
Conductividad eléctrica (dS/m)	11	5,97	16,3	12,4 - 3,2
Materia orgánica total (g/kg m.s.)	11	731	3,2	866 - 631
Materia orgánica oxidable (g/kg m.s.)	11	664	5,2	860 - 477
N orgánico total (g/kg m.s.)	11	21,5	6,9	28,9 - 14,6
C/N	11	17	11	28 - 10
P ₂ O ₅ (g/kg m.s.)	11	20,3	15,7	40,2 - 8,9
K ₂ O (g/kg m.s.)	11	36,4	14,1	67,7 - 17,6
N amoniacal N-NH ₄ (g/kg m.s.)	11	0,68	22	1,7 - 0,1

3 ▶ RESULTADOS

Ensayo densidad de siembra de raigrás italiano (RGI) asociado a TV

- ▶ **Año.** 2004.
- ▶ **Diseño.** Microparcela. Bloques al azar, tres repeticiones. Parcela elemental 5 x 1,3 m².
- ▶ **Estercolado.** 60 t/ha estiércol maduro antes de laboreo de siembra.
- ▶ **Siembra.** 10/10/03.

► **Tratamientos.** Dosis de siembra de RGI.

- 1. 625 granos/m² <> 20 kg/ha.
- 2. 781 granos/m² <> 25 kg/ha.
- 3. 938 granos/m² <> 30 kg/ha.
- 4. 1094 granos/m² <> 35 kg/ha.
- 5. 1250 granos/m² <> 40 kg/ha.

acompañadas en todos los casos por 278 granos/m² <> 5 kg/ha de TV.

El primer corte se realizó el 26 de Abril. El resultado se recoge en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Densidad de siembra de RGI - TV. Resultados del primer corte (26/04/04)

	TRATAMIENTO				
	1	2	3	4	5
Materia seca (%)	19,7	19,1	18,4	19,3	19,4
Producción (kg m.s./ha)	4477	4572	5339	5244	4810
Materia mineral (% s/m.s.)	8,2 a	9,13 ab	11,49 b	8,07 a	8,2 a
Proteína bruta (% s/m.s.)	9,54	9,63	9,4	8,63	9,08
Fibra bruta (% s/m.s.)	19,93	20,71	21,1	19,87	20,59
Fibra ác. deterg. modif. (% s/m.s.)	22,6	24,18	24,12	21,58	22,56
Fibra neutro deterg. (% s/m.s.)	40,83	41,55	41,22	40,23	40,58
Fósforo (% s/m.s.)	0,27 b	0,26 b	0,27 b	0,22 a	0,28 b
Calcio (% s/m.s.)	0,4	0,39	0,36	0,36	0,39
Materia orgánica (kg mat. org./ha)	4113	4158	4721	4815	4418

En la misma fila, valores seguidos por letras distintas difieren significativamente ($p < 0,05$) Duncan.
 En la misma fila, valores sin letra ó seguidos por letras iguales no difieren significativamente ($p > 0,05$) Duncan.

El segundo corte se realizó el 17 de Junio. El resultado se recoge en el Cuadro 3. No se observan diferencias significativas en parámetros de calidad trascendentales. Observando las tendencias de producción, tanto en materia seca como en materia orgánica, para cada corte y para la suma de ambos, a la vista de que la variante 3 es la que mejores resultados presenta, seguida de la variante 4, se puede concluir que la dosis de siembra óptima debe situarse entre los 30 y 35 kg/ha (938 y 1094 granos/m²) acompañados de 5 kg/ha (278 granos/m²) de TV.

Cuadro 3. Densidad de siembra de RGI - TV. Resultados de segundo corte (17/06/04)

	TRATAMIENTO				
	1	2	3	4	5
Materia seca (%)	31,44	31,04	30,92	30,92	31,47
Producción (kg m.s./ha)	3270	3984	4070	3617	3524
Materia mineral (% s/m.s.)	6,76	6,83	6,48	7,08	6,7
Proteína bruta (% s/m.s.)	6,99 b	6,6 ab	5,91 a	6,47 ab	6,2 ab
Fibra bruta (% s/m.s.)	29,52	30,94	30,87	29,72	30,82
Fibra ác. deterg. modif. (% s/m.s.)	32,85	33,63	34,55	33,86	34,1
Fibra neutro deterg. (% s/m.s.)	56,46	57,76	57,73	57,32	56,64
Fósforo (% s/m.s.)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,17
Calcio (% s/m.s.)	0,41	0,39	0,38	0,4	0,44
Materia orgánica (kg mat. org./ha)	3050	3711	3804	3357	3288

En la misma fila, valores seguidos por letras distintas difieren significativamente ($p < 0,05$) Duncan.

En la misma fila, valores sin letra ó seguidos por letras iguales no difieren significativamente ($p > 0,05$) Duncan.

Ensayo de asociaciones forrajeras cereal-leguminosa

▶ **Año.** 2002.

▶ **Asociaciones.** HV+PS / HV+VS / AS+PS / AS+VS

▶ **Proporciones de siembra (en número de semillas).** 1:1 vs 2/3:1/3 de cereal:leguminosa respectivamente en dosis total de siembra de 300 granos/m².

▶ **Momento de corte.** Medios de Mayo (ensilado) vs medios de Junio (henificado).

▶ **Diseño.** Dos bloques contiguos para cada uno de los dos momentos de corte. En cada bloque cada asociación con cada dosis de siembra en parcela elemental de 5 x 1,3 m² y tres repeticiones distribuidas al azar. Total 48 parcelas elementales.

▶ **Estercolado.** No

▶ **Siembra.** 26/10/01.

Los resultados de esta experiencia se presentaron en la XLIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (Mangado y Egiñoa, 2003) y de ellos se concluye, que conjugando criterios de producción y calidad, la avena supera a la cebada como cereal integrante de la asociación mientras que se constata una igualdad entre veza y guisante como leguminosas.

Asi mismo se concluye que la proporción 2/3:1/3 (cereal:leguminosa) de dosis relativas de semilla en siembra es ligeramente más favorable que la proporción 1:1. Tambien se concluye que la fecha óptima para el aprovechamiento forrajero de la asociación cereal-leguminosa, en la España húmeda, es mediado el mes de Mayo y conservado mediante ensilado. El aprovechamiento tardío, en fases avanzadas de los cultivos, es desaconsejable por el riesgo de encamado, siendo este riesgo superior en cebada como cereal y guisante como leguminosa.

Ensayo de densidad de siembra en sorgo (S)

- ▶ **Año.** 2003.
- ▶ **Diseño.** Microparcela. Bloques al azar, tres repeticiones. Parcela elemental 5 x 2 m².
- ▶ **Estercolado.** No
- ▶ **Siembra.** 23/05/03
- ▶ **Tratamientos.** Dosis de siembra de sorgo
 - **D₁.** 1.290.000 granos/ha <> 30 kg/ha.
 - **D₂.** 500.000 granos/ha <> 11,65 kg/ha.
- ▶ **Cosecha.** 11/09/03.

Cuadro 4. Producción y calidad de sorgo. Corte 11/09

	D ₁		D ₂		p-valor	Significación
	Media	Error estándar	Media	Error estándar		
% m.s.	29,25	0,14	27,52	0,35	0,01	*
Kg m.s./ha	8539	686	7225	414	0,176	NS
MM% m.s.	4,88	0,18	4,91	0,12	0,91	NS
Kg M.O./ha	8120	638	6871	397	0,172	NS
PB% m.s.	6,18	0,49	5,84	0,36	0,6	NS
FB% m.s..	31,69	0,57	31,68	0,4	0,99	NS
FADM% m.s.	35,24	0,43	33,83	0,54	0,057	NS
FND% m.s.	63,23	1,5	62,75	0,71	0,786	NS
P% m.s.	0,13	—	0,13	—	0,557	NS
Ca% m.s.	0,48	—	0,44	—	0,374	NS

† Student * p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001, NS no significativa

Los resultados de producción y calidad se presentan en el Cuadro 4. No hay diferencias significativas en parámetros de calidad trascendentales. Viendo las tendencias de producción, tanto en materia seca como en materia orgánica, y de contenido proteico, se puede concluir que la dosis de siembra D_1 sería más recomendable que la dosis de siembra D_2 .

Ensayo de densidad de siembra en girasol forrajero (HA)

- ▶ **Año.** 2003.
- ▶ **Diseño.** Microparcela. Bloques al azar, tres repeticiones. Parcela elemental 5 x 2 m².
- ▶ **Estercolado.** No
- ▶ **Siembra.** 23/05/03
- ▶ **Tratamientos.** Dosis de siembra de girasol
 - S_1 . 200.000 granos/ha <> 12,5 kg/ha.
 - S_2 . 125.000 granos/ha <> 7,8 kg/ha.
- ▶ **Cosecha.** 11/09/03.

Los resultados de producción y calidad se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Producción y calidad de girasol. Corte 11/09

	S_1		S_2		p-valor	Significación
	Media	Error estándar	Media	Error estándar		
% m.s.	22,9	0,46	22,69	0,82	0,77	NS
Kg m.s./ha	7392	689	6477	354	0,3	NS
MM% m.s.	8,33	0,49	8,74	0,47	0,58	NS
Kg M.O./ha	6770	598	5911	325	0,28	NS
PB% m.s.	7,14	0,47	8,79	0,27	0,038	*
FB% m.s..	26,14	1,38	23,53	1,37	0,25	NS
FADM% m.s.	39,23	1,16	40,25	1,28	0,59	NS
FND% m.s.	47,54	2,81	46,2	1,44	0,69	NS
P% m.s.	0,18	—	0,22	—	0,37	NS
Ca% m.s.	1,34	0,13	1,26	0,16	0,72	NS

† Student * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, NS no significativa

Sólo se observan diferencias significativas en el contenido en PB, favorable a la variante S₂. Atendiendo a las tendencias de producción, tanto en materia seca como en materia orgánica, se puede concluir que la dosis de siembra S₁ sería más recomendable que la dosis de siembra S₂.

Al mismo tiempo que el ensayo en microparcela se sembró una hoja de la rotación en gran parcela. La entrada de ganado a la parcela para su aprovechamiento por pastoreo se hizo el 25/08/04, estando el girasol en fase de final de polinización-inicio de formación de grano. El rebaño fue de sementales de caballo de raza autóctona “burguete” de 2,5 años.

Esta oferta resultó de muy baja apetecibilidad para el ganado, siendo rechazada completamente. Por consiguiente se concluye que, aunque los parámetros de producción y calidad forrajera de este cultivo resultan interesantes, su baja apetecibilidad en aprovechamientos a diente lo hacen desaconsejable en una rotación forrajera con los objetivos descritos.

Ensayos de deshierbe en maíz forrajero (ZM)

- Deshierbe mecánico

Cuadro 6. Ensayo deshierbe mecánico en maíz forrajero. Producción y calidad

	1		2		p-valor	Significación
	Media	Error estándar	Media	Error estándar		
% m.s.	27,11	0,78	29,95	0,54	0,0205	*
plantas/ha	82 144	2062	76 787	6099	0,437	NS
Kg m.s./ha	15 430	478	12 051	2321	0,204	NS
PB% m.s.	6,26	0,32	8,12	0,46	0,016	*
almidón% m.s.	22,33	0,74	18,18	2,2	0,125	NS
dMO	70,47	3,13	69,77	1,44	0,846	NS
UFL/kg m.s.	0,81	0,06	0,77	0,02	0,566	NS

† Student * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001, NS no significativa

- ▶ **Año.** 2002.
- ▶ **Diseño.** Gran parcela. Toma de muestras de 2 m.l., con cuatro repeticiones, en cada uno de los dos tratamientos.
- ▶ **Estercolado.** 60 t/ha estiércol maduro antes de laboreo de siembra.

▶ **Siembra.** 24/05/02, 90.000 plantas/ha.

▶ **Tratamientos.**

- 1. Testigo.
- 2. Deshierbe mecánico con grada de puas flexibles 13/06/02.

▶ **Fenología.** Maíz en tres hojas, inicio de cuarta hoja.

▶ **Cosecha.** 4/10/02.

Los resultados de producción y calidad se presentan en el Cuadro 6.

La disminución del número de plantas en el tratamiento “testigo” (8,7%) es coherente con lo encontrado por Mangado (2002) en condiciones similares. El tratamiento de desherbado supone una mayor disminución del número de plantas (14,7%), seguramente debido a daños mecánicos sobre las plántulas, aunque esto no supone una disminución significativa de la producción final. A destacar la diferencia significativa que se encuentra en el contenido en proteína bruta a favor del tratamiento de desherbado.

- **Momento de deshierbe**

Cuadro 7. Momento de deshierbe en maíz forrajero. Producción y calidad

	TRATAMIENTO			
	1	2	3	4
Materia seca (%)	45,1	47,55	44,92	47,19
Producción (kg m.s./ha)	18 529 a	26 278 b	22 784 ab	26 643 b
Materia mineral (% s/m.s.)	1,88	1,9	2,04	2,17
Proteína bruta (% s/m.s.)	9,48	9,51	9,27	9,49
dMO	80,03 ab	82,52 b	78,39 a	80,72 ab
UFL/kg m.s.	1,08 ab	1,13 b	1,05 a	1,09 ab

En la misma fila, valores seguidos por letras distintas difieren significativamente ($p < 0,05$) Duncan.

En la misma fila, valores sin letra ó seguidos por letras iguales no difieren significativamente ($p > 0,05$) Duncan.

▶ **Año.** 2002.

▶ **Diseño.** Microparcela. Bloques al azar con cuatro repeticiones. Parcela elemental 6 x 2,1 m². Tres líneas de 6 m.l. separadas 0,7 m.l. Toma de muestras sobre los 4 m.l. centrales de la línea central.

- ▶ **Estercolado.** 60 t/ha estiércol maduro antes de laboreo de siembra.
- ▶ **Siembra.** 24/05/02, 90.000 plantas/ha
- ▶ **Tratamientos.** Momento de deshierbe.
 - 1. Testigo.
 - 2. Maíz en estado de 4 hojas.
 - 3. Maíz en estado de 8 hojas.
 - 4. Estado de 4 hojas + estado de 8 hojas.
- ▶ **Fenología.** Maíz en tres hojas, inicio de cuarta hoja.
- ▶ **Cosecha.** 4/10/02.

Los resultados de producción y calidad se presentan en el Cuadro 7.

Los tratamientos que mejoran los parámetros de producción y calidad analizados son los que se hacen sobre un maíz con un desarrollo de cuatro hojas, no mejorando significativamente si se rehitera el tratamiento a las ocho hojas de desarrollo. El deshierbe único a ocho hojas “llega tarde” y se produce disminución de producción y calidad por competencia de malas hierbas en las etapas iniciales de desarrollo de las plantas de maíz.

4 ▶ PROPUESTA

En base a los objetivos descritos en la Introducción y a los resultados obtenidos en las experiencias recogidas en este trabajo, se propone, para la España húmeda, la rotación forrajera en manejo ecológico, en condiciones de secano, que se presenta esquemáticamente en la Figura 2.

Se trata de una rotación de cuatro cultivos forrajeros (veza-avena, sorgo, raigrás italiano-trébol violeta, maíz) en tres parcelas, completándose cada tres años la rotación de cultivos sobre cada parcela.

Las características de la rotación son:

- **Aportaciones orgánicas**

Se llevan a cabo en dos momentos de la rotación. Una de ellas en otoño, sobre el rastrojo de sorgo (S) tras su último pastoreo, previamente a la siembra de la pradera temporal de raigrás italiano+trébol violeta (RGI-TV). La segunda aportación se hace en primavera, sobre el rastrojo de RGI-TV, tras su último pastoreo, previamente a la de siembra de maíz (ZM).

En ambos casos la aportación orgánica se incorpora al suelo con las labores de preparación de la cama de siembra. Las cantidades aportadas serán de 60 t de estiércol por hectárea.

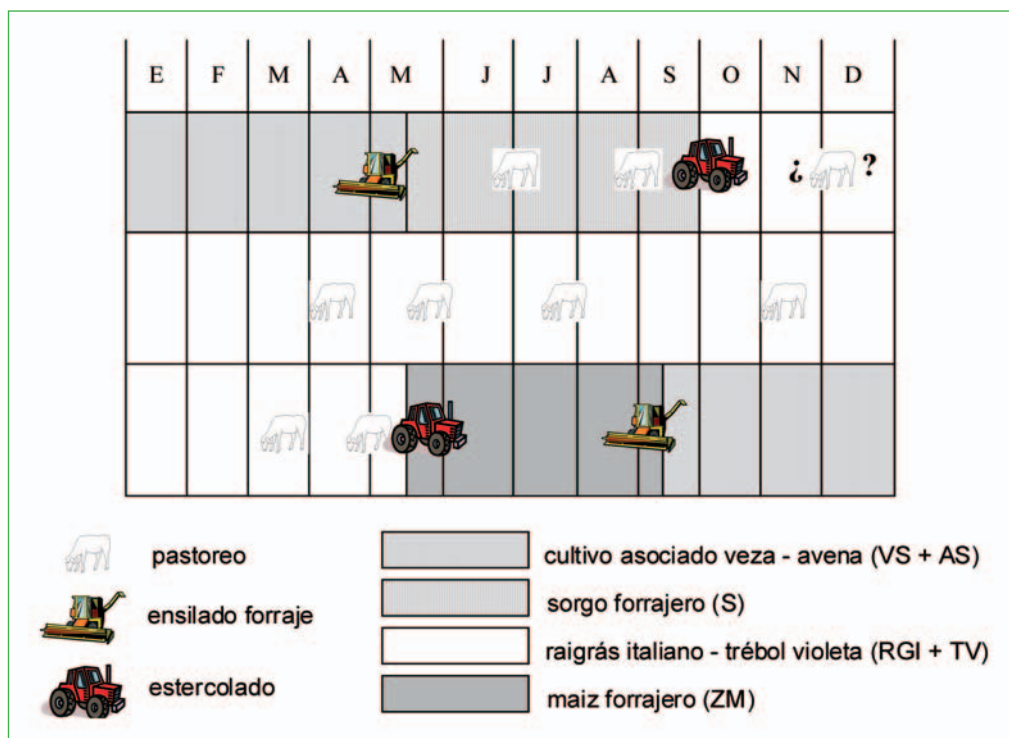


Figura 2. Propuesta de rotación forrajera ecológica en la España húmeda.

• Pastoreos

La temporada de pastoreo se inicia en la segunda quincena de Marzo, sobre la pradera de RGI-TV de 2º año pasando despues a la pradera de RGI-TV de 1º año y retornando a la primera para finalizar el pastoreo a mediados de Mayo.

A partir de ese momento se retorna a la pradera de RGI-TV 1º año para su segundo pastoreo. Finalizado éste se hace el primer aprovechamiento de S. Tras él se hace el tercer aprovechamiento de RGI-TV 1º año entre los meses de Julio y Agosto volviendo de nuevo a S a finales de Agosto para su segundo pastoreo.

Las fechas de los pastoreos de otoño son inciertas, dependiendo de las precipitaciones de la segunda mitad del verano. Se dará un cuarto pastoreo de RGI-TV 1º año en Octubre- Noviembre y, dependiendo de la climatología tras la siembra de otoño de RGI-TV, ésta pradera podrá soportar un pastoreo poco intenso a finales del mes de Noviembre.

• Siegas para conservación

Se haran en dos épocas, en otoño para el ensilado de maiz forrajero y en primavera (mediados de Mayo) para ensilado del cultivo asociado de veza ó guisante y avena (AS+VS)

- **Cultivos**

- **AS+VS.** Siembra a finales de Septiembre, tras ensilado de maíz. Dosis de siembra 200 granos/m² de avena + 100 granos/m² de veza (dosis orientativa 50 kg/ha de AS + 60 kg/ha de VS). Ensilado a mediados de Mayo. Estado fenológico: AS en final de encañado, VS en botón floral.
- **S.** Siembra en 2º quincena de Mayo tras ensilado de AS+VS. Dosis 30 kg/ha <> 1.290.000 granos/ha. Posibilidad de dos ó tres pastoreos a lo largo del verano. Último pastoreo a mediados de Septiembre.
- **RGI-TV.** Siembra en segunda quincena de Septiembre. Dosis de siembra 1000 granos/m² de RGI + 300 granos/m² de TV (dosis orientativa 30-35 kg/ha de RGI + 5 kg/ha de TV). Posibilidades de pastoreo en otoño tardío del año de implantación, dos pastoreos en primavera, uno en verano y uno en otoño del primer año y dos pastoreos en primavera del segundo año.
- **ZM.** Siembra en segunda quincena de Mayo. Ciclo FAO 200-300. Dosis de siembra 90.000-95.000 plantas/ha. Desherbado mecánico en estado de cuatro hojas. Ensilado en segunda quincena de Septiembre.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Estos resultados forman parte de los obtenidos dentro del Proyecto de Investigación RTA01-144-C5-4 cofinanciado por INIA y Gobierno de Navarra.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **ANDRIEU, J. Y AUFRÈRE, J. 1996**

Prévision a partir de différentes méthodes (physique, chimique et biologique) de la digestibilité et de la valeur énergétique de la plante de maïs à l'état frais. Recueil des communications du colloque maïs ensilage de Nantes. AGPM, 17-18/09/96, 61-69 (Francia)

- **AUFRÈRE, J. 1982**

Étude de la prévision de la digestibilité des fourrages par una méthode enzymatique. Ann. Zootech., 31, 111-130 (Francia)

- **LAMPKIN, N. 2001**

Agricultura ecológica. Ed. Mundi-Prensa, 724 pp. Madrid

- **MANGADO, J. M. 2002**

Relación de la dosis de siembra con la producción y calidad de maíz para uso forrajero cultivado bajo sistema

ecológico. En Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP, 295-301. Lérida (España)

• **MANGADO, J. M. Y EGINOA, P. 2003**

Asociaciones forrajeras cereal-leguminosa en cultivo ecológico en la Navarra húmeda. En Actas de la XLIII Reunión Científica de la SEEP, 93-98. Granada (España)

• **SAN MIGUEL, A. 2001**

Pastos naturales españoles. Ed. Fundación Conde del Valle de Salazar — Mundi-Prensa, 320 pp. Madrid

• **SPSS BASE 8.0 1998**

Applications Guide. Versión 8.0. SPSS Inc., Chicago (EEUU)

LOS ACOLCHADOS BIODEGRADABLES COMO ALTERNATIVA A LOS ACOLCHADOS DE PAPEL Y DE POLIETILENO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE TOMATE

MARTÍN - CLOSAS, L. Y PELACHO, A. M.

Dpto. de Hortofruticultura, Botànica i Jardineria. Universitat de Lleida
Avgda. Alcalde Rovira Roure 191. 25198 Lleida.
E-mail: martin@hbj.udl.es

RESUMEN

Los acolchados de polietileno negro y el papel opaco, se utilizan habitualmente para el manejo de la flora arvense en los sistemas de producción ecológicos de hortalizas. El acolchado de papel tiene un coste elevado, por lo que en la producción ecológica también se tolera la utilización de polietileno, aunque su uso conlleva problemas medio-ambientales. El objetivo de este trabajo fue comparar el comportamiento agronómico de cinco acolchados biodegradables (MB) frente a acolchados de papel (PA), polietileno (PE) y del no acolchado (Control). Se analizó el crecimiento del cultivo, su producción y calidad, así como la degradación de las láminas en el campo.

En general, el crecimiento del cultivo fue muy semejante entre algunos de los acolchados MB y de PE. La mayoría de tratamientos con acolchados MB se comportaron mejor que el PA y el control. No se detectaron en ningún caso diferencias en la calidad de la producción. La parte enterrada de los acolchados biodegradables mostró evidencias de degradación a partir de los 40 días del transplante. Todos los acolchados ejercieron un control satisfactorio sobre el desarrollo de la flora arvense.

Los resultados muestran que desde un punto de vista técnico, los acolchados MB ensayados representan una buena alternativa al uso de PE y PA.

PALABRAS CLAVE: BIOPOLÍMEROS, MULCHING, *LYCOPERSICON SCULENTUM*.

1 ► INTRODUCCIÓN

Los acolchados plásticos se han utilizado comercialmente desde el principio de los años 60 para mejorar la producción de hortalizas (Lamont, 1996). Su efecto beneficioso se basa en su acción sobre el microclima que rodea a la planta, modificando el balance energético de la superficie y disminuyendo la pérdida de agua (Liakatas, Clark y Monteith, 1986). Como resultado de estos cambios, y dependiendo del tipo de acolchado y de las condiciones ambientales específicas, se pueden obtener efectos beneficiosos para el desarrollo del cultivo. El acolchado más utilizado en la producción de hortalizas es el acolchado negro de polietileno, que puede incrementar la temperatura del suelo y del aire alrededor de la planta y prevenir el crecimiento de la flora arvense (Brun, 1992). Todos estos efectos tienen interés para la producción de tomate para industria y el acolchado negro constituye una tecnología habitualmente utilizada en este cultivo.

En sistemas ecológicos de producción de hortalizas, la aplicación de acolchados opacos y que previenen la germinación y el crecimiento de malas hierbas se utiliza extensamente. Esta práctica evita la aplicación de herbicidas y reduce el laboreo del suelo; otro efecto beneficioso es el ahorro del agua. Para la aplicación de la técnica de acolchado, el horticultor puede buscar materiales de bajo impacto ambiental, como la paja u otros materiales de origen vegetal, pero la dificultad de mecanizar la instalación de este tipo de acolchados limita mucho su aplicación. Esta restricción ha llevado a la utilización de papel, que se suministra en bobinas y es fácilmente mecanizable.

Sin embargo, el acolchado plástico se prefiere al de papel por su mayor fortaleza, resistencia al agua y su precio más económico, mientras que la principal ventaja del papel es su biodegradabilidad y su procedencia de una fuente renovable. Como no hay ninguna alternativa equivalente, se tolera la utilización del polietileno en agricultura ecológica, aunque conlleva una serie de problemas asociados, como la retirada y el vertido de las láminas después de la recolección, y la dificultad de reciclar el polietileno procedente de un acolchado. La consecuencia de esta situación, en el mejor de los casos, es la proliferación de vertederos incontrolados en la misma explotación o en lugares cercanos a ella. La transferencia de este residuo a un vertedero autorizado conlleva la minimización del residuo pero no elimina el residuo. La extensión de este problema es fácilmente comprensible si se considera que solamente en el año 1999 en España había unas 150.000 ha cubiertas con acolchados (Jouët, 2001).

A mediados de los años 90 se introdujeron en el mercado de los plásticos los polímeros biodegradables. Éstos, también llamados biopolímeros, están elaborados a partir de recursos renovables y pueden tener las mismas aptitudes agrícolas que el polietileno. Por esta razón podrían representar una buena alternativa para evitar los inconvenientes de los acolchados tradicionales. Mater-Bi (Novamont S.p.A.) es un biopolímero basado en almidón que combina una tasa de biodegradación comparable a la del papel con las características y aptitudes tecnológicas de los materiales plásticos tradicionales (Bastioli, Bellotti y Gilli, 1990).

Actualmente se ha generado la necesidad de conocer el comportamiento agronómico de los biopolímeros. El objetivo de este trabajo fue comparar el comportamiento agronómico de cinco acolchados biodegradables (MB) frente a acolchados de papel (PA), polietileno (PE) y del no acolchado (Control); del que se presentan los resultados del tercer año de experimentación.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en Vilanova de Bellpuig (Lleida), entre el 22 de Mayo y el 4 de Septiembre del año 2003. El estudio se realizó en un cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill cv. Inca F1) para procesado. Las plantas de tomate en estado de desarrollo de 4-5 hojas se transplantaron en lechos de cultivo de 55 cm de amplitud, con una sola línea de cultivo por lecho y una separación de 155 cm de centro a centro de lecho, resultando una densidad de 23.865 plantas/ha. El riego se realizó mediante cintas de irrigación enterradas 2 cm en el suelo con emisores cada 10 cm. Frente a un tratamiento de no acolchado, que se utilizó como control, se evaluó el acolchado de papel (PA) (Patria Kraft, 90 g/m²), el acolchado de polietileno lineal de baja densidad (PE) (Solplast, S.A., 15µm), y cinco acolchados biodegradables negros elaborados con Mater-Bi (MB) (Novamont S.p.A): MB12µm; MB15µm, MBR15µm, MB015µm y MB018µm.

Al inicio del cultivo se valoró la aptitud de las láminas de MB para ser instaladas mecánicamente. El efecto de los tratamientos se evaluó al final del ensayo (105 ddt) en los 10 m lineales centrales de cada tratamiento. Para la estimación de la precocidad inducida por los tratamientos se tomaron medidas semanales del número de frutos cuajados (hasta los 50 ddt). Se analizó el crecimiento del cultivo mediante el peso seco de la parte aérea y de las raíces; la relación entre el crecimiento de la raíz y de la parte aérea se calculó a partir de los datos obtenidos. Para evaluar la producción se consideró el peso fresco de los frutos y el número de frutos por planta. Se analizaron también los principales parámetros de calidad. El color del fruto se determinó con un colorímetro portátil triestímulo Minolta Chroma Meter CR-200 (Minolta Co, Osaka, Japón). La concentración de sólidos solubles (°Brix) se determinó analizando el índice refractométrico de la pasta de tomate con un refractómetro digital (PR-101, Atago Co, Tokyo, Japón). Durante todo el periodo del cultivo, en una estación meteorológica automatizada adyacente a la parcela, se hizo el seguimiento de diversos parámetros climatológicos. Adicionalmente, con la finalidad de estimar el efecto de los tratamientos de acolchado sobre el microclima de la parcela, se registró la temperatura sobre y bajo el acolchado, la temperatura del suelo a 10 cm de profundidad y la humedad relativa bajo el acolchado (datalogger Testo 175, Lenzkirch, Alemania).

La radiación PAR (Photosynthetically Active Radiation) se evaluó semanalmente mediante un Ceptómetro "Sunscan Canopy Analysis System", (Delta-T Devices, Cambridge, Reino Unido), sobre y bajo el cultivo, lo que permitió obtener el coeficiente de absorción del dosel.

La radiación bajo el acolchado en los primeros estadios y al final del cultivo se utilizó como valor indicativo del efecto herbicida potencial de cada tratamiento y del grado de degradación del acolchado. Adicionalmente, la degradación superficial de las láminas se comprobó evaluando si se producía pérdida de masa de la lámina, mediante pesada con una balanza de precisión de una superficie determinada de cada acolchado, cada 15 días. Al final del cultivo se hizo una valoración de los acolchados según una escala cualitativa, que se apoyó con un seguimiento fotográfico. Finalmente se realizó, un análisis de las propiedades mecánicas de las láminas al inicio y al final del cultivo.

El diseño experimental fue en bloques al azar con 3 bloques. En todos los bloques se representaron todos los tratamientos. El estudio estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico Statgraphics (Manugistics Inc., Rockville, MD, EEUU); tras realizar los correspondientes ANOVAs, cuando el Test F respectivo fue significativo a un nivel de probabilidad de 0,05 se determinaron las diferencias significativas entre tratamientos, con un nivel de confianza del 95%.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Instalación mecanizada de los acolchados y transplante

La instalación de MB18 no ocasionó ningún problema respecto a la de PE; una ligera disminución de la tensión de la bobina y del cilindro para la microperforación facilita una instalación adecuada, permitiendo la perforación para la colocación del plantel. La instalación de MB12, MB15, MBR15 y MB015 fue algo más lenta, debiéndose reducir significativamente la velocidad de la acolchadora y la tensión de instalación respecto a la de MB18 y PE; también requirió anular el cilindro para el microperforado, especialmente en el caso del MB12 y reducir el tamaño de la perforación para el plantel. Después del transplante se observó un menor número de bajas por el estrés térmico inicial (por quemadura de la base del plantel en contacto con la película) de las plantas situadas en los acolchados de MB y PA respecto al PE.

Clima

Los parámetros climáticos durante la práctica totalidad del desarrollo del ensayo (Cuadro 1) ponen de manifiesto que fue un periodo especialmente cálido y seco, sobretudoo si se contrastan los datos del intervalo de estudio con los de los años anteriores de experimentación (Martín-Closas, Soler y Pelacho, 2003; Martín-Closas y Pelacho, 2002). Todas las temperaturas y la evapotranspiración de referencia fueron superiores a las de los dos años anteriores, y la humedad relativa inferior; por ello se incrementaron las necesidades

hídricas del cultivo, lo que pudo repercutir en periodos puntuales de estrés hídrico incluso aunque el cultivo se realizara en regadío. Si bien globalmente la pluviometría fue superior a otros años, el aprovechamiento de ésta por parte del cultivo fue muy inferior, ya que durante el mismo sólo se dispuso del 45% de esta pluviometría (38,58 mm), concentrándose el 55% restante (47 mm) en los 5 últimos días antes de la recolección. Esta concentración pluviométrica justo la semana anterior a la recolección, que tuvo lugar los días 4 y 5 de septiembre, afectó negativamente al rendimiento comercial final del cultivo, por provocar caída y putrefacción de frutos maduros.

Cuadro 1. Caracterización climática del periodo de ensayo (22/5 al 4/9 de 2003): medias de los datos diarios del periodo

Temperatura máxima extrema (°C):	37,3
Temperatura mínima (°C):	16,2
Temperatura mínima extrema (°C):	8,0
Temperatura media (°C):	23,9
Temperatura máxima del suelo (5 cm) (°C):	29,0
Temperatura mínima del suelo (5 cm) (°C):	24,0
Temperatura media del suelo (5 cm) (°C):	26,6
Humedad relativa media (%):	56,7
Pluviometría: (periodo total de cultivo/ 5 últimos días) (mm):	85,6 / 47,0
Radiación Global (MJ/m ²):	2556,0
Evapotranspiración de Referencia (Eto) (mm):	592,9

Crecimiento vegetativo

El mayor crecimiento vegetativo se obtuvo con los tratamientos MB018, MB15, MBR15 y PE (Cuadro 2). Las plantas sometidas al tratamiento MB018 tuvieron el mayor peso seco total y de la parte aérea (tallos y hojas), y las cultivadas con MB15 el mayor peso de raíces. Estos tratamientos fueron significativamente superiores a los acolchados de papel, MB12 y al control sin acolchado, sin encontrarse diferencias significativas respecto a los demás tratamientos, incluyendo el PE15.

Cuando se compararon los acolchados elaborados con una misma formulación y distinto grosor (MB12 y MB15; MB015 y MB018), se observó una correlación positiva

entre el crecimiento vegetativo y el espesor de las láminas. Este hecho se puede interpretar como el resultado del mayor efecto térmico al aumentar el grosor de la lámina. En general, siempre que no se llegue a una situación estresante para el cultivo, a mayor temperatura se producirá un mayor desarrollo vegetativo, si bien en un cultivo de verano el efecto térmico será menos importante cuanto más caluroso sea el periodo de cultivo. No se produjeron efectos significativos sobre el crecimiento vegetativo al comparar formulaciones distintas (MB, MBR, MBO y PE) para un mismo grosor de la lámina del acolchado (15 µm). Las plantas cultivadas con acolchado de MB o de PE siempre mostraron un crecimiento superior al de las cultivadas con los tratamientos de PA o sin acolchado, significativo en todos los casos excepto en MB12 y MB015.

Cuadro 2. Efecto del tipo de acolchado en el desarrollo vegetativo, como biomasa seca por planta a los 105 días del transplante (ddt), y altura máxima de la planta (cm) a los 50 ddt

TRATAMIENTO*	ALTURA (cm)	PS* RAÍZ (G)	PS* PARTE AÉREA (g)	PS* TOTAL (G)	R/PA* (%)
Control	46,1 a**	8,13 ab	100,38 a	108,52 a	8,2 c
PA	48,4 b	7,29 a	108,82 ab	116,10 ab	7,1 ab
PE15	49,6 cd	8,64 bc	127,30 c	135,94 c	6,9 ab
MB12	48,5 bc	8,04 ab	107,90 ab	115,94 ab	7,5 bc
MB15	48,3 b	9,54 c	131,88 c	141,42 c	7,5 bc
MBR15	49,7 d	8,81 bc	128,64 c	137,45 c	7,0 ab
MB015	49,3 bcd	8,68 bc	121,92 bc	130,60 bc	7,3 bc
MB018	49,9 d	8,75 bc	139,98 c	148,73 c	6,3 a

*PA = Papel, PE = Polietileno, MB = Mater-Bi. PS = Peso seco, R/PA = Relación Raíz / Parte aérea; ** Para cada variable, letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha \leq 0,05$); (n = 30).

La relación raíz/parte aérea se vio alterada significativamente por los tratamientos (Cuadro 2), lo que constituye una diferencia respecto a los ensayos realizados con anterioridad (Martín-Closas, Soler y Pelacho, 2003; Martín-Closas y Pelacho, 2003). El mayor porcentaje del peso de la raíz respecto al de la parte aérea (8,2%) se obtuvo en las plantas control, y el menor en MB018 y PE. Esto sugiere que el control, sin acolchado, tuvo que realizar un mayor esfuerzo de desarrollo radical para mantener bien hidratada la parte aérea en las condiciones de elevada demanda hídrica que se dieron durante el cultivo (Cuadro 1). Por otro lado los acolchados con mayor grosor (MB018) y más impermeable (PE) presentaron los porcentajes más bajos en esta relación, 6,3 y 6,9 % respectivamente.

Producción y precocidad

Los resultados en la producción total y en el número de frutos por planta fueron paralelos a los de crecimiento vegetativo. Los acolchados MB15, PE y MBR15 y MB018 produjeron el mayor número de frutos por planta, y por ello también más producción por planta (Cuadro 3); si bien apenas existieron diferencias significativas entre estos 4 tratamientos, la producción fue mayor cuando se utilizó el acolchado MB15 y el mayor número de frutos por planta se consiguió con el acolchado de PE15 (Cuadro 3). Los acolchados con papel, MB12 y MB015 tuvieron producciones equivalentes a la de las plantas control. La mayor producción con el acolchado MB15 se debe a la obtención de un número elevado de frutos por planta y a su mayor peso.

De forma similar al incremento de crecimiento vegetativo detectado para una misma formulación del material, la producción incrementó en paralelo al grosor de la lámina, tanto si comparamos los tratamientos MB12 con MB15 como si la comparación se realiza entre MB015 y MB018. Por otra parte, a igualdad de grosor de la lámina (15 μ m), la mayor producción se asoció al acolchado con la formulación MB, seguida de la MBR y de la MBO.

Cuadro 3. Número de frutos por planta a los 50 (precocidad) y 105 ddt, peso de los frutos por planta y peso medio del fruto a los 105 ddt, según tratamientos

TRATAMIENTO	FRUTOS/PLANTA (50DDT)	FRUTOS/PLANTA	PESO DE FRUTO POR PLANTA (G)	PESO MEDIO DEL FRUTO (G)
Control	10,8 a	26,3 ab **	1726,6 ab	67,7 b
PA	10,7 a	26,1 ab	1774,3 ab	67,6 b
PE 15	16,6 c	34,2 c	2080,3 bc	62,7 ab
MB12	14,2 b	25,8 a	1653,1 a	66,6 ab
MB 15	15,4 bc	33,5 c	2238,5 c	68,9 b
MBR15	15,3 bc	32,5 bc	1862,5 abc	60,1 a
MB015	15,9 bc	26,1 ab	1584,5 a	63,3 ab
MB018	17,2 c	29,8 abc	1778,6 ab	60,0 a

* PA = Papel, PE = Polietileno, MB = Mater-Bi. **Para cada variable, letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha \leq 0,05$). (n=30).

Cualquiera de los tratamientos con acolchado de PE o MB incrementó significativamente la precocidad en el establecimiento de los frutos, mientras que el acolchado con papel no

produjo ningún efecto (Cuadro 3). Las plantas con los acolchados MB18 y PE15 fueron las más precoces, aunque esta precocidad sólo fue significativamente mayor a la del acolchado MB12, pero no para el resto de acolchados MB.

Calidad

En general, la calidad de la producción fue inferior a la obtenida en otras campañas, indistintamente del tratamiento aplicado, lo que sin duda fue debido al exceso de lluvia que se precipitó sobre el cultivo los cinco días previos a la recolección. La intensidad del color rojo del fruto de tomate no se vio afectada por los tratamientos desde el punto de vista de su aceptación por la industria, aunque el elevado número de muestras analizadas facilitó que se detectaran diferencias significativas entre tratamientos. Los frutos que manifestaron colores rojos más intensos (menor “L”, mayor “a/b” y menor tono) se recolectaron en plantas cultivadas con acolchados de PE15, MBR15, MB015 y MB018, sin encontrarse diferencias significativas entre ellos (Cuadro 4). Cuanto mayor es el contenido en sólidos solubles más apreciado es el producto. El contenido en sólidos solubles fue en general bajo, debido a las lluvias de los días que antecedieron a la recolección, sin embargo todos los tratamientos superaron los mínimos que marca la legislación para la elaboración de tomate entero pelado o troceado (4°Brix).

Cuadro 4. Parámetros de forma, longitud máxima/ diámetro ecuatorial (Lm/D), y color de los frutos de tomate, y sólidos solubles (°Brix) del extracto de los frutos, según el tipo de acolchado

TRATAMIENTO**	LM/D	° BRIX	L*	A/B	TONO (°)*
Control	1,79 abc	4,25 cd	42,1 bcd	1,00 abc	46,4 ab
PA	1,80 bc	4,12 ab	42,9 d	0,94 a	48,6 b
PE 15	1,82 bc	4,24 bcd	40,1 a	1,07 c	43,7 a
MB12	1,77 ab	4,17 abc	42,4 cd	0,95 a	48,4 b
MB15	1,78 abc	4,09 a	42,4 cd	0,97 ab	47,8 b
MBR15	1,78 abc	4,28 cd	40,5 ab	1,04 bc	44,9 ab
MB015	1,75 a	4,34 d	41,9 abcd	0,99 abc	45,5 ab
MB018	1,83 c	4,29 d	41,0 abc	1,03 abc	45,8 ab

* Coordenadas del Color: a: +rojo, - verde; b: + amarillo, - azul (Hunter, 1975). L = luminosidad, de 0 (negro) a 100 (blanco), Tono = arc tg b/a. ** PA = Papel, PE = Polietileno, MB = Mater-Bi. *** Para cada variable, letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha \leq 0,05$); n = 30 para °Brix y n=90 para los restantes parámetros.

Otro aspecto de importancia tecnológica para tomate pelado es la forma del fruto, que está relacionada con la eficiencia de las máquinas de pelado; la forma oval alargada obtenida en todos los tratamientos es la más apreciada. Aunque se encontraron algunas diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 4) cuantitativamente fueron muy poco importantes y todos ellos tuvieron una forma adecuada para la industria.

Degradación del acolchado y efecto herbicida

A lo largo del cultivo la absorbancia del acolchado, que se utilizó como indicador de degradación externa, fue prácticamente constante y se mantuvo elevada para todos los tratamientos, por encima del 95%. Tampoco se detectaron pérdidas de peso de las láminas de los acolchados lo que pone de manifiesto que no hubo biodegradación externa apreciable. Al final del cultivo, la degradación externa, evaluada mediante una escala visual cualitativa, (Cuadro 5) corrobora las medidas cuantitativas antes mencionadas.

Cuadro 5. Valoración cualitativa de la degradación de las láminas de acolchados al los 110 días después del transplante (6 días después de la recolección)

	DEGRADACIÓN EXTERNA ^A	(BIO) DEGRADACIÓN ENTERRADA ^A	LESIONES EXTERNAS ^B	RESISTENCIA EXTERNA ^C
Papel	8	3	7	7
PE15	9	9	9	9
MB12	7	7	4	1
MB15	7	8	8	4
MBR15	7	6	7	3
MB015	6	4	4	1
MB018	7	4	6	3

* PA = Papel, PE = Polietileno, MB = Mater-Bi. Escala cualitativa entre:

a 1 = lámina totalmente degradada, y 9 = lámina intacta. b 1 = totalmente dañada, 9 = sin lesiones c 1 = muy frágil, 9 = con resistencia igual a la inicial.

Por el contrario si que se detecta una mayor presencia de lesiones y una menor resistencia externa en las láminas MB, especialmente en las MB12 y MB015. Estos síntomas de degradación por lesión o por pérdida de resistencia se deben principalmente al efecto acumulativo que tiene la lluvia sobre las láminas de MB, volviéndolas más quebradizas. El efecto de la lluvia

es más importante cuanto más sensible es la formulación a la degradación o cuanto menos gruesa es la lámina. En ensayos anteriores la lluvia intensa (Martín-Closas, Soler y Pelacho, 2003) o la inundación del campo iniciaron claramente la degradación de los acolchados MB (Martín-Closas y Pelacho, 2003).

Al finalizar el cultivo las diferencias en la biodegradación de la parte enterrada de la lámina fueron evidentes según los diferentes tipos de acolchado. La biodegradación de MB15 fue casi nula y muy cercana a la de PE15; la de MB12 también fue reducida, seguida de la de MBR15, mientras que las láminas de MB015, MB018 y el papel mostraban mayor degradación (Cuadro 5).

El resultado del estudio mecánico de las láminas también reflejaron el comportamiento de los materiales expresado anteriormente, de manera que los materiales que menos se degradaron estando enterrados (PE y MB15) fueron los de menor decaimiento medio (38 y 45%, respectivamente), y los que más se degradaron (MB015 y MB018) fueron los de mayor decaimiento (75 y 71%, respectivamente). Las láminas MB12 y MBR15 sufrieron un decaimiento intermedio (Cuadro 6).

Cuadro 6. Propiedades mecánicas a de los materiales al inicio y a los 110 días del transplante: resistencia a la tracción (σ_b) y alargamiento (ϵ_b) en el punto de rotura, energía en rotura (E_b) y decaimiento medio (%)

MATERIAL*	DDT	Σ_b (MPa)	E_b (%)	E_b (KJ/M ²)	DECAIMIENTO MEDIO(%)
PE15	0	30	442	4013	
	110	18	301	2317	
	Variación (%)	-40	-32	-42	-38
MB12	0	34	119	1516	
	110	21	44	390	
	Variación (%)	-38	-63	-74	-59
MB15	0	28	141	1449	
	110	22	66	593	
	Variación (%)	-21	-53	-59	-45
MBR15	0	32	172	2052	
	110	19	51	426	
	Variación (%)	-41	-70	-79	-63

MB015	0	28	311	3427	
	110	17	27	205	
	Variación (%)	-39	-91	-94	-75
MB018	0	23	328	3037	
	110	16	33	241	
	Variación (%)	-30	-90	-92	-71

*Polietileno = PE, MB = Mater-Bi.; .a Análisis mecánico realizado en los laboratorios de Novamont S.p.a.

Una vez finalizado el cultivo los restos de los acolchados MB se enterraron en el suelo y al mes y medio se comprobó visualmente que no se detectaban restos de los plásticos MB en el campo. La degradación de los acolchados MB se vio favorecida por las temperaturas suaves y las lluvias frecuentes de principios de otoño, que favorecieron la actividad microbiana del suelo.

Cuadro 7. Efecto herbicida del acolchado como radiación PAR bajo el acolchado al inicio del cultivo

TRATAMIENTO*	RADIACIÓN PAR BAJO EL ACOLCHADO ($\mu\text{MOL}\cdot\text{M}^{-2}\cdot\text{S}^{-1}$)		
	16 ddt	36 ddt	57 ddt
Control	947,98 **	358,05	93,68
PA	0,72	0,62	0,67
PE15	0,60	0,63	0,63
MB12	1,98	1,20	0,77
MB15	1,26	1,19	0,83
MBR15	1,13	0,77	0,63
MB015	1,63	0,90	0,77
MB018	0,91	0,75	0,63

* PE = Polietileno, MB = Mater-Bi. **en el control sin acolchado la radiación se registró bajo el cultivo. n = 30.

Todos los materiales cumplieron con el objetivo de controlar la flora arvensis. El periodo más crítico de desarrollo de la misma es del inicio del cultivo hasta los 50-60 ddt. Cuanto menos radiación llegue bajo el acolchado durante este periodo mayor será el efecto herbicida del tratamiento. Esta radiación depende del tipo de acolchado, del grado de cobertura de las

láminas y del desarrollo del cultivo. La radiación registrada bajo el acolchado al inicio del cultivo demuestra que los acolchados con PE15, MB018, MBR15 y papel, proporcionaron al cultivo el mayor efecto herbicida, y la lámina de MB12 el menor (Cuadro 7). A igualdad de grosor de acolchado, MB015 retuvo la menor radiación.

4 ▶ CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que, al menos desde un punto de vista agronómico, algunas láminas de Mater-Bi tienen un comportamiento como acolchado muy similar al polietileno, y mejor que el papel y que el no acolchado. La degradación del Mater-Bi a lo largo del desarrollo del cultivo y posteriormente una vez enterrado es otra ventaja de este material. Una valoración económica orientativa, sin tener en cuenta el coste ambiental y social que suponen los residuos y el uso de PE, revela que la utilización de acolchado MB supone un coste adicional de 190 €/ha en comparación con el acolchado de PE. En el momento que aumente la demanda de los acolchados biodegradables, su coste de producción disminuirá y su utilización se podrá generalizar (Martín-Closas y Pelacho, 2003b). La administración podría apoyar inicialmente la introducción de estos nuevos materiales, y de hecho ya empieza a haber iniciativas de este tipo en algunas comunidades autónomas. Los sistemas agrarios de producción ecológica son los mejor predispuestos a considerar aspectos ambientales implícitos en la actividad agraria y por ello parece lógico pensar que sean éstos los que inicien la introducción de esta nueva generación de materiales.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de la explotación ecológica “Cal Valls S.A.T.”, donde se realizó este trabajo, y de Novamont S.p.A por suministrar el acolchado Mater-Bi y realizar los análisis mecánicos de los materiales.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

• **BASTIOLI C.; BELLOTTI, V. Y GILLI, G. 1990**

The use of Agricultural Commodities as a Source of New Plastic Materials. Proc. Biodegradable packagings and agricultural films. APRIA Conference. Paris, France 10-11 May. pp. 1-36.

• **BRUN, R. 1992**

Le paillage plastiques. En: Les plastiques en Agriculture. CPA. CPA-Revue Horticole, Paris. pp. 393-407.

• **HUNTER, R. S. 1975**

The measurement of appearance. Wiley, New York, pp. 31-36.

• **JOUËT, J. P. 2001**

Plastics in the world. *Plasticulture* 120, 108-126.

• **LAMONT, W. J. 1996**

What are the components of a plasticulture vegetable system?. *HortTech*. 6(3),150-154.

• **LIAKATAS, A.; CLARK, J. A. Y MONTEITH, J. L. 1986**

Measurements of the heat balance under plastic mulches. Part I. Radiation balance and soil heat flux. *Agr. For. Meteorol.* 36, 227-239.

• **MARTÍN - CLOSAS L.; SOLER, J. Y PELACHO, A. M. 2003**

Effect of different biodegradable mulch materials on an organic tomato production system. En: *Biodegradable materials and natural fiber composites*. KTBL. Darmstadt. Schrift 414, 78-85.

• **MARTÍN - CLOSAS L. Y PELACHO, A. M. 2003 A**

Informe técnico: Comportamiento agronómico de acolchados biodegradables frente a acolchados convencionales en un sistema de producción ecológica de tomate: experimentación 2002. UdL. Lleida, 1-18

• **MARTÍN - CLOSAS L. Y PELACHO, A. M. 2003 A**

Encoixinats biodegradables en horticultura ecològica. *Agro-Cultura* 18, 19-22.

ESTUDIO DE LOS DIFERENTES PARÁMETROS AGRONÓMICOS EN CEREAL DE SECANO

MAYO, FABIOLA⁽¹⁾; MECO, RAMÓN⁽²⁾ Y LACASTA, CARLOS⁽³⁾

⁽¹⁾ Diputación de Toledo. Servicio de Medio Ambiente
Finca El Borril. Plaza de Sta. Eulalia, 3. 45502 Toledo
E-mail: afabiolamayo@yahoo.es

⁽²⁾ Servicio de Investigación y Tecnología Agraria. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de
Castilla-La Mancha. C/ Pintor Matías Moreno, 4. 45071 Toledo
E-mail: ramonmeco@jccm.es

⁽³⁾ CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales.
Finca Experimental "La Higuera". 45530 Santa Olalla (Toledo)
E-mail: csic@infonegocio.com / jfcouceiro@jccm.es

RESUMEN

La producción de cereales de secano está principalmente determinado por la pluviometría, afectando de diferentes maneras a los parámetros agronómicos de producción como: nº de espigas, peso de 1000 granos, índice de cosecha y peso específico. Estos a su vez están determinados por el manejo.

En este trabajo se estudia como influyen en las rotaciones de cultivo, las fertilizaciones (ecológico y química) y los tipos de suelo. Para este estudio se han aprovechado diferentes experimentos de cereales que se desarrollan en la Finca "La Higuera" en Santa Olalla, Toledo y que recogían los diferentes manejos que se pretenden estudiar. La antigüedad de todos supera los 10 años.

Los resultados indican, como era de esperar, que la climatología anual determina una gran variabilidad en los parámetros estudiados y que las rotaciones de cultivo afectan a todos los índices de producción, resultando que el manejo ecológico es más productivo que el manejo convencional del monocultivo de cereal, cosa bastante habitual en las zonas semiáridas de España.

PALABRAS CLAVE: PLUVIOMETRÍA, SUELO Y CEBADA

1 ► INTRODUCCIÓN

Este trabajo sobre los distintos parámetros que influyen en las producciones de cereal, se ha realizado en una zona geográfica de clima semiárido donde la agricultura convencional (Sistema muy utilizado y en especial el motocultivo cerealista) es poco productiva.

En general los sistemas cerealistas en secano presentan una baja rentabilidad, con altas tasas de erosión, una más que notable pérdida de materia orgánica y un preocupante aumento de procesos contaminantes del suelo y las aguas debido entre otros factores a las altas dosis de fertilizantes químicos utilizados, que en la mayoría de los casos son innecesarios y suponen un alto coste económico. En contraposición, este clima semiárido con poca pluviometría y por tanto baja humedad, es un factor limitante para el desarrollo de plagas y enfermedades lo que lleva a pensar que el uso de productos fitosanitarios sea irrelevante.

Otro aspecto importante a considerar es la utilización de la rotación de cultivos, se ha comprobado que el monocultivo es poco productivo, incluso menos que la rotación de cultivo en manejo ecológico, esto es debido a múltiples causas entre ellas la denominada “fatiga del suelo” debida a una deficiencia de nutrientes, a una nutrición desequilibrada (Nicolás Lampkin), o a problemas de alopatía y problemas fitopatológicos.

Con este trabajo se pretende dar a conocer una serie de datos y conclusiones donde se ve que el cultivo de cereal, en especial de la cebada (*Hordeum vulgare* L.), por ser el cultivo de mayor importancia en nuestra región (según la confederación de Cooperativas Agrarias de España 2003), en manejo ecológico y en rotación con otros cultivos como veza forrajera, girasol o con barbecho es más productivo económicamente debido a que los cultivos de éstas dejan una cantidad importante de nitratos.

Este efecto que junto con la humedad acumulada, hace que el cultivo también sea más competitivo con la flora arvense en las primeras fases del desarrollo. Además la no utilización de abonos químicos y el poco laboreo, contribuyen a no deteriorar ni contaminar el suelo.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se ha realizado en la finca “La Higuera” situada en Santa Olalla (Toledo). Este estudio cuenta con datos referidos a un periodo de 10 años donde la pluviometría, que es un factor determinante en la producción, ha variado bastante de unos años a otros. En ocasiones las precipitaciones abundantes de otoño e invierno han retrasado la siembra. Otros años la primavera es tan seca que ha impedido el correcto desarrollo del cultivo aunque otros si se han dado buenas condiciones para obtener buenos resultados de la cosecha.

A continuación se muestra una tabla con los datos más significativos

Tabla 1. Datos de pluviometría (l/m²)

AÑOS	ANUAL	SEP-MAR	ABR-AGO	OBSERVACIONES
94-95	275	197	78	Año muy seco. Heladas de primavera
95-96	535	403	132	Invierno muy lluvioso con erosión en regueros. Primavera bastante seca
96-97	573	413	160	Exceso de humedad en invierno
97-98	637	460	177	Siembras tardías por un exceso de precipitación en invierno
98-99	292	203	89	Año muy seco, especialmente en primavera
99-00	437	278	159	Invierno y verano secos, primavera y otoño húmedos. Buen año agrícola
00-01	649	545	104	Otoño e invierno húmedo y primavera bastante seca. Siembras tardías
01-02	541	341	200	Invierno relativamente lluvioso y primavera húmeda. Buen año agrícola
02-03	500	453	47	Otoño e invierno muy lluvioso primavera muy seca. Siembras tardías.

El suelo de la finca es un suelo arcilloso y profundo. Sus características químicas son: pH cercano a 7, materia orgánica alrededor del 1.4% y con un contenido del 2.5% de carbonato cálcico. Las rotaciones de dos hojas han sido las siguientes: Cebada-Barbecho (C-B), Cebada-Veza (C-V), Cebada-Girasol (C-G), se han escogido estas porque el manejo distinto hace que se marquen diferencias. Estas rotaciones se van a comparar con un motocultivo de Cebada (C-C) en manejo convencional.

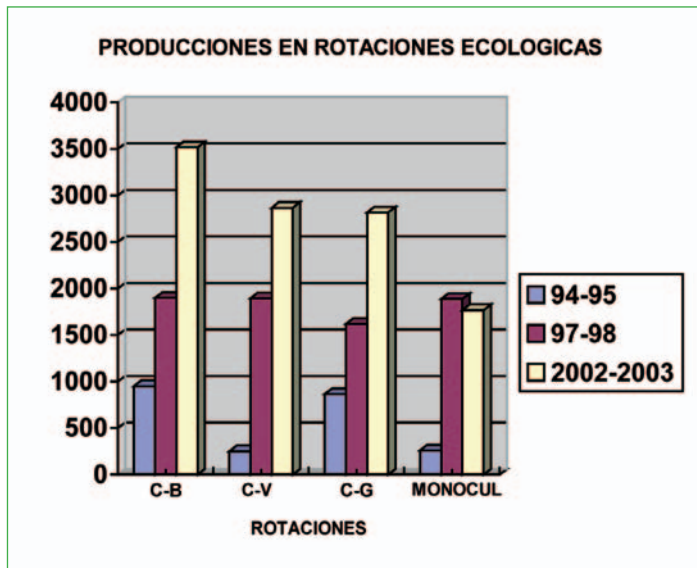
Las operaciones de cultivo en las rotaciones ecológicas han sido las siguientes: antes de sembrar se dan dos o tres pases de cultivador y después de la recolección se da un pase de grada de discos para enterrar los restos de cosecha, salvo en el girasol que se hizo un picado previo al enterramiento con un desbrozador. La siembra de cebada y veza se realizó en otoño y el girasol en primavera, sirviendo este manejo también para luchar contra la flora arvense competidora del cultivo. El monocultivo convencional de la cebada lleva una fertilización química con abonos complejos antes de la siembra y nitrato amónico cálcico en invierno (en el estadio de ahijamiento). La fórmula del abonado 90-60-60. Las variedades de cebada utilizadas han sido: "Albacete" para las rotaciones ecológicas y "Reinette" y "Volley" para las convencionales. Esta elección se ha hecho en función de la relación paja/grano de las distintas variedades, ya que en el manejo ecológico interesa que sea mayor que en el manejo convencional debido a que los restos de cosecha se entierran como fuente de fertilización.

3 ▶ RESULTADOS

Tabla 2. Producción de grano (Kg/ha)

AÑOS	CEBADA EN ROTACIÓN CON BARBECHO	CEBADA EN ROTACIÓN CON VEZA	CEBADA EN ROTACIÓN CON GIRASOL	MOTOCULTIVO DE CEBADA
94-95	949 a	250 c	865 ab	258 ab
95-96	3195 bc	2684 c	2917 bc	2832 c
96-97	2494 abc	2094 bc	1440 c	1812 bc
97-98	1900 b	1893 b	1617 b	1890 b
98-99	2717 a	1996 ab	517 de	1071 de
99-00	1763 b	2400 b	2531 b	2129 b
00-01	981 b	755 bcd	513 e	121 f
01-02	2058 c	2774 b	1366 d	2435 bc
02-03	3518 abc	2868 bcd	2818 bcd	1768 d
MEDIA	2233	2041	1772	1710

Los valores seguidos por letras iguales dentro de la misma fila y año no difieren significativamente ($P < 0.05$ test Tukey).



Se han tomado tres años representativos y se ve como el motocultivo es menos productivo que las rotaciones ecológicas, salvo en la campaña 97-98 donde el motocultivo se comportó mejor que la cebada ecológica en rotación con el girasol, este efecto puede deberse a que el girasol aunque hace una buena labor preparatoria en el suelo para cultivos posteriores debido a su raíz profunda, es un cultivo que extrae mucha agua como la primavera siguiente fue seca el cultivo de cebada no se desarrolló bien.

Vamos a estudiar los diferentes parámetros agronómicos:

Tabla 3. Número de espigas/m²

	C-B	C-V	C-G	MONOCULTIVO
94-95	292	149	307	180
97-98	206	187	168	145
2002-2003	287	266	242	220

Tabla 4. Índice de cosecha

	C-B	C-V	C-G	MONOCULTIVO
94-95	0.25	0.18	0.21	0.30
97-98	0.34	0.32	0.38	0.29
2002-2003	0.43	0.41	0.46	0.30

Tabla 5. Peso de 1000 granos

	C-B	C-V	C-G	MONOCULTIVO
94-95	28.2	25	29.3	23.9
97-98	29.9	28.1	30.2	26.3
2002-2003	32.2	31.4	33.3	28.8

Si ahora se comparan las rotaciones ecológicas con rotaciones convencionales, la precipitación junto con la fertilidad serán los dos factores más influyentes.

Si la pluviometría es escasa, las rotaciones ecológicas presentarán mejores resultados comparativamente, mientras que si la pluviometría es suficiente para el desarrollo del cultivo,

habrá diferencias de producción significativas aunque no quiere decir que haya diferencias económicas importantes. Se han tomado dos experimentos: uno con manejo ecológico con rotación de dos hojas y dos bloques, (cebada-veza forrajera y otro cebada- girasol) comparándose con el otro experimento en manejo convencional y de las mismas características.

Los dos experimentos están en la misma zona por lo que el tipo de suelo no influye en los resultados. Vamos a comparar los resultados:

Tabla 6. Número de espigas/m²

Experimento con manejo ecológico		
AÑOS	ROTACIÓN CEBADA-VEZA FORRAJERA	ROTACIÓN CEBADA-GIRASOL
99-00	386	401
2002-2003	266	242

Experimento con manejo convencional		
AÑOS	ROTACIÓN CEBADA-VEZA FORRAJERA	ROTACIÓN CEBADA-GIRASOL
99-00	814	916
2002-2003	630	817

Según estos datos en el manejo convencional el número de espigas es mucho más elevado, especialmente llama la atención el número de espigas de cereal en rotación con el girasol de la campaña 2002-2003, esto se debe a la climatología que junto a la buena labor de la potente raíz del girasol hace que se obtengan buenos resultados de cosecha.

Tabla 7. Índice de cosecha

Experimento con manejo ecológico		
AÑOS	ROTACIÓN CEBADA-VEZA FORRAJERA	ROTACIÓN CEBADA-GIRASOL
99-00	0.32	0.38
2002-2003	0.26	0.23

Experimento con manejo convencional

AÑOS	ROTACIÓN CEBADA-VEZA FORRAJERA	ROTACIÓN CEBADA-GIRASOL
99-00	0.32	0.33
2002-2003	0.42	0.42

Los valores del índice de cosecha no tienen variaciones muy importantes, sólo es de significar la diferencia entre los índices de la cebada en rotación con girasol en la campaña 2002-2003

Tabla 8. Peso de 1.000 granos

Experimento con manejo ecológico

AÑOS	ROTACIÓN CEBADA-VEZA FORRAJERA	ROTACIÓN CEBADA-GIRASOL
99-00	38.9	39.8
2002-2003	31.4	33.3

Experimento con manejo convencional

AÑOS	ROTACIÓN CEBADA-VEZA FORRAJERA	ROTACIÓN CEBADA-GIRASOL
99-00	46.3	47.1
2002-2003	36.3	31.5

Tabla 9. Producción (Kg/ha)

Experimento con manejo ecológico

AÑOS	ROTACIÓN CEBADA-VEZA FORRAJERA	ROTACIÓN CEBADA-GIRASOL
99-00	2400	2531
2002-2003	2868	2818

Experimento con manejo convencional

AÑOS	ROTACIÓN CEBADA-VEZA FORRAJERA	ROTACIÓN CEBADA-GIRASOL
99-00	4059	4097
2002-2003	4542	5971

Según los resultados de estos experimentos vemos que existen diferencias muy importantes en las producciones con los distintos manejos, pero estas diferencias son más acusadas en las rotaciones con girasol que en aquellas con veza, se debe al aporte de nitrógeno de las leguminosas que hacen que el cultivo de la cebada pueda disponer de este elemento de forma natural.

A continuación se expresa la influencia del suelo sobre el desarrollo de los cereales, es especial la cebada. Se han realizado dos experimentos en dos tipos de suelos distintos de la finca para ver su influencia sobre el desarrollo del cultivo. Se ha realizado una rotación de dos hojas cebada-barbecho. En uno de los experimentos se ha realizado manejo ecológico mientras en el otro se han hecho tres bloques uno con fertilización química, otro con fertilización orgánica y otro, el testigo sin ninguna fertilización, es decir similar al primer experimento siendo los resultados obtenidos de los parámetros agronómicos los siguientes:

Tabla 10. Número de espigas/m²

Experimento con manejo ecológico

AÑOS	SIN FERTILIZACIÓN
99-00	206
2002-2003	214

Experimento con diferentes fertilizaciones

AÑOS	FERTILIZACIÓN QUÍMICA	FERTILIZACIÓN ORGÁNICA	TESTIGO (SIN FERTILIZACIÓN)
99-00	382	356	359
2002-2003	574	456	465

Mirando los datos vemos que en las parcelas del experimento por bloques el nº de espigas/m² no varía en los distintos tipos de fertilización, incluso en aquella que no ha recibido aportes

externos, sin embargo si hay diferencias muy importantes con la parcela de manejo ecológico situada en otra zona de la finca.

Tabla 11. Índice de cosecha

Experimento con manejo ecológico			
AÑOS	SIN FERTILIZACIÓN		
99-00	0.34		
2002-2003	0.41		

Experimento con diferentes fertilizaciones			
AÑOS	FERTILIZACIÓN QUÍMICA	FERTILIZACIÓN ORGÁNICA	TESTIGO (SIN FERTILIZACIÓN)
99-00	0.38	0.42	0.40
2002-2003	0.39	0.41	0.41

El índice de cosecha no indique las diferencias existentes entre los dos experimentos.

Tabla 12. Peso de 1.000 granos

Experimento con manejo ecológico			
AÑOS	SIN FERTILIZACIÓN		
99-00	29.9		
2002-2003	36.6		

Experimento con diferentes fertilizaciones			
AÑOS	FERTILIZACIÓN QUÍMICA	FERTILIZACIÓN ORGÁNICA	TESTIGO (SIN FERTILIZACIÓN)
99-00	40.2	41.3	41.4
2002-2003	41.5	41.6	41.8

Estos resultados vuelven a mostrarnos la diferencia entre un experimento y otro aunque sigue sin haber diferencias entre los distintos bloques del mismo experimento.

Tabla 13. Producción (Kg/ha)

Experimento con manejo ecológico			
AÑOS	SIN FERTILIZACIÓN		
99-00	1900		
2002-2003	2058		

Experimento con diferentes fertilizaciones			
AÑOS	FERTILIZACIÓN QUÍMICA	FERTILIZACIÓN ORGÁNICA	TESTIGO (SIN FERTILIZACIÓN)
99-00	2269	1959	2067
2002-2003	6159	4733	5212

Según los resultados las producciones del primer experimento son menores que la parcela testigo del segundo experimento.

En la campaña 97-98 las diferencias no fueron muy acusadas debido a las condiciones climáticas, especialmente la pluviometría muy elevada del invierno que hizo que las siembras tuviesen que realizarse en primavera, sin embargo, en la campaña 2001-2002 que fue un buen año agrícola las diferencias en la producción son significativas.

Esto lleva a pensar que es el tipo de suelo el que marca las diferencias en la producción, no el uso de fertilizante.

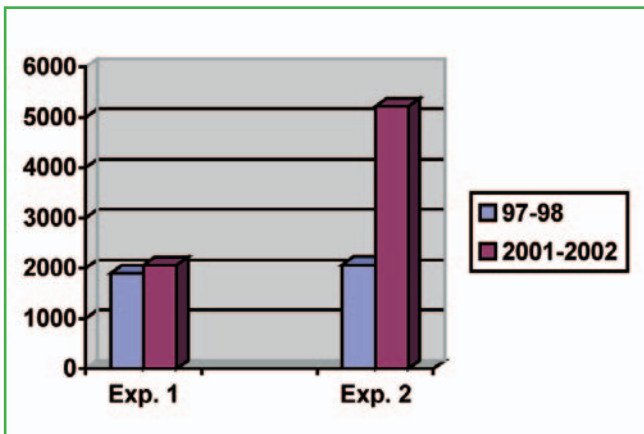


Gráfico 1. Producciones (Kg/ha) en función de tipo de suelo.

Tabla 13. Producción (Kg/ha)

AÑOS	EXPERIMENTO 1	EXPERIMENTO 2
99-00	1900	2067
2002-2003	2058	5212

4 ► CONCLUSIONES

- Las condiciones climáticas, especialmente la pluviometría, son factores determinantes en los distintos parámetros agronómicos especialmente en el nº de espigas y por tanto en la producción
- El tipo de suelo así como su composición hace que dos cultivos similares, con igual manejo no produzcan lo mismo
- Los aportes de fertilizante químico en un monocultivo no hacen que la producción sea mayor que las producciones de las rotaciones ecológicas, en cambio la precipitación sí afecta bastante en las producciones de las diferentes rotaciones ecológicas

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **MECO, R. Y LACASTA, C. 1998**

Manejo ecológico de diferentes rotaciones de

Secano en Castilla - La Mancha. Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural, Actas del II Congreso de la SEAE, Pamplona. 105-110

- **SÁNCHEZ, A.; CUADRA, L.; GARCÍA ÁLVAREZ, A. Y BENÍTEZ, M. 1995**

Reforestación. Lacasta (Ed.). Investigaciones sobre el secano en Castilla - La Mancha. CSIC 52-53

- **DE ALBA, S.; BENITO, G. Y PÉREZ GONZÁLEZ, A. 2003**

Degradación del suelo en campos de agricultura extensiva en Castilla - La Mancha. Actas del Congreso sobre la naturaleza en la provincia de Toledo. 469-475

- **GASCO, J. M. 1991**

Papel de las prácticas agrícolas sobre la fertilidad y

conservación del suelo. I Jornadas sobre agricultura eco-compatible. Ponencias. Badajoz. pp. 61-73

EFFECTOS DEL HONGO ENDOMICORRÍCO *Glomus intraradices* EN EL CULTIVO ECOLÓGICO DE LECHUGA TIPO ICEBERG

MELGARES DE AGUILAR, J.⁽¹⁾; **GONZÁLEZ - MARTÍNEZ, D.**⁽¹⁾; **GUTIÉRREZ, A.**⁽²⁾; **HONRUBIA, M.**⁽²⁾
Y MORTE, A.⁽²⁾

⁽¹⁾ Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia
Plaza Juan XXIII, 4. 30071 Murcia

E-mail: fjavier.melgaresdaguiar@carm.es / david.gonzalez@carm.es

⁽²⁾ Dpto. de Biología Vegetal. Facultad de Biología. Universidad de Murcia
Campus de Espinardo 30100. Espinardo (Murcia)

E-mail: almudena@um.es / honrubia@um.es / amorte@um.es

RESUMEN

Se realizó un ensayo con lechuga tipo iceberg de la variedad Fortunas, con plantación en el mes de febrero y recolección en abril. Se ensayaron dos tratamientos: Inoculación con micorrizas en el semillero e igual que el anterior más inoculación en el campo. El hongo utilizado fue *Glomus intraradices*, aplicándose inóculo sólido. De los resultados obtenidos se desprende que la aplicación de micorrizas tiene un efecto positivo sobre la producción de lechuga iceberg, ya que se ha aumentado el peso fresco bruto y neto de las piezas de lechuga y su calibre. Las producciones medias obtenidas en las parcelas micorrizadas se han visto aumentadas entre 3.000 y 4.400 kg/ha de lechuga comercializable respecto al testigo. El peso bruto seco no ha tenido un aumento estadísticamente significativo, aunque también se observa un aumento en los tratamientos con micorrizas.

PALABRAS CLAVE: MICORRIZA, ENDOMICORRIZA, INOCULO, BIOFERTILIZANTE Y PRODUCCIÓN

1 ► INTRODUCCIÓN

El método de producción agrícola ecológico, regulado por el Reglamento (CEE) 2092/91, establece en su apartado 2.1 del Anexo I al que se remite el artículo 6. 1. a) que “la fertilidad y la actividad biológica del suelo deberán ser mantenidas o incrementadas”. Entre los métodos autorizados, cita que “podrán utilizarse preparados apropiados base de microorganismos, que no estén modificados genéticamente y autorizados en la agricultura general en el Estado miembro correspondiente, para mejorar el estado general del suelo o la disponibilidad de nutrientes en el suelo o en los cultivos” (Consejo de Agricultura Ecológica de la Región de Murcia, 2004). Los hongos micorrícicos entrarían en esta definición, ya que son organismos que aumentan la actividad biológica y favorecen la absorción de agua y nutrientes del suelo, principalmente fósforo y nitrógeno.

Dentro de los hongos micorrícicos, se encuentran las ectomicorrizas en las que el hongo no llega a penetrar en las células de la raíz de la planta, se desarrolla en los espacios intercelulares; estos son más comunes en especies arbóreas y arbustivas. Por otro lado, tenemos las endomicorrizas, que sí penetran en las células radiculares y que están asociadas a la mayoría de especies hortícolas y herbáceas silvestres. El efecto beneficioso de las endomicorrizas sobre las producciones hortícolas ha sido estudiado por diversos autores en distintas especies, tal como el pimiento (Brown *et al*, 2000; Aguilera-Gomez *et al* 1999) en el que se produjeron plantas más desarrolladas, con mayor número de hojas, tallos y producción. Así mismo Pinochet (1997) comprobó la mejora en la nutrición de la platanera, favoreciendo su crecimiento. También en tomate, donde no solo aumentó el crecimiento vegetal sino la toma de agua en condiciones de estrés hídrico (dell’Amico *et al.*, 2002). La mejor resistencia al estrés hídrico de las plantas micorrizadas de lechuga frente a las no micorrizadas ha sido demostrado por Ruiz-Lozano *et al.* (1995, 2002).

La lechuga es una de las especies hortícolas de mayor superficie cultivada en la Región de Murcia, representa aproximadamente el 30% de las 45.771 ha dedicadas a las hortalizas. En el Consejo de Agricultura Ecológica de la Región de Murcia, se encuentran inscritas unas 740 ha de hortícolas, pero la proporción de la lechuga respecto a este total, es menor que en convencional, se estima que haya un poco más de 100 ha de lechuga en cultivo ecológico en la región.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El cultivo se desarrolló en el término municipal de San Pedro del Pinatar (Murcia), en una explotación de la empresa Biocampo.

Se utilizó lechuga de tipo iceberg, variedad Fortunas. La fecha de siembra fue el 20 de enero de 2003. Se transplantaron al terreno definitivo el 20 de febrero de 2003. La densidad

de plantación fue 6 plantas/m². La recolección se realizó el día 29 de abril del mismo año. El suelo estuvo acolchado con polietileno negro de 22,5 micras de grosor. Durante los primeros trece días en el terreno definitivo, las plantas dispusieron de una cubierta con manta térmica que posteriormente se retiró.

Los tratamientos fueron dos:

- Inoculación con hongo micorrízico en el semillero.
- Igual que la anterior más inoculación en el campo.

El hongo micorrízico utilizado fue *Glomus intraradices*. En el semillero, la cantidad utilizada fue 0,5 g de inóculo por planta, que se mezcló con el sustrato. A las plantas que se inocularon también en campo, se les incorporó además 20 g de inóculo, enterrado en un surco a 10 cm de la planta y 10 cm de profundidad. Una vez inoculado, el surco se tapa de nuevo con tierra.

La metodología seguida para la revisión del estado micorrízico fue mediante tinción de estas raíces con Azul Tripan (Phillips y Hayman, 1970) y cuantificación del porcentaje de micorrización (Giovannetti y Mosse, 1980).

El diseño estadístico fue de bloques al azar, la parcela elemental fue de diez plantas, para cada tratamiento más el testigo. Se dispusieron tres repeticiones.

Diez días antes de la recolección se realizó una medida de clorofila con un medidor Minolta SPAD-502, haciéndose lectura en las primeras hojas libres del cogollo, evitando las hojas envejecidas.

Una vez realizada la recolección, se midieron los siguientes parámetros: Peso bruto de la planta, peso neto una vez despojada de las hojas exteriores y parte baja del tallo, diámetro ecuatorial de la lechuga una vez confeccionada para la comercialización y peso bruto seco, para esto, las lechugas se pesaron una vez desecadas en estufa a 60 °C hasta peso constante.

Los datos obtenidos se estudiaron mediante separación de medias por el método de la mínima diferencia significativa (LSD) de Fisher, a un nivel de significación del 95%.

3 ► RESULTADOS

Los controles de micorrización a la salida del semillero dieron unos valores en torno al 40-50% de micorrización, valores que se pueden considerar aceptables. En los controles

realizados en campo treinta días antes de la recolección, este valor descendió a cifras en torno al 20%, lo que también se puede considerar como normal, ya que suele disminuir una vez se pasa a campo. Durante el cultivo, el aspecto visual de las plantas micorrizadas era mejor que las sin micorrizar, con plantas de mayor vigor, tamaño y color verde más intenso.

• **Clorofila**

La lectura de la clorofila fue mayor en los dos tratamientos con micorrizas, con diferencias significativas de la doble micorrización respecto al testigo, pero no con la micorrización sencilla.

TRATAMIENTO	LECTURA SPAD-502	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN
Testigo	31,35	a
Micorrización sencilla	33,50	ab
Doble micorrización	34,80	b

• **Peso bruto**

El peso bruto de las piezas de lechuga ha sido superior en los dos tratamientos con micorrizas que en el testigo sin micorrizar.

TRATAMIENTO	PESO MEDIO gr	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN
Testigo	686	a
Micorrización sencilla	801	b
Doble micorrización	782	ab

• **Peso neto**

El peso neto, una vez despojada la lechuga de sus hojas exteriores y de parte del tallo, dejándola ya lista para su comercialización, también ha sido superior en los dos tratamientos con micorrizas que en el testigo.

TRATAMIENTO	PESO MEDIO gr	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN
Testigo	478	a
Micorrización sencilla	529	ab
Doble micorrización	551	b

- **Calibre**

El calibre o diámetro ecuatorial de la lechuga ya lista para comercializar, ha sido mayor en los dos tratamientos con micorrizas.

TRATAMIENTO	DIÁMETRO mm	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN
Testigo	122	a
Micorrización sencilla	136	b
Doble micorrización	141	b

- **Peso bruto seco**

No ha habido diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos.

TRATAMIENTO	PESO BRUTO SECO gr	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN
Testigo	29.4	a
Micorrización sencilla	31.1	a
Doble micorrización	29.8	a

4 ► DISCUSIÓN

Un mayor valor en la lectura del medidor de clorofila SPAD 520 ha sido relacionado con un mayor contenido de nitrógeno en plantas de maíz (Anderson *et al*, 1994), indicando un mejor estado nutricional. A falta de posteriores ensayos específicos, no sería descabellado realizar una afirmación parecida en nuestro caso.

Los resultados obtenidos sobre el vigor y la producción parecen confirmar el efecto positivo que *Glomus intraradices* tiene sobre la producción de lechuga. Los pesos bruto y neto de las piezas de lechuga se ha visto incrementado por el tratamiento con micorriza, así mismo el calibre de las mismas también se ve incrementado.

En el peso seco bruto no ha habido diferencias significativas, pudiera ser debido al corto ciclo de la lechuga, apenas tres meses entre la siembra y la recolección, en tan corto espacio de tiempo el principal efecto de la micorriza sería la mayor absorción de agua no teniendo tiempo suficiente para producir un aumento estadísticamente significativo de la materia seca. Esto parece confirmarse, ya que en especies de ciclo más largo como es la fresa, si se obtuvo mayor peso fresco y seco en las plantas inoculadas con hongos del género *Glomus* (Khanizadeh *et al*, 1995).

No ha habido diferencias significativas entre los métodos de inoculación, creemos que la segunda inoculación en campo no fue efectiva al no poner el inoculo a mayor profundidad más próximo a las raíces, ello estaría en consonancia con el resultado obtenido por Afek (1990) que al aplicar inóculo de *Glomus* sp. en cultivo de algodón, obtuvo el mejor resultado al hacerlo en profundidad, siendo la aplicación superficial poco efectiva. Aunque el sistema radicular del algodón es más potente y profundo que el de la lechuga, sugiere que la micorriza debe inocularse a mayor profundidad, en nuestro caso, probablemente debiera introducirse a 20 ó 25 cm.

5 ► CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se desprende que la aplicación del hongo micorrícico *Glomus intraradices* tiene un efecto positivo sobre la producción de lechuga iceberg en las condiciones ensayadas, ya que se ha aumentado el peso fresco bruto y neto de las piezas de lechuga y su calibre. Las producciones medias equivalentes obtenidas se han visto aumentadas entre unos 3.000 y 4.400 kg/ha de lechuga comercializable.

El peso bruto seco no ha tenido aumento significativo estadísticamente, si bien si se observa también un aumento en los tratamientos con micorrizas.

Entre los métodos de micorrización ensayados no ha habido diferencias en ninguno de los parámetros observados, por lo que en principio, y a falta de posteriores ensayos, parece más recomendable por su mayor sencillez y economía, el método de una sola inoculación en semillero.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **AFEK, U.; RINALDELLI, E.; MENGE, J. A.; JOHNSON, E. L. V. Y POND, E. 1990**

Mycorrhizal species, root age, and position of mycorrhizal inoculum influence colonization of cotton, onion and pepper seedlings. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. EEUU. V 115. 938-942.

- **AGUILERA - GÓMEZ, L.; DAVIES, F. T. JR.; DURAY, S. A.; PHAVAPHUTANON, L.; OLALDE - PORTUGAL, V. 1999**

Influence of phosphorus and endomycorrhiza (*Glomus intraradices*) on gas exchange and plant growth of chile ancho pepper (*Capsicum annuum* cv. San Luis). *Photosynthetica*. República Checa. 441-449

- **ANDERSON, D.; BULLOCK, D.; JOHNSON, G. Y TAETS, C. 1995**

[en línea]. Evaluation of the Minolta SPAD-520 Chlorophyll Meter for On-Farm N Management of Corn in Illinois. Illinois Fertilizer Conference Proceedings, January 23-25, 1995. <<http://frec.cropsci.uiuc.edu/1995/report14/index.htm>> [Consulta: 2 de julio de 2004]

- **BROWN, M. B.; LALES, E. H.; ESCANO, C. S. Y PÉREZ, A. M. 2000**

Vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi as growth enhancer for pepper (*Capsicum frutescens* L.).

Proceedings of the 29th Annual Convention of the Philippine Society for Microbiology, Inc. Quezon City (Filipinas). 172-176.

• **CONSEJO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA DE LA REGIÓN DE MURCIA**

[en línea]. Reglamento (CEE) 2092/91 del Consejo de la Unión Europea, de 24 de junio de 1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios y sus modificaciones. <<http://www.caermurcia.com/>> [Consulta: 2 de julio de 2004]

• **DELL'AMICO, J.; TORRECILLAS, A.; RODRÍGUEZ, P.; MORTE, A. Y SÁNCHEZ BLANCO, M. J. 2002**

Water and growth parameter responses of tomato plants associated with arbuscular mycorrhizae during drought and recovery. EEUU. Journal of Agricultural Sciences 138: 387-393

• **GIOVANNETTI, M. Y MOSSE, B. 1980**

An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. EEUU. New Phytol 84:227-230

• **KHANIZADE, S.; HAMEL, C.; KIANMEHR, H.; BUSZARD, D. Y SMITH, D. L. 1995**

Effect of three vesicular-arbuscular mycorrhizae species and phosphorus on reproductive and vegetative growth of three strawberry cultivars. EEUU. Journal of Plant Nutrition. V. 18. 1073-1079.

• **PINOCHET, J.; FERNÁNDEZ, C.; JAIZME, M. C. Y TENOURY, P. 1997**

Micropropagated banana infected with *Meloidogyne javanica* responds to *Glomus intraradices* and phosphorus. EEUU. Hortscience. V 32. 101-103.

• **PHILLIPS, J. M. Y HAYMAN, D. S. 1970**

Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. EEUU. Trans. Br. Mycol. Soc 55:158-161

• **RUIZ - LOZANO, J. M.; AZCÓN, R. Y GÓMEZ, M. 1995**

Effect of arbuscular-mycorrhizal *Glomus* species on drought tolerance: physiological and nutritional plant responses. EEUU. Applied and Environmental Microbiology 61: 456-460.

• **RUIZ - LOZANO, J. M.; GÓMEZ, M.; NÚÑEZ, R. Y AZCÓN, R. 2000**

Mycorrhizal colonization and drought stress affect ¹³C in ¹³C₂-labeled lettuce plants. Dinamarca. Physiologia Plantarum 109: 268-273.

USO DEL COMPOST AGOTADO DE HONGOS CULTIVADOS RECICLADO COMO MATERIAL DE COBERTURA PARA EL CULTIVO DE CHAMPIÑÓN

PARDO, A.⁽¹⁾; **NAVARRO, M. J.**⁽¹⁾; **LÓPEZ, M. J.**⁽²⁾ Y **GEA, F. J.**⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del Champiñón (CIES)
C/ Peñicas, s/n. Apartado 8. 16220 Quintanar del Rey (Cuenca)
E-mail: apardo.cies@dipucuenca.es

⁽²⁾ Abonos Recomsa, S.C.L.
Ctra. Quintanar - Casasimarro, Km. 5. 16220 Quintanar del Rey (Cuenca)

RESUMEN

La turba es el principal material usado como cobertura pero su empleo lleva asociado el agotamiento de reservas y la alteración de ecosistemas, lo que obliga a buscar materiales alternativos. La utilización del compost agotado reciclado puede contribuir a paliar ésta problemática y ampliar las aplicaciones de este residuo.

Se ha realizado la caracterización física, química y de presencia de plagas del compost agotado antes y después de varios tratamientos (lavado con agua, pasteurización a 70 °C) previos a su utilización en la cobertura. También se han evaluado agrónomicamente diferentes mezclas de cobertura elaboradas con compost agotado (lavado y no lavado con agua) y turba rubia en diversas proporciones. Como control se usaron cinco mezclas comerciales.

El aumento de la proporción de compost agotado en la mezcla supuso un incremento de la conductividad eléctrica, un descenso de la porosidad y una caída de la capacidad de retención de agua y del contenido en materia orgánica. El empleo de compost agotado no lavado afectó negativamente al rendimiento total y al número de champiñones recolectados. Se ha establecido una relación entre la producción de champiñón y la conductividad eléctrica, ya que con valores superiores a 1600 $\mu\text{s}/\text{cm}$ la cosecha desciende considerablemente. Hay que destacar los resultados positivos de las mezclas con compost agotado lavado con agua.

PALABRAS CLAVE: *AGARICUS* SPP., PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

1 ► INTRODUCCIÓN

La iniciación y desarrollo de los carpóforos de *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach depende no solo de la capacidad genética del micelio para fructificar sino también de factores físicos, químicos, ambientales, nutricionales y microbiológicos (Pardo, de Juan, y Pardo, 2002a, 2002b). En el cultivo comercial, la fructificación se produce en la mezcla de cobertura usada para cubrir el compost, tras una fase de germinación y de inducción. Esta mezcla cumple varias funciones: constituye el soporte físico del cual emergen los carpóforos y contribuye al mantenimiento de un microclima húmedo que favorece la alimentación del micelio; actúa como un medio apropiado para el desarrollo de bacterias que estimulan la fructificación; proporciona agua para el crecimiento y desarrollo de los champiñones, y un ambiente aireado que permite el intercambio gaseoso (Visscher, 1988). Para desempeñar estas funciones, la capa de cobertura debe cumplir ciertas condiciones, por ejemplo: debe ser suficientemente resistente y profunda para proporcionar un adecuado soporte para el crecimiento de los champiñones, tener una elevada capacidad para absorber y liberar agua, ser capaz de soportar frecuentes riegos sin perder su estructura, permitir una buena permeabilidad para el agua y los gases, tener bajo valor nutricional y baja concentración de sales, ser de pH neutro o ligeramente alcalino, estar libre de plagas y enfermedades, etc. (Flegg y Wood, 1985, Visscher, 1988).

Entre los numerosos materiales que se han usado, solos o en combinación, como capa de cobertura, la turba es el más ampliamente utilizado debido a su capacidad de retención de agua y a sus propiedades estructurales (Yeo y Hayes, 1979). El principal problema asociado con su uso es su decreciente disponibilidad, la alteración de ecosistemas y su elevado precio.

En la búsqueda de alternativas, tanto la calidad, como la disponibilidad y el precio son factores determinantes. En este sentido, el compost agotado de hongos cultivados reciclado (CAC) es un producto que se puede utilizar como ingrediente de la mezcla de cobertura, ya que es barato y de suministro abundante. En Castilla-La Mancha se generan más de 200.000 t anuales de CAC. Este residuo se acumula en centros de recogida gestionados por la empresa Abonos Recomsa S.C.L., situados en la misma zona productora de champiñón, en donde se procesa para su posterior uso como sustrato o enmienda orgánica.

Sin embargo, el uso del CAC como ingrediente de la capa de cobertura presenta dos limitaciones: por un lado, la elevada conductividad eléctrica (CE) del CAC fresco, que puede llegar a superar los 3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (1:6, v/v); y por otro, la posible presencia de plagas. En cuanto a la conductividad eléctrica, hay que tener en cuenta que un elevado contenido en sales en la capa de cobertura puede afectar al crecimiento del micelio del champiñón, a la formación de primordios y a la maduración de cuerpos fructíferos, causando una significativa reducción en la cosecha final. Algunas referencias han mostrado que el lavado del CAC con agua para disminuir el contenido en sales solubles permite su utilización en la preparación de mezclas de cobertura sin afectar significativamente al crecimiento del micelio y posterior desarrollo de los champiñones (Szmids, 1994; Szmids y Conway, 1995; Riahi,

Afagh y Sheidai, 1998; Sharma, Furlan y Lyons, 1999). En cuanto a la presencia de plagas, ácaros y nematodos especialmente, es aconsejable realizar un proceso de pasteurización que garantice la eliminación de estos organismos perjudiciales para el cultivo del champiñón.

El principal objetivo de este estudio ha sido adecuar el compost agotado de hongos cultivados reciclado para su utilización como material de cobertura para el cultivo de *Agaricus bisporus*, sometiénolo previamente a diversos tratamientos con el fin de disminuir los valores de conductividad eléctrica y de eliminar las posibles plagas presentes en el CAC. Se ha realizado la caracterización físico-química y de presencia de plagas, tanto del CAC tratado y sin tratar, como de las mezclas de cobertura elaboradas con diferentes proporciones de CAC y turba rubia. Por otro lado, se ha llevado a cabo un ciclo de cultivo de champiñón en el que se han comparado los parámetros de producción obtenidos con estas mezclas de cobertura con los alcanzados por varias coberturas comerciales.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El CAC usado en este estudio fue suministrado por Abonos Recomsa S.C.L., y consistía en una mezcla elaborada con un 60% de compost agotado de champiñón y un 40% de sustrato agotado de *Pleurotus*, a la cual se le aplicaron cinco volteos durante durante los 6 meses que duró el proceso de compostaje y un tamizado final a través de una criba de 10 mm de luz de malla.

El CAC se lavó con agua durante dos horas en un contenedor de plástico a temperatura ambiente (alrededor de 20 °C), siguiendo una proporción de 50 L de agua desionizada por cada 20 kg de CAC. La muestra fue mezclada regularmente, enjuagando al final del proceso con 10 L de agua y almacenándola en contenedores abiertos para reducir el contenido en humedad. Finalmente, todos los CAC, lavados y sin lavar, fueron tratados a 70 °C durante 12 h.

Tras la caracterización física y química, y los análisis de presencia de plagas de todos los materiales, antes y después de los tratamientos, se prepararon coberturas con diferentes proporciones, 0:5, 1:4, 2:3, 3:2, 4:1 y 5:0 (v/v), de CAC (tanto lavado como no lavado) y turba rubia. A cada combinación se le añadieron 100 g/L de carbonato cálcico precipitado de azucarera como regulador del pH. Como referencia se utilizaron cinco mezclas de cobertura comerciales.

Posteriormente, se llevó a cabo un ciclo de cultivo de *A. bisporus* empleando la variedad de micelio Fungisem H-25 (dosis de siembra 10 g/kg compost). Como sustrato de base se empleó compost comercial basado en paja de trigo y estiércol de pollo. El ensayo se llevó a cabo en una cámara visitable provista de sistemas de humidificación, calefacción/refrigeración y recirculación/ventilación exterior, que permite el control automático de la temperatura, la humedad relativa y la concentración de dióxido de carbono. La conducción

del ciclo de cultivo en cuanto a condiciones ambientales, tratamientos y otras operaciones se llevó a cabo según la práctica habitual de cultivo recomendada para la variedad de micelio empleada, registrando los principales parámetros de producción (precocidad, rendimiento y número de champiñones por m², eficiencia biológica, tamaño de los carpóforos y contenido en materia seca) a los que se aplicó el correspondiente análisis estadístico. El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra las principales características físicas y químicas del CAC utilizado, antes y después del lavado con agua y del tratamiento térmico. Cabe destacar el pronunciado descenso de la conductividad eléctrica después del lavado con agua, aunque en ningún caso llega a ser tan baja como la observada para la turba rubia. La capacidad de retención de agua del CAC es prácticamente la mitad de la turba rubia, mientras que los valores de porosidad son ligeramente más bajos. El contenido en caliza del CAC desciende con los lavados debido al arrastre de carbonato cálcico, aunque siempre es mucho mayor que el registrado por la turba rubia. La presencia de caliza en las mezclas de cobertura siempre es interesante por el efecto regulador del pH que desempeña.

En cuanto a la presencia de plagas, se ha detectado la presencia del ácaro *Brennandania lambi* y de nematodos saprófagos en las muestras de CAC que no se han sometido a tratamiento térmico. Por tanto, dicho tratamiento resulta imprescindible ya que contribuye a prevenir la aparición de plagas en los cultivos en los que se emplea CAC como ingrediente de las mezclas de cobertura.

El Cuadro 2 presenta los resultados de la caracterización física y química de las diferentes mezclas de cobertura preparadas con CAC (lavado y no lavado) y turba rubia. En este caso se han utilizado cinco coberturas comerciales como referencia (12-16). En términos generales, se puede ver como un aumento en la proporción de CAC en la mezcla de cobertura supone un incremento en los valores de conductividad eléctrica. No obstante, este incremento siempre es menor en los CAC lavados con agua (7-11). Las coberturas con CAC tienen valores de CE más elevados que las coberturas comerciales. Entre estas últimas, las usadas habitualmente en Castilla-La Mancha (15-16) tienen los registros más altos. También desciende la capacidad de retención de agua cuando se aumenta la proporción de CAC. En este caso, los valores recogidos para las coberturas comerciales son mayores en las tres mezclas que no se utilizan habitualmente en Castilla-La Mancha (12-14), mientras que son muy bajos para las dos que se usan en esta región (15-16). Por el contrario, la porosidad sufre un ligero descenso, aunque permanece en niveles similares a los de las coberturas comerciales 12-13-14 y superior a las basadas en suelo mineral (15-16). La caliza no sufre cambios significativos con los tratamientos aplicados, si bien queda reflejado el efecto positivo que tiene la adición de 100 g/L de carbonato cálcico precipitado de azucarera a las muestras 1-11.

Cuadro 1. Caracterización física, química y análisis de presencia de plagas del compost agotado de hongos cultivados reciclado (CAC) fresco, lavado con agua y tratado térmicamente

MATERIAL	HUMEDAD (g/kg)	PH (1:6, v/v)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (1:6, v/v) ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	POROSIDAD (mL/L)	CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (kg/kg)	CALIZA (g/kg)	ÁCAROS	NEMATODOS
1 CAC	397	7,71	4.155	801	1,43	98	B. lambi	Saprófitos
2 CAC-A	449	8,04	1.751	830	1,34	90	B. lambi	Saprófitos
3 CAC-T	394	8,29	3.763	825	1,54	99	-	-
4 CAC-A-T	476	8,12	1.532	824	1,40	88	-	-
5 Turba rubia (TR)	498	6,56	87	944	2,81	2	-	-

A: Lavado con agua; T: Tratado térmicamente (12 h a 70 °C).

Cuadro 2. Caracterización física, química y análisis de presencia de plagas de diferentes coberturas preparadas con CAC (lavado y no lavado) mezclado con turba rubia, y de cinco coberturas comerciales

MATERIAL	HUMEDAD (g/kg)	PH (1:6, v/v)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (1:6, v/v) ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	POROSIDAD (mL/L)	CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (kg/kg)	CALIZA (g/kg)	ÁCAROS	NEMATODOS
1 Turba rubia (TR)	658	8,12	608	933	3,41	214	-	-
2 CAC-T : TR, 1:4	603	8,08	1.191	906	2,57	157	-	-
3 CAC-T : TR, 2:3	530	8,13	1.692	874	2,09	126	-	-
4 CAC-T : TR, 3:2	490	8,16	2.182	860	1,86	122	-	-
5 CAC-T : TR, 4:1	448	8,19	2.934	849	1,36	123	-	-
6 CAC-T	398	8,38	3.457	805	1,14	110	-	-
7 CAC-A-T : TR, 1:4	586	7,89	749	912	2,79	136	-	-
8 CAC-A-T : TR, 2:3	546	7,75	945	890	2,25	133	-	-
9 CAC-A-T : TR, 3:2	527	7,87	1.221	868	1,90	122	-	-
10 CAC-A-T : TR, 4:1	480	7,85	1.523	840	1,42	122	-	-
11 CAC-A-T	465	8,09	1.600	808	1,12	126	-	-
12 TOPTERRA	675	8,14	268	906	4,99	57	-	-
13 EUROVEEN	667	8,26	230	904	3,25	79	Depredadores	Saprófitos
14 ARALUR	580	8,28	157	951	5,48	95	-	-
15 CHREY	143	8,15	369	678	0,42	106	-	-
16 PONCHO	132	7,95	665	648	0,40	66	-	-

A: Lavado con agua; T: Tratado térmicamente (12 h a 70 °C). Las muestras 1-11 contienen 100 g/L de carbonato cálcico precipitado de azucarera.

En cuanto a la presencia de plagas, una vez más se observa que el tratamiento térmico empleado es adecuado, ya que sólo se ha manifestado la presencia de ácaros y nematodos en la cobertura comercial nº 13. Ninguna de las muestras con CAC que han sido tratadas térmicamente han mostrado la presencia de estas plagas.

El cuadro 3 presenta los resultados de los principales parámetros de producción considerados para los 16 tipos de coberturas estudiadas. En cuanto a la cosecha total, las coberturas con CAC no lavado fueron menos productivas que el resto, con la excepción de la mezcla CAC-T : TR 1:4 (v/v). Se observa que conforme aumenta la cantidad de CAC no lavado añadido a la mezcla, la cosecha disminuye. Los mejores resultados se obtuvieron con la cobertura comercial Euroveen (13), aunque las diferencias con las mezclas con CAC lavado y el resto de coberturas comerciales no fueron significativas. La misma situación ocurrió con el número de champiñones recolectados por m². En líneas generales, las coberturas con CAC lavado (7-11) y la que sólo tiene turba rubia (1) proporcionan más champiñones que las coberturas comerciales. Entre estas últimas, las usadas en Castilla-La Mancha fueron las peores a este respecto. Este menor grado de fructificación lleva asociado la recolección de champiñones de mayor tamaño (mayor peso unitario), aunque sin diferencias significativas. El tamaño es un factor de calidad determinante para los cultivadores cuyo destino comercial preferente es el mercado en fresco.

En cuanto a la precocidad o número de días que transcurren desde que se realiza la cobertura hasta la cosecha de la primera florada, ponderando la producción relativa diaria de la misma, los datos más desfavorables se obtuvieron de nuevo con las coberturas con CAC no lavado (3-6), con la excepción de la mezcla CAC-T : TR 1:4 (v/v). En otras palabras, estas coberturas retrasan la recolección considerablemente. Por el contrario, el contenido en materia seca fue mayor para las mezclas con CAC no lavado, aunque este parámetro aumentaba conforme se incrementaba la proporción de CAC, tanto lavado como sin lavar.

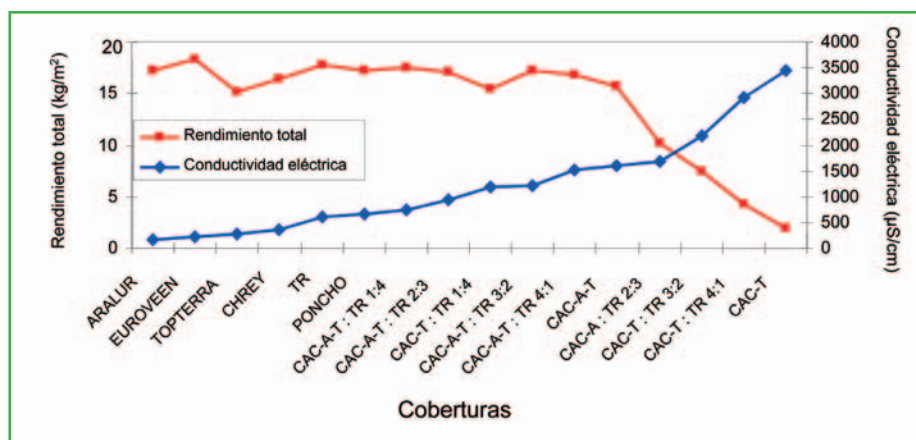


Figura 1. Relación entre la cosecha total y la conductividad eléctrica

Cuadro 3. Valores medios de los parámetros de producción

N = 4		RENDIMIENTO TOTAL (kg/m ²)	EFICIENCIA BIOLÓGICA (kg/100 kg COMPOST)	NÚMERO DE CHAMPINONES/m ²	PRECOCIDAD (DÍAS)	PESO UNITARIO (g/CHAMPINÓN)	DIÁMETRO DEL ESPOROFORO (mm)	MATERIA SECA (%)
1	Turba rubia (TR)	17,81 a	76,4 a	1.532 a	25,8 de	11,9 b	31,7 b	8,49 def
2	CAC-T : TR, 1:4	15,39 ab	66,0 ab	1.210 abc	26,4 cde	13,2 b	32,8 b	9,24 cd
3	CAC-T : TR, 2:3	10,22 bc	43,8 bc	710 cde	32,5 bcd	13,6 b	33,2 b	10,37 b
4	CAC-T : TR, 3:2	7,42 cd	31,8 cd	437 def	34,5 bc	15,5 b	35,1 b	11,54 a
5	CAC-T : TR, 4:1	4,25 cd	18,2 cd	196 ef	36,7 ab	17,6 b	36,2 b	12,21 a
6	CAC-T	1,96 d	8,4 d	57 f	44,3 a	37,5 a	50,8 a	12,22 a
7	CAC-A-T : TR, 1:4	17,57 ab	75,4 ab	1.532 a	26,9 cde	11,7 b	31,4 b	8,77 cde
8	CAC-A-T : TR, 2:3	17,11 ab	73,4 ab	1.469 ab	25,9 de	11,7 b	31,4 b	8,97 cde
9	CAC-A-T : TR, 3:2	17,22 ab	73,9 ab	1.356 ab	24,7 de	12,8 b	32,6 b	9,30 cd
10	CAC-A-T : TR, 4:1	16,84 ab	72,2 ab	1.342 abc	24,2 de	12,8 b	32,5 b	9,37 cd
11	CAC-A-T	15,74 ab	67,5 ab	1.106 abc	24,4 de	14,2 b	34,0 b	9,46 bc
12	TOPTERRA	15,15 ab	65,0 ab	1.072 abc	24,0 de	14,5 b	34,2 b	8,51 def
13	EUROVEEN	18,29 a	78,5 a	1.319 abc	23,4 e	13,8 b	35,6 b	7,78 f
14	ARALUR	17,29 ab	74,2 ab	1.075 abc	23,5 e	16,7 b	36,1 b	7,69 f
15	CHREY	16,37 ab	70,2 ab	845 bcd	24,5 de	19,6 b	38,7 b	8,26 ef
16	PONCHO	17,25 ab	74,0 ab	986 abcd	24,5 de	18,3 b	37,5 b	8,29 ef

(*) Valores seguidos por letras diferentes dentro de una columna son significativamente diferentes entre sí al nivel del 5%, de acuerdo con el test de Tukey. Las proporciones de las mezclas están expresadas en volumen. A: Lavado con agua; T: Tratado térmicamente (12 h a 70 °C). Las muestras 1-11 contienen 100 g/L de carbonato cálcico precipitado de azucarera.

En general, se encontraron diferencias significativas, en cuanto a los parámetros de producción, entre las mezclas con CAC lavado y no lavado, siendo mejores para los primeros. Se puede establecer una relación entre la producción de champiñón y la conductividad eléctrica (Figura 1), de forma que por encima de aproximadamente 1.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la cosecha desciende considerablemente. Por tanto, mezclas de cobertura con CE superior a esta cifra no son recomendables. En esta situación se encuentran las mezclas de cobertura que contienen CAC no lavado (3, 4, 5 y 6) y la mezcla nº 11, elaborada únicamente con CAC lavado.

En resumen, el compost agotado de hongos cultivados reciclado puede ser utilizado como ingrediente de las mezclas de cobertura, si bien necesita ser integrado por medio de nuevas formulaciones y metodologías. Es necesario realizar un lavado con agua para disminuir la conductividad eléctrica y un tratamiento térmico para prevenir la aparición de plagas. Se aconseja utilizar las mezclas número 7, 8 y 9 (CAC-A-T : TR 1:4, CAC-A-T : TR 2:3, CAC-A-T : TR 3:2) ya que presentan buenos datos de cosecha y una conductividad eléctrica inferior a 1.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La utilización de este residuo tiene la doble ventaja del abaratamiento de los costes de producción y la disminución del impacto ambiental.

4 ► BIBLIOGRAFÍA

• **FLEGG, P. B. Y WOOD, D. A. 1985**

Growth and fruiting. En: P.B. Flegg, D.M. Spencer, D.A. Wood (Eds), *The Biology and Technology of the Cultivated Mushroom*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, Great Britain, 141-177.

• **PARDO, A.; DE JUAN, J. A. Y PARDO, J. E. 2002 A**

Factores que influyen en la iniciación de la fructificación del champiñón cultivado. I. Factores físicos y ambientales. Factores químicos y nutritivos. *ITEA Producción Vegetal* 98(1), 33-42.

• **PARDO, A.; DE JUAN, J. A. Y PARDO, J. E. 2002 B**

Factores que influyen en la iniciación de la fructificación del champiñón cultivado. II. Factores microbiológicos. *ITEA Producción Vegetal* 98(2), 87-94.

• **RIAHI, H.; AFAGH, H. V. Y SHEIDAI, M. 1998**

The first report of spent mushroom compost (SMC) leaching from Iran. *Acta Horticulturae* 469, 473-480.

• **SHARMA, H. S. S.; FURLAN, A. Y LYONS, G. 1999**

Comparative assessment of chelated spent mushroom substrates as casing material for the production of *Agaricus bisporus*. *Appl. Microbiol Biotechnol.* 52, 366-372.

• **SZMIDT, R. A. K. 1994**

Recycling of spent mushroom substrates by aerobic composting to produce novel horticultural substrates. *Compost Science & Utilization* 2(3), 63-72.

• **SZMIDT, R. A. K. Y CONWAY, P. A. 1995**

Leaching of recomposted spent mushroom substrates (SMS). *Mushroom Science* 14(2), 901-905.

• **VISSCHER, H. R. 1988**

Casing soil. En: L.J.L.D. van Griensven (Ed), *The Cultivation of Mushrooms*. Interlingua T.T.I. Ltd., East Grinstead, Sussex, England, 73-89.

• **YEO, S. G. Y HAYES, W. A. 1979**

A new medium for casing mushroom beds. *Mushroom Science* 10(2), 217-229.

EL INJERTO, UNA BUENA HERRAMIENTA PARA EL CULTIVO ECOLÓGICO DE PIMIENTO ATLANTE

Un buen patrón

PEIRÓ ABRIL, J. L. Y ESTEBAN CHAPAPRÍA, J.

Ramiro Arnedo S.A.
Carretera de Málaga, 18 04721 El Parador (Almería)
E-mail: ijp@ramiroarnedo.com

RESUMEN

El Campo de Cartagena es una zona importante de cultivo de pimiento. En sus suelos puede encontrarse patógenos, como nematodos (*Meloidogyne incognita*) y hongos (*Phytophthora capsici*). A veces hay que cultivar en suelos cuya estructura está deteriorada por la fatiga, como consecuencia de la reiteración del cultivo. Todo ello supone una dificultad para el cultivo ecológico. Entre 1997 y 2005 se están desarrollando proyectos INIA en búsqueda de alternativas al uso del bromuro de metilo (BM), que sean respetuosas con el medio ambiente y viables económicamente.

Ramiro Arnedo S.A. ha colaborado en dichos proyectos, desarrollando variedades que pueden utilizarse como portainjertos, y que han resultado ser muy útiles a tal fin, configurándose como la solución que posiblemente sea la más estable para ambos problemas: la presencia de patógenos y las deficiencias estructurales del suelo. Podemos decir que el uso de nuestros portainjertos, tanto en suelos sanos como contaminados de patógenos, tiene un efecto positivo sobre la estructura de la planta, la productividad y la calidad de la producción.

Se dispone de suficientes conocimientos sobre el comportamiento de los patrones y del injerto como para poder recomendar esta técnica, a veces en combinación con otras, también ecológicas, como la biofumigación y la solarización, tanto para esta zona de cultivo como para otras.

1 ► INTRODUCCIÓN

En los invernaderos de Murcia y del Sur de Alicante se cultivan unas 1.800 ha de pimiento. Este cultivo se viene repitiendo, año tras año, en los mismos suelos, por lo que sufren los efectos de la fatiga, que se ve acentuado ante situaciones de encharcamiento.

Para tener una visión completa de la situación en el suelo, no hay que olvidar la presencia en los mismos de patógenos, como *Phytophthora capsici* y *Meloidogyne incognita*. Hasta ahora, el cultivo se ha podido desarrollar con ayuda de la desinfección de los suelos mediante aplicaciones de bromuro de metilo (BM).

El respeto a la salud del planeta y la de los seres vivos que lo habitamos, está haciendo que cada vez más los consumidores exijan a los agricultores que en sus cultivos utilicen la menor cantidad posible de productos químicos, que sean lo menos dañinos posible y que, cuanto antes, sólo se apliquen medios naturales: la producción integral y la producción ecológica.

En este marco, bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en 1985 se firmó el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono. En 1987 se elaboró el Protocolo de Montreal que define las medidas a adoptar para limitar la producción y el uso de sustancias controladas. En la IV reunión de este Protocolo, Copenhague 1992, se aprobaron medidas adicionales para controlar las ‘sustancias agotadoras del ozono’, entre ellas el BM, fijándose nuevos plazos en la reunión de Montreal de 1997. La fecha fijada para dejar de usar definitivamente el BM en los países desarrollados es 2005, salvo para usos críticos, que ya han sido aprobados para el 2005.

Al ser el pimiento uno de los cultivos que empleaban, y emplean, BM en la desinfección de los suelos, fue incluido inicialmente en el proyecto INIA SC97-130: “Alternativas al uso convencional del bromuro de metilo, respetuosas con el medio ambiente y viables económicamente”, desarrollado entre 1997 y 2002, que tiene su continuación en el proyecto INIA OT03-006: “Optimización y nuevos desarrollos en las alternativas al uso convencional del bromuro de metilo. Usos críticos”, a realizar entre 2003 y 2005.

Desde la campaña 98-99, y como consecuencia de los ensayos de Miguel (1997), el injerto intervino como una posible alternativa al control de las enfermedades del suelo.

La empresa Ramiro Arnedo S.A. ha contribuido a estos estudios desarrollando variedades adecuadas para su empleo como portainjertos.

La zona de cultivo del Sureste de España no es ajena a esta toma de conciencia y, en consecuencia, ya existen en ella cultivos ecológicos y en fase de transformación a ecológicos, lo que ha sido posible gracias a los conocimientos obtenidos en la mencionada búsqueda de alternativas al empleo de BM.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

La parte específica correspondiente al pimiento la ha llevado a cabo el equipo de Protección de Cultivos del IMIDA (Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario) en invernaderos comerciales de Murcia (España), en suelos infectados por *P. capsici* y/o *M. incognita*, y en los que el cultivo de pimiento se ha repetido a lo largo de, al menos, 12 años.

Los análisis de laboratorio relativos a la resistencia a nematodos los ha realizado el equipo de Agroecología del CCMA (Centro de Ciencias Medioambientales) del CSIC en Madrid. Los portainjertos desarrollados por la empresa Ramiro Arnedo S.A. han estado presentes desde los primeros ensayos.

Como referencia se ha comparado con aplicaciones de BM a 60 g/m² con polietileno o a 30 g/m² con plástico VIP (*Virtually Impermeable Film* 'lámina virtualmente impermeable'). Se ha plantado entre comienzos de Diciembre y los primeros días de Enero. Los cultivos se han dado por concluidos entre final de Agosto y finales de Septiembre. Se ha cultivado como es habitual en la zona, en algunos casos se ha aplicado biofumigación y solarización y técnicas específicas de la producción integral y ecológica.

El diseño de los ensayos ha sido al azar, con tres repeticiones por tratamiento (suelo desinfectado o planta injertada). Se han medido los siguientes parámetros: % de plantas afectadas por *P. capsici*, % de plantas afectadas por *M. incognita* e índice de nodulación (de 0 a 10, según Bridge y Page (1980)), la altura de la planta, la producción comercial (clasificada por categorías) y la producción total.

3 ▶ RESULTADOS

Los resultados más relevantes sobre el comportamiento fitopatológico y agronómico de una larga lista de patrones evaluados se han reflejado en publicaciones y comunicaciones a congresos (por ejemplo: López-Pérez *et al.*, 2004; Lacasa *et al.*, 2003; Ros *et al.*, 2003).

Los viveristas que han producido la planta injertada han desarrollado técnicas que dan muy buenos rendimientos. El tamaño idóneo de las plantas para injertar está definido, cuando comienzan a cambiar de color por debajo de los cotiledones el patrón y la variedad. Unos emplean 'almas' de porcelana y cortan las plantas perpendicularmente al eje vertical, otros, en cambio, prefieren usar 'pinzas' y cortar las plantas en bisel. Una mayor información sobre la técnica del injerto se ofrece en el 'Taller de Injerto' de este Congreso.

En cuanto a los portainjertos de la empresa Ramiro Arnedo S.A. que han intervenido en los ensayos cabe destacar los siguientes resultados.

La respuesta frente a *Phytophthora capsici*

La mayoría de los portainjertos ensayados han manifestado un alto nivel de resistencia a *P. capsici*, sin que se hayan apreciado variaciones a lo largo del tiempo, ni cuando se ha repetido el cultivo en el mismo suelo, e independientemente del historial del invernadero.

Cuadro 1. Efecto del portainjerto con referencia a suelo desinfectado con BM y a planta no injertada. Presencia en el suelo de *M. incognita* y *P. capsici*. Campaña 1999/2000

	PLANTAS CON <i>M. INCOGNITA</i> EN %	ÍNDICE DE NODULACIÓN ⁽¹⁾	PLANTAS CON <i>P. CAPSICI</i> EN %	PRODUCCIÓN COMERCIAL (kg/m ²)
BM 98:2	0,0	0,0	0,5	8,6
C-02	16,0	0,6	0,0	7,6
Atlante	0,0	0,0	1,0	6,5
Control	22,2	0,8	1,2	5,7

⁽¹⁾Según Bridge y Page (1980)

El comportamiento frente a nematodos

Numerosos portainjertos ensayados han manifestado altos niveles de resistencia al nematodo existente en el suelo de los invernaderos donde se ha cultivado, como *M. incognita*. La reiteración del cultivo de plantas injertadas puede provocar la aparición de poblaciones del nematodo más virulentas, que pueden vencer la tolerancia del portainjerto.

Cuadro 2. Efecto del portainjerto con referencia a suelo desinfectado con BM y a planta sin injertar. Suelo muy infectado de *M. incognita* y *P. capsici*. Campaña 1999/2000

	PLANTAS CON <i>M. INCOGNITA</i> EN %	ÍNDICE DE NODULACIÓN ⁽¹⁾	PLANTAS CON <i>P. CAPSICI</i> EN %	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PRODUCCIÓN COMERCIAL (kg/m ²)
BM 98:2	30,6	1,4	19,6	8,8	6,00
Atlante	4,0	0,2	0,0	76,8	5,37
C-39	0,0	0,0	0,0	78,2	
C-41	9,1	0,1	1,9	73,6	
Control	72,2	2,6	49,7	58,0	4,51

⁽¹⁾Según Bridge y Page (1980)

En laboratorio se ha comprobado la total, homogénea y estable resistencia de los portainjertos a las poblaciones ‘normales’ o ‘no agresivas’ tanto de *M. incognita*, como de *M. javanica* y *M. arenaria*, destacando frente a materiales de otros orígenes.

Influencia sobre el desarrollo de las plantas

Al final del cultivo, la altura de las plantas injertadas sobre un número de los portainjertos ensayados se ha acercado a la de los suelos desinfectados con BM, si bien a lo largo del ciclo se han observado oscilaciones debido a que, generalmente, la producción precoz es mayor en las plantas injertadas.

Las plantas injertadas sobre algunos de los portainjertos ensayados han tenido un porte más homogéneo y por lo común han mejorado su estructura y la distribución de los frutos.

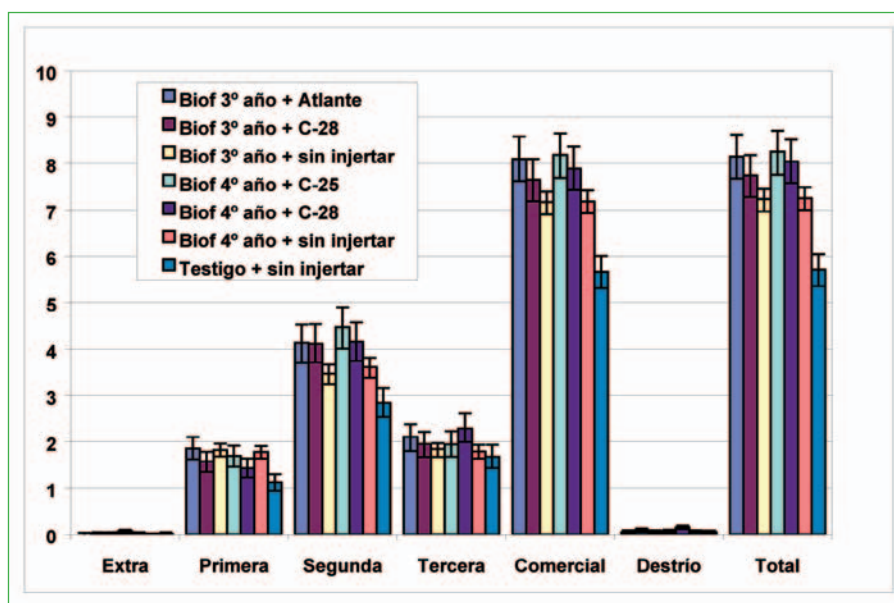


Figura 1. Producción comercial (kg/m²). Cultivo ecológico con biofumigación y solarización, suelo sin patógenos. Campaña 2002/2003

Influencia sobre la producción

La producción comercial y la producción total de las plantas injertadas sobre muchos de los portainjertos se ha acercado a los niveles de la obtenida con BM, presentando, en algunos casos, ciertas ventajas son facilidad de cosecha y/o mejor conformación del fruto.

En las gráficas y las tablas se ofrecen resultados relativos a suelos con diferentes niveles de infección y cultivo no ecológico y ecológico.

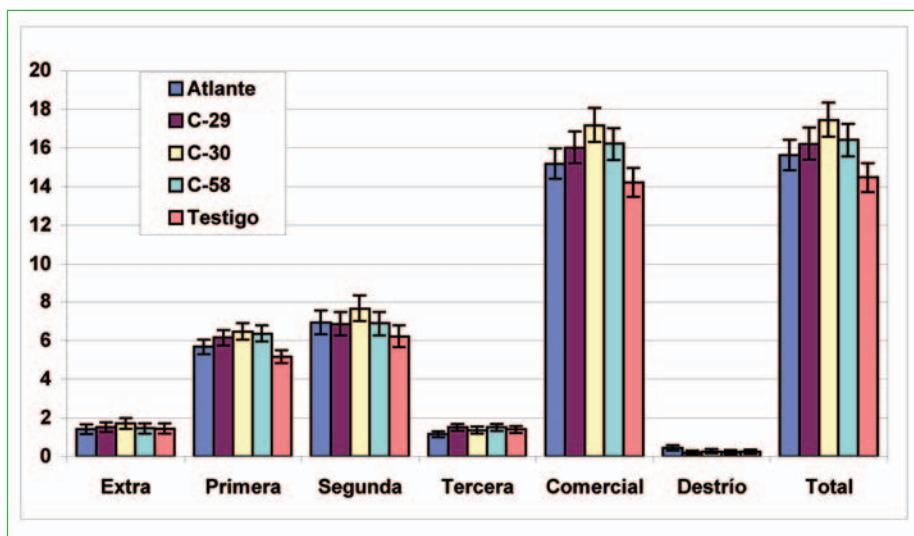


Figura 2. Producción comercial (kg/m²). Cultivo ecológico, con biofumigación y solarización, suelo con *Meloidogyne incognita*. Campaña 2002/2003

Atlante

Atlante es un portainjerto de la empresa Ramiro Arnedo S.A. que ha participado habitualmente en los ensayos y ha estado entre los destacados por sus buenos resultados en todos y cada uno de los apartados y lo ha hecho de un modo estable.

Atlante combina un gran vigor y desarrollo radicular con lo que en el comercio de semillas se denomina ‘resistencia intermedia’ a *P. capsici*, *M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria* y tolerancia a factores abióticos desfavorables.

CON ‘RESISTENCIA INTERMEDIA’ SE QUIERE INDICAR QUE, EN COMPARACIÓN CON UNA VARIEDAD SENSIBLE, LA VARIEDAD RESISTENTE LIMITA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLAGA O ENFERMEDAD A LA QUE SE REFIERE LA RESISTENCIA, EN CONDICIONES DE UNA PRESIÓN NORMAL DE LA MISMA; SI BIEN PUEDE PRESENTAR SÍNTOMAS Y/O DAÑOS, ESPECIALMENTE SI LA PRESIÓN DE LA PLAGA O ENFERMEDAD SUPERA LOS NIVELES NORMALES.

4 ► CONCLUSIONES

El injerto se ha manifestado como una técnica adecuada, seguramente la más estable, para la producción integral y ecológica cuando en el suelo existen patógenos, factores abióticos desfavorables y/o cuando las condiciones estructurales del mismo dificulten el cultivo.

Para ello se necesita disponer de variedades de portainjertos de buena calidad, como lo han puesto de manifiesto en los ensayos los patrones de la empresa Ramiro Arnedo S.A. y, entre ellas *Atlante*.

El empleo de esta técnica posibilita el cultivo de variedades comerciales de pimiento que ofrezcan las características deseadas por la producción ecológica, variedades tradicionales, con sabor, con aroma, con color, en suma con los caracteres organolépticos que hacen posible compensar en el precio la probable disminución de la producción y el quizás más alto coste de cultivo.

Pues si bien las variedades tradicionales, o aquellas en las que se han recuperado estas buenas cualidades, con frecuencia pueden tener un sistema radicular más bien débil y estar desprovistas de resistencias a patógenos del suelo y de tolerancia a factores abióticos desfavorables, todo ello puede quedar superado con el empleo de un buen portainjerto.

También estas variedades requeridas para el cultivo ecológico pueden estar faltas de resistencias a enfermedades aéreas, lo que se puede afrontar mediante programas de mejora genética, olvidándose, debido al injerto, de los problemas que planteen los suelos, y hacerlo con la mínima merma de caracteres organolépticos de la variedad tradicional.

En algunos casos esta técnica puede usarse de forma aislada, pero en otros, por ejemplo ante presencia de algunos patógenos, como nematodos, puede convenir su combinación con otras técnicas, ecológicas, como la biofumigación y la solarización. No hay que olvidarse que los patógenos son seres vivos que van a luchar por su supervivencia, pudiendo modificar su nivel de agresividad, lo que ha de evitarse.

A partir de un buen conocimiento de los condicionantes del suelo, un experto diseñará una estrategia de cultivo en la que ciertamente deberá figurar el empleo de un portainjerto de calidad, como *Atlante*.

5 ► AGRADECIMIENTOS

Dr. A. Lacasa y colaboradores de Protección Vegetal, IMIDA, Murcia, España.

Dr. A. Bello y colaboradores de Agroecología, CCMA, CSIC, Madrid, España.

Dr. J.C. Tello y colaboradores de Producción Vegetal, Universidad de Almería.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **BRIDGE, J. Y PAGE S. L. J. 1980**

Estimation of root-knot nematodes infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical Pest Management*, 26: 296-298.

- **LACASA, A.; ROS, C.; GUERRERO, M. M.; MARTÍNEZ, M. C.; GUIRAO, P.; MARTÍNEZ, M. A.; BARCELÓ, N.; RODRÍGUEZ, I. Y ONCINA, M. 2003**

Combinación de injerto y desinfección parcial del suelo como alternativa al bromuro de metilo en pimiento. *Actas de Horticultura*, 39: 550-551.

- **LÓPEZ - PÉREZ, J. A.; ROBERTSON, L.; BELLO, A.; ESCUER, R. M.; DíEZ - ROJO, M. A.; PIEDRA BUENA, A.; ROS C. Y MARTÍNEZ, C. 2004**

Resistencia en pimiento a nematodos formadores de nódulos del género *Meloidogyne* Göldi. En prensa.

- **MIGUEL, A. 1997**

El injerto como alternativa al uso del bromuro de metilo. En: Posibilidad de alternativas viables al bromuro de metilo en pimiento de invernadero. Publicaciones de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. Región de Murcia. Jornadas 11: 47-50.

- **ROS, C.; GUERRERO, M. M.; LACASA, A.; GUIRAO, P.; MARTÍNEZ, M. A.; BARCELÓ, N.; MARTÍNEZ, M. C.; LÓPEZ, J. A.; BELLO, A. Y RODRÍGUEZ, I. 2003**

Evaluación de patrones de pimiento para el control de patógenos en cultivos ecológicos de invernadero. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Pontevedra, 26 - 30 mayo. Resúmenes, 250.

EL INJERTO DE HORTALIZAS UNA OPCIÓN ECOCOMPATIBLE

RICARDEZ SALINAS, M.; DÍAZ PÉREZ, M.; CAMACHO FERRE, F. Y FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, E. J.

Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería

RESUMEN

La problemática de plagas y enfermedades en la agricultura intensiva está haciendo que se realicen técnicas culturales ecocompatibles como el injerto.

El desarrollo y perfeccionamiento de esta técnica se vio frenada hace algunas décadas debido a la obtención de nuevas variedades de hortalizas resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades, junto a la utilización de agroquímicos a veces, altamente agresivos con la microflora y fauna del suelo, un ejemplo es el bromuro de metilo. En la actualidad se conoce el impacto ambiental que conlleva el empleo excesivo de ciertos fitosanitarios, como es la destrucción de la capa de ozono y sus efectos negativos sobre los seres vivos.

El grupo de investigación de "Producción vegetal en sistemas de cultivos mediterráneos" de la Universidad de Almería, en la línea de investigación: "Optimización de la productividad de cultivos hortícolas bajo invernadero" realizó ensayos en las campañas 2002-2003 y 2003-2004 en dos cultivares de tomate "Rama" Pitenza e Ikram sobre diferentes portainjertos. Los experimentos se llevaron a cabo bajo invernaderos comerciales del tipo "Raspa y Amagado", con suelo arenado. Las explotaciones estaban ubicadas en Campohermoso-Níjar. (Almería).

Se realizaron parcelas elementales de 13 y 10 m². En ellas se plantaron 10 plantas de tomate injertado. Se podaron a dos brazos. El número de portainjertos empleado fue de cuatro, haciendo cuatro repeticiones. Para el parámetro "producción total comercial" no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre portainjertos pero si se presentaron diferencias entre variedades.

1 ► INTRODUCCIÓN

La agricultura actual, busca alternativas para sostener un mercado que demanda productos de calidad y respetuosos con el medio ambiente.

Una opción, la representa la técnica del injerto, la cual se ha empleado en sus comienzos para la protección de variedades sensibles o poco tolerantes contra plagas y enfermedades presentes en los suelos que han sido y son sometidos a una agricultura intensiva.

Esta técnica nos ofrece ventajas:

- Reduce la incidencia de las enfermedades cuyo inóculo permanece en el suelo como *Fusarium oxysporum*, *Pyrenochaeta lycopersici*, *Verticillium dahliae* y Nematodos (*Meloidogyne spp.*)
- Incrementa la tolerancia a bajas temperaturas, salinidad y anegamiento.
- Aumenta la absorción de nutrientes y agua.
- Aporta vigor a la planta y prolonga el tiempo de cosecha económicamente viable.
- Puede incrementar la precocidad, realizando podas en los primeros estadios.
- Disminución del material vegetal por superficie.
- Reducción del empleo de productos químicos de síntesis. (Masayuki Oda, 1995, 1999; A. Miguel, 1997; Lee 1994; Harold C. Passam 2003).

Inconvenientes:

- Representa una labor ardua, requiere de espacio, materiales, experiencia para realiza el injerto, mantenerlo y aclimatar la planta injertada.
- Dependiendo de la variedad y portainjertos, la incompatibilidad en el injerto y una reducción en la calidad de los frutos puede aparecer.

En las plantas de tomate existen tres tipos de genes de resistencia al virus del mosaico del tabaco (TMV) Tm, Tm-2 y Tm-2^a.

Los genes tanto de la variedad como del portainjertos deben de coincidir. Cuando estos son diferentes y la planta injertada es infectada por el TMV, el injerto generalmente tiene éxito, pero los problemas aparecen después.

- Las plantas injertadas requieren de modificaciones en las labores culturales. (Masayuki Oda, 1995).

Tabla 1. Objetivos del injerto de hortalizas en diferentes partes del mundo

PAÍS	CULTIVO	ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL SUELO	TOLERANCIA A BAJAS TEMPERATURAS	MARCHITES DEBIDO A DESORDENES FISIOLÓGICOS	TOLERANCIA A SEQUÍA	VIGOR
Japón	Sandía	X	X	X	X	
	Pepino	X	X			X
	Melón	X	X	X		
	Tomate	X				
	Berenjena	X	X			X
	Pimiento	X	X			X
Corea	Sandía	X	X	X		
	Pepino	X	X			X
	Melón	X	X	X		
	Tomate	X	X			
	Pimiento	X	X			X
Grecia	Sandía	X				
	Pepino	X				
	Melón	X				
	Tomate	X				
España	Sandía	X				
	Tomate	X				
	Berenjena	X				
Marruecos	Tomate	X				
Chipre	Sandía	X				
Holanda	Tomate					X
México	Sandía	X				
	Melón	X				
	Tomate	X				
Guatemala	Sandía	X				
	Melón	X				
	Tomate	X				
Honduras	Melón	X				
	Sandía	X				
	Tomate	X				

Elaboración Propia

Tabla 2. Situación y perspectivas a nivel mundial. % Cultivos Injertados

PAÍS	SANDÍA	PEPINO	MELÓN	TOMATE	BERENJENA	PIMIENTO	FUENTE
Japón (1995)	93 %	72 %	30 %	32 %	50 %	(b)	Masayuki Oda
Corea (2003)	98 %	95 %	95 %	5 %	2 %	5 %	Jung Myung Lee
Grecia (2003)	100 %	5-10 %	40-50 %	2-3 %			Harold C. Passam
España	98 %			(a)	(a)		
Marruecos (2002)				25%			Mohamed Besri
Chipre (2001)	80 %						N. OIANNOU
Italia (ab)							
Israel (ab)							
Francia (ab)							
Holanda (2004)				50%			Helen Armstrong
México (ab)							
Guatemala (ab)							
Honduras (ab)							

Elaboración Propia. (a) Se está implementando en los últimos 5 años. (b) Datos no disponibles.

En estos ensayos se estudiaron los efectos de cuatro portainjertos sobre dos variedades de importancia económica en el sureste español.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron durante las campañas 2002-2003 y 2003-2004, en ambos

casos se utilizaron los cultivares Pitenza e Ikram los cuales se comercializan como tomate en “Ramillete”. Estos cultivares fueron injertados sobre cuatro portainjertos interespecíficos (*Lycopersicon hirsutum* x *Lycopersicon esculentum*).

En la campaña 2002-2003 se emplearon los portainjertos Beaufort, Brigeor, Heman y Popeye. En la campaña 2003-2004 los portainjertos utilizados fueron Beaufort, Brigeor, Heman y Maxifort.

El tipo de injerto empleado fue de empalme.

Los experimentos se llevaron a cabo en invernaderos comerciales del tipo “Raspa y Amagado” con suelo arenado.

El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones para cada variedad vs portainjertos. Las parcelas elementales en la primera campaña fueron de

13 m², en ellas se plantaron 13 plantas injertadas. En la campaña 2003-2004, las parcelas fueron de 10 m², utilizándose en este caso 10 plantas de tomate injertado.

En ambos casos, la densidad de plantación fue de 1 planta . m⁻² a dos brotes, esta densidad es inferior a la utilizada en ensayos realizados en Tenerife, cuyas plantas injertadas fueron llevadas a 3 tallos . m⁻² (Ríos Mesa et al 2001) y Romano et al (1999) que utilizaron 3 plantas . m⁻² a un solo tallo.

La fecha de plantación 2002-2003 se realizó el 9 de septiembre de 2002 y para la campaña 2003-2004 se plantó el 8 de septiembre de 2003.

El fin del ensayo en el primer caso fue el 26 de mayo de 2003 y el segundo el 15 de junio de 2004.

En ambos ensayos se utilizaron abejorros para la polinización. Las prácticas culturales, fertirriego y aplicación de agroquímicos fueron las que comúnmente se realizan en Almería.

En la variedad Pitenza en las dos fechas, el ramillete fue manipulado, dejando 8 frutos por ramo. En el caso del cultivar Ikram el ramillete no fue manipulado.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la campaña 2002-03 no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre portainjertos y no se presentó interacción variedad / portainjertos; sin embargo en la

media productiva entre variedad / portainjertos Pitenza produjo más que Ikram (11,23 Kg . m⁻² frente a 9,98 Kg . m⁻²) existiendo una diferencia estadísticamente significativa (Tabla 3) esto puede estar relacionado con las características productivas de las mismas, en Pitenza el ramillete se trabajó a 8 frutos e Ikram normalmente el número de frutos presentes en el ramillete vario de 5 a 7.

Tabla 3. Influencia del portainjertos híbridos interespecíficos (*Lycopersicon hirsutum* x *Lycopersicon esculentum*) y de cultivares de tomate en la producción total comercial. (kg·m⁻²). Campaña 2002/03. Test de mínimas diferencias significativas, p < 0.05

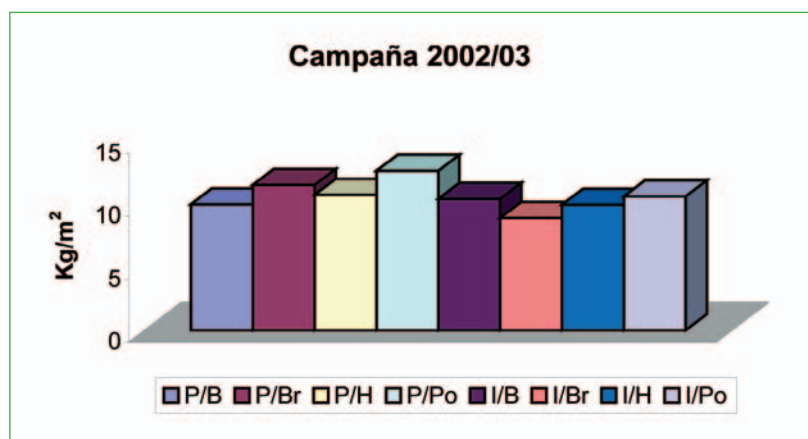
VARIETADES	PORTAINJERTOS				MEDIA (V/P*)	ÍNDICE
	BEAUFORT	BEAUFORT	HEMAN	MAXIFORT		
Ramillete						
Pitenza	9,98	11,53	10,74	12,66	11,23 a	113%
Ikram	10,43	8,89	9,97	10,62	9,98 b	100%
Media	10,20 a	10,21 a	10,35 a	11,64 a	10,60	
Índice	100%	100%	101%	114%		
mds	1,7205					
p- variedad	0,0444					
p- portainjerto	0,2716					
p- interacción	0,2766					

Nota: (V/P*): media variedad/portainjertos.

El rendimiento medio obtenido fue de 10,60 Kg . m⁻² , obteniéndose el valor máximo en la combinación Pitenza / Popeye (12,66 Kg . m⁻²) mientras que el valor más bajo correspondió a Ikram / Brigeor (8,89 Kg . m⁻²). (Figura 1).

En el ensayo llevado a cabo en la campaña 2003-04 de igual forma no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre portainjertos y no se presentó interacción variedad / portainjertos. En esta campaña los resultados muestran que no existió una diferencia estadísticamente significativa en la media productiva entre variedad / portainjertos (Tabla 4) a pesar de que de igual forma el ramillete del cultivar

Pitenza se manipuló a 8 frutos, pero en esta ocasión el cultivar Ikram el número de frutos en los ramilletes osciló de 6 a 10.



Variedades : PITENZA (P) , IKRAM (I). Portainjertos: Beaufort (B); Brigeor (Br); Heman (H); Popeye (Po)
Figura 1. Comparación de la producción comercial Kg . m⁻² de cultivares de tomate sobre varios portainjertos. Campaña 2002/03.

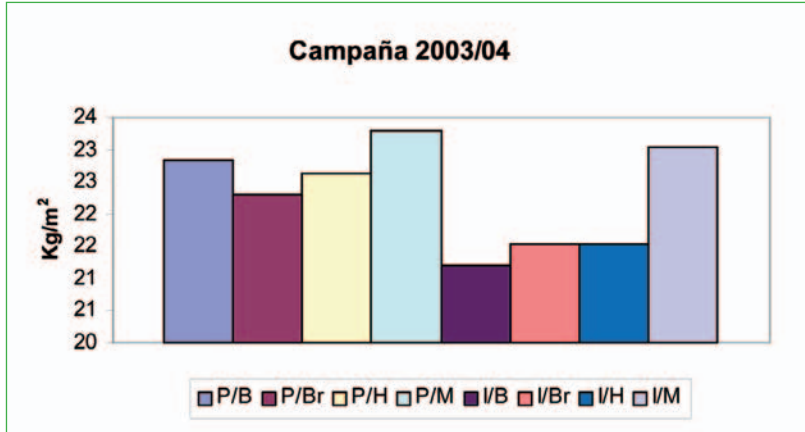
Tabla 4. Influencia del portainjertos (*Lycopersicon hirsutum* x *Lycopersicon esculentum*) y de cultivares de tomate en la producción total comercial (kg·m⁻²). Campaña 2003/04. Test de mínimas diferencias significativas, $p < 0.05$

VARIETADES	PORTAINJERTOS				MEDIA (V/P*)	ÍNDICE
	BEAUFORT	BEAUFORT	HEMAN	MAXIFORT		
Ramillete						
Pitenza	22,84	22,30	22,64	23,30	22,77 a	104%
Ikram	21,21	21,53	21,54	23,03	21,83 a	100%
Media	22,02 a	21,91 a	22,09 a	11,49 a	22,30	
Índice	100%	100%	101%	113%		
m _{ds}	1,6899					
p- variedad	0,1182					
p- portainjerto	0,4044					
p- interacción	0,8649					

Nota: (V/P*): media variedad/portainjertos.

El rendimiento medio obtenido fue de 22,30 Kg . m⁻² presentándose el valor más alto para ambos cultivares en la combinación con Maxifort (23,30 Kg . m⁻² Pitenza y 23,03 Kg

. m⁻² Ikram) mientras que el valor más bajo se observó en la combinación Ikram / Beaufort (21,21 Kg . m⁻²). (Figura 2).



Variedades : PITENZA (P) , IKRAM (I). Portainjertos: Beaufort (B); Brigeor (Br); Heman (H); Popeye (Po)
 Figura 2. Comparación de la producción comercial Kg . m⁻² de dos cultivares de tomate sobre varios portainjertos. Campaña 2003/04.

En cuanto a portainjertos estos resultados coinciden con los obtenidos por Miguel et al (2001) para los portainjertos Beaufort y Brigeor, A. Aguilar et al (2003) con los portainjertos Beaufort, Brigeor y Maxifort; C. Baixauli et al (2003) Beaufort, Brigeor y Maxifort, en ensayos realizados en la comunidad de Valencia, coincidiendo de igual forma con los resultados obtenidos con el portainjertos Beaufort en los ensayos de Tenerife, donde el injerto no obtuvo producciones significativas. En ninguna de las combinaciones empleadas se encontraron problemas de incompatibilidad variedad / portainjertos.

4 ► CONCLUSIONES

El uso del injerto en tomate puede ser una alternativa en la producción ecológica sin correr el riesgo de verse reducida la productividad del cultivo.

Actualmente en el mercado se encuentra una mayor diversidad de portainjertos.

La elección del portainjertos a emplear puede estar relacionada a los problemas del suelo, objetivos y variedades que se desean producir y del efecto económico del mismo sobre el total de los costos de cultivo, no solo desde el punto de vista de inversión en semilla, sino teniendo en cuenta variables como poder germinativo y germinación.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

A través del presente manifestamos nuestro agradecimiento a D. Francisco Montoya Hernández y D. Andrés Gómez Vargas, propietarios de los invernaderos donde se realizaron los ensayos.

Al grupo MUNDIPLANT semilleros.

A D. Alejandro Romero Martínez del Sobral por el apoyo, ya que esta técnica será de gran utilidad en el desarrollo de una agricultura sustentable y respetuosa con el medio ambiente en México.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **LEE, J. M. 1994**

“Cultivation of grafted vegetables I. Current status, Grafting methods, and Benefits”. HortScience, 29(4). 235-239.

- **MASAYUKI, ODA 1995**

New grafting methods for fruit-bearing vegetables in Japan. JARQ 29, 187-194.

- **A. MIGUEL 1997**

“Injerto de hortalizas” Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación. Generalitat Valenciana.

- **A. MIGUEL; GAMAYO J. D. Y AGUILAR A. 2001**

Memoria de Actividades. Fundación Caja Rural de Valencia.

- **MASAYUKI, ODA 1999**

Grafting of vegetables to improve greenhouse production. College of Agriculture, Sakai Osaka, Japan.

- **ROMANO, D. Y PARATORE, A. 1999**

“Effects of grafting on tomato and eggplant” (DOFATA) Università di Catania. Italy. 149-153.

- **IOANNOU, N. 2001**

Integrating soil solarization with grafting on resistant rootstocks for management of soil-borne pathogens of eggplant. Journal of horticultural Science & Biotechnology 76 (4) 396-401.

- **RIOS MESA, DOMINGO J.; SANTOS COELLO, BELARMINO; DÍAZ EXPÓSITO, DOMINGO Y SOLAZ LUCES, COVADONGA 2001**

Ensayos de tomate de exportación. Campaña 2000-2001. Servicio de Agricultura. Cabildo Insular de Tenerife.

- **BESRI, MOHAMED 2002**

Tomato grafting as an alternative to methyl bromide in Morocco. Institute Agronomique et Vétérinaire Asan II, Morocco.

- **PASSAM, HAROLD C. 2003**

Use of grafting makes a comeback. Fruit&Veg Tech- vol 3 nr.4

- **AGUILAR, A.; PARRA, J. Y GAMAYO, J. DE DIOS 2003**

Ensayo de tomate injertado sobre distintos portainjertos 2002-2003. Memoria de Actividades. Fundación

Caja Rural de Valencia.

- **BAIXAULI, C.; AGUILAR, J. M.; GINER, A. Y MIGUEL, A. 2003**

Comparación de variedades y portainjertos en tomate de otoño. Memoria de Actividades. Fundación Caja Rural de Valencia.

- **LEE MYUNG JUNG 2003**

Advances in Vegetable Grafting. Chronica Horticulturae vol 43 number 2 — 2003 13 - 19

- **ARMSTRONG, HELEN 2004**

Rootstock is key to grafted plants. Fruit&Veg Tech- vol 4 nr.2

EFECTO DEL TIPO DE CULTIVO Y DE FERTILIZACIÓN SOBRE LA ABUNDANCIA Y LA DIVERSIDAD DE LAS MALAS HIERBAS Y LA INVASIBILIDAD

SANS SERRA, F. X.⁽¹⁾ Y **ALTIERI, M. A.**⁽²⁾

⁽¹⁾ Departament de Biologia Vegetal. Universitat de Barcelona
Avda. Diagonal 645. 08028 Barcelona
E-mail: fsans@ub.edu

⁽²⁾ ESPM. University of California.
201 Wellman Hall 3112. Berkeley, California 94720 -3112
E-mail: agroeco3@nature.berkeley.edu

RESUMEN

El estudio tiene por objetivo evaluar el efecto del cultivo de *Vicia villosa* y el policultivo con *Hordeum vulgare* y la fertilización orgánica y inorgánica sobre la estructura de la comunidad de malas hierbas (biomasa, número de especies, diversidad y equitabilidad) y sobre la resistencia a la invasión mediante la introducción experimental de semillas de *Brassica* sp. como especie invasora diana y la posterior evaluación de su biomasa. Los resultados muestran que el policultivo reduce significativamente la biomasa, el número de especies y la diversidad de las malas hierbas, mientras que el tipo de fertilización no afecta significativamente. En las parcelas fertilizadas con compost vegetal, el aumento de la densidad y la complementariedad en el uso de los recursos del policultivo reduce el establecimiento de las poblaciones de malas hierbas y la invasión de *Brassica* sp., la especie invasora diana.

PALABRAS CLAVE: CULTIVO DE COBERTURA, MALAS HIERBAS, DIVERSIDAD, EQUITABILIDAD E INVASIÓN

1 ► INTRODUCCIÓN

Los cultivos de cobertura poseen una amplia variedad de usos como son el control de la erosión, el manejo de plagas mediante la atracción de insectos benéficos y la alteración del ciclo vital de las plagas, el mantenimiento y el aumento de la fertilidad del suelo y el manejo de las malas hierbas (Altieri, 1999). El cultivo de cobertura se puede incorporar al suelo mediante el laboreo, es el llamado abono verde, o bien se puede utilizar como “mulch”. La utilización de los cultivos de cobertura facilita la gestión de las malas hierbas al sustituir el complejo manejo de las poblaciones de malas hierbas por la fácil gestión del cultivo. La supresión de las poblaciones de malas hierbas será eficaz si el cultivo es capaz de establecerse antes que las malas hierbas. Además, la siega y deposición en superficie del cultivo también facilita el control de las malas hierbas debido a la inhibición de la germinación que ejerce la cubierta de residuos vegetales. Las leguminosas fijadoras de nitrógeno atmosférico constituyen las principales especies que se utilizan en los cultivos de cobertura. Sin embargo, también se utilizan diversas gramíneas y crucíferas, a menudo sembradas con la leguminosa (Liebman *et al.*, 2001).

En este experimento se ha estudiado el uso de *Vicia villosa* Roth. y el policultivo con *Hordeum vulgare* L. para el manejo de las malas hierbas de finales de verano y principios de otoño. El monocultivo de *V. villosa* tiene diversas limitaciones como son el lento establecimiento y la rápida descomposición. Sin embargo al sembrarla con la cebada ambas especie se complementan; la biomasa total aumenta, el crecimiento de la cebada es más rápido, la cebada aporta compuestos alelopáticos (Liu y Lovett, 1993) y estructura para el crecimiento de *V. villosa*. Además, la adición de *H. vulgare*, que posee una mayor disponibilidad de nitrógeno, comporta que la biomasa tenga una menor relación C/N que previene la inmovilización del nitrógeno y disminuye la tasa de descomposición del cultivo cuando se incorpora la suelo.

La mayor supresión de las malas hierbas del cultivo de leguminosa y cereal respecto del monocultivo de leguminosa y del aumento de la densidad del cultivo ya ha sido constatada por diversos autores (Liebman y Dyck, 1993; Mohler y Liebman, 1987; Hauggaard-Nielsen *et al.*, 2001). Sin embargo pocos estudios han evaluado los cambios en la estructura de las comunidades arvenses en relación al aumento de la densidad y del número de especies cultivadas (Palmer y Maurer, 1997). Además, si consideramos que la utilización de los recursos del policultivo de *V. villosa* y *H. vulgare* y el monocultivo de *V. villosa* es diferente, incluso más amplia, se plantea la hipótesis que el policultivo comporta una mayor supresión del crecimiento de las poblaciones de malas hierbas y, en consecuencia, comporta una reducción del número de especies y de la diversidad, y un aumento de la equitabilidad. El patrón de disponibilidad de nutrientes es importante para el manejo de las poblaciones de malas hierbas debido a que puede afectar la densidad, el momento de emergencia y la interacción con el cultivo (Liebman *et al.*, 2001). De manera general, la tasa de liberación de los nutrientes de la fertilización orgánica es más lenta que la de la fertilización química. Diversos autores han constatado que la fertilización química disminuye la capacidad

competitiva del cultivo y, en consecuencia, disminuye la capacidad de supresión de las poblaciones de malas hierbas (Liebman y Robichaux, 1990).

La relación entre complejidad y estabilidad de las comunidades ha suscitado el interés de los ecólogos desde hace mucho tiempo tanto desde un punto de vista teórico como práctico. Elton (1958) fue el primero en proponer que las comunidades más diversas serían las más resistentes a las invasiones y para emitir esta hipótesis se basó en el hecho de que los sistemas agrícolas, pobres en especies, eran los ecosistemas más invadidos. La baja diversidad de los cultivos es la principal razón por la cual estos sistemas son muy vulnerables a la invasión por parte de malas hierbas. Diversos estudios teóricos y empíricos sobre las invasiones han permitido formular la hipótesis que la diversidad puede aumentar la resistencia de una comunidad a la invasión (Fox y Fox, 1996; Rejmánek, 1989; Naeem *et al.*, 2000). Uno de los mecanismos propuestos de resistencia de las comunidades podría ser la exclusión competitiva por parte de las especies residentes (Newsome y Noble, 1986). Un segundo mecanismo, a menudo defendido, es que las invasiones son favorecidas por la existencia de nichos ecológicos vacíos que facilitan la colonización por especies autóctonas y exóticas (Thompson, 1991). Sin embargo, la ausencia de control de diversos factores extrínsecos (p.e. perturbación, clima o fertilidad del suelo) de la mayor parte de los estudios que pueden covariar con la diversidad y la invasión dificultan la verificación de la hipótesis planteada por Elton (Naeem *et al.*, 2000).

Con el objetivo de evaluar el efecto del monocultivo de *V. villosa* y la adición de *H. vulgare* (policultivo de *V. villosa* y *H. vulgare*) y el tipo de fertilización, orgánica y inorgánica, sobre la estructura de la vegetación arvense y sobre la resistencia a la invasión de *Brassica* sp. se ha diseñado diversos experimentos en Cataluña y California, ambas áreas con un clima mediterráneo. La estructura de la vegetación arvense se ha evaluado a partir de la biomasa, el número de especies, la diversidad específica y la equitabilidad. La resistencia a la invasión se ha evaluado mediante la introducción experimental de semillas de *Brassica* sp. como especie invasora y la posterior evaluación de su biomasa.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño experimental

- Efecto del tipo de cultivo y de fertilización sobre la estructura de la vegetación arvense

El estudio se ha llevado a cabo simultáneamente en California y Cataluña, ambas áreas con un clima mediterráneo. Se diseñó un experimento de dos factores, el tipo de cultivo y de fertilización, con tres repeticiones. Se seleccionó una parcela homogénea en la Gill Track, estación experimental de la Universidad de California y una parcela en los campos

experimentales de la Universidad de Barcelona. En la Gill Track, se seleccionaron 3 áreas (repeticiones) de 5 x 5 m; en cada una de ellas se delimitaron 4 parcelas equidistantes de 2 x 2 m, mientras que en la Universidad de Barcelona, se seleccionaron 3 áreas de 3 x 7,5 m, en cada una de ellas se delimitaron 4 parcelas equidistantes de 3 x 1,5 m. Dos de ellas, escogidas al azar, fueron fertilizadas con compost vegetal y las otras dos con fertilizante inorgánico. De las dos parcelas de cada tipo de fertilización, una, escogida al azar, fue sembrada con *V. villosa* y la otra con *V. villosa* y *H. vulgare*.

- Efecto del tipo de cultivo y el tipo de fertilización sobre la resistencia a la invasión

El estudio de la relación entre el tipo de cultivo y el tipo de fertilización sobre la resistencia a la invasión se ha llevado a cabo únicamente en la Gill Track, estación experimental de la Universidad de California en Berkeley. En una parcela homogénea se seleccionó 3 áreas (repeticiones) de 5 x 5 m. En cada una de ellas se delimitó 4 parcelas equidistantes de 2 x 2 m; dos de ellas, escogidas al azar, fueron fertilizadas con compost vegetal y las otras dos con fertilizante inorgánico. Una de las parcelas fertilizada con compost y otra con fertilizante inorgánico fueron sembradas con *Vicia villosa*, mientras que las dos restantes fueron sembradas con *V. villosa* y *H. vulgare*. Quince días después de la emergencia del cultivo se sembró las semillas de *Brassica* sp. a la densidad de 36 semillas m⁻².

El fertilizante orgánico se aplicó a una dosis de 500 g m⁻² de compost vegetal (10,35 g de nitrógeno), mientras que el fertilizante inorgánico se aplicó a una dosis de 50 g m⁻² de NH₃SO₄ (10 g de nitrógeno). La fertilización se realizó tras el laboreo del cultivo. El monocultivo de *V. villosa* se sembró a la densidad de 28,3 g m⁻². El policultivo se sembró a la densidad de 28,3 g m⁻² y 42,5 g m⁻² para *V. villosa* y *H. vulgare* respectivamente. La fertilización y la siembra se llevaron a cabo el 27 de Agosto y el 10 de Octubre de 2003 en Berkeley y Barcelona respectivamente. Las parcelas se irrigaron periódicamente durante los primeros días con objeto de facilitar el establecimiento del cultivo.

- Muestreo

Con objeto de evaluar el crecimiento del cultivo y de las malas hierbas se recolectó periódicamente la biomasa aérea de un cuadrado de 20 x 20 cm, dispuesto al azar, en cada una de las parcelas en el experimento de Berkeley y de dos cuadrados de 30 x 30 cm en el experimento de Barcelona. Las muestras se recolectaron 36, 56 y 64 días después de la siembra en Berkeley y 30, 60 y 150 días tras la siembra en Barcelona. En el experimento de Berkeley se separó la biomasa de *V. villosa*, *H. vulgare*, *Brassica* sp. y malas hierbas, mientras que en el de Barcelona se separó la biomasa de cada una de las especies. Todo el material recolectado se desecó a 60 °C durante 48 h.

- Análisis estadístico

El análisis del efecto del tipo de cultivo (monocultivo *vs.* policultivo) y del tipo de fertilización (orgánica *vs.* inorgánica) sobre la biomasa del cultivo, la biomasa de las malas

hierbas y la supresión de las malas hierbas, evaluada mediante la relación entre la biomasa de malas hierbas y la biomasa total, se ha analizado mediante el análisis de la varianza de dos factores. La estructura de la comunidad arvense se ha evaluado a partir del número de especies, el índice de diversidad de Shannon (H'), que se basa en la abundancia proporcional de las especies, y la equitabilidad (E). El efecto del tipo de cultivo y del tipo de fertilización sobre el número de especies, la diversidad y la equitabilidad se ha evaluado mediante el análisis de la varianza de dos factores. El efecto del tipo de cultivo y del tipo de fertilización sobre la resistencia a la invasión, evaluada a partir de la relación entre la biomasa de *Brassica* sp. y la biomasa total, se ha analizado mediante el análisis de la varianza de dos factores. Así mismo se ha comparado la biomasa de la planta cultivada y de las malas hierbas entre los diferentes tratamientos mediante el análisis de la varianza. Con objeto de simplificar el análisis estadístico y los resultados, todos los análisis se han llevado a cabo con los datos procedentes del último muestreo debido a la estabilidad en el comportamiento a lo largo del tiempo.

La normalidad de los datos se testó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lillefords y la homogeneidad de las varianzas mediante el test de Levene. Las biomásas han sido normalizadas mediante la transformación logarítmica, mientras que las proporciones han sido normalizadas mediante el arcoseno de la raíz cuadrada (Sokal y Rohlf, 1989). Para detectar diferencias entre tratamientos se utilizó el test de la menor diferencia significativa con un grado de significación de $p \leq 0,05$. El análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis se ha utilizado cuando los datos transformados no se ajustan a la distribución normal. Los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico SPSS-X 11.5.1 (SPSS, 2002).

3 ► RESULTADOS

El momento del laboreo para la siembra del cultivo, que fué a finales de Agosto en Berkeley y a principios de Octubre en Barcelona, determinó las características de la vegetación arvense que se estableció con el cultivo. Diversas especies anuales de verano como *Amaranthus hybridus*, *Euphorbia nutans*, *Solanum nigrum* y *Portulaca oleracea* y, la perenne *Convolvulus arvensis* fueron las especies dominantes en Berkeley. Por el contrario, diversas anuales de invierno como *Lolium rigidum*, *Erodium malacoides*, *Geranium rotundifolium* y *Urtica urens* y, *Sonchus oleraceus*, *S. tenerrimus* y *Convolvulus arvensis* fueron las especies más importantes en Barcelona.

Efecto del tipo de cultivo y de fertilización sobre la estructura de la vegetación arvense

La biomasa del cultivo (Cuadro 1) es significativamente mayor en el policultivo que en el monocultivo debido a la presencia de la cebada (Barcelona: $F_{1,11} = 35,08$, $p \leq 0.001$); Berkeley:

$\chi^2 = 8,396$, g.d.l. = 1, $p = 0,004$). La biomasa de malas hierbas es significativamente mayor en las parcelas con monocultivo que en las parcelas con policultivo (Barcelona: $F_{1,11} = 62,25$, $p \leq 0,001$; Berkeley: $\chi^2 = 8,396$, $p = 0,004$).

La supresión de las malas hierbas (Figura 1), evaluada mediante la relación entre la biomasa de malas hierbas y la biomasa total, es significativamente mayor en el policultivo que en el monocultivo en la experiencia de Barcelona ($F_{1,11} = 47,39$, $p \leq 0,001$) y de Berkeley ($F_{1,11} = 53,27$, $p \leq 0,001$), mientras que es independiente del tipo de fertilización (Barcelona: $F_{1,11} = 1,50$, $p = 0,255$; Berkeley: $F_{1,11} = 1,60$, $p = 0,246$).

El número de especies (Figura 2) es significativamente mayor en las parcelas con monocultivo que en las parcelas con policultivo ($F_{1,11} = 20,45$, $p = 0,002$). El número de especies no varía significativamente en relación con el tipo de fertilización ($F_{1,11} = 0,16$, $p = 0,705$). La diversidad (Figura 2) es significativamente mayor en el monocultivo que en el policultivo ($\chi^2 = 5,66$, g.d.l. = 1, $p = 0,017$).

Además, la diversidad es significativamente mayor en las parcelas con monocultivo y fertilizadas orgánicamente que en las parcelas con monocultivo y fertilizadas inorgánicamente ($F_{1,5} = 36,00$, $p = 0,004$). Así mismo, la equitabilidad es significativamente mayor en las parcelas con abono orgánico que en las fertilizadas con abono inorgánico ($F_{1,9} = 66,39$, $p \leq 0,001$) y es mayor en las parcelas con policultivo que con monocultivo ($F_{1,9} = 9,31$, $p \leq 0,023$).

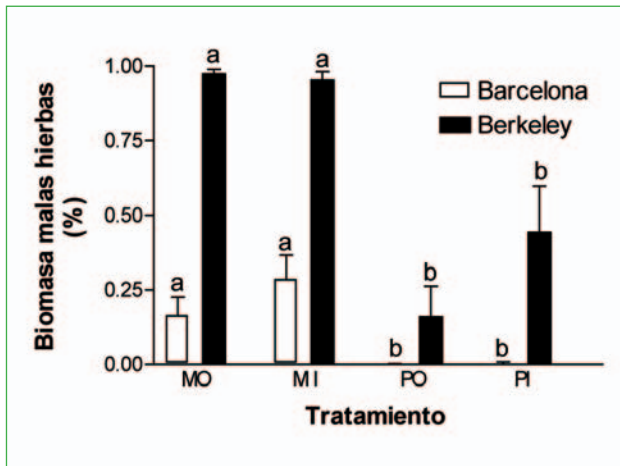


Figura 1. Supresión de malas hierbas, expresada mediante la relación entre la biomasa de malas hierbas y la biomasa total, en relación con el tipo de cultivo de cobertura, monocultivo de *Vicia villosa* (M) y policultivo de *V. villosa* y *Hordeum vulgare* (P), y el tipo de fertilización, orgánica (O) e inorgánica (I). Para cada estación experimental, las columnas con diferente letra indican diferencias significativas entre tratamientos con el test de la menor diferencia significativa, $p \leq 0,05$.

Cuadro 1. Biomasa total, biomasa de las especies cultivas y de las malas hierbas en relación con el tipo de cultivo de cobertura, monocultivo de *Vicia villosa* (M) y policultivo de *V. villosa* y *Hordeum vulgare* (P), y el tipo de fertilización, orgánica (O) e inorgánica (I). Los valores seguidos con diferente letra indican diferencias significativas entre tratamientos con el test de la menor diferencia significativa. $p \leq 0,05$

	MO	MI	PO	PI
Barcelona				
Biomasa total	605,15 ± 51,05a	657,31 ± 26,94a	860,96 ± 90,65b	965,14 ± 150,03b
<i>Hordeum vulgare</i>			580,81 ± 209,19a	735,95 ± 31,69a
<i>Vicia villosa</i>	499,46 ± 17,23a	469,86 ± 58,92a	278,28 ± 122,47a	225,24 ± 122,71a
Malas hierbas	105,69 ± 43,85a	187,45 ± 49,73a	1,87 ± 0,77b	3,95 ± 3,06b
Berkeley				
Biomasa total	1.666,67 ± 268,22a	1.416,67 ± 366,67a	950,00 ± 150,00a	1.066,67 ± 308,67a
<i>Hordeum vulgare</i>			733,33 ± 116,67a	650,00 ± 304,14b
<i>Hordeum vulgare</i>	33,33 ± 16,67a	66,67 ± 33,33a	50,00 ± 28,87a	16,67 ± 16,67a
Malas hierbas	1.633,33 ± 280,38a	1.350,00 ± 351,19a	166,67 ± 116,67b	400,00 ± 50,00b

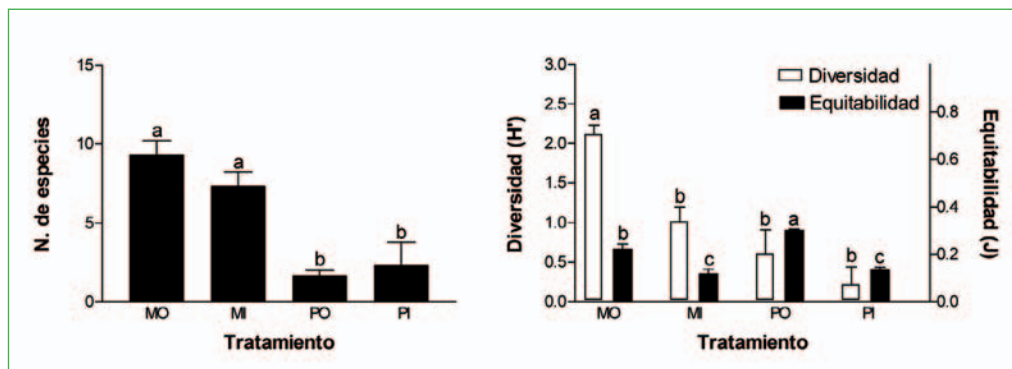


Figura 2. Número de especies (izquierda), diversidad y equitabilidad (derecha) en relación con el tipo de cultivo de cobertura, monocultivo de *Vicia villosa* (M) y policultivo de *V. villosa* y *Hordeum vulgare* (P), y el tipo de fertilización, orgánica (O) e inorgánica (I). Las columnas con diferente letra indican diferencias significativas entre tratamientos con el test de la menor diferencia significativa, $p \leq 0,05$.

Efecto del tipo de cultivo y el tipo de fertilización sobre la resistencia a la invasión

El crecimiento del cultivo (Figura 3) es significativamente mayor en el policultivo que en el monocultivo ($F_{1,11} = 17,07$, $p = 0,003$) en relación a la presencia de la cebada ya que la biomasa de *V. villosa* se mantiene igual en todos los tratamientos ($F_{3,11} = 0,25$, $p = 0,859$). El escaso crecimiento de la veza villosa en el monocultivo comporta un importante aumento de la biomasa de malas hierbas ($\chi^2 = 8,196$, $p = 0,004$). La biomasa de *Brassica* sp. es mayor en las parcelas fertilizadas inorgánicamente que en las abonadas orgánicamente, aunque estadísticamente sólo marginalmente significativo ($F_{1,11} = 4,176$, $p = 0,075$).

La importancia de la invasión (Figura 3), evaluada mediante la relación entre la biomasa de *Brassica* sp. y la biomasa total, es significativamente mayor en las parcelas con fertilización inorgánica ($F_{1,11} = 5,57$, $p < 0,05$).

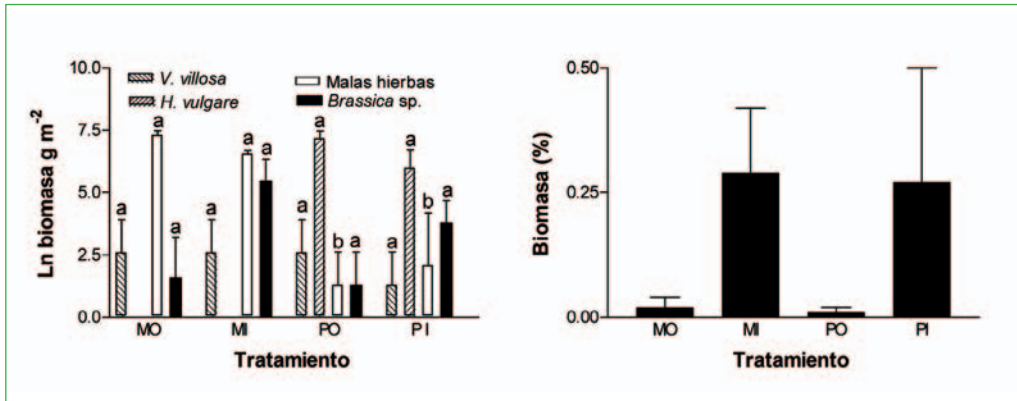


Figura 3. Biomasa de *Vicia villosa*, *Hordeum vulgare*, malas hierbas y *Brassica* sp. (izquierda) y la importancia de la invasión (derecha), evaluada mediante la relación entre la biomasa de *Brassica* sp. y la biomasa total, en relación con monocultivo de *Vicia villosa* (M) y policultivo de *V. villosa* y *Hordeum vulgare* (P), y el tipo de fertilización, orgánica (O) e inorgánica (I). Para cada uno de los compartimentos de la biomasa, las columnas con diferente letra indican diferencias significativas entre tratamientos, $p \leq 0,05$.

4 ► DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Nuestros resultados reflejan que los cultivos de cobertura constituyen un importante componente de numerosos sistemas de rotación de cultivos y ofrece la posibilidad de suprimir las poblaciones de malas hierbas a través de la competencia. El crecimiento del cultivo reduce la luz e inhibe la germinación de las malas hierbas. Además, la presencia del cultivo reduce la germinación y el crecimiento de las malas hierbas a través de la competencia, la liberación de sustancias alelopáticas y complejas interacciones edáficas.

La adición de cebada al monocultivo de *V. villosa* reduce significativamente la biomasa de las malas hierbas tanto en el experimento de Berkeley como en el de Barcelona. La ineficaz supresión de las poblaciones de malas hierbas en el monocultivo de *V. villosa* en Berkeley es debida al establecimiento relativamente lento de la veza villosa y la rápida germinación y establecimiento de las poblaciones de malas hierbas. Sin embargo, el monocultivo de *V. villosa* establece un eficaz control de las poblaciones de malas hierbas en el experimento de Barcelona. De manera general, ambos tipos de cultivo reducen la cantidad de recursos capturados por las malas hierbas y, en consecuencia, suprimen el crecimiento de sus poblaciones. Sin embargo, la capacidad de supresión de las malas hierbas es menor en el monocultivo de *V. villosa*. Estudios llevados a cabo con cebada y guisantes (Mohler y Liebman, 1987; Hauggaard-Nielsen *et al.* 2001) y con trigo y habas (Haymes y Lee, 1999) también muestran que la adición del cereal al monocultivo de leguminosas aumenta la capacidad de supresión de las malas hierbas. La ausencia de diferencias en la capacidad competitiva del cultivo en relación con el tipo de fertilización se explica por el tipo de fertilizante inorgánico utilizado. El sulfato amónico mimetiza el abono orgánico debido a que el amonio pasa a nitrato a través del proceso de nitrificación antes de la utilización por la mayor parte de las plantas.

La intensidad de la competencia del cultivo es probablemente más importante para el control del número de especies y la abundancia relativa entre las especies que la diversidad de las plantas cultivadas. El aumento de la densidad y la complementariedad en el uso de los recursos, que minimiza el solapamiento de nichos y la competencia entre las especies, permite al policultivo capturar una mayor cantidad y un más amplio rango de recursos que el monocultivo (Vandermeer, 1989). Estos resultados se ajustan a la hipótesis que el policultivo comporta una mayor supresión del crecimiento de las poblaciones de malas hierbas y, en consecuencia, disminuye el número de especies y la diversidad y aumenta la equitabilidad. Mohler y Liebman (1987) también constatan que los cultivos más productivos poseen una menor biomasa y un menor número de especies y reducen la importancia relativa de las especies dominantes. Estudios complementarios mediante series de sustitución a diferentes densidades ha de permitir separar el efecto de la densidad del de la diversidad de las plantas cultivadas.

Nuestros resultados muestran que la fertilización orgánica aumenta la resistencia del monocultivo y del policultivo a la invasión. En las parcelas orgánicas, el aumento de la densidad y la complementariedad en el uso de los recursos del policultivo reduce el establecimiento de las poblaciones de malas hierbas y la invasión de *Brassica* sp., la especie invasora diana. En el caso del monocultivo de *V. villosa*, el abundante crecimiento de las poblaciones de malas hierbas residentes en el cultivo explica la resistencia a la invasión. Las plantas cultivadas en el policultivo y las poblaciones de malas hierbas, en el caso del monocultivo de *V. villosa*, son capaces de ocupar la mayor parte del espacio del sistema que de lo contrario sería ocupado por la especie invasora. Por el contrario, la fertilización química favorece el crecimiento de las poblaciones de *Brassica* sp. tanto en el monocultivo como en el policultivo. Estudios llevados en policultivos de cebada y guisantes muestran

que la fertilización con sulfato amónico disminuye la capacidad competitiva del cultivo por la luz y el nitrógeno y, en consecuencia, aumenta el área foliar, la tasa fotosintética, el crecimiento y la capacidad reproductiva de *Brassica hirta* (Liebman, 1989; Liebman y Robichaux, 1990). Como indican Liebman *et al.* (2001), la rápida liberación de los nutrientes de los sistemas convencionales fertilizados químicamente es, a menudo, ventajosa para las malas hierbas, las cuales son generalmente capaces de capturar los nutrientes en las primeras fases de crecimiento más rápida y eficientemente que el cultivo y, en consecuencia, les confiere ventajas competitivas particularment cuando la densidad es alta.

5 ► AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido parcialmente financiado por el proyecto REN2003-07320 del Ministerio de Ciencia y Tecnología y por el proyecto de colaboración entre la Universidad de Barcelona y la Universidad de California del Programa Gaspar de Portolà del Departament de Recerca i Societat de la Informació de la Generalitat de Cataluña.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALTIERI, M. A. 1999**

The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74, 19-31.

- **ELTON, C. S. 1958**

The ecology of invasion by animals and plants. Methuen & Co. Ltd. London.

- **FOX, M. D. Y FOX, B. J. 1986**

The susceptibility of annual communities to invasion. En: R.H. Groves, J.J. Burdon (Eds) *Ecology of Biological Invasions*. Cambridge University Press; Cambridge, 57-66.

- **HAUGGAARD - NIELSEN, H.; AMBUS, P. Y JENSEN, E. S. 2001**

Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea-barley intercropping. *Field Crops Research* 70, 101-109.

- **HAYMES, R. Y LEE H. C. 1999**

Competition between autumn and spring planted grain intercrops of wheat (*Triticum aestivum*) and field bean (*Vicia faba*). *Field Crop Research* 62: 167-176.

- **LIEBMAN, M. 1989**

Effects of nitrogen fertilizer, irrigation, and crop genotype on canopy relations and yields of an intercrop/weed mixture. *Field Crops Research* 22, 83-100.

- **LIEBMAN, M. Y DYCK, E. 1993**

Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications* 3, 92-122.

- **LIEBMAN, M. Y ROBICHAUX, R. H. 1990**

Competition by barley and pea against mustard: effects on resource acquisition, photosynthesis and yield. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 31, 155-172.

• **LIEBMAN, M.; MOHLER, C. L. Y STAYER, C. P. 2001**

Ecological management of agricultural weeds. Cambridge University Press, Cambridge.

• **LIU, D. Y LOVETT, J. V. 1993**

Biologically active secondary metabolites of barley. II. Phytotoxicity of barley allelochemicals. *Journal of Chemical Ecology* 19, 2231–2244.

• **MOHLER, C. L. Y LIEBMAN, M. 1987**

Weed productivity and composition in sole crops and intercrops of barley and field pea. *Journal of Applied Ecology* 24, 685–689.

• **NAEEM, S.; KNOPS, J. M. H.; TILMAN, D.; HOWE, K. M.; KENNEDY, T. Y GALE, S. 2000**

Plant diversity increases resistance to invasion in the absence of covarying extrinsic factors. *Oikos* 91, 97–108.

• **NEWSOME, A. E. Y NOBLE, I. R. 1996**

Ecological and physiological characters of invading species. En: R.H. Groves, J.J. Burdon (Eds.) *Ecology of Biological Invasions*. Cambridge University Press; Cambridge, 145–157.

• **PALMER, M. W. Y MAURER, T. A. 1997**

Does diversity beget diversity? A case study of crops and weeds. *Journal of Vegetation Science* 8, 325–340.

• **REJMÁNEK, M. 1989**

Invasibility of plant communities. En: J.A. Drake et al. (Eds) *Biological Invasions. A Global Perspective*. SCOPE. John Wiley & Sons, Ltd; Chichester, 369–388.

• **SOKAL, R. R. Y ROHLF, F. J. 1989**

Biometry. The principles and practices of statistics in biological research. Freeman & Co, New York. SPSS. 2002. SPSS for Windows. Versión 11.5.1. Chicago.

• **THOMPSON, J. D. 1991**

The biology of an invasive plant., What makes *Spartina anglica* so successful?. *Bioscience* 41(6), 393–401.

• **VANDERMEER, J. H. 1989**

The ecology of intercropping. Cambridge University Press, Cambridge.

• **VITOUSEK, P. M. ET AL. 1997**

Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology* 21(1), 1–16.

UNA TÉCNICA SENCILLA DE INOCULACIÓN CON HONGOS MICORRIZANTES PARA LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DEL MAÍZ

WILMOT, ALZENA⁽¹⁾; LUNAN, DONALD AND PEASE, ARNOLD

⁽¹⁾ Sunseed Desert Technology, Apdo 9, 04270 Sorbas (Almería)

Email: sunseedspain@arrakis.es

RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L.) es un alimento básico en muchos países, y exige importantes cantidades de abono. Como la mayoría de las plantas, el maíz forma una simbiosis con hongos micorrizicos arbusculares (AM), lo cual proporciona a la planta mayor resistencia frente a la falta de agua y nutrientes. Un experimento llevado a cabo en una terraza de secano en Almería investigó una técnica barata y sencilla de inoculación con hongos AM. El inóculo se hizo a base de hongos autóctonos, multiplicados en el vivero por el método de Munro *et al* (1999). La inoculación con hongos AM produjo un aumento en tamaño significativo. Este artículo trata con la aplicación de este sencillo procedimiento en la agricultura sostenible, sobre todo respecto al acondicionamiento de la tierra, y el aumento de resistencia a la sequía.

1 ► INTRODUCTION

In most healthy ecosystems plants form a beneficial symbiotic relationship with soil-borne mycorrhizal fungi. This partnership is the rule rather than the exception, occurring in over 80% of land plants, and has been found in almost every environmental niche on the globe (Brundrett, 1991). The fine mesh formed by the fungal hyphae functions as an extension of the plant's roots, supplementing its uptake of essential nutrients, particularly phosphorus. In return, the plant provides the fungus with carbon in the form of sugars from photosynthesis (Cooper and Tinker, 1978) upon which the fungi, as obligate symbionts, are totally dependent. By far the most common type is the arbuscular mycorrhiza fungi (AMF), where the fungus forms a structure inside the host cells resembling the branching of alveoli within the mammalian lung. This is called an arbuscule and is where the nutrient-for-carbon exchange occurs. AMF colonize most herbaceous or annual plant species, and also many woody plants, interacting with most crop plants and fruit trees. They play a key role in stressed environments, particularly in arid and semi-arid climates (Strutz, 1996) and in poor soils with low levels of organic matter and limited phosphorus (Smith and Read, 1997).

Conventional intensive agriculture with its heavy applications of inorganic fertilizers can reduce or eliminate the symbiotic effectiveness of AMF. Equally, land that has been degraded by over-grazing or deforestation, or exhausted and then left bare of plants for long periods, is also likely to be very deficient in AMF (Michelsen and Rosendahl, 1989). A study of abandoned marginal land previously used for agriculture in Southeastern Spain suggested that natural recovery to levels of mycorrhizal activity found at an undisturbed control site was a very slow process, possibly taking up to 45 years (Roldán *et al*, 1997). It is suggested, however, that AMF have considerable potential for the enhancement of plant nutrition and drought tolerance, and for the sustainable management of fragile soils, particularly in organic agriculture, providing their ecology is understood and suitable management practices are developed.

Local populations of AMF and other soil microorganisms will be suited to local conditions. If an area still has some healthy indigenous trees or pockets of natural vegetation, the mixed indigenous population of AMF and bacteria present in the topsoil of these pockets is likely to be an effective inoculum source for trees or crops being planted in nearby land, which may have a more impoverished community of soil microorganisms (Caravaca *et al*, 2003; Requena *et al*, 2001; Jeffries *et al*, 2003).

A simple technique of multiplying the mycorrhiza found in local soil has been developed in Kenya for the nursery inoculation of tree seedlings (Munro *et al*, 1999). This method uses 'bait' plants grown in soil collected from under a selection of locally growing trees and shrubs where mycorrhizal activity is likely to be higher. The results of this experiment were encouraging, showing a good growth response and higher survival rate than in non-inoculated trees. This method has been promoted primarily for revegetation projects in extreme conditions.

Maize is one of the three most important staple foods worldwide, but does require a high input of nitrogen fertilization (Gibbon and Pain, 1985). As with most other important crop species, it also forms a beneficial symbiotic association with AM fungi. It has been shown that inoculation with certain species of AM fungi can have a positive effect on the growth and water relations of maize (Heterick *et al.* 1984; Amerian and Stewart, 2001; Silva *et al.*, 1993). A field trial of maize (*Zea mays* L.) has been set up with the aim of evaluating this low-tech inoculation method on crop production.

2 ► MATERIALS AND METHODS

The trial was set up on a north-facing exposed dryland terrace on the Barranco de los Barrancones (Ravine of the Badlands) in the Sierra de Filabres, in the Almeria province of southern Spain. This province has the driest Mediterranean climate in Europe and is characterized by long dry periods with high insolation, irregular and scarce rainfall (annual rainfall averages between 190 and 300mm). Precipitation is unpredictable and often occurs in heavy, isolated storms (Clark, 1996) that cause severe erosion. Daytime temperatures average 15 °C in the winter and increase to over 40 °C in the summer. Evapotranspiration is high. The soil at the trial site is typically shallow with a low carbon content and nutrient levels, and high alkalinity (Craythorne, 2004). The terrace has remained uncultivated for over ten years and had a ground cover of annual grasses and some characteristic native shrubs such as *Retama sphaerocarpa* and *Artesemia absinthium*. The area was cleared in February 2004 and dug over to the depth of 35cm. The site remained bare of vegetation for three months before planting. This treatment was intended to minimize residual mycorrhizal infectivity.

3 ► PRODUCTION OF A MIXED AM INOCULUM

Soil was collected from under the native woody shrubs *Retama sphaerocarpa*, *Anthyllis cystoides*, *Stipa tenacissima* and *Ceratonia siliqua*. Ten 5 litre pots were filled 2:1 soil to sand. Mixed mycorrhizal inocula was produced by growing 'bait' plants of maize (*Zea mays* L.) and alfalfa (*Medicago sativa*) using the method described by Munro *et al.*, (1999). The 'bait' plants were left to mature for three months with regular watering.

Watering of the trap-pots was ceased 10 days prior to inoculation. Spore formation often occurs when root activity is interrupted by a dry season (Abbot and Robson, 1991) and this artificial period of drought should induce the fungus present in the trap-pots to sporulate. Above-ground growth was removed and discarded as was the top 1cm of soil. The soil was sieved through a 5mm sieve and the root fragments were cut into 1cm pieces. The root fragments were then mixed back into the soil. AMF spores, root fragments and hyphal strands are the principle agents of colonization (Friese and Allen, 1991).

4 ► EXPERIMENTAL LAYOUT

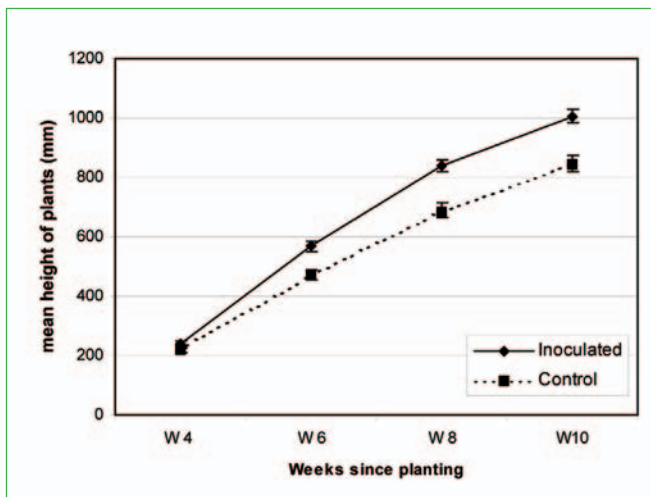
The experiment was a randomized block design with ten plots, five for each experimental treatment. Each of the ten plots measured 3m x 1m each and were raised to a height of 0.3m. Between each bed there was a 1m gap to reduce chances of cross infection. Five litres of mixed AMF inoculum was spread evenly over each selected plot. The soil of all the plots was dug in to the depth of 25cm. Seeds of *Zea mays* L. were soaked in water for 12 hours and planted out, 15 to a bed, 75 plants per treatment. The maize was double-planted and then culled to the most vigorous at four weeks. Each plot was watered with 24 litres of water twice weekly.

5 ► STATISTICAL ANALYSIS

Data from the trial were analysed using MINITAB version 14 statistical packages.

6 ► RESULTS

The height of the maize plants was measured every fourteen days throughout the growing season. Measurements began four weeks after planting, after the selective cull (graph 1). Measurements were taken from the base of the stem to the tip of the tallest leaf.



Graph 1. Height of maize in inoculated and control plots over a ten week period. The graph represents the mean height of the plants. Standard error bars are included.

T-test analysis comparing the heights of the inoculated plants and the control plants showed that by the fourth week after planting there were significant differences in plant growth at $p \leq 0.05$ (Table 1). All further readings show a highly significant difference at $p \leq 0.001$ between the inoculated plants and the controls.

Table 1. Empirical data and results of statistical analysis

Weeks since planting	INOCULATED		CONTROL		T-value	P	DF
	Mean height (mm)	SED	Mean height (mm)	SED			
4	239.96	7.92	218.97	5.61	2.16	0.033	143
6	569.11	17.2	470.89	17.4	4.01	<0.001	145
8	838.12	20.6	687.39	26.3	4.52	<0.001	144
10	1006.26	23.6	845.71	30.4	4.17	<0.001	143

7 ► DISCUSSION

The addition of mixed AM inoculum has been shown to significantly increase the growth of maize over a ten week period. The trap-pot technique is easily set up and, using local resources, incurs minimal extra cost. It does, however, need careful planning and timing to have the inoculum ready for when the crop is sown. However, as AMF spores are viable for an extended period of time (Ruiz and Azcon, 1999) it is possible to keep the inoculum to use over the growing season. In this small-scale trial the inoculum was dug into the soil; on a larger scale this may not be feasible and another method of application might be needed. Bagyaraj *et al.*, (1992) discusses various alternatives, such as fluid drilling or inoculation in furrows, but considers inoculation uneconomic except for transplanted crops. However, if it were applied as part of a soil improvement treatment, to be followed up by land management strategies designed to maintain the improved mycorrhizal status, which had been achieved, the long-term economics could be very different. A system for cheap on-farm production of locally adapted mycorrhizal inoculum suitable for small labour-intensive farms has been developed by Douds (2004) as part of a trial comparing conventional agriculture with two organic systems (manure based and legume based). These trials also suggest that different rotations, reduced tillage systems, use of compost and the minimizing of bare fallow periods can affect mycorrhizal infectivity and effectiveness.

This trial was set up on an exposed dryland terrace in the semi-arid province of Almeria; nearby the large-scale production of 'designer' vegetables for foreign markets is achieved

by growing under plastic to protect from the harsh climate. High levels of artificial fertilizer are used to compensate for the poor soil. As this intensive agriculture is in a contained space there are ongoing problems with pests and diseases that are dealt with by generous applications of pesticides and fungicides. At the end of each crop cycle the soil is sterilized and treated with fungicides. As well as the detrimental environmental effects, this practice inevitably comes at a cost to the AMF population. Local subsistence farmers growing on the terraced slopes also have to contend with difficult conditions. Incorporating an AMF inoculation system into soil maintenance could benefit the soil and plant productivity on both a large and small scale. Commercial pure strain AM inoculants are now available but the cost is likely to outweigh the benefits. For small-scale and organic growers this low-tech approach would be cheaper and more sustainable.

There is considerable evidence to suggest that AM fungi improve plant resistance to drought (Fitter, 1988; Auge *et al*, 1995; Auge *et al*, 2001; Amerian and Stewart, 2001; Silva *et al*, 1993). By maintaining a healthy mycorrhizal population the hyphal network augments the capacity of the root system to scavenge water (Duang *et al*. 1996) therefore allowing the plant to survive in drier soils than non-mycorrhizal plants. The hyphae of AM fungi have been shown to have beneficial effects on the soil structure; they produce a protein call glomalin that binds soil fragments together increasing cohesive properties and retaining water (Wright, 1998). This helps to reduce surface runoff and erosion. In arid and semi-arid areas where AMF activity can be low, sustaining crops in these areas can be very difficult. Further research is needed to find out if using this simple method of AMF inoculation could increase drought resistance and crop success enough to be useful in arid-land cultivation.

The major advantage of this AMF inoculum technique is that it can be made on-site. Materials needed are basic and incur little cost. The mycorrhizal trap-pots can easily be made from recycled material, and seed collected after each trap cycle and planted again. The AMF are in the local soil and this method just converts it into a more concentrated and useful form. Encouraging this practice can potentially increase interest and understanding about AMF and in maintaining a healthy soil community.

8 ► CONCLUSIONS

Using a low-tech method of making a mixed AMF inoculum the growth of maize plants was significantly increased. The technique has been successfully used in the nursery production of tree seedlings, and has now been shown to have a positive effect on crops. These early results on maize are encouraging but further studies are necessary to optimise the efficiency of the procedure. There is the potential to use this technique in arid and semi-arid areas to aid plant resistance to drought stress. The use of this method is recommended in combination with traditional organic agricultural practices.

9 ► BIBLIOGRAFÍA

• **ABBOT, L. K. Y ROBSON, A. D. 1991**

Factors influencing the occurrence of vesicular arbuscular mycorrhizae. *Agriculture, Ecosystem and Environment*. 35 121-150.

• **AMERIAN, M. R. Y STEWART, W. S. 2001**

Effect of two species of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, assimilation and leaf water relations in maize (*Zea mays*). *Aspects of Applied Biology* 63 71-76

• **AUGE, R. M.; STODOLA, A. J. W.; TIMS, J. E. Y SAXTON, A. M. 2001**

Moisture retention properties of a mycorrhizal soil. *Plant and Soil*, 230 87-97

• **BAGYARAJ, D. J. 1992**

Vesicular-arbuscular Mycorrhiza: Application in Agriculture. In: *Methods in Microbiology* 24, eds. Norris J.R, D.J.Read, A.K.Varma. Academic Press Ltd.

• **BRUNDRETT, M. 1991**

Mycorrhiza in natural ecosystems. *Advances in ecological research*. 21 171-271.

• **CARAVACA, F.; FIGUEROA, D.; BAREA, J. M.; AZCÓN-AGUILAR, C.; PALENZUELA, J. Y ROLDÁN, A. 2003**

The Role of Relict Vegetation in Maintaining Physical, Chemical and Biological Properties in an Abandoned Stipa-Grass Agroecosystem. *Arid Land Research and Management* 17 (2) 103-111.

• **CLARK, S. C. 1996**

Mediterranean Ecology and an Ecological synthesis of field sites. Brandt C.J & Thornes J.B., *Mediterranean Desertification and Land Use*, pp.271-300

• **COOPER, K. M. Y TINKER, P. B. 1978**

Translocation and transfer of nutrients in vesicular-arbuscular mycorrhizas. II. Uptake and translocation of phosphorus, zinc and sulphur. *New Phytologist* 81: 43-52.

• **CRAYTHORN, R. 2004**

The stability of plant communities and geomorphology in semi-arid Spain (Sorbas Basin, Almeria). Environmental Geoscience Dissertation. Cardiff University. Douds, D.D. (2004) Rodale Institute Farming Systems Trials. www.newfarm.org/depts/NFfield_trials/0903/daviddouds.shtml (31.07.04)

• **DUANG, X.; NEUMANN, D. S.; REIBER, J. M.; GREEN, C. D.; SAXTON, A. M. Y AUGÉ, R. M. 1996**

Mycorrhizal influence on hydrolic and hormonal factors implicated in the control of stomatal conductance during drought. *Journal of Experimental Botany*. 47:1541-1550.

• **FITTER 1988**

Water relations of red clover: *Trifolium pratense* (L.) as affected by VA mycorrhizal infection and phosphorous supply before and during drought. *Journal of Experimental Botany*. 39: 595-603

• **FRIESE, C. F. Y ALLEN, M. F. 1991**

The spread of V.A. mycorrhizal fungal hyphae in the soil: Inoculum types and external hyphal architecture. *Mycologica*. 83 (4) 409-418.

• **GIBBON, D. Y PAIN, A. 1985**

Crops of the drier regions of the tropics. *Intermediate Tropical Agriculture Series*. Longman Group Ltd. pp 79-80

• **HETRICK DANIELS, B. A.; HETRICK, J. A. Y BLOOM, J. 1984**

Interaction of mycorrhizal infection, phosphorous level and moisture stress of field corn. *Journal of*

Experimental Botany. 62 2267-2271.

- **JEFFRIES, P.; GIANINAZZI, S.; PEROTTO, S.; TURNAU, K. Y BAREA, J. M. 2003**

The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology and Fertility of Soils* 37 1-16.

- **MICHELSSEN, A. Y ROSENDAHL, S. 1989**

Propagule density of VA-mycorrhizal fungi in semi-arid bushland in Somalia. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 29 295-301.

- **MUNRO, R. C.; WILSON, J.; JEFWA, J. Y MBUTHIA, K. W. 1999**

A low-cost method of mycorrhizal inoculation improves growth of *Acacia tortilis* seedlings in the nursery. *Forest Ecology and Management* 113:51-56

- **REQUENA, N.; PÉREZ - SOLÍS, E.; AZCÓN - AGUILAR, C.; JEFFRIES, P. Y BAREA, J. M. 2001**

Management of Indigenous Plant-Microbe Symbioses Aids Restoration of Desertified Ecosystems. *Applied and Environmental Microbiology* 67 (2) 495-498.

- **ROLDÁN, A.; GARCÍA, C. Y ALBALADEJO, J. 1997**

AM Fungal Abundance and Activity in a Chronosequence of Abandoned Fields in a Semiarid Mediterranean Site. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 11 211-220.

- **RUIZ, J. M. Y AZCÓN, R. 1996**

Viability and infectivity of mycorrhizal spores after long term storage in soils with different water potentials. *Applied Soil Ecology*. 3 183-186.

- **SILVA, D. M.; HAMMOND, L. C.; BENNET, J. M.; HASS, J. H. Y LINDA, S. B. 1993**

Field response of maize; *Zea mays* L. to a VAM fungus and water management. *Agronomy Journal*. 85 193-198.

- **SMITH, S. E. Y READ D. J. 1997**

Mycorrhizal symbiosis. Academic press.

- **STUTZ, J. C. 1996**

Successive pot cultures reveal high species richness in VAM fungi in arid ecosystems. *Canadian Journal of Botany*. 74 1883-1889.

- **WRIGHT, S. F. Y UPADAYA, A. 1998**

A survey of soils for aggregate stability and glomalin a glycoprotein produced by the hyphae of vesicular arbuscular mycorrhizae. *Plant and Soil*. 198 97-107.

DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO ECOLÓGICO

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

CADENA DE VALOR Y DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

Un reto pendiente para el futuro inmediato

9

COLOM GORGUES, ANTONIO

Universidad de Lleida

RESUMEN

En la comunicación que se propone, se comenta en primer lugar la tendencia en la importancia y apoyo europeo a la producción ecológica, y se resumen algunos conceptos sobre el establecimiento de la cadena de valor y las problemáticas del sistema de distribución de los productos ecológicos en nuestro país. Se sintetizan las conclusiones habidas en unas Jornadas sobre Ganadería Ecológica en la Comarca leridana de la Alta Ribagorza, enfatizando la desestructuración de los sistemas comerciales y el marketing, la falta de gestión y acuerdos en la cadena de valor, y la falta de concienciación y acciones de impulsión sobre el consumo. Asimismo se describen algunos aspectos importantes del sistema de distribución, del sistema de información y promoción, y finalmente se presenta un esquema sobre el modelo relacional y de la transferencia tecnológica en este sector.

1 ► INTRODUCCIÓN. LA REFORMA DE LA POLÍTICA AGRARIA COMÚN EUROPEA Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

En primer lugar se debe comentar los aspectos inherentes a la reforma de la PAC para el periodo 2007-2013, que conllevará a la priorización de las ayudas al agricultor y sus prácticas productivas en vinculación con el respeto y conservación del medio ambiente y la biodiversidad, la sanidad y seguridad alimentaria, y el bienestar animal. Se trata de un punto de partida interesante, que vierte una clara proyección de utilidad de las prácticas de la producción ecológica, por cuanto está demostrado que se trata de las “mejores prácticas (best practices)” en relación a dicho respeto medioambiental, seguridad alimentaria y bienestar animal. Por ello, es de esperar que ya a partir de este año se vayan clarificando cada vez más los apoyos y ayudas a los agricultores que están decidiendo o han decidido convertirse en productores ecológicos, potenciándose el sistema de ayudas que ya están recibiendo o ya han recibido. En relación al nuevo horizonte europeo del periodo 2007-2013 y la consiguiente Reforma de la PAC para el mismo, se anota:

- El 26 de junio de 2003, los ministros de Agricultura de la UE aprobaron una reforma en profundidad de la Política Agrícola Común (PAC). Esta reforma dará un giro absoluto al modo en que la UE apoya a su sector agrario.
- La nueva PAC se centrará en el consumidor y los contribuyentes, y dará a los agricultores europeos libertad para producir lo que el mercado demande.
- En el futuro, la mayor parte de las subvenciones se abonarán con independencia de cuál sea el volumen de la producción.
- A fin de impedir que se abandone la actividad de producción, los Estados miembros pueden optar por conservar una vinculación limitada entre las ayudas y la producción, bajo circunstancias bien definidas y dentro de unos límites claramente establecidos.
- Estas nuevas “ayudas únicas por explotación” se vincularán al respeto del medio ambiente, la salubridad alimentaria y las normas sobre el bienestar animal.

Analizando los puntos anteriores, se debe destacar en interés del sector de la producción ecológica dos aspectos concretos:

- La vinculación de las ayudas al cumplimiento de las normas en materia de medio ambiente, salubridad de los alimentos, sanidad animal y vegetal y bienestar de los animales, así como a la condición de mantener las tierras agrarias en buenas condiciones agronómicas y ambientales (condicionalidad medioambiental) va a favorecer a la Agricultura y Ganadería Ecológica. Ya se han citado las razones poderosas por tratarse de las mejores prácticas respetuosas con el medio ambiente y que ofrecen unos productos de exquisita calidad y máximo nivel de seguridad alimentaria. Por lo tanto es sólido pensar que se potenciarán las ayudas al sector, y ello está previsto como objetivo en el Plan Estratégico de la Agricultura Ecológica de España.

► Una política de desarrollo rural reforzada, lo que supone más fondos de la UE y nuevas medidas para promover la protección del medio ambiente, la calidad y el bienestar animal, y ayudar a los agricultores a cumplir las normas de la UE en relación con la producción, a partir de 2005. Es decir, otra vez se focaliza la promoción de la protección medioambiental, la calidad y el bienestar animal, y es la Agricultura y Ganadería Ecológica la que puede ofrecer las mejores prácticas para dicho propósito contenido en la última reforma de la PAC. Todo ello llevara a nuevas oportunidades de empleo y acciones empresariales, al valor añadido de la producción agraria y al desarrollo socioeconómico sostenible.

Bjerrregaard, Comisario Europeo para el Medio Ambiente, dijo que uno de los beneficios principales de la agricultura ecológica se relaciona con la biodiversidad. A pesar de los beneficios palpables, tal como es aceptado por la Comisión Europea, por las Universidades, y por los expertos, el cultivo ecológico está todavía a un nivel muy bajo en la Unión Europea. Se ha citado que en algunos Estados Miembros de la Unión Europea, el cultivo ecológico se está desarrollando con un gran crecimiento. Los consumidores se van concienciando y motivando con los beneficios que conllevan dichos productos, y se observan estrategias y planes de acción nacionales para promocionar el sector, estableciendo medidas de incentivación y las normativas correspondientes de regulación y control. Incluso en España, como es sabido, también existen regulaciones de los Gobiernos de las Comunidades Autónomas. En todos estos países se han dado cuenta que el cultivo ecológico, más allá de sus méritos medioambientales, tiene una potencialidad única para mejorar, sobretodo, la seguridad alimentaria, la protección medioambiental y de la biodiversidad, también el bienestar animal, y supone en conjunto las mejores prácticas agrarias, además que permite generar nueva actividad económica en las comunidades rurales, con mayor grado de valorización.

2 ► EL POTENCIAL DE LA GANADERIA ECOLÓGICA Y SUS RETOS DE FUTURO. LAS JORNADAS SOBRE LA PROMOCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CARNE ECOLÓGICA DE LA ALTA RIBAGORÇA (PONT DE SUERT, LLEIDA, NOVIEMBRE-DICIEMBRE DE 2003)

Según datos elaborados por los Organismos y Autoridades de Control de la Producción Ecológica en España, y en referencia al año 2002, existían en nuestro país un total de 1.776 explotaciones ganaderas ecológicas. De las mismas un 48 % correspondían a explotaciones de vacuno, un 25 % a explotaciones de ovino, que son los dos tipos de ganado ecológico mayoritario (ambos suponen el 73 % de las explotaciones ganaderas ecológicas, es decir, cerca de las $\frac{3}{4}$ partes del número de explotaciones de ganado ecológico); después se contabilizan los subsectores de caprino ecológico con un 8 % del número de explotaciones, de la avicultura ecológica con un 6 % de las explotaciones totales, el porcino ecológico

supone el 5 % de dichas explotaciones, la apicultura ecológica el 4 %, y otros integran el 4 % restante en números redondos. En el año 2003, el número de explotaciones ganaderas ecológicas eran de 1.751, el 46 % de vacuno, el 26 % de ovino, el 9 % de caprino, el 6 % de avicultura, el 5 % de apicultura, el 4 % de porcino, y otros el % restante.

Es de destacar que casi la mitad del número de explotaciones ganaderas ecológicas lo sean de ganado vacuno y a bastante distancia del segundo puesto del ganado ovino, que supone la cuarta parte del total de explotaciones ecológicas ganaderas. Quizá se debe citar también la facilidad inicial del entorno de la agricultura de montaña, al proporcionar alimento natural (e implícitamente ecológico) al aprovechar prados naturales o cultivados, sin aportes de agroquímicos de síntesis ni otros productos desterrados por las regulaciones de la producción ecológica.

En relación a Cataluña se remarcan las explotaciones ecológicas de vacuno y su promoción e impulso de los últimos años, sobre todo en las Comarcas del Pallars Jussà, Pallars Sobirà, Alta Ribagorça, Alt Urgell, Bergadà y otras. Se remarca también el interés mostrado por las Instituciones, tanto por parte del CCPAE en primer lugar, como también por el DARP, así como por parte de centros formativos y asociaciones en impulsar el desarrollo del sector de la ganadería ecológica.

En relación al movimiento expansivo de la Ganadería Ecológica de la Alta Ribagorça y al enorme interés de los ganaderos de la zona, se decidió organizar unas Jornadas sobre la Promoción y Comercialización de la Carne Ecológica de dicha Comarca. Se buscaba la integración de las motivaciones de las buenas prácticas del sistema ecológico y su proyección a procurar el respeto medioambiental, la calidad y la seguridad alimentaria, así como el nivel de valorización económica de los productos y su aporte de remuneración económica de su actividad, además de instrumentar, como es lógico, el desarrollo socioeconómico sostenible de la zona. La organización se llevó a término por el Consell Comarcal de l'Alta Ribagorça, el Centro Tecnológico Forestal de Cataluña, y la Universitat de Lleida. Se programaron así dos Jornadas: la primera sobre Promoción de la Carne Ecológica que tuvo lugar el día 28 de Noviembre de 2003, con participación de un grupo de más de 60 asistentes; y una segunda Jornada el 5 de Diciembre de 2003, con similar participación, sobre la Comercialización de la Carne Ecológica.

En la Primera Jornada, sobre la Promoción de la Carne Ecológica de l'Alta Ribagorça, se llevó a cabo la mesa redonda "Ramaderia Ecològica a la Comarca de l'Alta Ribagorça. Promoció de la Carn Ecològica dels Pirineus". Después de una introducción efectuada en la inauguración por parte del Delegat Territorial del DARP a Lleida, Ilm. Sr. Joan Fabregat, resumiendo los avances y las características del sector de la producción ecológica en Cataluña, especialmente lo concerniente a la producción ganadera ecológica, y el ciclo de la cadena alimentaria correspondiente hasta llegar al consumidor y las problemáticas específicas que se plantean, se pasó a la realización de la citada mesa redonda, con una introducción resumiendo conceptos y aspectos que se han anotado en los apartados anteriores

del presente documento de conclusiones por parte del coordinador Dr. Antonio Colom, profesor de la Universitat de Lleida. A continuación participaron el Presidente del Consell Català de la Producció Agrària Ecològica (CCPAE) Sr. Joan Font, ganadero ecológico del Pallars Jussà, que sintetizó el movimiento ecológico de Cataluña, su filosofía y la evolución hasta el momento presente, así como los visos de futuro en relación a los nuevos tiempos, cuya participación fue complementada por la de la Sra. Amaya Prat, Directora Técnica del CCPAE que explicó las tareas realizadas como organismo de seguimiento y control de la producción ecológica, hasta llegar a la calificación, certificación y el etiquetado ecológico correspondiente.

Continuaron en esta Primera Jornada el Sr. Francesc Porta, President de l'Associació de Productors Ecològics del Pallars Jussà, y ganadero ecológico de la Comarca del Pallars Jussà, que realizó una síntesis de las características y sobre todo de las problemáticas y dificultades de tipo técnico y económico de la práctica de la producción ecológica ganadera. Se enfatizó el hecho que si bien el entorno pirenaico y de alta montaña, con prados naturales y sin prácticas agresivas de fertilización con productos de síntesis ni aplicación de fitosanitarios, era en efecto un entorno y factor favorable a dicha producción, otros elementos como el bienestar animal y la restricción del pienso ecológico, suponían un gran nivel de esfuerzo y cuidado en el manejo del ganado, además de un sobrecoste considerable. Se comentó, por ejemplo el aspecto del precio del pienso ecológico, que en caso de pienso convencional se mantiene alrededor de las 28 antiguas pesetas/kg, y en cambio se llegó a pagar hace relativamente poco tiempo hasta las 71 pesetas/kg, aunque en el año 2003 se fue rebajando dicho precio a los niveles entre 50 y 60 pesetas/kg, y que actualmente se encuentra sobre las 45-46 pesetas/kg. Aún así supone un diferencial desfavorable que debe analizarse, y claro está, hay que considerar la cadena de valor y en ella el montante del aprovisionamiento, el origen de las materias primas de dicho pienso (que deben ser productos ecológicos) y las empresas que ofertan estos productos. Se citó también los aspectos diferenciales en cuanto a la conversión del pienso en carne y características de manejo. La limitación regulada del ciclo de tiempo de engorde y dichas características diferenciales desfavorables de la alimentación ecológica del ganado, llevan a conflictos y problemáticas en relación al peso final del animal y a sus características, que en el tiempo regulado no se llega a obtener las condiciones idóneas para el buen acabado del ciclo. Participó también activamente en el coloquio el Sr. Pere Escales, President de l'Associació de Productes Ecològics de l'Alta Ribagorça, ganadero ecológico de la Comarca de l'Alta Ribagorça, quien hizo una defensa de las características y parámetros de la producción ecológica, en especial referencia de la ganadería ecológica ribagorzana.

También participó en esta Primera Jornada el ex -inspector de producción ecológica Sr. Joan Montaner, Ingeniero Agrónomo, actualmente trabajando en la iniciativa Fundació LLEIDA 21 vinculada al Ayuntamiento de Lleida-La Paeria, en la cual se promueve un Foro de Mercado Virtual (Market Place Ecológico) en la Web ECOMERCO. Se trata de una interesante iniciativa que pretende a la vez motivar, informar sobre la producción y el comercio de productos ecológicos, y al mismo tiempo ser una ubicación o foro virtual de

encuentro de productores, comercializadores y otros actores del mundo de la producción ecológica, para fomentar intercambios. Existe la opción de darse de alta en la Web entrando en una base de datos con las características del productor agrícola, ganadero, transformador y/o comercializador ecológico.

En la Segunda Jornada, sobre la Comercialización de la Carne Ecológica de l'Alta Ribagorça, se llevó a cabo la mesa redonda "Ramaderia Ecològica a la Comarca de l'Alta Ribagorça. Comercialització de la Carn Ecològica dels Pirineus". Después de una introducción llevada a término por la Sra. Iolanda Ferrán, Cap de l'Oficina Comarcal del DARP a l'Alta Ribagorça, que efectuó la inauguración de la presente Jornada, y en la que destacó la caracterización desestructurada de la comercialización de productos ecológicos, la falta de motivación suficiente del consumidor y la, a veces, poca aceptación de los altos precios de dichos productos por parte del consumidor, se pasó a la mesa redonda con una introducción sobre los citados problemas estructurales comerciales y la cadena de valor de la producción ecológica por parte del coordinador Dr. Antonio Colom. Se analizaron los elementos clave de la cadena de valor y la tendencia a la cultura especulativa por parte de los actores y operadores comerciales en nuestro país.



Se planteó como posible y eficiente solución la necesidad de pactos entre los actores económicos de la cadena, para fijar los precios y márgenes, proponiendo así un marco global de intervinculación sectorial y de participación interprofesional, con lo cual, se podría llegar a condiciones más favorables de costes, se minimizarían costes de transacción y riesgos del mercado abierto, y se podría estructurar de manera más precisa y eficiente el global de canales comerciales del sector.

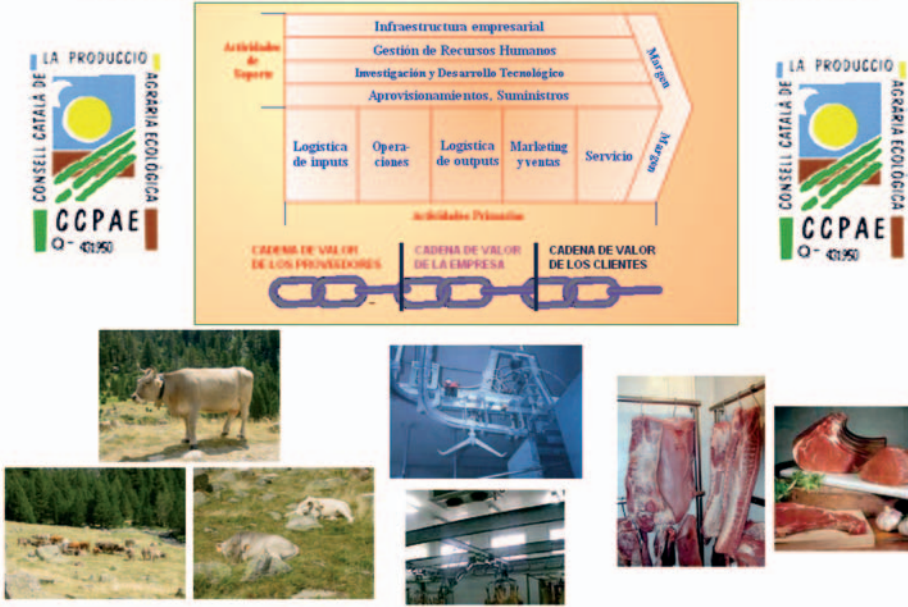
Se ponía como ejemplo el alto precio del pienso ecológico: si hubiera un pacto con la empresa suministradora que asegurara a esta el poder producir una gran cantidad de pienso, se podría buscar un rebaje de coste en las materias primas del mismo, buscando alternativas favorables de suministro jugando con un mayor poder de negociación, e incluso visitando lugares origen de dichas materias (cereales, forrajes, etc. Ecológicos), o también promocionando la misma producción ecológica de dichas materias en el territorio catalán.

Otros planteamientos podrían arbitrarse en otros tramos de la cadena de valor global, como sería los acuerdos entre asociaciones de ganaderos ecológicos con mataderos y salas de despiece ecológicos, mejorando los resultados económicos y sobretodo mejorando el planning productivo y comercial de todos, asegurando el abastecimiento a medio y largo plazo eliminado ciertos riesgos que generaría el mercado abierto.

Finalmente, en la última cadena de valor, sería interesante el acuerdo global con operadores comerciales, y sobre todo con establecimientos minoristas para la distribución de productos finalistas de carne fresca ecológica o bien productos transformados derivados de la carne.

La idea de planificar, controlar y lograr acuerdos a lo largo y ancho de toda la cadena de valor, es una de las piedras angulares y reto importante para el buen futuro del sector de la carne ecológica. No se debe negar la complejidad de reunir en positivo y agregar intereses económicos y comerciales de distintos agentes que operen en el sector, pero el dicho de la “unión hace la fuerza” puede cobrar aquí un protagonismo real, desligado totalmente de la posible necesidad de formar grupos societarios o algún tipo concreto de forma empresarial (no tiene porque fomentarse la creación expresa de algún tipo o forma de empresa concreto, como Sociedad Cooperativa, Sociedad Agraria de Transformación o Sociedad Mercantil, se trata de otros conceptos distintos: la cadena de valor, la cadena agroalimentaria, la gestión de las cadenas de ofertas desde el sector primario, el sector de la transformación agroindustrial, el sector del comercio o distribución mayorista y/o minorista, hasta llegar a la cesta de la compra del consumidor o cliente final; se trata de favorecer la diferenciación del producto y hacer percibir su excelencia y sus valores añadidos, se trata de minimizar costes de transacción y lograr costes unitarios de producción razonables con tendencia a la baja buscando fuentes tecnológicas innovadoras y alternativas de progreso, se trata de conjugar la posibilidad del tratamiento de segmentación del mercado y sus ventajas, se trata, en fin, de integrar y controlar los valores económicos en todos los procesos de la cadena agroalimentaria de manera que todos los agentes resulten satisfechos y suficientemente remuneradas sus actividades productivas y comerciales).

Cadena de Valor Sector Agroindustrial



Cadena de Valor Sector Distribución Comercial



A continuación, en esta Segunda Jornada sobre Comercialización de Carne Ecológica participó el Sr. Jaume Jordana, pionero y promotor de una sala de despiece en Pobla de Segur, en la Comarca vecina del Pallars Jussà, y señaló aún en el contexto de las dificultades propias del sector y sus limitaciones dadas por las regulaciones específicas y exigentes de la producción ecológica, unas posibilidades de buen futuro para dicho sector, que debe considerar por un lado los apoyos de los poderes públicos, pero también ser adicto a la severidad de las exigencias de la filosofía y normativas ecológicas. Señaló la desestructuración actual debida a los comienzos, al bajo consumo, que no permiten planificar bien la producción primaria de terneros y la cadena posterior de matanza, despiece y comercialización de distintos productos. Citó también la necesidad de tratamientos especiales y prácticas tecnológicas para mantener las características de calidad de la carne ecológica.

Seguidamente, como excusó su imposibilidad de participación el representante de ECOVERITAS, empresa con varios establecimientos (supermercados, bar-tienda) en Barcelona donde se vende carne ecológica, pero envió un documento descriptivo de la empresa, se encargo de su divulgación en la presente Segunda Jornada el coordinador Dr. Antonio Colom. Explicó la red de tiendas de la empresa en Barcelona, Granollers y Andorra, y su objetivo de poner al abasto del consumidor ecológico de una serie de gamas de productos ecológicos, entre ellos la carne.

Finalmente, participó Doménech Estany, de la empresa MAFRISEU S.A, con matadero frigorífico y sala de despiece en la Seu d'Urgell, en la Comarca de l'Alt Urgell. Originariamente, esta empresa empezó con la filosofía de promover una protección de calidad de carne del pirineo en la forma del label europeo de Indicación Geográfica Protegida (IGP), y aún continua en este empeño. No obstante, han decidido entrar cada vez más en el sector de la carne ecológica, tratando de trabajar en los dos sectores. Se trata de una apuesta muy interesante, de complementación de un negocio rentable y de futuro como es la IGP, con el label de la producción ecológica, claramente con filosofías y regulaciones muy distintas pero que llevan a un fin común de la calidad, la valorización de la carne y el fomento del desarrollo rural sostenible en la zona. Explicó la historia de la empresa y las características de la regulación europea de la IGP, contrastando y viendo las diferencias respecto la producción ecológica. Sin embargo, se planteo como un proyecto doble e integrado del que podían emanar sinergias importantes.

En resumen, y después de la última Jornada, se pudo constatar el espíritu de superación, el ánimo de integración y la mentalización positiva de los ganaderos ecológicos ribagorzanos. Si bien se constató también las dudas razonables y los sentimientos de complejidad y de necesidad de esfuerzo, planea actualmente un futuro prometedor, tanto por lo que se propone estratégicamente desde Europa con la Reforma de la PAC y el sistema de ayudas vinculadas al respeto al Medio Ambiente, el Bienestar Animal y la Calidad y Seguridad Alimentaria, como por el Plan Estratégico de la Agricultura Ecológica a nivel de Estado Español, como por la voluntad de las Comunidad Autónoma en apoyar esta iniciativa, como por el mismo apoyo desde el CCPAE demostrado desde el primer momento, como

por las posibilidades de coordinación e integración en una cadena de valor global de la carne ecológica, como por las nuevas posibilidades que pueden desarrollarse con nuevos operadores del sector de la distribución minorista, nuevas estructuras comerciales y nuevas herramientas que nacen de las nuevas tecnologías y de la gestión del conocimiento.

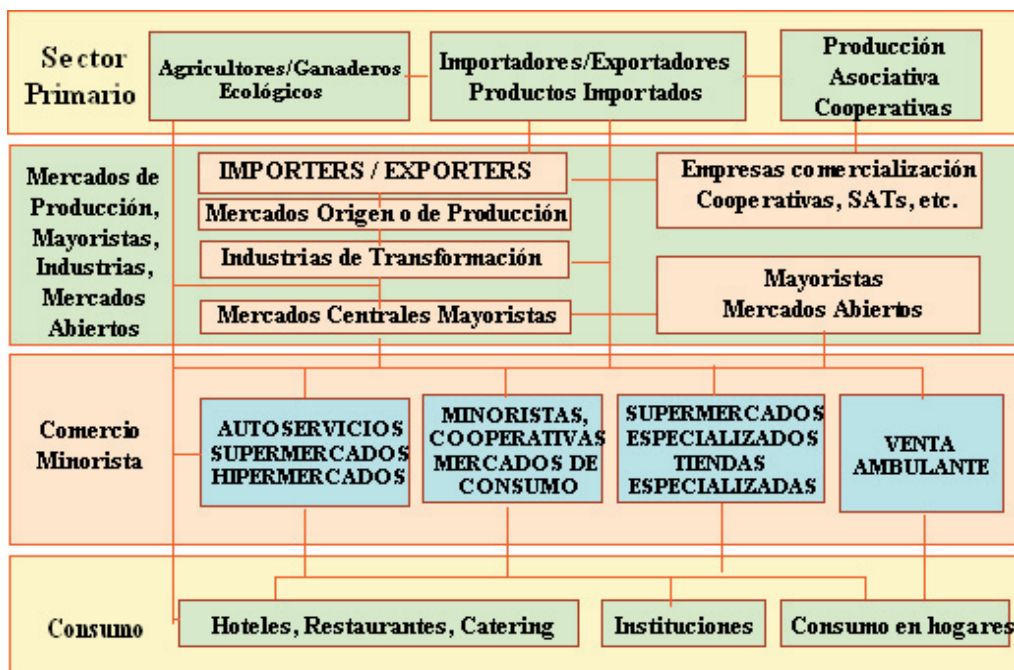
3 ► PROMOCIÓN, DISTRIBUCIÓN E IMPULSIÓN DEL CONSUMO ECOLÓGICO

En relación al consumo y comercio general de productos ecológicos, se cita que en España más de las tres cuartas partes (alrededor del 80 %) de los citados productos se exportan. El destino es otros países europeos, principalmente Alemania y el Reino Unido. El resto se distribuye en el mercado interior, y se observa una creciente introducción en las Grandes Superficies, como los hipermercados, con clara separación y anuncio de estos productos, enfatizando sus atributos especiales de saludables, naturales y de calidad exquisita. Aunque hoy día hay que reconocer claramente la gran diferencia de precios respecto los productos convencionales, lo que induce a un gran freno en la elección de dichos productos y su sustitución por los convencionales.

Aún con todo, se prevé un aumento de la demanda de los citados productos como resultado del aumento de la conciencia del consumidor por la necesidad de consumir productos naturales, que aseguran un grado superior de salubridad, y un conjunto de beneficios comparablemente superiores a los productos convencionales.

A nadie se le escapa la influencia clara de los sucesos como el problema de las vacas locas, los casos de envenenamientos, de problemas con alimentos en mal estado, etc. También es creciente el número de consumidores que se van sensibilizando al peligro de las acciones residuales de pesticidas, de productos hormonales, de conservantes y otros componentes, y saben que en los productos certificados como ecológicos, estos riesgos son nulos. Finalmente, la motivación y concienciación del consumidor se enriquece actualmente con las campañas desarrolladas en relación a la protección y conservación medioambiental. Los productos ecológicos garantizan una componente o aporte a dicha protección, conservación y mejora del Medio Ambiente.

En el gráfico a continuación se presenta el esquema general de la cadena de ofertas y canales comerciales en el sector de los productos ecológicos en España. El sector primario está compuesto por los mismos agricultores con práctica ecológica, los operadores import-export de productos primarios, y las empresas colectivas que acopian productos primarios ecológicos. En segundo eslabón de la cadena encontramos los Mercados en Origen, los Procesadores o Industriales transformadores, los Mayoristas, los Mercados Centrales Mayoristas, y las posibles intervenciones además con diversas fórmulas abiertas y tipos de mayoristas, incluyendo también los operadores de comercio exterior tanto con productos frescos como transformados. El eslabón del Comercio minorista, a continuación, y finalmente el último nivel de destino, el consumo HORECA, institucional y en los hogares.



Fuente: Elaboración propia

Una serie de asignaturas pendientes existen hoy día en relación a la distribución y consumo de productos ecológicos en España. Por un lado promover un mayor consumo de los citados productos (actualmente es menor del 1% del total del mercado alimentario, recordemos), haciendo un esfuerzo en la motivación y concienciación del consumidor, aún considerando que en la actualidad una barrera importante en la elección del consumidor son los altos precios de dichos productos. Por otro lado plantear internalizar la experiencia de los mercados exteriores para ir propiciando el desarrollo de los mercados domésticos, sobre todo de la mano de la acción que puedan realizar el sector minorista, en relación a la promoción, anuncio y concienciación del consumidor. La tendencia general a la eliminación de intermediarios y a la materialización de un Marketing Directo, es también plausible en este sector. Hay ejemplos de empresas familiares que se ocupan de producir productos agrícolas, transformarlos y distribuirlos, todo en la misma empresa (es el caso ya aludido por ejemplo, de Cal Valls en la provincia de Lleida). Por último, esta eliminación de intermediación comercial y el aumento paulatino de la demanda, puede hacer una acomodación de los precios a la baja, que a su vez provoque un incentivo al mayor consumo.

Actualmente existe una lista de productos procesados que se consideran con un buen potencial de expansión en los mercados. Dicha lista incluye en orden de preferencias: muesli, galletas, salsas, mermeladas, leches vegetales, vinos, aceite de oliva, productos de la algarroba para dulces, zumos de fruta, pastas, arroz, cereales para desayuno, y cereales

en general. En los últimos años se ha observado un incremento en los productos ecológicos de alimentación infantil. En la decisión de compra de los citados productos, el consumidor está dispuesto a pagar entre un 20 y un 50 % más que los productos convencionales por su carácter de producto “Premium” o exquisitez, con todos los beneficios consabidos.

Sobre un 50% de los productos procesados consumidos en España son importados, principalmente de Alemania, Holanda, Francia, Bélgica e Italia. Algunos productos provienen de los Estados Unidos, pero entran en nuestro país a través de otros estados europeos. Los productos que provienen de terceros países y que van etiquetados como “ecológicos”, se controlan comprobando las reglas, condiciones y regulaciones del país origen comparándolas con las correspondientes de la Unión Europea, para comprobar el conjunto de prácticas técnicas en la producción, condicionantes y aspectos restrictivos, y el proceso de seguimiento, control e inspecciones correspondientes. Dichos productos importados de terceros países deben incorporar el certificado de inspección, elaborado por el órgano competente de inspección de dicho tercer país, por el que se garantice la serie de métodos de producción y obtención ecológicos.

Sobre el perfil del consumidor de productos ecológicos en España

Se observan varios tipos de consumidores en la actualidad:

- ▶ Visitantes ocasionales que esporádicamente entran en tiendas de productos de régimen, dietas vegetarianas, de plantas medicinales, de productos naturales; o también en alguna ocasión compran en cooperativas o supermercados de productos ecológicos. Compran plantas medicinales y aromáticas y por extensión se interesan y compran también algunos productos ecológicos (aceite, galletas, muesli, cereales, otros). ¡Vamos a probar estos productos!. Presentan un cierto reparo a los precios altos de dichos productos.
- ▶ Consumidores habituales o más esporádicos de comida natural en Restaurantes vegetarianos, que se interesan por productos ecológicos, y aprovechan las ofertas que se presentan en pequeños shops de productos ecológicos, en el interior del Restaurante.
- ▶ Gente joven, con espíritu de cambio, de querer probar nuevos productos, y medianamente o muy mentalizada o concienciada por la naturaleza, lo sano, los productos salubres, las prácticas de protección y conservación medioambiental, etc.
- ▶ Consumidores de medio a alto nivel de renta y poder adquisitivo, entre 40 a 50 años de edad, que están interesados y/o sensibilizados en mejorar la salubridad de los alimentos y su atributo de “productos naturales”, aceptando el pago de un precio superior.

- Padres que están interesados en alimentar a sus hijos en la primera etapa de su vida con productos de máxima garantía, sanos y naturales, y así deciden adquirir productos ecológicos de alimentación infantil.

En relación a determinados nichos de Mercado, diremos que por ejemplo el número de Restaurantes Ecológicos ha crecido en España, incluyendo en algún caso la reconversión de los antiguos Restaurantes Vegetarianos, con una demanda creciente de comidas de alto atributo natural y sano. Este tipo de Restaurantes ofrecen gamas cada vez más crecientes de comidas a base de productos ecológicos. Los ingredientes usados son hortalizas, cereales, semillas germinadas de alfalfa y de soja, algas marinas, salsas, plantas aromáticas, aceitunas, semillas diversas, preparados vegetales que emulan productos cárnicos, etc. También se observa en algunos Restaurantes la existencia de pequeñas tiendas con oferta de productos ecológicos.

La mayoría de las tiendas de alimentos saludables o de régimen, y tiendas de plantas medicinales y aromáticas (aproximadamente unas 2.500) ofrecen alguna selección de productos ecológicos. Hoy día se considera el más importante componente del canal comercial en el eslabón minorista. El número de tiendas de alimentos naturales, está incrementando, y representan una buena posibilidad para informar y concienciar al consumidor, propiciando la fuente de información los mismos mayoristas o incluso los procesadores o productores de alimentos ecológicos. Actualmente está aumentando el número de Cooperativas y Supermercados ecológicos.

En lo que se refiere a la promoción y representación sectorial destaca una organización como pionera; se trata de "Asociación Vida Sana". Esta asociación fue creada en 1974 para llenar la necesidad de promocionar el sector y tener una estructura representativa de base en lo que concierne a la agricultura ecológica de España. Dicha organización tomó parte en la consecución de la normalización española en material de Agricultura Ecológica, colaborando con el Ministerio de Agricultura desde el año 1983. Vida Sana también se dedica a organizar cursos y eventos para promocionar la Agricultura Ecológica. En 1985 organizó en Madrid la primera Feria BIOcultura. En 1993 organizó dicha muestra en Barcelona, y en 1996 en Sevilla. En 1998 unas 137.000 personas visitaron el certamen BIOcultura en Madrid, 12.000 lo hicieron en el certamen de Sevilla, el mismo año, y sobre unos 65.000 en Barcelona del 7 al 10 de mayo de 1999. La concurrencia de personas ha ido aumentando en los sucesivos certámenes que han ido celebrándose año a año hasta la actualidad. Actualmente, está cogiendo protagonismo la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE) que ha ido organizando eventos y Congresos sobre la producción ecológica.

No hay ninguna organización importante centralizada, o ningún organismo que se preocupe por la publicidad en referencia a los productos ecológicos. No obstante, existen pequeñas entidades asociativas especializadas (por ejemplo ATAB, que es la Asociación

de Técnicos para la Agricultura Biológica, o la Organización de Asesores Ecológicos). La asesoría puede tener lugar a través de pequeñas consultorías privadas. Los pequeños productores, o las agrupaciones o asociaciones en forma de Cooperativas usan los servicios de estas consultorías y otras generales para el diseño de etiquetas, folletos publicitarios, trípticos, postales anunciadoras de productos, etc.

4 ► INFORMACIÓN, EXTENSION, EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN

Por lo que se refiere a la asesoría a la producción ecológica, la Comisión Reguladora de la Agricultura Ecológica (CRAE) hace un papel de coordinación en la información, datos y análisis de la dinámica del sector a nivel estatal; los Consejos o Comités de la Agricultura Ecológica de cada Comunidad Autónoma, posee su grupo de técnicos e inspectores, que informan y asesoran en métodos de cultivo y materias primas aptas para utilizar, y efectúan el seguimiento y control oportunos, así como analizan otros aspectos del sector.

Sin embargo, no está suficientemente desarrollada la estructuración y organización de los sistemas de extensión e información general pública sobre el sector. Por supuesto se ha repetido muchas veces la falta de concienciación del consumidor y la falta de planes informativos y campañas de promoción del sector y de los beneficios de los productos. Por supuesto, el sector comercial se halla desestructurado.

Algunos científicos del INIA, técnicos del CRAE y del Ministerio de Agricultura y de los Departamentos de Agricultura de las Comunidades Autónomas, así como Científicos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y de algunas Universidades, se están mostrando bastante activos en estos últimos años en investigaciones y estudios sobre temáticas de la Agricultura Ecológica.

También se observan iniciativas de empresas privadas. Podemos hacer referencia a los Congresos Científicos que sobre la Agricultura Ecológica, han sido organizados por la Asociación Vida Sana, la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, ya citados, la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba, y con el soporte de las Asociaciones de Productores Ecológicos, y Asociaciones de Consumidores.

Históricamente se han citado algunas revistas y boletines técnicos en relación a la Agricultura Ecológica como son: Bolecin, Boletín SEAE, Boletín Vida Sana, Integral, Savia, y Humus. Vida Sana también realiza publicaciones para información práctica para agricultores ecológicos. Algunas editoriales con libros publicados sobre Agricultura Ecológicas son: Ateneos, El País-Aguilar, Oasis, Obelisco, Océano, y RBA.

La formación en acciones regladas o esporádicas y ocupacionales no está mal, pero debería mejorarse. Hay que destacar los esfuerzos en tales acciones de organizaciones como

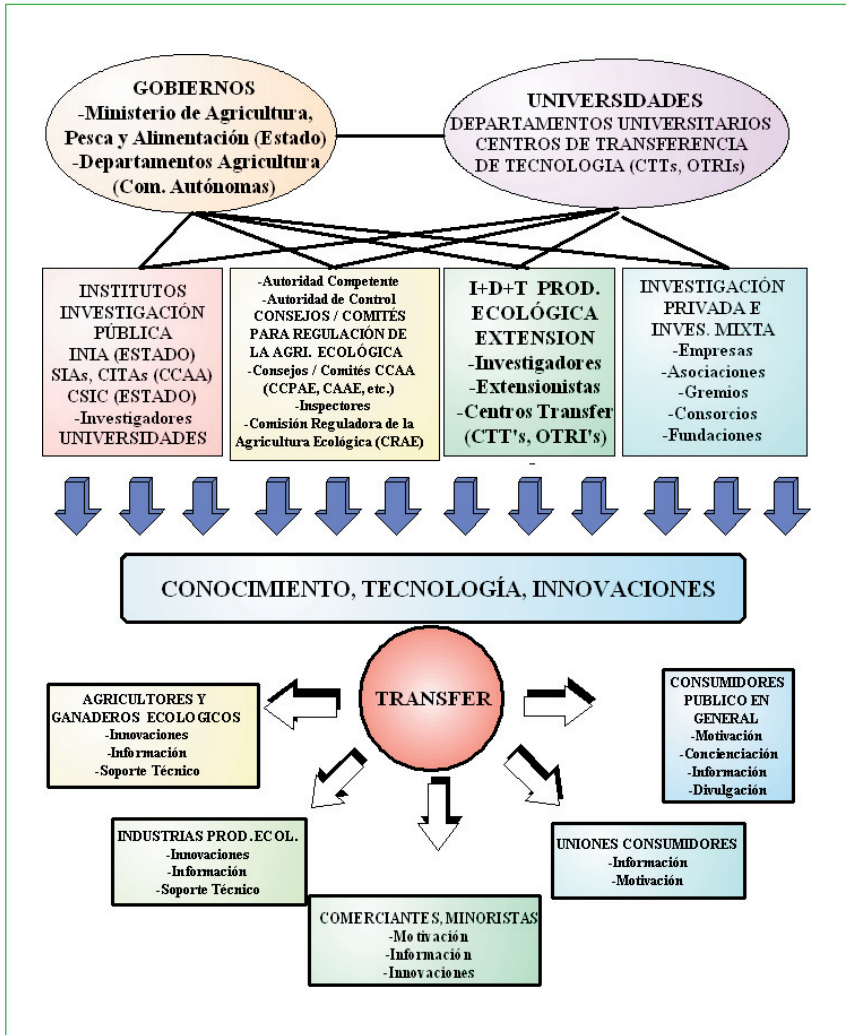
Vida Sana, que fue la pionera en organizar cursos sobre Agricultura Ecológica. Ello ha llevado a ser reconocida por el Ministerio de Agricultura, aunque no ha recibido soporte financiero al respecto. Citar también las iniciativas de Universidades como la de Córdoba y Tenerife, que han ofertado seminarios sobre Agricultura Ecológica. O el caso de la Universidad de Barcelona que ofrece un Máster sobre este tema (Agricultura Biológica, dirigido por el Dr. Sans). Señalar la existencia de técnicos especialistas en alguna Escuela de Capacitación Agraria, como es el caso de la Escuela de Capacitación Agraria de Manresa, que es un gran referente, y centros especializados en formación medioambiental.

Existen muy pocas asociaciones de Agricultura Ecológica. La mayoría de los agricultores con producción ecológica se hallan asociados a la Asociación Española de Transformadores y Comercializadores de Productos Biológicos, que incluye también a procesadores y distribuidores. Citar que algunas organizaciones como es el caso de COAG tienen su sección de expertos en Agricultura Ecológica.

Citar también la existencia de una organización gremial de minoristas de productos naturales y ecológicos como es el Gremio de Establecimientos Alimentación Natural y Biológica. También citamos la organización regional Asociación de Agricultores Ecológicos de Murcia. Sin menosprecio o subvaloración de otras muchas entidades, los organismos con mayor responsabilidad y acción en lógicas de regulación y promoción del sector, son:

- ▶ Comisión Reguladora de la Agricultura Ecológica (CRAE, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación),
- ▶ Departamentos de Agricultura de las 17 CC.AA. españolas, como Autoridades competentes para establecer los sistemas y mecanismos de control, de acuerdo con el marco de la UE.
- ▶ Consejos o Comités Reguladores Regionales de la Agricultura Ecológica (Com. Autónomas, por ejemplo en Cataluña el CCPAE), que ostentan la competencia de inspección y control, así como la certificación de los productos ecológicos (conjuntamente con otras entidades privadas),
- ▶ Asociación Vida Sana (entidad privada),
- ▶ Asociación de Agricultura Biodinámica de España (entidad privada),
- ▶ Sociedad Española de Agricultura Ecológica (entidad privada).

En el gráfico siguiente se resume el modelo relacional y de coordinación de la Investigación, el Desarrollo y la Transferencia de Tecnología, así como la extensión o divulgación en España, en materia de Agricultura Ecológica.



5 ► BIBLIOGRAFÍA

• **ALBARDÍAZ SEGADOR, M. A.; ÁLVAREZ BRIZ, J. y MUÑOZ, N. 1998**

“Análisis del consumo de alimentos ecológicos”. En Actas del II Congreso de la sociedad Española de Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural. Pamplona-Iruña, 25-28 de septiembre de 1996. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Barcelona.

• **ALONSO MIELGO, A. M. 1994**

“La agricultura Ecológica: análisis de la situación actual en andalucía”. En Jornadas sobre economía, a historia e os recursos naturais, días 1, 2 y 3 de marzo de 1994. Facultad de Ciencias Económicas y

Empresariales. Universidad de Santiago de Compostela.

• **ALONSO MIELGO, A. M. Y SEVILLA GUZMÁN, E. 1995**

“El discurso ecotecnocrático de la sostenibilidad”. En Cadenas Marín, A. (ed.). Agricultura y Desarrollo Sostenible. Ministerios de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

• **ALONSO MIELGO, A. M.; CENIT MOLINA, M.; GUZMÁN CASADO, G. I. Y SORIANO NIEBLA, J. J. 1996**

“Estudio del potencial de oferta de cereales y proteaginosas en las comarcas de Antequera y Estepa para su producción y procesado ecológicos”. Proyecto Mixto de Colaboración entre la Consejería de Agricultura y Pesca y SOC. DG1A. No publicado.

• **ALTIERI, M. Y LETOURNEAU, D. 1982**

“Vegetation Management an Biological Control in Agroecosystem”. En Crop Protection. nº 1. pp. 405-430

• **ALTIERI, M. Y ANDERSON, M. 1986**

“An ecological Basis for the Development of Alternative Agricultural Systems for Small-farms in the Thrid World”. En American Journal of Alternative Agriculture. nº 1 pp. 30-38

• **ALTIERI, M. A. 1985^a**

“Agroecología. Bases Científicas de la Agricultura Alternativa”. CETAL. Valparaíso.

• **AUBERT, C. 1970**

“L’agriculture biologique”. Ed. Courrier du Livre. Paris.

• **AUBERT, C. 1987**

“El huerto biológico”. Integral. Barcelona.

• **AUBERT, C. 1989**

“La estructura de la agricultura biológica en Francia y unos ejemplos de fincas biológicas”. En Agricultura y sociedad., nº 26. pp. 145-158. MAPA. Madrid.

• **AVILA CANO, J. C. 1991**

“El desarrollo de la agricultura ecológica: situación en Andalucía”. En Informe anual del sector agrario en Andalucía. (1990), pp. 473-498. Unicaja. Málaga.

• **BANCO DE CRÉDITO AGRÍCOLA (BCA) 1991**

“Sobre la relación calidad-precio de los productos ecológicos”. En Cuadernos del Banco de Crédito Agrícola, nº 3, pp. 37-59. Subdirección de Estudios. Madrid.

• **BAYLISS-SMITH, T. 1982**

“The ecology of Agricultural systems”. Cambridge University. Press. London.

• **CADENAS MARÍN, A. 1995**

“Agricultura y Desarrollo Sostenible”. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid

• **CARROL, R. C.; VANCERMEER, J. H. Y ROSSET, P., EDS. 1990**

“Agroecology”. MacGraw-Hill. New York.

• **CENIT, M.; ALONSO, A. Y GUZMÁN, F. 1998**

“Estudio de mercado para productos ecológicos: estudio del segmento de demanda de los centros permanentes de consumo en la provincia de Málaga”. En Actas del II Congreso de la sociedad Española de Agricultura Ecológica. Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural. Pamplona-Iruña. 25-28 de septiembre de 1996. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Barcelona.

• **CENTRO AGRO-PROGRAMAS, ED. 1989**

“Indagine sul Consumo Biologico”. En Demetra nº 14.

• **COLOM GORGUES, A.; SAÉZ OLIVITO, E.; BERGA MONGE, A. Y MARTINEZ BADÍA, I., ET AL. 2000**

“Study on the Quality of Agricultural Products and the Protection of the Environment: Production, Training, Knowledge Dissemination, and Certification for Organic Farmers and Products, in Spain”. Research Project of CEDEFOP, European Community, year 2000. Final Report, 162 pág.

• **COMITÉ ANDALUZ DE AGRICULTURA ECOLÓGICA (CAAE) 1998**

“Reglamentación vigente en Agricultura Ecológica”. Sevilla.

• **CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRANEOS (CIHEAM) 1997**

“Evaluación del Potencial de mercado de las frutas y verduras ecológicas desde la perspectiva de la distribución”. En Curso Superior de comercialización de Productos Agrarios y Alimentarios. Zaragoza, 29 septiembre de 1997- 12 junio de 1998. Zaragoza.

• **COMMISSION DES COMMUNITÉS EUROPÉENNES (CEE) 1989**

“Bilan des connaissances et des applications de l’agriculture biologique et intérêt pour l’agriculture communautaire. Situation des pays de la CEE” En Raport EUR 12346 FR/1 y 2. Bruselas.

• **CONFEDERACIÓN ECOLOGISTA PACIFISTA ANDALUZA (CEPA) 1993**

“Investigación en Agricultura Ecológica”. Sevilla (no publicado).

• **CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA 1994**

“Caracterización de la Agricultura Ecológica en Andalucía”. dirección General de Investigación Agraria. Red Andaluza de Experimentación Agraria. Sevilla.

• **CONSEJO REGULADOR DE AGRICULTURA ECOLÓGICA (CRAE) 1990**

“Reglamento y Normas Técnicas”. Madrid.

• **COX, G. W. Y ATKINS, M. D. 1979**

“Agricultural Ecology”. W.H. Freeman. San Francisco.

• **DABBERT, S. 1994**

“Economics of conversion to Organic Farming: Cross-sectional Analysis of Survey Data in Germany”. En The Economic Organic Farming. An International Perspective. Cab International. Wallingford. (UK). pp. 285-293

• **DEL FABRO, A. 1990**

“Realità e prospettive del mercato dei prodotti biologici”. En Demetra, n° 23

• **DOXA S. A. 1991**

“Estudio sobre el mercado de la agricultura ecológica”. Realizado para el Instituto Nacional de Denominaciones de Origen (INDO). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

• **EL PAÍS/ AGUILAR 1992**

“Pequeña enciclopedia de la horticultura biológica”. El País/ Aguilar. Madrid.

• **GARCÍA DORY, M. A. 1989**

“Agricultura Ecológica: Conceptos, valores y situación actual en España”. En Seminario de Formación de Asesores en Agricultura Ecológica., Sevilla, 20-24 de febrero, pp. 50-74. DG1EA, Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Sevilla.

• **GIOS, G. Y BOATTO, V. 1990**

“Prospettive di mercato dei prodotti dell’agricoltura biologica”. En Revista di Economia Agraria n° 45

• **GIPS, T. 1986**

“What is sustainable agriculture”. En P.Allen and D. Va Susen (eds.). Global perspectives on agroecology and sustainable systems. vol. I. University of California. Santa Cruz.

Gliessman, S.R. “Agroecology. Ecological Processes in Sustainable Agriculture”. Ann Arbor Press. Chelsea.

• **GONZÁLEZ DE MOLINA, M. Y POULIQUEN, Y. 1996**

“De la agricultura orgánica tradicional a la agricultura industrial: ¿Una necesidad ecológica? Santa Fe, 1750-1904”. En R.Garrabou y J.M. Naredo (eds.), La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica. Argentaria / Visor. Madrid. pp. 127-169

• **GRACIA ROYO, A.; GIL ROIG; J. M.; SÁNCHEZ GARCÍA, M. 1998**

“Potencial de mercado de los productos ecológicos en Aragón”. Diputación General de Aragón. Zaragoza.

• **GUIBERTEAU, A. Y J. LABRADOR. 1992**

“Técnicas de cultivo en agricultura ecológica”. Hojas divulgadoras, nº 8-91 HD. MAPA. Madrid.

• **ISART, J. Y LLERENA, J. J., Eds. 1995**

“Biodiversity and Land Use: The role of Organic Farming. The European Network for Scientific Research Coordination in Organic Farming”. Proceedings of the First ENOF Workshop. Bonn, 8-9 december 1995. CSIC.Barcelona.

• **ISART, J. Y LLERENA, J. J., Eds. 1996**

“Steps in the Conversion and Development of Organic Farms. The European Network for Scientific Research Coordination in Organic Farming”. Proceedings of the Second ENOF Workshop. Barcelona, 3-4 october 1996. CSIC.Barcelona.

• **ISART, J. Y LLERENA, J. J., Eds. 1997**

“Resource Use in Organic Farming. The European Network for scientific research coordination in organic farming”. Proceedings of the Thrid ENOF Workshop. Ancona, 5-6 june 1997. CSIC.Barcelona.

• **ISART, J. Y LLERENA, J. J., Eds. 1998**

“The Future of Organic Farming Systems. The European Network for Scientific Research Coordination in Organic Farming”. Proceedings of the Fourth ENOF Workshop. Edinburg, 25-26 june 1998. CSIC.Barcelona.

• **ISART, J. Y LLERENA, J. J., Eds. 1999**

“Organic Farming Research in the EU, Towards 21st Century”. ENOF White Book. CSIC. Barcelona.

• **KABISCH, H. 1978**

“La guía práctica del Método Bio-Dinámico en Agricultura”. En Técnicas de Agricultura Natural. Instituto Naturista Bellsolá. Barcelona.

• **KLONSKY, K. Y TOURTE, L. 1994**

“State Registration and Organic Certification: A Guide for California Growers”. University of California-Cooperative Extension. Department of Agricultural Economics. University of California. Davis.

• **KLONSKY, K. Y TOURTE, L. 1995**

“Statistical Review of California’s Organic Agriculture 1992-1993”. Report prepared for California Department of Food And Agriculture Organic Program. Cooperative Extension. Department of Agricultural Economics. University of California. Davis.

• **LAMPKIN, N. 1990**

“Organic farming and Agriculturak Policy in Europe”, paper presented to the Quebec Ministry of Agriculture, fisheries and food conference on Sustainable Agriculture and Agricultural Policy, Quebec City, 8 de noviembre, 13 pp.

• **LAMPKIN, N. Y MEASURES, M., Ed. 1995**

1995/6 Organic Farm Management Handbook. University of Wales and Elm Farm Research Centre. United Kingdom.

• **LAMPKIN, N. Y PADEL, S., Eds. 1994**

“The Economics of Organic Farming. An International Perspective”. CAB International Wallingford. United Kindom.

- **LAMPKIN, N. 1992**
"Organic farming". Farming Press Books. Ipswich. United Kingdom.
- **LAMPKIN, N. 1994**
"Organic Farming: sustainable Agriculture in Practice". En The Economics of Organic Farming. An International Perspective. Wallingford. CAB International.
- **LEHMBECKER, G. 1988**
"Informe sobre la agricultura ecológica española". Integral (ed. restringida). Barcelona.
- **NAREDO, J. M. 1991**
"La agricultura ecológica en perspectiva". En Cuadernos del Banco de Crédito Agrícola, nº 3, pp. 7-20. Madrid.
- **OELHAF, R. C. 1978**
"Organic Agriculture. Economic and ecological comparison with conventional methods". Allanheld, Osmun and Co. Publishers, INC. Montclair.
- **PETIT, B.; HATRIVAL, B. Y LACABERATS, R. 1991**
"Situation et perspectives des filières de l'agriculture biologique dans la CEE". AND. París.
- **PFEIFFER, E. 1948**
"The Bio-Dinamic metohd: What it is and it is not". En Bio-Dynamics: Three Introductory articles. Bio-Dinamic Farming Gardening Association. Stroudsburg. Pennsylvania. pp. 11-26
- **REMMERS, G. G. A. 1993**
"Agricultura tradicional y agricultura ecológica: vecinos distantes". En Agricultura y Sociedad. nº 66, pp. 201-220.
- **SÁNCHEZ, M. Y ETXANIZ, M. 1998**
"Estudio de las preferencias en el consumo de productos de agricultura ecológica". En Actas del II congreso de la sociedad Española de Agricultura Ecológica. Agricultura Ecológica y desarrollo rural. Pamplona-Iruña, 25-28 de septiembre de 1996. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Barcelona.
- **SANZ PECH, M. 1993**
"Comercialización de productos ecológicos". En I jornadas sobre Agricultura Ecológica: Olivar y Dehesa. Córdoba, 15-16 de abril, pp. 63-65. Excm. Diputación Provincial de Córdoba. Córdoba.
- **SEAE 1996**
"Agricultura ecológica. Salud para la Naturaleza. Salud para la Vida". Cuaderno elaborado para el II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. 25-28 de septiembre de 1996. Pamplona.
- **SERNA, J. 1991**
"Situación actual de la agricultura ecológica en España". En Cuadernos del Banco de Crédito Agrícola. nº 3. pp. 21-36 Madrid.

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DEL MERCADO ECOLÓGICO EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA

ESPINAR MUNILLA, VÍCTOR⁽¹⁾ Y GARCÍA TRUJILLO, ROBERTO⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudiante ETSIAM de Córdoba

⁽²⁾ Consorcio “Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural de Granada”
Cmno. Santa Fé - El Jau s/n. 18320 Santa Fé (Granada)
E-mail: concifaed@hotmail.com

RESUMEN

Se estudia la evolución del mercado de productos ecológicos en la Ciudad de Córdoba entre los años 2001 y 2003. El estudio se efectuó por medio de encuesta a consumidores y muestreo de productos y precios en diferentes comercios, tanto de los productos ecológicos como sus similares convencionales. Se observa un avance significativo en el conocimiento de los productos alimenticios ecológicos entre el año 2001 y 2003. Las amas de casa y las personas mayores de 55 años son los colectivos con menor nivel de conocimiento. Los consumidores valoran al producto ecológico como de alta calidad y buena presentación, aunque consideran que los niveles de oferta existentes no son suficientes para cubrir la demanda y que su precio es alto. Solo un 0,74% de la población manifiesta consumir productos alimenticios ecológicos de forma habitual. El mercado potencial de productos ecológicos en la Ciudad de Córdoba esta formado por 57.400 personas.

Los establecimientos que ofertan productos ecológicos se han reducido a la mitad con respecto a los existentes en el año 2001, si bien la oferta ha aumentado. El precio de las frutas y hortalizas en las ecotiendas es similar al de los convencionales de las grandes superficies, pero el ecológico en estos establecimiento duplica a los convencionales. En el resto de los productos el precio de los ecológicos por lo general duplica al convencional, lo que constituye un factor importante de inhibición para la compra por los consumidores. Todo parece indicar, que el modelo seguido hasta la fecha para desarrollar el mercado interno de productos ecológicos esta agotado o no es suficiente. Es necesario hacer un esfuerzo para reducir el precio de muchos productos ecológicos, aumentar el trabajo de educación de la población y acercar más el producto ecológico a los consumidores.

PALABRAS CLAVE: MERCADO ECOLÓGICO Y PRECIOS

1 ► INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica es un sector en expansión. La superficie se ha duplicado en España y se ha aumentado en 3,5 veces en Andalucía en los últimos 5 años. El aumento de la Agricultura Ecológica tanto en Andalucía como en el resto del país, se ha visto impulsada por la demanda exterior, que se produce básicamente en el Norte de Europa, y que absorbe según varias fuentes el 90% de la producción ecológica en general. Esta situación indica que el mercado interno está teniendo poca demanda de estos productos, lo cual nos ha conducido a realizar un estudio tanto a nivel de consumidores como centros de venta con el objetivo de evaluar el desarrollo del mercado ecológico interno, en una ciudad como Córdoba, cuya provincia es una importante productora de productos ecológicos y donde anualmente se desarrollan actividades de promoción de los productos ecológicos.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se ha centrado en dos aspectos del mercado. Los consumidores donde se ha estudiado el conocimiento, visión y actitud sobre los productos ecológicos y sobre el comercio donde se ha estudiado la variedad de la oferta, procedencia, precios, imagen y marketing.

Encuesta a la población

La encuesta a los consumidores se basó en 12 preguntas, 3 de las cuales se diseñaron para tipificar al encuestado y el resto formaban parte de los aspectos a indagar. De estas últimas, 6 preguntas eran cerradas y 3 semiabiertas, donde los encuestados tenían la posibilidad de añadir criterios a los expuestos en la encuesta, que se cerraron posteriormente.

El trabajo de campo se llevó a cabo entre los meses de Marzo a Julio del año 2001 y entre los meses de Septiembre a Diciembre del año 2003, se intentó en el año 2003 que la recogida de datos fuese en los mismos centros de consumo donde se había efectuado el estudio en el año 2001. El muestreo se realizó en cinco zonas de Córdoba, tratando de que abarcara los puntos más representativos de la ciudad y lugares hacia donde la población se moviera para realizar diferentes compras u obtener otros servicios. Las zonas escogidas fueron Ciudad Jardín (Deza-Zoco), Centro (Corte Inglés y supermercado Supersol), Sierra (Carrefour Sierra y supermercado Piedra), Sur (Eroski) y zona de Levante (Carrefour Zahira). No se prefijó ningún tipo de estratificación y las personas se seleccionaron independientemente de su sexo o edad y en la medida que se acercaban al punto de la entrevista.

O sea, fue un muestreo al azar dentro de una población no conocida, que dio como resultado las proporciones de los factores de tipificación que se ofrecen en la Tabla 1.

Tabla 1. Frecuencia que se obtuvo en las categorías de tipificación de la muestra de consumidores

ZONA	%	EDAD (AÑOS)	%	SEXO	%	OCUPACIÓN	%
Sur	20,78	18 – 35	41,69	Hombre	32,27	Titulado	33,93
C. Jardín	22,30	35 – 55	45,85	Mujer	67,73	Trabajador	37,95
Sierra	19,94	> 55	12,47			Ama de casa	18,84
Centro	18,56					Estudiante	6,51
Levante	18,42					Otros	2,77

El número de encuestados fue de 722 personas, lo cual nos permite alcanzar un nivel de confianza del 95% (Martín y Luna, 1990). Reunida la información se procedió a cerrar aquellas preguntas que permanecían semiabierta en el cuestionario, se le asignó código a las diferentes categorías y se procedió a la tabulación simple de los resultados, estableciendo las frecuencias de las diferentes variables, realizando análisis de cruce de variables y de comparación de medias (ANOVA), aplicando Duncan para estimar las diferencias significativas en el caso de muestras con varianza homogénea o Dunnett's T3 en caso contrario. Para el procesamiento estadístico de la información se utilizó el sistema SPSS 10.0 para Windows (Joariste, 1998).

Análisis de los productos ecológicos

El análisis de los productos ecológicos que se venden en la Ciudad de Córdoba, se realizó mediante el muestreo de todos los principales establecimientos donde los ofertan. En los establecimientos donde había productos ecológicos y convencionales (Deza-Zoco y Corte Inglés) se muestreó a la totalidad de los productos ecológicos y una cantidad representativa de productos convencionales con características similares a los ecológicos. Los productos convencionales se muestrearon en los supermercados Piedra situados junto al Carrefour Sierra y junto a Almocafre, el Eroski y el supermercado SuperSol del centro de la ciudad.

En el caso de los productos ecológicos, se tomó información sobre el precio, la marca, el certificador, la procedencia y peso neto. En los productos convencionales además del precio, se tomó la información de la marca y del formato, para mantener el rigor pues se intentó que las muestras de productos convencionales fuesen lo más parecidas posibles a las de los productos ecológicos. Las muestras se tomaron entre Enero y Septiembre del 2001 y Octubre y Noviembre del 2003. Los datos obtenidos fueron clasificados y ordenados según procedencia, comercio, género (aceite, pastas, frutas, verduras, lácteos, etc.), como variable de tipificación y como variable dependiente el precio. La información fue sometida a análisis de frecuencia y de comparación de medias empleando el sistema SPSS 10.0 para Windows.

3 ▶ RESULTADOS

Encuesta a los consumidores

- Nivel de conocimiento de los productos ecológicos

A la pregunta realizada a los entrevistados de si conocían los productos alimenticios ecológicos, se obtuvo una alta respuesta afirmativa de estos, ya que el 72,58% dijo haber oído hablar de ellos. En esta respuesta no hubo diferencias estadísticamente significativas para las variables tipificadoras estudiadas como, año, zona y sexo, pero sí para la edad y también para la ocupación. El mayor nivel de respuesta afirmativa sobre si conocían los productos ecológicos se obtuvo en el grupo de edades comprendidas entre 35-55 años, los titulados seguido por los jóvenes. Las amas de casa y los mayores de 55 años fueron los grupos con menos respuesta afirmativa.

Para poder conocer el grado de veracidad sobre las respuestas afirmativas a la pregunta, ¿conoce lo que es un producto ecológico?, se elaboró una segunda pregunta de control donde se les pidió a los encuestados que habían respondido afirmativamente sobre su conocimiento de lo que era un producto ecológico (524 personas), que identificaran la definición correcta de dicho producto. Para efectuar este ejercicio, se les mostró una tarjeta en la que constaban cinco definiciones, de las cuales solo una era correcta y donde las otras cuatro se prestaban en mayor o menor medida a la confusión.

A las personas se les pidió que escogieran una sola respuesta, dando como resultado que la gran mayoría de los encuestados tenían un conocimiento acertado acerca de lo que era un producto ecológico alimenticio (80,34%). En esta respuesta no hubo diferencias estadísticamente significativas para las variables tipificadoras estudiadas como, zona y sexo, pero sí para la edad, ocupación y el año. Se encontró una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los datos obtenidos en el año 2001 y el 2003, observándose una evolución positiva en lo que respecta al nivel de acierto en la correcta definición de los productos ecológicos en el año 2003 (85,39%) con relación al nivel acierto existente en el año 2001 (69,64%). La confusión más común de los consumidores a la hora de definir un producto ecológico, tanto en el año 2001 como en el 2003, fue la definición de “sin colorante ni conservantes”, seguida de “alimentos producidos en la huerta”, los cuales ocuparon el 88,24% en el 2001 y el 88,46% en el 2003 de los casos de no acierto.

Finalmente, si tenemos en cuenta que el 72,58% de los encuestados afirmaron conocer los productos ecológicos y que posteriormente, al verificar este grado de conocimiento un total de 80,34% lograron acertar en la definición correcta de lo que era un producto ecológico, podemos asumir que el 58,31% de la muestra de consumidores conocían lo que era un producto ecológico, o sea solo un 14,27% inferior a los que declararon que conocían estos productos (Figura 1).

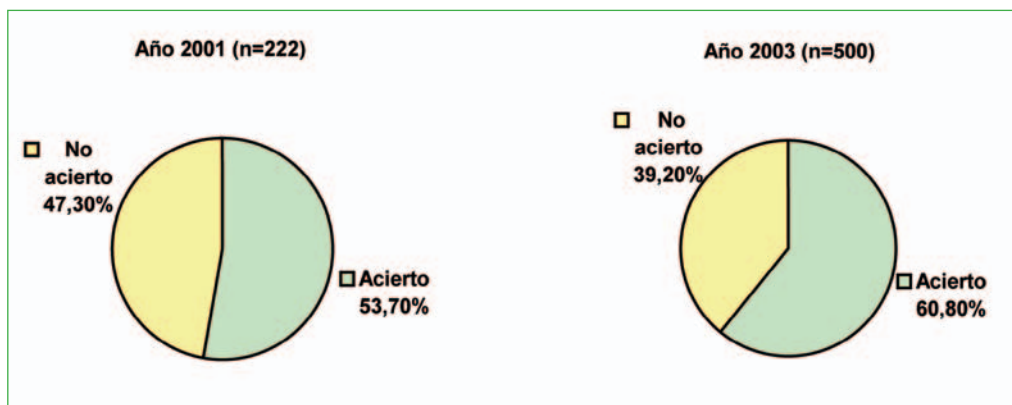


Figura 1. Nivel de conocimiento de los productos ecológicos por la muestra de consumidores según año, tras la verificación.

• Consumo de productos ecológicos

El consumo de productos ecológicos se investigó a través de una pregunta cerrada con cuatro categorías, que señalaban el nivel de consumo de los encuestados. Dentro del grupo muestral que efectivamente sí conocía los productos ecológicos encontramos que, en un alto porcentaje de los casos el encuestado manifestó haber consumido poco este tipo de productos, mientras que un porcentaje muy bajo de los encuestados manifestaron consumir de forma habitual productos ecológicos (Figura 2).

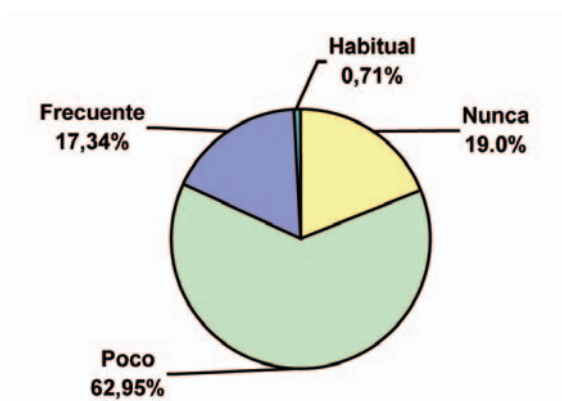


Figura 2. Declaración del nivel de consumo de las personas encuestadas (n=421).

Los cruces entre las variables de tipificación (año, edad, sexo, zona y ocupación) y el nivel de consumo de productos ecológicos muestran que no existen diferencias significativas entre ellas.

Las principales causas de que los encuestados no adquieran productos ecológicos fueron, la poca oferta de productos, el alto precio y los pocos comercios, causas que abarcaron el 85,80% de las respuestas. No se encontraron ni interrelaciones, ni tendencias entre los factores estudiados y las causas que plantean los consumidores para no poder consumir con la frecuencia deseada productos ecológicos.

Las motivaciones de los consumidores para adquirir arroja que una gran mayoría señaló que su motivación era la salud (61,67%), seguidos por aquellos cuya motivación era la de preservar la naturaleza, los cuales representaron a un tercio de los encuestados.

• Valoración de los productos ecológicos por los consumidores

La valoración de los productos ecológicos por parte de los consumidores se realizó en función del precio, la calidad del producto, el nivel de oferta variada y la presentación, evaluándolos según tres rangos (alto-bueno, medio-regular, bajo-malo), participando en esta evaluación los conocedores de los productos ecológicos del total de los encuestados, los resultados se presentan en la Figura 3.

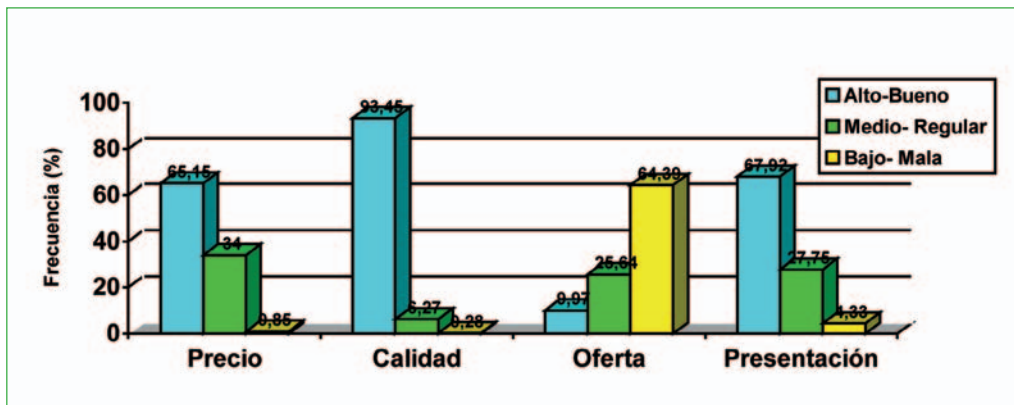


Figura 3. Evaluación de los cuatro atributos por la muestra general de consumidores que conocían los productos ecológicos.

• Vías de conocimiento de los productos ecológicos

El análisis de frecuencias de la muestra arrojó, que los medios de comunicación masivos fueron la vía principal por donde los consumidores encuestados se enteraron de la existencia de los productos ecológicos, lo que abarcó el 45,08% de la muestra, destacándose entre ellos la radio y la TV.

A continuación de los medios de comunicación tenemos los puntos de venta (29,33%), seguido de la comunicación a través de amigos (16,73%).

Productos ecológicos

• Establecimientos y diversidad de oferta

El número de establecimientos que ofertan productos ecológicos en la Ciudad de Córdoba ha sufrido una drástica reducción pasando de 11 en el año 2001 a 6 en el 2003. Sin embargo la diversidad de la oferta ha crecido de forma considerable, tanto en número de productos como en nuevas gamas de productos que aparecen en la actualidad en los lineales y de las que en el año 2001 no se tenía constancia (productos cárnicos, especias, infusiones). En la Tabla 1 queda reflejada la evolución del Índice de Diversidad (ID) en los últimos años en la Ciudad de Córdoba.

Tabla 1. Evolución del ID de productos ecológicos entre el año 2001 y 2003 en los establecimientos comerciales de la Ciudad de Córdoba

ESTABLECIMIENTO	AÑO		DIFERENCIA
	2001	2003	
Almocafre	39,4	69	+ 29,6
Corte Inglés	11,7	18,3	+ 6,6
Madre Tierra	8,4	19,4	+ 11

Estudio de precios de los productos ecológicos

El estudio de precio se presenta por los principales géneros. En el caso de las frutas se tomaron 9 de ellas para el estudio de comparación. El precio de la fruta ecológica no muestra cambios significativos entre años en las ecotiendas, pero sí en las grandes superficies (Tabla 2). La comparación para el año 2003 frutas ecológicas y convencional según el establecimiento para las primeras muestra que no se encontró diferencia significativas entre las frutas ecológicas de las ecotiendas y las convencionales en grandes superficie, pero sí de las ecológicas de las grandes superficie con las convencionales (Tabla 3).

En el caso de las hortalizas se observa un incremento de precio entre los años 2001 y 2003, tanto en ecotiendas como en grandes superficies (Tabla 4), pero se encuentra de nuevo diferencias entre el tipo de establecimiento para el año 2003.

Las hortalizas ecológicas vendidas en las ecotiendas no difieren significativamente de las convencionales de las grandes superficies, pero sí en estos establecimientos hay diferencia entre los tipos de hortalizas (Tabla 5).

Tabla 2. Efecto del año sobre el precio de la fruta ecológica en ecotiendas y grandes superficies

AÑO	PRECIO MEDIO (EUROS/KG)	ERROR ESTÁNDAR (+/-)	NÚMERO DE CASOS
Ecotiendas			
2001	2,15	0,2412	13
2003	1,95	0,1577	18
Grandes Superficies			
2001	3,32 ^b	0,2548	14
2003	5,28 ^a	0,2980	12

Análisis separado para cada tipo de establecimiento. Cifras con letras diferentes en la columna difieren significativamente para $P < 0,05$

Tabla 3. Efecto del tipo de establecimiento sobre el precio para la fruta ecológica y convencional. (2003)

RELACIÓN	PRECIO MEDIO (EUROS/KG)	ERROR ESTÁNDAR (+/-)	NÚMERO DE CASOS
Ecotienda-Ecológico	1,95 ^b	0,1577	18
G. Superficie-Ecológico	5,28 ^a	0,2980	12
G. Superficie-Convencional	2,02 ^b	0,1653	47

En las columnas, las cifras con letras diferentes difieren significativamente a $P < 0,05$. Análisis estadístico realizado por el método Dunnett's T3, según SPSS 10 para Windows

Tabla 4. Efecto del año sobre el precio de las hortalizas ecológicas en ecotiendas y grandes superficies

AÑO	PRECIO MEDIO (EUROS/KG)	ERROR ESTÁNDAR (+/-)	NÚMERO DE CASOS
Ecotiendas			
2001	1,72 ^b	9,723E-02	55
2003	2,15 ^a	0,1736	52
Grandes Superficies			
2001	2,77 ^b	0,4006	16
2003	4,47 ^a	0,4894	9

En las columnas, las cifras con letras diferentes difieren significativamente a $P < 0,05$.

Tabla 5. Efecto del tipo de establecimiento sobre el precio para las hortalizas ecológicas y convencionales en el año 2003

RELACIÓN	PRECIO MEDIO (EUROS/KG)	ERROR ESTÁNDAR (+/-)	NÚMERO DE CASOS
Ecotienda-Ecológico	2,15 ^b	0,1736	52
G. Superficie-Ecológico	4,47 ^a	0,4894	9
G. Superficie-Convencional	1,87 ^b	0,1361	90

En las columnas, las cifras con letras diferentes difieren significativamente a $P < 0,05$.
Análisis estadístico realizado por el método Dunnett's T3, según SPSS 10 para Windows.

El aceite de oliva ecológico no muestra incrementos de precios significativos entre los años 2001 y 2003 en las ecotiendas, pero sí en las grandes superficies. Para el año 2003 se muestra que el precio del aceite ecológico es superior al convencional, no existiendo diferencias significativas entre tipo de establecimiento (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto del tipo de establecimiento sobre el precio para el aceite de oliva ecológico y convencional en el año 2003

RELACIÓN	PRECIO MEDIO (EUROS/LIT)	ERROR ESTÁNDAR (+/-)	NÚMERO DE CASOS
Ecotienda-Ecológico	7,42 ^a	1,2437	10
G. Superficie-Ecológico	6,80 ^a	0,3278	22
G. Superficie-Convencional	4,05 ^b	0,2070	17

En las columnas, las cifras con letras diferentes difieren significativamente a $P < 0,05$.
Análisis estadístico realizado por el método Duncan, según SPSS 10 para Windows.

El precio promedio de las pastas en las ecotiendas se ha incrementado de forma significativa desde el 2001 al 2003, pasando de 3,57 a 4,68 €/kg. El precio de las pastas en el 2003 es superior en las ecotiendas que en las grandes superficies y ambas superan al precio de la pasta convencional con valores de 4,68; 3,16 y 1,71 €/Kg. respectivamente.

El precio de los granos ecológicos no parece haber variado entre los años 2001 y 2003, pero sí aumentó el precio del convencional. No obstante el grano ecológico tiene un precio medio superior al convencional y que fue de 4,15; 3,06; y 1,71 €/Kg. para el ecológico en ecotiendas, ecológico en gran superficie y convencional respectivamente.

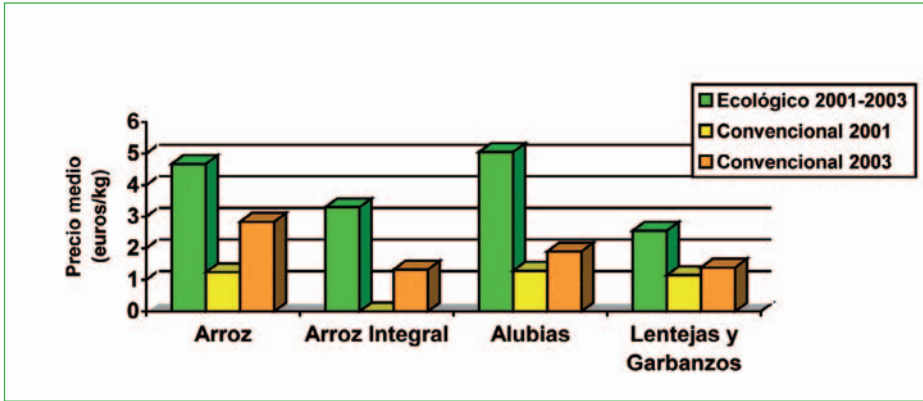


Figura 4. Precio medio del grano (ecológicos o convencionales).

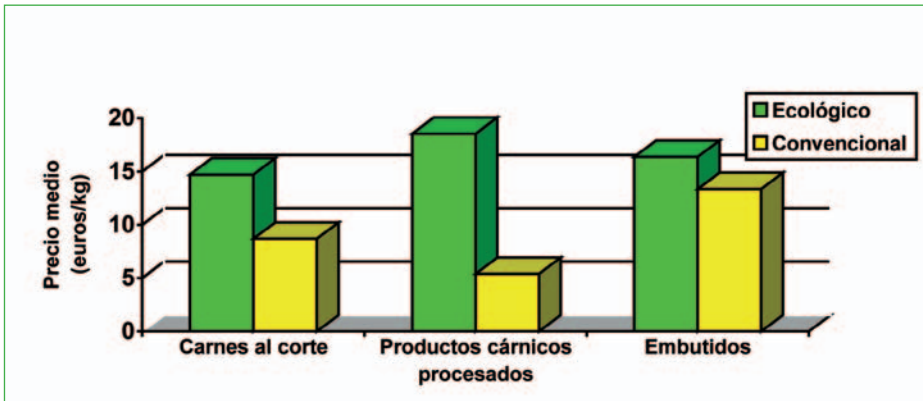


Figura 5. Precio medio de los productos cárnicos (ecológicos o convencionales) en el año 2003.

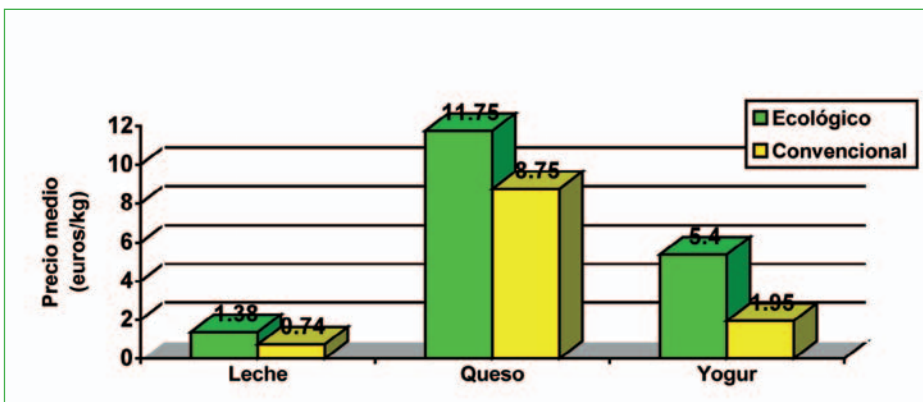


Figura 6. Precio medio de los productos lácteos (ecológicos o convencionales).

El precio del pan ecológico se ha mantenido estable entre los dos años estudiados, pero la media de precio de los panes ecológicos de cualquier tipo es superior que el precio convencional. Los valores medios son de 5,66; 4,68 y 2,93 €/Kg. para ecológico en ecotiendas, grandes superficies y convencional respectivamente. En el año 2003, el precio de las mermeladas ecológicas dos veces superior al de la convencional. Los precios medios son de 9,11 y 3,63 €/Kg. para la mermelada ecológica y la convencional respectivamente. El resto de las conservas mantienen similares diferenciales de precios y valores medio similares al de las mermeladas.

Las carnes al corte durante 2003 muestran diferencias entre los productos ecológicos de acuerdo al establecimiento y de estos con relación a las carnes al corte similares convencional. Los valores medios encontrados son de 17,9; 20,1 y 5,39 €/Kg. para ecológico en ecotiendas, ecológico en grandes superficie y convencional respectivamente. Un desglose por tipo de producto se ofrece en la Figura 5.

El precio de los huevos en el 2003, no ofrece diferencia entre tipo de establecimiento para el ecológico, pero sí de este con el convencional. El precio medio de la docena de huevos ecológico fue de 2,92 € y el del convencional 1,50 €. Los productos lácteos ecológicos no mostraron diferencias significativas en sus entre los años 2001 y 2003. Los precios de estos en comparación con los ecológicos se ofrecen en la Figura 6.

4 ► DISCUSIÓN

En nuestro estudio se ha tratado de comprender las características del mercado ecológico en la Ciudad de Córdoba así como las barreras y fortalezas que presenta este mercado para su expansión. En nuestro caso los encuestados de edades intermedias son los que manifiestan un mayor nivel de conocimiento, seguidos por los jóvenes, lo que parece confirmar las opiniones de algunos estudios que han augurado un brillante porvenir para la agricultura ecológica (DOXA, 1991; Albardiaz, M. A., 1996), ya que el grado de conocimiento entre los consumidores más jóvenes es muy elevado. Se debe señalar que el grupo de las amas de casa y las personas de más edad son los que presentan un mayor desconocimiento sobre lo que son los productos ecológicos. Esto es algo sobre lo que se debe de prestar atención, pues en muchos hogares son los responsables de llevar la alimentación de la familia.

Contrariamente a lo encontrado en otros estudios realizados sobre el conocimiento no claro y las posibles confusiones de lo que es un producto alimentario ecológico por los consumidores, tanto en España (García, Gil y Sánchez, 1998), como también en Francia (García de Castro, 1999), en nuestro trabajo, un alto porcentaje de los encuestados (58,31%), no solamente declararon conocer los productos ecológicos, sino que también acertaron a identificar lo que era un producto alimenticio ecológico dentro de varias definiciones, que además se prestaban intencionalmente a confusión.

Estos resultados se asemejan mucho a los obtenidos en las Islas Baleares por Colombas, Vera, Cortes y Vadell, (2002), que cifran en un 50% el porcentaje de consumidores que conocían los productos ecológicos, y a los obtenidos en Ronda por el CEDER, (2002), que obtiene que en un 62% de los consumidores sabían identificar la definición correcta de un producto alimenticio ecológico, entre tres definiciones posibles. Lo que nos lleva a pensar en la existencia de una evolución positiva en lo que respecta al nivel de conocimiento de los productos ecológicos por parte de los consumidores.

También es de señalar, que después de haber realizado las correcciones pertinentes, del total de los encuestados que acertaron a identificar correctamente lo que era un producto alimenticio ecológico, dos tercios declararon haber consumido alguna vez productos ecológicos, mientras que menos de un 1% declaraban que son sus alimentos habituales, cifras no muy distantes a las obtenidas en estudios realizados en las Islas Baleares por Colombas, *et al.*, (2002), y que cifran en un 67,2% las personas que afirman haber consumido productos ecológicos ocasionalmente, en un 15,7% las personas que afirman consumir estos productos de forma frecuente y un 1% las que afirman consumir como dieta habitual los productos ecológicos. Las discrepancias en estas cifras pueden estar, en que no se aclara cual es el nivel de consumo exacto realizado por la población en las categorías establecidas en las encuestas. En relación con los datos obtenidos, si consideramos que la población de la Ciudad de Córdoba es de 318.000 habitantes (Ayuntamiento de Córdoba, 2002), y que el porcentaje de población que consume de forma frecuente o siempre productos ecológicos son del 18,05%, tenemos que en esta ciudad existen 57.400 clientes potenciales de productos ecológicos.

En lo que respecta a los posibles factores que inhiben el consumo de los productos ecológicos, la principal barrera esgrimida por los encuestados fue el alto precio. Según Cobo y González (2000), la sensibilidad al precio es muy grande por parte de los consumidores, estimando que las personas dispuestas a pagar un sobreprecio del 20% con respecto al precio del producto convencional son el 52,2% de los compradores de productos ecológicos y solo el 20,4% del resto de la población.

En el estudio de precios realizado en nuestro trabajo observamos diferentes tendencias. En primer lugar las frutas y hortalizas ecológicas vendidas en ecotiendas se pueden adquirir a un precio similar a los productos convencionales en grandes superficies, sin embargo en estos últimos comercios las frutas y hortalizas ecológicas sobrepasan en más del 100% el valor de los convencionales, lo cual supone una fuerte desmotivación a la compra de productos ecológicos en estos establecimientos.

Los productos ecológicos procesados tanto en ecotiendas como en grandes superficies presentan sobre precios por lo general por encima del doble a los convencionales. También hemos observado como en los últimos años la tendencia ha sido la de seguir aumentando, lo cual se demuestra en las comparaciones realizadas entre el año 2001 y el 2003 en el presente trabajo.

No cabe duda que con excepción de los precios de las frutas y hortalizas ecológicas vendidas en ecotiendas, el diferencial de precios que presentan los productos ecológicos con relación a los convencionales, debe estar ejerciendo una fuerte presión de inhibición sobre los consumidores potenciales de productos ecológicos.

Otro factor importante que inhibe el consumo de los productos ecológicos está relacionado con las dificultades que encuentran los consumidores de acceder a este tipo de productos, y que se manifiesta por dos vías fundamentales: la falta de oferta de estos productos en los centros de distribución y la falta de establecimientos especializados o centros de distribución convencionales que también oferten los productos ecológicos. Es evidente que a pesar de que se detecta un aumento del conocimiento de los productos ecológicos por la población y que la diversidad de productos ecológicos está aumentando, en los establecimientos todo parece indicar que el consumo de estos productos por la población sigue estancado.

No cabe duda que hay que estudiar las causas del alto precio de los productos ecológicos procesados. ¿Cuál debe ser el precio justo de un producto de alta calidad? ¿Cuánto encarece los productos el proceso de producción ecológica? ¿Porqué las grandes superficies con estructuras de comercialización muy fuertes encarecen los precios en relación a las ecotiendas con estructuras de comercialización mucho más débiles? Estas dudas nos surgen porque se supone que el mayor coste de producción del producto ecológico en relación al convencional se produce en el proceso de producción agraria. Entonces como es posible que las ecotiendas vendan los productos frescos (frutas y hortalizas) a precios similares a los encontrados en las grandes superficies para los productos convencionales. Esto nos indica que si hay costes mayores en la producción ecológica, estos son compensados por las vías de comercialización más directas, pero lo que no se explica bien es como estos productos al procesarse en forma de zumos o conservas duplican su precio en relación al producto convencional. Es evidente que estos son aspectos de gran interés que deben abordarse para mejorar la eficiencia de la producción ecológica, y que aún presentando precios diferenciados, que por otro lado deben ser justos para el agricultor, puedan llegar a una mayor población.

Además de estos aspectos inhibidores apuntados, cabe preguntarse en el caso de los productos ecológicos. ¿Es posible desarrollarlos con las mismas estrategias seguidas para los productos convencionales? También se puede pensar que el modelo seguido hasta ahora para desarrollar el mercado de productos ecológicos está agotado, o que necesita nuevas fórmulas. Cual ha sido el modelo seguido. Abrir algunas tiendas especializadas, algunas de ellas como cooperativas de productos y consumidores, introducción de los productos ecológicos en las grandes superficies (con los problemas antes descritos), y mensajes ocasionales por diferentes vías, además de una feria de productos ecológicos una vez al año.

Lo ecológico no es solo un producto, es una gran gama de productos que pueden cubrir gran parte de las necesidades de alimentos, pero es más que eso, el producto ecológico lleva intrínseco un compromiso, una actitud ante nuestra alimentación, la de nuestras

familias, el medio ambiente y los productos agrarios. Todo esto conlleva un gran esfuerzo de formación, por todo ello es imprescindible abordar nuevas formas de comunicación, llegando a las escuelas, profesionales de la salud y sectores sensibles como mujeres, mediante un trabajo permanente de educación ambiental y de salud amplia, que permita desbloquear los inhibidores que en la actualidad están atenazando al mercado. Por otro lado el producto ecológico debe explotar otros canales para llegar a los consumidores, y en este aspecto se debe de señalar la importancia que tiene el desarrollo de ferias periódicas (De la Cruz, 2004) y si es posible semanales donde la población se encuentre con productos ecológicos frecuentemente y a precios justos.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALBARDIAZ, M. A.; ÁLVAREZ, S.; BRIZ, J. Y MUÑOZ, N. 1996**

Análisis del consumo de productos de agricultura ecológica. En: Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (S.E.A.E), Pamplona, 273-284.

- **AYUNTAMIENTO DE CÓRDOBA 2002**

Población por barrios (AI 1/1/2002). <http://www.ayuncordoba.es/portal/webver_html> [Consulta: 2 julio 2004].

- **CEDER 2002**

Encuestas productos ecológicos en la Serranía de Ronda. CEDER Serranía de Ronda (Informe Interno).

- **COLOMBAS, M.; VERA, J.; CORTÉS, A. Y VADELL, J. 2002**

Conocimiento, valoración y consumo de productos ecológicos en las Islas Baleares. V congreso de la SEAE, Gijón (Asturias).

- **DE LA CRUZ, C. 2004**

La Bioferia de Eco-Lógica Perú y su aporte a la diversidad. En: Grain. Euro 2004. <<http://www.grain.org/biodiversidad.htm>> [Consulta: 7 julio 2004].

- **DOXA 1991**

Estudio sobre el mercado de la agricultura ecológica. INDO. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, junio 1991.

- **GARCÍA, A.; GIL, J. M. Y SÁNCHEZ, M. 1998**

Potencial de mercado de los productos ecológicos en Aragón. Diputación General de Aragón. Dept. de Agricultura y Medio Ambiente, Dirección General de Tecnología Agraria, Servicio de Investigación Agroalimentaria. Zaragoza.

- **GARCÍA DE CASTRO, D. 1999**

Comercialización de productos ecológicos. Aceite de oliva ecológico. Jornadas Técnicas, Feria de Productos Ecológicos de Córdoba, Diputación de Córdoba, 7-9 de mayo de 1999.

- **GONZÁLEZ, L. Y COBO, F. B. 2001**

Agricultura ecológica en España. Distribución y Consumo, abril-mayo 2001.

LOS GRUPOS AUTOGESTIONADOS DE CONSUMO **(GAK)**, UNA EXPERIENCIA ASOCIATIVA DE PRIMER ORDEN

GALINDO MARTÍNEZ, P.

GAK del CAES. C/ Atocha, 91. 2º. 28012 Madrid

E-mail: juliajara65@jazzfree.com

RESUMEN

Este artículo elabora la crítica a la globalización de la agricultura y la alimentación desde la práctica. También es un esfuerzo por teorizar esta práctica. Relata una experiencia y reflexión colectiva desde el grupo autogestionado de consumo desde el que se impulsa. El objetivo es mostrar la posibilidad, pero también la necesidad de abordar la crisis del modelo de producción, distribución y consumo global de alimentos desde la agroecología y el consumo responsable y no sólo desde la producción, insuficiente para abordar una problemática que es también circulación, consumo. Junto a la teorización desde la práctica de los conceptos de agroecología y consumo responsable aparecen las dimensiones, no menos importantes, de la transformación de las relaciones sociales y el ejercicio de la participación y la vinculación con los movimientos sociales. Por último, se muestra la apuesta por trascender los límites de iniciativas aisladas para promover una resistencia agroecológica a la globalización desde abajo.

PALABRAS CLAVE: AGROECOLOGÍA Y CONSUMO RESPONSABLE, APOYO MUTUO CAMPO - CIUDAD, MOVIMIENTO ANTIGLOBALIZACIÓN Y SOBERANÍA ALIMENTARIA

1 ▶ OTRA FORMA DE COMPRAR, DE CONSUMIR, DE RELACIONARSE

Comprar es una actividad cotidiana en la que buscamos el mejor equilibrio entre calidad y precio. Lo mismo pasa con los alimentos. Por eso no es tan fácil apartarse de esta práctica y emplear otros criterios (ecológicos, sociales, solidarios, etc.) que incorporen otras razones que no sean estrictamente económicas. Más difícil resulta, si además pretendemos hacerlo en grupo y no individualmente, donde es necesario el acuerdo por parte de las distintas personas que participan en el grupo. Por ejemplo, hay que comprar las naranjas por cajas de un determinado peso y en un número de cajas suficiente para llenar un palé y así abaratar el transporte. Eso obliga a ajustar el pedido de todas las personas consumidoras del grupo a esos módulos. Pero no todo se reduce a cuestiones cuantitativas. Esta práctica compleja pone a prueba nuestra voluntad de involucrarnos en un consumo responsable que implica no sólo nuestras necesidades como consumidor@s sino también las de las personas que cultivan esos alimentos. Quienes llevamos tiempo en esta forma de comprar y consumir, lo resumimos en la frase: “un GAK no es una tienda” (GAK, 2002).

El Grupo Autogestionado de Consumo (GAK) del CAES y el Colectivo Agroecológico Cefares (CAC), unos en la ciudad, los otros en el campo, mantenemos una relación de apoyo mutuo en la producción y consumo de alimentos ecológicos, pero también en otros niveles. Por ejemplo, la elaboración de un boletín mensual “Agricultura y Consumo Responsables” que iniciamos en marzo de 2004 y en el que ambos colectivos mostramos no sólo nuestra práctica, como forma de sensibilización y transformación de las relaciones sociales, sino también nuestra participación en los movimientos sociales. En otoño de 2003 hicimos una campaña de apoyo para ayudar al CAC a financiar la compra de una furgoneta de segunda mano y un ordenador. Conseguimos un préstamo social a cambio de producto a consumir a lo largo de la temporada e iniciamos a algunas personas en el consumo agroecológico y responsable. La propia iniciativa sirvió para profundizar una relación producción-consumo anterior y dar a conocer a las personas que participaron en la red de apoyo, de primera mano y a través del relato vital de los/as protagonistas, el empeño en la recuperación de huertos familiares y olivares de montaña condenados al abandono o a los herbicidas, la recuperación de prácticas tradicionales en desuso por no ser competitivas en términos de mercado y la resistencia frente a la emigración de campesinos agroecológicos en peligro de extinción, al igual que los pueblos en los que habitan.

Los pasos que estamos dando, a partir de entonces, en esta relación de apoyo mutuo campo-ciudad, que constituye el objetivo central del surgimiento y trayectoria de los GAK son cuidadosos, pero también son firmes. Hemos decidido conjuntamente qué alimentos de huerta plantar para la primavera-verano, en función de las necesidades y de las posibilidades climáticas, escalonados en el tiempo, para facilitar una recolección prolongada. Hemos valorado las cantidades aproximadas, en función de nuestra capacidad de distribución (autoconsumo y extensión a otras familias) y acordado los precios, en razón del trabajo que exigen, pero también buscando un equilibrio con los ingresos de las familias trabajadoras que componemos los grupos de consumo organizado.

Esta relación se va revisando desde la reciprocidad y la transparencia. Empezamos la difusión de esta actividad de recuperación campesina del CAC, a través de la distribución y consumo de aceitunas negras, “guisadas” al estilo tradicional y de forma completamente artesanal. Aprovechamos el invierno, en el que se reduce la actividad del campo para actividades conjuntas GAK-CAC, de elaboración y sensibilización: dinamización de un Taller de Agroecología y Consumo Responsables en el IV Foro de la Plataforma Rural, junto con la Cooperativa de productores y consumidores Terra Sana; participación con una ponencia campesino-urbana en el Área de Ecología Política de las IX Jornadas de Economía Crítica (Pino y Galindo 2004); apoyo a la constitución de grupos de autoconsumo en relación directa con redes agroecológicas en Asturias, etc.).

A partir de mitad de mayo empezamos la campaña de primavera-verano con la recolección de patatas tempranas, cebollas, puerros y lechugas. Luego se fueron añadiendo otras hortalizas más veraniegas (calabacín, pimiento y tomate), además de vino y aceitunas verdes, denominadas “de todo el año”, a diferencia de las negras que hemos consumido de noviembre a febrero. A lo largo del año hemos ido ampliando el número de familias consumidoras que, a partir de la motivación surgida por el conocimiento de la experiencia campesina del CAC y de los productos por ellos elaborados, se han sumado a nuestra iniciativa (Hay un mayor detalle en Boletín *Agricultura y consumo responsables* de mayo y junio).

Al comienzo del verano y ante la caída “natural” que tenemos, los grupos de consumo de la ciudad, debido a las vacaciones estivales, hemos impulsado también conjuntamente, la creación de otros grupos de consumo o el contacto con grupos ya existentes en localidades cercanas (Plasencia y Salamanca), que pudieran iniciar el consumo de sus productos de huerta, pero también potenciar una relación más cercana. A final de la temporada valoraremos los resultados, entre todos, desde el campo y desde la ciudad.

2 ► COORDINACIÓN Y COOPERACIÓN CON OTROS GRUPOS DE CONSUMO AGROECOLÓGICO

También mantenemos relaciones con otr@s productor@s agroecológic@s y cooperativas a través de la Coordinadora de Grupos de Consumo Agroecológico de Madrid que, hace 3 años, en diciembre de 2001, fundamos diversos grupos, para cooperar en la compra y distribución conjunta de alimentos ecológicos producidos por pequeños productores y cooperativas del Estado Español. Actualmente forman parte de la Coordinadora, Asalto de Mata, Ecosol, El Cantueso, La Dragona, los GAK de Hortaleza y de CAES, Redes, Red Autogestionada de Consumo (RAC) y Subiendo al Sur(1). Somos proyectos de consumo agroecológico diversos, pero compartimos preocupaciones y necesidades cotidianas. También somos conscientes de las diferencias, en el punto de partida o en el acento (más social, más ecológico), organizativas (cooperativas, asociaciones, grupos autogestionados, grupos en red, tienda asociativa), de vinculación de las personas consumidoras (reuniones más o menos periódicas, liberación de tareas pagadas), de implicación como grupos en los movimientos sociales, etc. A pesar

de la diversidad, compartimos los mismos problemas: ser pocas personas y menos las más implicadas, cómo llegar a la gente normal, cómo mantener el consumo, el transporte a Madrid y la distribución aquí, cómo construimos en lo real el concepto de agroecológico, la tensión entre variedad de productos y proximidad, etc.

Los grupos que formamos la Coordinadora hemos acordado una serie de criterios mínimos y comunes que orientan nuestra compra y que luego cada uno desarrolla con mayor o menor detalle. En primer lugar, buscamos la mayor variedad posible de frutas y verduras de la temporada, recurriendo a sus zonas tradicionales de cultivo (cítricos en Valencia, plátanos en Canarias, peras en Navarra y manzanas en Aragón y Navarra) y a pequeños productores y cooperativas, no multinacionales de la distribución que ya están empujando en el sector de alimentos ecológicos. También buscamos la proximidad, dando prioridad a los productores más cercanos. En el GAK del CAES, por proximidad-cercanía, no sólo consideramos la distancia sino la afinidad y el tiempo que llevamos juntos. Por ejemplo, si el CAC no tiene ahora acelgas, recurriríamos a los productores de Valencia, Ecomediterránea, no sólo por mayor cercanía geográfica, sino porque les conocemos de hace tiempo y apoyamos sus esfuerzos por mantener una cooperativa de productores directos. Ellos nos ponen un precio especial y nos lo mantienen todo el año, cosa que no hacen habitualmente otros y que no pueden mantener cuando nos suministran alimentos de otros productores. Este es otro criterio, comprar directamente. En la medida de lo posible, no compramos alimentos que el proveedor simplemente distribuye. Otra necesidad de esta cooperación es la estabilidad en el pedido y unas cantidades mínimas para, por un lado, no trasladar estas oscilaciones a los costes de transporte que repercuten a los demás grupos y por otro, no perjudicar a los proveedores en sus previsiones. Por ejemplo, este año hemos decidido apoyar a un pequeño productor aragonés comprándole directamente su cosecha de manzana. Pero, simultáneamente, hemos procurado compensar, en el periodo de solape (de febrero a abril), con otros productos a Gumendi, que nos suministraba la manzana anteriormente.

Por último, en algunas épocas del año, cuando falta la verdura de los productores con los que cada grupo de la Coordinadora mantiene una relación prioritaria, hacemos compras conjuntas de verdura a otros territorios que prolongan más sus condiciones de cultivo (Galicia), pero con los que no tenemos una relación habitual, por la distancia. En estos casos, procuramos cooperar todos los grupos para llegar a unas cantidades razonables que no hagan excesivo el coste del transporte, comprando incluso otros productos (miel, avellanas, castañas) cuyo coste puede compensar.

3 ▶ ¿QUÉ ENTENDEMOS POR AGROECOLOGÍA Y CONSUMO RESPONSABLE?

Parece que se ha puesto de moda la palabra agroecología porque reclamar una agricultura ecológica ya no es suficiente. La producción y consumo ecológicos y/o saludable en principio y en sus principios, no cuestionan la lógica mercantil, origen y desarrollo de

la agricultura industrial y aceptan el modelo de distribución como forma de despliegue del consumo ecológico. Desde esta posición, no integran la pobreza y falta de acceso a los alimentos de la mayor parte de la población (alimentos ecológicos sólo para ricos), ni la desaparición de la agricultura familiar y campesina. El mercado resuelve las contradicciones e integra esta nueva demanda. Productor@s ecológic@s de menor escala en busca de mercados de consumidor@s ecológic@s muy solventes y/o solidari@s que les permitan mantenerse. La “ficción” acaba con la generalización del consumo ecológico a través de las multinacionales de la alimentación y suministrando los insumos y la tecnología a unos productores ecológicos cada vez de mayor escala, más competitivos.

El despliegue de la productividad, competitividad, escala productiva ocurre también al interior de la producción ecológica. La colonización del mercado mundial por parte de la producción etiquetada como ecológica acabará siendo una mera sustitución de tratamiento químicos por biológicos. Incluso aunque sólo miremos al interior de lo que se certifica como agricultura ecológica. No se contemplan criterios de sostenibilidad que deberían incluirse (origen de la materia prima utilizada, consumo de agua, tecnologías culturalmente apropiadas, escala de producción, canales y formas de comercialización, distancia a los mercados) pero también criterios sociales, económicos, culturales, etc. que tienen que ver con las formas de explotación de las personas y la naturaleza, con los derechos humanos, la salud y la seguridad alimentaria, con una vida más segura para todas las personas que habitan el planeta y no sólo para los que puedan pagarlo a un precio superior a la agricultura química y a la comida basura (Galindo, 2002a).

En esa nivelación violenta de condiciones de producción, l@s pequeñ@s productor@s ecológic@s desaparecen. Los alimentos no son ecológicos, sino que se certifican como ecológicos. Ecológico como marca colonizando el mercado mundial, pudiendo incluso, minorizar la producción de alimentos en base a la química, pero no los daños sociales y culturales. Aun más, la coexistencia “pacífica” con la producción industrial de alimentos y los transgénicos reducen las posibilidades de zonas libres de contaminación genética y química. La falta de integración de las consecuencias sociales facilita su asimilación por parte de la lógica económica, siempre dispuesta a incorporar los criterios ambientales que puedan expresarse de forma monetaria (quien contamina, paga).

En los GAK queremos ir más lejos. La generalización de la comida basura tiene que ver con la proliferación de trabajos basura y de una vida basura para mucha gente. Mientras crece el despilfarro de recursos naturales y la contaminación, también crece la pobreza y la falta de condiciones de vida digna para muchas personas. Nuestras formas de consumir tienen mucho que ver con estos problemas. La industrialización y mercantilización de la agricultura y la alimentación ya ha demostrado que no es capaz de alimentar a toda la población. El nivel de consumo de las sociedades desarrolladas, suponiendo que fuera deseable, no es generalizable a toda la población. El consumismo desaforado de mil millones de incluidos supone la desigualdad y la exclusión de la mayoría de la humanidad. Apostar por la agricultura ecológica para quien pueda pagarlo, además de insuficiente, es injusto,

para la mayoría. La solución de generalizar la comida ecológica en base a las grandes cadenas de distribución es una falacia que extiende un nicho de mercado ecológico sobre la base de no interrogarse sobre los problemas de la globalización de la alimentación (Galindo, 2003a).

No hay alternativa al hambre y la comida basura, a la contaminación y destrucción ecológica y a la pérdida de autonomía de los pueblos para cuidar los recursos indispensables para la vida, sin oponerse a la modernización capitalista de la agricultura, es decir a la producción, distribución y consumo de alimentos para el mercado global, una de cuyas dimensiones principales es la producción, pero no sólo. Resulta insuficiente para abordar una problemática que es también circulación, consumo. Tampoco se puede reducir la crítica al modelo globalizado de producción, distribución y consumo de alimentos, a la crítica de las multinacionales y las empresas del Agrobusiness. Hay que crear las condiciones para que el derecho a la soberanía alimentaria sea una realidad para todos los pueblos del planeta. Recuperar la autonomía de los pueblos en su derecho a la alimentación exige, por un lado, asumir la responsabilidad de la propia forma de alimentación y por otro, promover una alianza entre ciudadan@s del campo y la ciudad. Conseguir la soberanía alimentaria desde el dialogo con las necesidades de los otros en múltiples direcciones: campo-ciudad; campesin@s-consumidor@s; autócton@s-inmigrantes; Norte-Sur (Galindo, 2002b).

Agroecología no es la agricultura sostenible para los campesinos en los países pobres, ni para los campesinos pobres de todos los países (Galindo, 2003b). La agroecología es una forma de producir alimentos contando con la naturaleza y no contra ella; un conocimiento secular anclado en una sabiduría campesina que la modernización capitalista ha desterrado del ámbito de la producción porque no es competitivo en términos de mercado. La agroecología campesina (Guzmán Casado, Gonzalez Molina y Sevilla-Guzman, 2000) aparece como la forma de superar tanto la agricultura industrial como la agricultura ecológica para el mercado global. Es agricultura inserta en el territorio, mediante tecnologías apropiadas (variedades autóctonas y prácticas de protección del ecosistema en su conjunto superando el límite de la finca), contando con los conocimientos tradicionales y partiendo de un principio de austeridad en el uso de insumos, especialmente energéticos. Otras dimensiones vinculadas a la vida rural: combatir el abandono rural; recuperar huertos y actividades agroganaderas tradicionales en proceso de abandono en aquellas zonas marginadas de circuitos comerciales y, sobre todo, entender la producción agroecológica campesina como una dimensión inserta en la vida social rural (salud, educación, cultura, reparto de trabajo de cuidados de niños, mayores y personas dependientes, etc).

Pero la Agroecología campesina necesita de un Consumo responsable que persiga la forma de superar una sociedad de mercado y un individuo construido para producir y consumir como única sociabilidad y forma de pertenencia social. Para que sea posible una agroecología campesina hoy, tiene que propagarse una inversión del énfasis en el consumo por el reconocimiento del otro, que está al otro lado del producto. Dialogar con las personas y no con el producto a través de su precio. Preocuparse de cómo y quien lo ha producido

y cómo ha llegado hasta mí. Establecer redes de consumo organizado mirando hacia la realidad rural (Galindo, 2004).

El consumo responsable es la contraparte necesaria que construye redes de consumidores en las ciudades que, en legítima defensa de su seguridad alimentaria, se comprometen directamente con l@s productor@s agroecológic@s. Este compromiso implica un diálogo sobre las necesidades que ambas partes tienen, buscando la reciprocidad y la equivalencia, promoviendo el apoyo mutuo para producir y consumir alimentos sanos, con un precio justo que remunere de forma suficiente la actividad de los productores rurales, en lugar de ser resultado de las oscilaciones de los precios de los productos en el mercado, inasequible a comienzos de temporada e insuficientes para los productores cuando la oferta es abundante. El consumo responsable se interroga sobre lo necesario y lo superfluo, promueve el consumo de alimentos de temporada, la proximidad, la reutilización de envases. Es decir, mira más allá de la calidad del producto y del precio.

4 ▶ ¿CÓMO ESTAMOS CONSTRUYENDO ESTA TEORÍA DESDE LA PRÁCTICA?

En nuestra experiencia, ya de 8 años, empujando una relación directa entre productores y consumidores del campo y la ciudad, agroecología es producción, pero también consumo de alimentos en una responsabilidad compartida. Es promover unas relaciones diferentes, de resistencia agroecológica, empujando desde los márgenes del mercado global. A continuación señalamos algunos de los rasgos que colectivamente hemos acordado a partir de nuestra experiencia. La mayor dificultad está tanto, en profundizar en la transformación de una relación social que también es económica, como en el cambio de conciencia, actitudes y prioridades para que nuestras palabras se correspondan con lo que hacemos al desarrollar proyectos cooperativos.

5 ▶ AGROECOLOGÍA Y CONSUMO RESPONSABLE DESDE EL CAMPO Y DESDE LA CIUDAD, DOS REALIDADES QUE DIALOGAN

La agroecología no puede desplegarse sólo desde la producción. No es pensable porque no es posible su supervivencia sin una contraparte solidaria de consumidor@s organizad@s. Tampoco lo es una red de consumo agroecológico autogestionado sin una relación directa con productor@s agroecológic@s. Así lo hemos aprendido, en las sucesivas evoluciones de las distintas relaciones que hemos mantenido entre el campo y la ciudad e incluso, al interior de la ciudad. La voluntad de cooperar en un proyecto común es lo que mantiene la relación entre productor@s y consumidor@s, a pesar de las dificultades (Pino y Galindo, 2004). Lo que avala la continuidad y el resultado de la relación es el tipo de relación por la

que se apuesta (GAK de CAES, 2002). No es una relación táctica (de intereses que convergen en un más o un menos), sino estratégica (de razones compartidas). No es instrumental (porque nos conviene), sino sustancial (porque nos constituye). No es anónima (en base a las etiquetas), sino personalizada y basada en la confianza (diálogo, hablar de los problemas y dificultades de cada parte y revisar los acuerdos cuando ya no sirven para alguna de las partes).

6 ▶ APOYO MUTUO

La relación directa y prioritaria entre productor@s y consumidor@s está basada en el apoyo mutuo. Desde el respeto a la autonomía de cada parte. Pero también desde la responsabilidad, la reciprocidad y la igualdad de derechos y centralidad entre ambos. Dentro de un proyecto agroecológico, el modelo debe ser la equidad en el intercambio entre lo que una parte da y la otra recibe. Si todos dan, todos reciben. Si sólo se recibe, no se está en condiciones de dar. Las situaciones de desigualdad, de falta de equidad, no deber ser estructurales sino puntuales. En caso contrario, el apoyo mutuo es unilateral y por lo tanto no sería mutuo. Tiene que contemplar, además: a) la libertad de funcionamiento, organización interna y de coalición para el cumplimiento de los fines (producir y distribuir alimentos sanos, en cantidad y variedad suficiente y a unos precios razonables); b) la transparencia y el diálogo entre ambas partes.

Desde esta relación prioritaria, claramente establecida, los grupos de consumo o l@s productor@s pueden mantener, por separado, otras relaciones de intercambio, que de hecho necesitan, respetando siempre no comprometer el proyecto agroecológico común. La transparencia e información de los acuerdos con otros es lo que mejor salva la relación.

El énfasis que hacemos en subrayar las condiciones para que se dé verdaderamente un apoyo mutuo se debe a la confusión generada por proyectos asociativos que emplean esta terminología, pero su modelo es distinto, como hemos podido comprobar desde dentro. Representan una corriente en la que, en el fondo y en su práctica, el protagonismo, la centralidad, está en la producción, siendo la organización de los consumidores en las ciudades un instrumento a su servicio. Sin negar la positividad que pueden llegar a tener iniciativas impulsadas desde la producción agroecológica neorrural, en la sensibilización para una forma de producción, incluso de consumo diferente, no es nuestro modelo. La apuesta que hacemos reside precisamente en que el ejercicio de esta soberanía alimentaria es compartido. La organización del consumo no es una parte de la producción agroecológica, sino una actividad autónoma, que además, está desarrollando una cultura política propia, aún minoritaria. No sólo es necesaria otra forma de producir y consumir. También lo es, otra forma de respetarse y de relacionarse, reconociendo la importancia estratégica de la organización autónoma del consumo de las ciudades. Sólo así es posible que puedan darse las condiciones para rebasar la marginalidad y empujar en la construcción de un movimiento

social agroecológico, en el que el movimiento de l@s consumidor@s de la ciudad sea una de las partes que contribuyan con su organización, además del movimiento de l@s campesin@s, para la interrupción de la lógica globalizada de la producción, distribución y consumo de alimentos, incluida la vuelta al campo.

7 ▶ LOS DISTINTOS PLANOS DE LA AGROECOLOGÍA Y EL CONSUMO RESPONSABLES

Hay que contemplar diversos planos, algunos de los cuales están en conexión directa con la agricultura y la alimentación y ya se han señalado suficientemente: a) la dimensión ecológica (austeridad, temporada, proximidad, reutilización de envases ...); b) la dimensión social-laboral-tecnológica.; c) la seguridad y soberanía alimentaria desde abajo, pero también desde las políticas que las despliegan o impiden. Estas dimensiones, en general ya se consideran pertinentes desde muchos ámbitos, aunque se desarrollen más o menos.

Pero hay otros planos menos considerados, a pesar de que, al tratarse de proyectos sociales, de transformación de las relaciones entre las personas, las cuestiones vinculadas con el desarrollo de la participación son tan importantes como la sensibilización en la forma de consumir. Algunas de sus dimensiones son: ¿cómo propiciar el máximo protagonismo y participación posibles de l@s integrantes del proyecto en todas sus fases y lugares? Tender a la rotación (alternancia en las funciones) respetando y dialogando con los deseos y posibilidades de cada persona, pero tener en cuenta también, la defensa de las necesidades de continuidad del proceso. A su vez, la máxima información y transparencia y simétricamente, el máximo respeto con los acuerdos compartidos. En los GAK, como en cualquier actividad asociativa, siempre hay personas diversas, con mayor o menor implicación, capacidad y voluntad para involucrarse, incluso desde el reconocimiento de esta necesidad. La organización de esta desigual disponibilidad y participación, desde el respeto y el diálogo, es tan importante como preparar las cajas de alimentos para cada familia el día del reparto u organizar los pedidos, pagos y cobros.

Por último, no podemos olvidar la conexión con los movimientos sociales que actúan en el terreno de la producción y consumo de alimentos en clave agroecológica, que intervienen a veces potenciando, a veces no, a iniciativas de transformación social desde la base. Sin esta consideración, nuestros proyectos se reducen a iniciativas magníficas, pero que empiezan y terminan en sí mismas.

8 ▶ LA DIMENSIÓN. EL CRECIMIENTO

No es viable un proyecto agroecológico sin conseguir, tanto el tamaño mínimo para garantizar la viabilidad económica en sus distintas fases, como una distribución de las

tareas según lo requiera el momento, dentro de su propio proceso de crecimiento colectivo. El crecimiento, como hemos señalado antes, no sólo debe considerarse en tamaño, sino también en participación en las tareas y los principios y en mejora de la distribución y de la cantidad, la calidad y la variedad de los productos. Un proyecto social de agroecología y consumo responsables, no puede mantener sus principios más allá de una dimensión en la que la economía, las estructuras organizativas, la eficacia, se imponen a tales principios constituyentes, incluida una verdadera participación. Estos proyectos pueden morir por su pequeña escala, su marginalidad, pero también pueden morir de éxito. Desde la experiencia que tenemos, hay que mantener la tensión entre incorporar cada vez más amplios sectores sociales y no degradar los principios. Eso nos permite llegar a más personas y crecer en participación de forma simultánea y se consigue considerando la formación y la participación como un elemento central (Galindo, 2002a).

9 ▶ LA DISTRIBUCIÓN Y EL TRANSPORTE

Debemos tender a considerar el transporte, en particular el interno en la gran ciudad, como una parte del proyecto agroecológico a todos los efectos. Olvidar o no tener demasiado en cuenta esta dimensión entre la producción y el consumo, también es motivo de crisis. En nuestra experiencia, ha sido imprescindible para poder funcionar. Cuando el transporte ha formado parte de la iniciativa, en igualdad de condiciones y participación, ha permitido resolver problemas cotidianos muy comunes de la distribución (retrasos en la llegada del producto, extravíos, pérdidas, etc.) que de otro modo nos paralizan o impiden responder a tiempo. También es imprescindible para plantearse cualquier redimensionamiento de los proyectos (nuevos grupos, aumento de familias en el mismo grupo, épocas especiales -verano-, etc).

10 ▶ DESDE EL CAMPO, DESDE LA CIUDAD Y DESDE EL MOVIMIENTO ANTIGLOBALIZACIÓN

Nuestra actividad se enfrenta a las políticas del capitalismo global y a sus efectos en las formas de alimentación. Sin unir ambas cosas sólo tenemos el interés individual de agruparnos para comer mejor. Sin la participación consciente de los proyectos sociales pequeños y reales, los movimientos que se oponen a la globalización no podrán dejar de ser marginales o burocráticos.

Desde la voluntad de participar en los movimientos sociales aportando nuestra realidad y beneficiándonos de la cooperación con otras experiencias asociativas, debemos comprender los distintos ritmos, experiencias, identidades y deseos. Impulsar espacios compartidos por todas las experiencias agroecológicas y procurar la conexión con las redes agroecológicas presentes en el Movimiento Antiglobalización, desde el respeto a la pluralidad y la situación

de cada colectivo. Fomentar el debate y la formación como garantías del avance de l@s integrantes del proyecto y del crecimiento del mismo (Morán *et al.* 2003).

Por eso hemos impulsado, en Madrid, desde julio de 2001 y junto con otros colectivos, el Área de Agroecología y Consumo Responsable del Movimiento contra la Globalización, la Europa del Capital y la Guerra que, durante la Campaña contra la Presidencia española de la Unión Europea en el primer semestre de 2002, tuvo una actividad y coordinación estatal. Los planteamientos del Área son: impulsar la agroecología y consumo responsables como resistencia frente a la globalización de la agricultura y la alimentación. Desde la articulación de vínculos entre colectivos de productor@s y de consumidor@s como forma de superar la marginalidad. Impulsando experiencias y relaciones de cooperación y apoyo mutuo entre colectivos agroecológicos. Desenmascarar los daños de la globalización, contribuir a la cultura política del consumo y establecer vínculos con otros movimientos sociales. Solo desde muchas experiencias locales agroecológicas que se enfrentan en la práctica, a los daños de la globalización económica, puede darse la fuerza para detener la lógica económica global de la agricultura y la alimentación. Por el contrario, y mientras se profundice la interiorización de la lógica de la competitividad en cada individuo, otro mundo es imposible (Galindo, 2003a y 2004) (2).

11 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ASALTODEMATA 2002**

Asaltodemata, Asociación cultural agroecológica. Rescoldos, Revista de Diálogo Social, núm. 6, 72-74

- **ECOSOL 2002**

Ecosol: ecológico y solidario. Una cooperativa en Madrid de consumidores de productos biológicos. Rescoldos, Revista de Diálogo Social, núm. 6, 79-80

- **EL CANTUESO 2002**

El Cantueso: grupo de consumo de Colmenar y Tres Cantos. Rescoldos, Revista de Diálogo Social, núm. 6, 89-90

- **GAK 2002**

Historia de los GAKs. Rescoldos, Revista de Diálogo Social, núm. 6, 81-87

- **GAK DE CAES 2002**

Notas para el debate sobre agroecología. En: <www.nodo50.org/caes/soberania_alimentaria> [información actualizada agosto 2004]

- **GAK DE CAES (COLECTIVO AGROECOLÓGICO CEFARES) 2004**

Boletín Agricultura y consumo responsables, núm. marzo, abril, mayo y junio. En: <www.nodo50.org/caes/soberania_alimentaria> [información actualizada agosto 2004]

- **GALINDO, P. 2002 A**

Soberanía alimentaria: el consumo agroecológico y responsable, un modo de ejercer la salud y la seguridad alimentaria. Rescoldos, Revista de Diálogo Social, núm. 6, 37-54

- **GALINDO, P. 2002 B**

Entre el hambre y la comida basura. Sociedad Española de Agricultura ecológica. Hoja informativa núm. 9.

• **GALINDO, P. 2003 A**

Globalización de la agricultura y la alimentación. En: Morán A., R. Bajo, P. Galindo, J. M. Hernández, S. del Río, G. Romero, J. L. Ruiz Jiménez (2003). El movimiento antiglobalización en su laberinto. Entre la nube de mosquitos y la izquierda parlamentaria. Catarata-CAES; Madrid, 145-167

• **GALINDO, P. 2003 B**

Campesinas y campesinos, especie en peligro de extinción. Tiempos Salvajes, 1. 24-27

• **GALINDO, P. 2004**

Resistencia agroecológica a la globalización. En: <www.nodo50.org/caes/soberania_alimentaria>

• **GUZMÁN CASADO, G.; GONZÁLEZ MOLINA, M. Y SEVILLA GUZMÁN, E. 2000**

Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. M. Prensa, Madrid.

• **MORÁN, A.; BAJO, R.; GALINDO, P.; HERNÁNDEZ, J. M.; DEL RÍO, S.; ROMERO, G. Y RUIZ JIMÉNEZ, J. L. 2003**

El movimiento antiglobalización en su laberinto. Entre la nube de mosquitos y la izquierda parlamentaria. Catarata-CAES; Madrid, 21-56

• **PINO, C. Y GALINDO, P. 2004**

Globalización de la agricultura y la alimentación en la economía mundial. Un análisis crítico (teórico y práctico) desde la agroecología y el consumo responsable. En: [CD] IX Jornadas de Economía Crítica, Madrid, 25-27 marzo

• **REDES 2002**

Un resumen sobre "Redes". Rescoldos, Revista de Diálogo Social, núm. 6, 91-92

(Footnotes)

(1) Para conocer más acerca de los grupos de la Coordinadora, véase el núm. 6 de la revista Rescoldos. Más detalles en la bibliografía.

(2) Para un mejor detalle de las actividades realizadas por el Área de Agroecología y Consumo Responsable del Movimiento contra la Globalización, la Europa del Capital y la Guerra, pueden consultarse los materiales elaborados por el Área. En: www.nodo50.org/caes/soberania_alimentaria [información actualizada agosto 2004]

PROPUESTA DE UNA SENDA TEMÁTICA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

Royo, C.⁽¹⁾ y **Molina, A.**⁽²⁾

⁽¹⁾ Ingeniera Agrónoma de la E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

⁽²⁾ Profesora Titular del Departamento de Química y Análisis Agrícola. E.T.S.I.A. UPM

RESUMEN

En este trabajo se propone una senda temática que tiene los objetivos de identificar las técnicas utilizadas en Agricultura Ecológica para la obtención de productos hortícolas, promover la interacción de los visitantes de la senda con los elementos de la misma y a partir de ello, conseguir que tomen conciencia de la necesidad de practicar esta agricultura.

PALABRAS CLAVE: SENDA TEMÁTICA Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

1 ► INTRODUCCIÓN

Este proyecto trata de a través de la construcción de una senda al aire libre, concienciar al visitante de la importancia que tiene la agricultura ecológica y mostrar sus técnicas para la obtención de productos hortícolas, buscando promover la interacción de los visitantes con los elementos de la senda. El recorrido se propone que pueda realizarse bien autoguiado (para lo cual se ha diseñado un manual en el que se explica cada panel y elemento de la senda) o mediante la presencia de un monitor.

Como complementación a la senda temática se propone la construcción de un mural con documentación consistente en bibliografía a disposición del visitante donde se mostrarán revistas de agricultura ecológica, libros introductorios al tema y otros títulos más especializados y un punto informatizado donde el visitante encontrará ordenadores con pantalla táctil que le permitirán acceder a información actualizada de agricultura ecológica, ubicados ambos en un lugar próximo a la senda.

Esta propuesta es un resumen del Trabajo Fin de Carrera realizado por Cristina Royo y dirigido por Maria Asunción Molina.

2 ► OBJETIVOS

► Objetivo general de la senda:

- Mostrar la importancia de la agricultura ecológica mediante una senda temática válida para cualquier visitante.

► Objetivos específicos:

Nivel cognitivo:

- Identificar las técnicas utilizadas en la agricultura ecológica para la obtención de productos hortícolas.

► Nivel afectivo:

- Conseguir que los visitantes tomen conciencia de la necesidad de la práctica de la agricultura ecológica.

► Nivel interpersonal:

- Promover la interacción de los visitantes de la senda con elementos de la misma.

3 ▶ DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SENDA

La senda temática propuesta tiene forma circular, está constituida por una zona central de introducción y otras ocho subunidades o regiones en cada una de las cuales se trata un tema en agricultura ecológica mediante la utilización de diferentes elementos como paneles, carteles... que el visitante irá encontrando según recorra la senda. Las nueve subunidades propuestas a ser recorridas por orden son:

- **Subunidad 1:** Introducción a la agricultura ecológica.
- **Subunidad 2:** Proceso de compostaje.
- **Subunidad 3:** Acondicionamiento del suelo.
- **Subunidad 4:** Asociación de cultivos.
- **Subunidad 5:** Rotación de cultivos.
- **Subunidad 6:** Control de hierbas adventicias.
- **Subunidad 7:** Control de plagas y enfermedades.
- **Subunidad 8:** El calendario del horticultor ecológico.
- **Subunidad 9:** El alimento ecológico. El calendario alimenticio.

La senda estará delimitada exteriormente a través de un seto y de igual forma, las subunidades estarán separadas unas de otras mediante un seto de menor tamaño.

En las siguientes figuras (figuras 1, 2 y 3) se muestran la estructura de la senda donde podemos reconocer las nueve subunidades, y en la segunda, se muestra un esquema tridimensional de la senda y en la tercera se recogen las dimensiones propuestas.

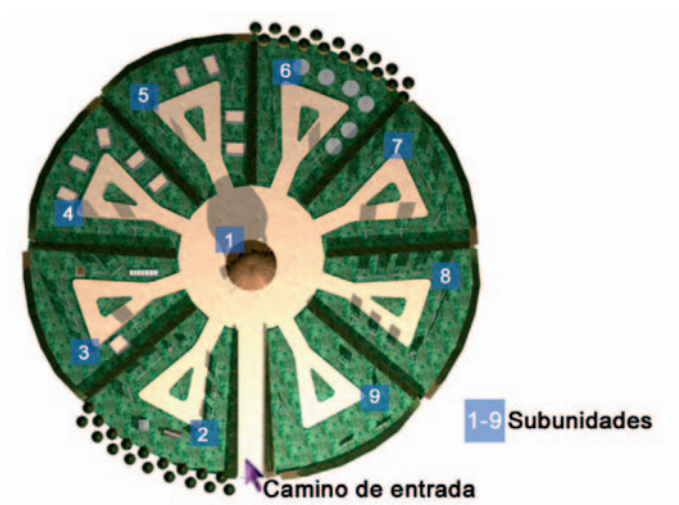


Figura 1. Estructura de la senda en planta.

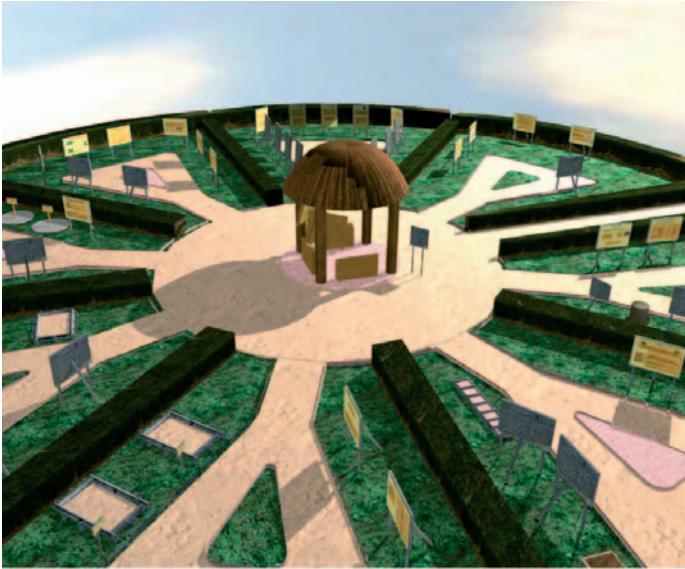


Figura 2. Esquema tridimensional de la senda.

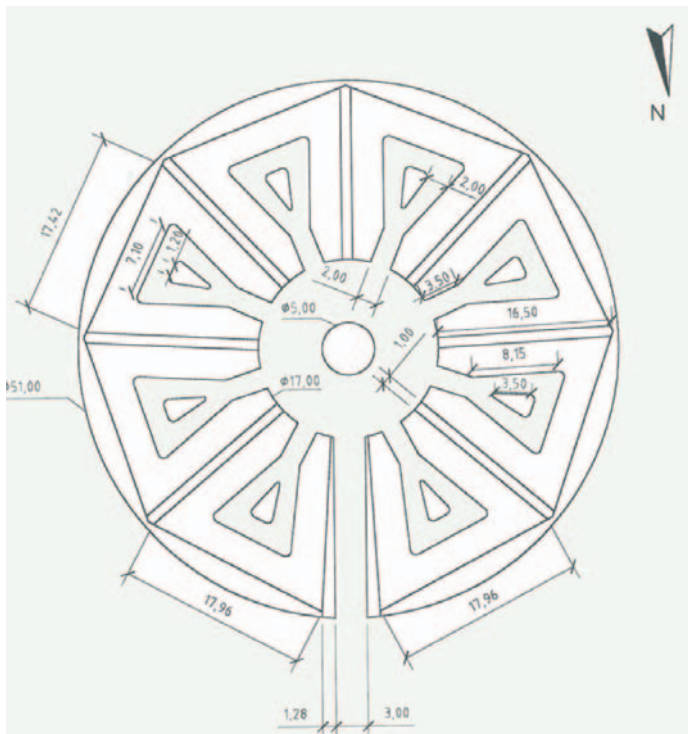


Figura 3. Dimensiones de la senda propuesta.

4 ▶ **DESARROLLO DE LA SENDA**

En este apartado se va a proceder a la descripción de cada una de las subunidades que constituyen la senda así como de los elementos didácticos complementarios que forman parte de cada una de ellas.

Subunidad 1: Introducción a la Agricultura Ecológica

La primera subunidad de la senda se desarrolla en la zona central de la misma donde se propone la existencia de un templete en cuyo interior se pretende mostrar la estructura de la senda mediante carteles colocados en atriles de madera, de tal modo que sea recorrida correctamente en caso de ser autoguiada. Así mismo se hace una introducción a la agricultura ecológica haciendo uso de dos paneles donde se explica a groso modo la evolución de la agricultura y en el segundo de ellos se explica en qué consiste la agricultura ecológica, cuales son sus principios y ventajas.

Subunidad 2: Proceso de compostaje

Los objetivos didácticos en esta segunda subunidad son explicar qué es el compost, mostrar sus ventajas, cómo se obtiene y mostrar una vía alternativa para la obtención de materia orgánica de calidad: el vermicompostaje. Para ello se muestra al visitante un montón de compost, una compostadora, paneles distribuidos por la subunidad como por ejemplo: “Hacer nuestra propia compostadora”, donde se pretende dar posibilidades para la construcción de una compostadora casera e incitar así al visitante a realizarla en su propio jardín o finca. También se muestra un vermicompostador para fincas a pequeña escala o jardines con su cartel explicativo.

Subunidad 3: Acondicionamiento del suelo

En esta tercera subunidad se quiere mostrar la importancia de la materia orgánica y de las lombrices en el suelo, en qué consiste el acondicionamiento del suelo y sus ventajas.

Para ello se utilizan seis paneles. Se propone un panel explicativo que habla de la importancia de las lombrices en el suelo junto al cual se muestra una superficie donde el visitante podrá ver la presencia de las mismas al aplicar materia orgánica al suelo al remover la primera capa superficial, así como un terrario donde se podrá apreciar el movimiento de las lombrices en los distintos niveles del suelo. Se explica en qué consiste el laboreo del suelo y las diferentes herramientas exponiendo una laya de doble mango que se enseñará a utilizar por el monitor. Cabe la posibilidad de colocar un tractor para mostrar las herramientas motorizadas en la subunidad para que el visitante pueda subirse a él y se busquen más formas

de interacción. Para acabar se habla del acolchado, mostrando una estructura donde existirán diferentes materiales para el mulching, como paja, lana, piedras...

Subunidad 4: Asociación de cultivos

En esta subunidad se explica qué es la asociación de cultivos, sus ventajas y cultivos que se pueden asociar. Se presentan cinco bancales que muestran asociaciones típicas como: col y lechuga, judía y zanahoria, puerro y apio, rábanos y berros, cebolla y tomate.

Subunidad 5: Rotación de cultivos

En esta quinta subunidad se explica qué es la rotación de cultivos, cómo planificarla y sus ventajas. Se muestran las grandes familias de hortalizas y se presentan dos ejemplos de rotaciones reales bianuales donde cada bancal representa una hoja de la rotación. Se proponen especies conocidas y sencillas para que la experiencia resulte didáctica.

Subunidad 6: Control de hierbas adventicias

En esta subunidad, se explica el concepto de hierbas adventicias, se muestran sus ventajas y métodos de control y se presentan seis parcelas de hierbas adventicias donde se informa del parámetro que indica su presencia, como puede ser suelos ácidos o ricos en nitrógeno.

Subunidad 7: control de plagas y enfermedades

En esta subunidad se utilizan ocho paneles para explicar la importancia de la prevención en agricultura ecológica, mostrar diferentes plagas y enfermedades representativas en los cultivos y los diferentes métodos de control. Se propone colgar diferentes trampas en la subunidad para que el visitante pueda verlas de una forma real.

Subunidad 8: El calendario del horticultor ecológico

En esta subunidad se presentan en doce paneles las diferentes operaciones que se realizan a lo largo del año en el huerto de hortalizas representando cada panel un mes del año.

Subunidad 9: El alimento ecológico. El calendario alimenticio

En la última subunidad de la senda, se explica finalmente qué es un alimento ecológico,

y la diversidad de productos que podemos encontrar en el mercado hoy en día. En uno de los paneles de la subunidad se muestra la idea que en agricultura ecológica se apuesta por la ingestión de alimentos correspondientes a cada época del año, respetando así los ciclos biológicos de frutas y hortalizas. Así se propone el “calendario alimenticio” donde se enseñan las fechas óptimas para el consumo de cada producto. Se dan motivos por los que consumir alimentos ecológicos, se enseña a identificarlos y se muestran los diferentes establecimientos donde se pueden adquirir.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **AUBERT, C. 1998**

El huerto biológico. Ed. Integral, Barcelona.

- **BARRANCO, Q. 2002**

Biojardinería, un jardín comestible en casa. Ed. Océano Ambar.

- **BUENO, M. 2002**

El huerto familiar ecológico. La gran guía práctica del cultivo natural. Ed. Integral.

- **CÁNOVAS, A. 1993**

Tratado de Agricultura Ecológica. Ed. Instituto de Estudios Almerienses de la Diputación de Almería, Almería.

- **DE SOROA, J. M. 1953**

Prontuario del agricultor y del ganadero. Ed. Dossat, Madrid.

- **GARRIDO, M. S. 1994**

Interpretación de análisis de suelos. Hoja Divulgadora, 5/93 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

- **GRANDES, C. 1999**

El huerto y la botica en casa. Ed. Grafalco.

- **GUIBERTEAU, A. Y LABRADOR, J. 1991**

Técnicas de cultivo en Agricultura Ecológica. Hoja Divulgadora, 8/91 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

- **MOLINA, M. A. Y PEREZ, J. 2003**

La Agricultura Ecológica en España. En: Fundación Alfonso Martín Escudero (Ed), “Agricultura ecológica y alimentación”. Análisis y Funcionamiento de la cadena comercial de productos ecológicos, Mundi-Prensa, 7-71.

TRANSICIÓN A AGRICULTURA ECOLÓGICA

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

ANÁLISIS COMPARADO DEL CULTIVO ECOLÓGICO Y CONVENCIONAL DEL ESPÁRRAGO

ALONSO, ANTONIO M.⁽¹⁾ Y GUZMÁN, GLORIA I.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Doctores Ingenieros Agrónomos

Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural

C/Camino de El Jau, s/n. Apartado 113. 18320 Santa Fé (Granada)

Tel.: 958 513195 / Fax: 958 513196

E-mail: gloranto@tiscali.es

RESUMEN

El principal objetivo marcado en esta investigación es generar información analítica para facilitar la toma de decisiones a los agentes sociales (horticultores, agroindustria, técnicos, administración, etc.) implicados en la agricultura ecológica, mostrando las similitudes y diferencias existentes entre el manejo ecológico y convencional del espárrago.

Metodológicamente se ha utilizado una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas de análisis, tomando como herramienta central la encuesta. Además, se han realizado una serie de entrevistas abiertas semidirectivas (Ortí, 1992) a expertos en ambos sistemas de producción que permitieran precisar aún más las respuestas obtenidas en los cuestionarios.

La mayor rentabilidad del espárrago ecológico frente al convencional, permite concluir que la extensión de aquél en la Vega de Granada, apoyada por la investigación de las deficiencias encontradas en la actualidad, permitiría incrementar la renta agraria de los agricultores, además de contribuir a reducir las externalidades negativas sobre los recursos naturales.

PALABRAS CLAVE: ECONOMÍA AGRARIA Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

1 ► INTRODUCCIÓN

La agricultura y ganadería ecológicas se están postulando con una contundencia creciente como alternativas económicamente viables al manejo industrializado de los recursos naturales. Una recopilación reciente de estudios económicos comparados entre diversas orientaciones productivas ecológicas y convencionales (Alonso, 2003) muestra que las primeras son, en general, capaces de generar rentas agrarias adicionales minimizando los impactos negativos sobre el medio ambiente. Las razones de tal mejora económica son múltiples, aunque entre ellas cabría destacar el crecimiento del mercado de productos ecológicos, la organización del sector productor, el desarrollo de la agroindustria y el soporte gubernamental (Offerman y Nieberg, 2000; Michelsen, 2001; Miele, 2001; Alonso, 2001; Guzmán *et al.*, 2000).

El principal objetivo marcado en esta investigación es generar información analítica para facilitar la toma de decisiones a los agentes sociales implicados en este sector (horticultores, agroindustria, técnicos, administración, etc.), mostrando las similitudes y diferencias existentes entre el manejo ecológico y convencional del espárrago en la provincia de Granada. Así, en primer lugar se caracterizarán y compararán las técnicas actuales de manejo ecológicas y convencionales del espárrago, para posteriormente realizar un análisis comparativo coste-beneficio de este cultivo.

2 ► METODOLOGÍA

En esta investigación se ha seguido una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas de análisis, tomando como herramienta central la encuesta (García *et al.*, 1992), en cuyo cuestionario se han incluido una serie de preguntas abiertas que permitieran matizar las técnicas y tecnologías utilizadas en el cultivo ecológico y convencional del espárrago. Además, se han realizado una serie de entrevistas abiertas semidirectivas (Ortí, 1992) a expertos en ambos sistemas de producción que permitieran precisar aún más las respuestas obtenidas en los cuestionarios. Las explotaciones dedicadas a la producción de hortalizas ecológicas en la provincia de Granada objeto del presente estudio son aquellas que tienen la certificación para poder vender con la etiqueta ecológica. Esto significa que, cumpliendo la normativa, tienen que transcurrir dos años para conseguir este derecho. Así, se ha procedido en primer lugar a contactar con la Asociación Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (1), al que se le han solicitado los datos referentes a los productores de hortalizas ecológicas de la provincia de Granada que poseen el certificado ecológico. El número de horticultores que se hallan en esta situación es de 37, de los cuales se ha logrado entrevistar a 29 (previo contacto telefónico). De tales entrevistas se ha obtenido que 7 horticultores ecológicos cultivan espárrago en la comarca de La Vega, el resto cultivan otras especies (tomate Cherry, tomate, judía, pimiento, patata, col china, lechuga, cebolla y ajo, entre las más importantes).

Posteriormente se ha procedido a contactar con agricultores convencionales que cultivan espárrago. La forma de contacto en este caso ha partido bien de los propios horticultores ecológicos entrevistados, o bien de las empresas hortofrutícolas de las zonas (a algunas de las cuales llevan sus productos los agricultores ecológicos). Finalmente se han realizado 22 entrevistas a cultivadores de espárrago convencional.

Además, se ha entrevistado a una serie de expertos: José Aguilera (Gerente de Huertas Bajas Agrícolas y Ganaderas C.B.), Nicolás Chica y Alipio Arciniega (Gerente y Técnico de Agrolachar S.C.A., respectivamente). Tanto las respuestas como los datos por ellos aportados, han permitido precisar aspectos de manejo y, sobre todo, limitantes productivos y económicos ligados a las producciones ecológicas y convencionales. Todas las entrevistas han sido realizadas de forma personal y directa, persiguiendo con ello una mayor precisión de respuesta.

Dada la heterogeneidad que se ha manifestado en ambos sistemas de manejo de estos cultivos, se ha optado por establecer una finca tipo en cada uno de ellos que recoja las labores que se realizan con más frecuencia.

A partir de las encuestas y entrevistas realizadas, así como de otros datos auxiliares (precios de fertilizantes, fitosanitarios, carburantes...) aportados por las cooperativas y empresas de la zona se han calculado los ingresos y costes y, en consecuencia, el beneficio económico asociado al cultivo ecológico y convencional del espárrago. Para el cálculo de los costes se han seguido las metodologías aportadas por diversos autores (Ballester, 1996; Alonso y Serrano, 1992; ASAE, 1995).

Aunque existen varias clasificaciones en el tratamiento de los costes, en este caso se ha optado por la más usual, es decir, dividirlos en fijos y variables. Los primeros son independientes de las variaciones de producción en un periodo de tiempo determinado, lo contrario que los segundos. Por otro lado, también es necesario considerar los costes de oportunidad que suponen la renta de la tierra y el interés del capital circulante.

Dentro de los costes fijos(2) se encuentran la amortización y mantenimiento de la plantación, el interés de la inversión realizada en la plantación, el Impuesto de Bienes e Inmuebles, la amortización y mantenimiento de la instalación de riego, el Canon de riego y la cuota de la Comunidad de Regantes, el pago al organismo certificador de la producción ecológica y el correspondiente a la maquinaria utilizada. Dentro del análisis de costes fijos también se han incluido, aún sin ser estrictamente fijos, los costes de oportunidad que suponen la renta de la tierra y el interés del capital circulante. Los costes variables incluyen la maquinaria, el riego, la mano de obra, la fertilización y los tratamientos fitosanitarios ([ver datos básicos en el Anejo 1](#)).

Los ingresos, por su parte, se originan por la venta de la producción y la recepción de la subvención al cultivo ecológico. En la campaña de 2003 se ha obtenido para una edad de plantación de seis años los siguientes datos: el rendimiento medio en el cultivo

convencional es alrededor de 8.000 kg/ha, con una liquidación media de 1,26 €/kg; en el ecológico el rendimiento medio es inferior, alrededor de 6.800 kg/ha, obteniéndose un precio de venta medio de 2,34 €/kg.

El apoyo institucional en el sector de las hortalizas se materializa en la subvención a la agricultura ecológica. La Orden de 6 de abril de 1998 (BOJA núm. 42) regulaba el régimen de ayudas a la agricultura ecológica. Ésta ha sido sustituida por la Orden de 7 de junio de 2001 y, posteriormente, por la Orden de 5 de mayo de 2003, donde se establece una subvención para los cultivos hortícolas al aire libre de 258,44 €/ha. Dado que en el régimen regulador anterior apenas se alcanzó a cobrar por parte de los agricultores el 50% de las cantidades estipuladas y que aún no se han recibido las nuevas cuantías, se ha considerado oportuno establecer como media de la cantidad percibida por los agricultores la mitad de las cantidades establecidas en tal Orden.

3 ► RESULTADOS DEL ANÁLISIS ECONÓMICO COMPARADO

El cultivo del espárrago

Tabla 1. Calendario de labores del espárrago

LABORES	EN	FE	MZ	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
Corte y quema o picado	Común											Común
Abonado fondo	Común	Común										
Tratamiento Insecticida	Convencional	Convencional										
Escarda química	Convencional	Convencional				Convencional						
Labor fresadora	Común	Común	Común	Común	Común							
Recolección			Común	Común	Común							
Riego aspersión					Común	Común	Común	Común	Común			
Escarda manual			Ecológico	Común								
Abonado cobertera					Convencional	Convencional						
Tratamiento Fungicida						Común	Común	Común				

 Ecológico  Convencional  Común

El calendario de labores que se realiza en el cultivo del espárrago en La Vega de Granada se plasma en la Tabla 1, donde se le ha asignado el color rojo a las labores exclusivas del cultivo ecológico, el azul a las del convencional y el gris a las comunes en ambos sistemas. No obstante, es necesario señalar que, aún coincidiendo en el tiempo, existen notables diferencias en las formas e intensidad con que se realizan determinadas labores comunes en el cultivo ecológico y convencional del espárrago.

Las variedades que se cultivan en La Vega son varias: UC-157, Mary Washington, Hueter, Plaverd, Jersey Giant y Grande, entre otras. De todas ellas, los agricultores entrevistados cultivan principalmente la UC-157 (mayoritariamente el híbrido F1) y Grande. Como es esta última la que recientemente más se está incorporando a las nuevas plantaciones, los datos productivos se refieren a la misma.

En diciembre o enero se realiza la siega de las plantas de espárrago que han crecido durante el verano y otoño. En el caso del cultivo convencional la siega se realiza manualmente con desbrozadora, procediéndose a continuación a sacar los restos de la plantación y quemarlos. En el caso del cultivo ecológico cada vez es más usual pasar con una picadora enganchada al tractor, incorporando posteriormente (después del abonado de fondo) los restos vegetales. Con esta última opción se consigue adicionar materia orgánica al suelo, sin perderla por quema.

En el espárrago ecológico, una vez picadas las plantas, se abona (3) con estiércol compostado (generalmente de oveja y/o cabra) cada dos años, aplicándose alrededor de 20 toneladas por hectárea, y después se añaden manualmente otros abonos ricos en potasio (principalmente Patenkali, con el 30% de riqueza, en cantidades que rondan los 250 kg/ha), labores a las que sigue un pase de motocultor para enterrar los restos y los abonos.

En el espárrago convencional, después de la quema se procede a realizar manualmente el abonado mayoritariamente a base de triples (siendo lo más común añadir 1.000 kg/ha de 8-10-21) y el tratamiento insecticida contra gusanos de suelo (diversas especie de los géneros *Agriotes* y *Agrotis*), empleando preferentemente compuestos cuya materia activa es clorpirifos (como "Sadiclór" del cual se aplican alrededor de 60 kg/ha). Posteriormente se realiza un tratamiento herbicida, generalmente con mochila, con distintos productos, entre los que destaca el diuron (4) como materia activa. Después de estas labores de invierno, como en el caso del cultivo ecológico, se realiza un pase de motocultor.

En función de la temperatura del suelo, por tanto de la climatología, a partir de finales de febrero o principios de marzo comienza la recolección, que se extenderá durante unos 90 días. En este periodo se procede a realizar dos escardas manuales en la línea del cultivo en el manejo ecológico, frente a una escarda leve (en determinadas zonas) en el manejo convencional; aunque en ambos casos se suelen dar dos pases de motocultor entre calles, coincidiendo el último con el final de la recolección. Durante la recolección, en función de la climatología, se suele dar un riego en ambos casos.

Al final de la recolección, sobre el mes de mayo, se le suele aplicar un abonado de cobertera en el cultivo convencional, mayoritariamente a base de nitrosulfato amónico (sobre los 550 kg/ha); después se hace una aplicación herbicida con mochila, a base generalmente de glifosato (alrededor de 3 l/ha). También al final de la recolección se suele dar un riego de unas doce horas en ambos casos, que serán repetidos, unas tres veces, durante el verano. Tanto en el cultivo ecológico como en el convencional la principal enfermedad a la que se enfrentan en el verano es la roya (*Puccinia asparagi* DC), contra la que aplican una media de dos tratamientos preventivos con mochila, principalmente a base de caldo bordelés.

Análisis económico comparado

En la Tabla 1 se presentan los costes variables en función de las tecnologías utilizadas, mostrando el alto grado de intensidad que presenta este cultivo en general en cuanto al empleo de mano de obra: en ambos casos supone prácticamente del 90% de los costes variables totales. Dada esta circunstancia, y teniendo en cuenta que el rendimiento del espárrago ecológico obtenido es alrededor del 15% inferior al del convencional no es de extrañar que el cultivo convencional del espárrago presente unos costes totales notablemente mayores que el ecológico.

Tabla 1. Costes del espárrago según las tecnologías utilizadas (€/ha)

TECNOLOGÍAS	ECOLÓGICO	CONVENCIONAL
Mano de obra	4.465,5	5.156,7
Maquinaria	184,1	55,3
Productos fitosanitarios	11,4	127,2
Fertilizantes	315,2	389,1
TOTAL	4.976,3	5.728,4

El resto de tecnologías pierden valor en términos absolutos, pudiéndose destacar que es mayor el coste de la maquinaria en el cultivo ecológico, principalmente debido a las labores de esparcido de estiércol con remolque y pala, y al picado de plantas de espárrago. Los productos fitosanitarios son utilizados en menor medida en el cultivo ecológico, no realizando los tratamientos insecticidas ni herbicidas.

Un apartado que destaca por su anormalidad respecto a otros estudios de costes comparados de cultivos ecológicos y convencionales(5) es el menor coste de los fertilizantes en el espárrago ecológico, cuando generalmente el coste unitario de los macroelementos

(N-P-K) es superior en los primeros. Aunque existe una imposibilidad de realizar un balance de nutrientes en el cultivo ecológico por no disponer de datos sobre la concentración de nutrientes en los abonos utilizados (principalmente estiércol de ovino y/o caprino), estos costes menores pueden indicar (al margen de que el abonado convencional sea excesivo o no) que la fertilización ecológica que se está realizando por término medio es deficiente; lo cual contribuiría a explicar los menores rendimientos de este manejo.

Tabla 2. Coste del espárrago por labores (€/ha)

LABORES	ECOLÓGICO	CONVENCIONAL
Laboreo Mecánico	38,3	38,3
Abonado de suelo	473,9	338,2
Corta y picado o quema	87,4	115,9
Abonado cobertera	104,9	130,1
Riego	72,1	72,1
Escarda mecánica-manual	205,5	97,4
Tratamientos insecticidas	0,0	139,4
Tratamientos fungicidas	97,4	97,4
Tratamientos herbicidas	0,0	111,6
Recolección	3.896,7	4.587,9
TOTAL	4.976,3	5.728,4

En la Tabla 2 se presentan los costes variables del espárrago por labores llevadas a cabo. En ella se puede apreciar de nuevo que el mayor gasto se realiza en la recolección, altamente dependiente del empleo de mano de obra. En efecto, la mano de obra empleada en la recolección supone en términos económicos el 86,8% y 88,6% de la mano de obra total en el cultivo ecológico y convencional, respectivamente.

Para analizar el resto de labores del espárrago sin contar la recolección se ha construido la Figura 1, donde se puede observar que la segunda partida de costes en importancia es la de el abonado de suelo, siendo ésta sensiblemente mayor en el cultivo ecológico debido a la forma de realizarse: al no disponer las explotaciones de remolque esparcidor de materia orgánica, la aplicación del estiércol compostado se lleva a cabo con un remolque normal que avanza por la línea de cultivo, deteniéndose frecuentemente para que uno o dos operarios manualmente vayan esparciéndolo. Evidentemente, esta manera de realizar la adición de materia orgánica encarece notablemente esta labor, sobre todo si se compara con la posible utilización de un

remolque esparcidor. No obstante, es preciso señalar que la compra individual de este tipo de maquinaria, dada la pequeña dimensión media de las explotaciones ecológicas y el elevado precio de la misma, probablemente tampoco lograría reducir los costes totales de esta labor, debido a los altos costes fijos que se tendrían que soportar. Por ello, si se va a seguir realizando esta labor, quizá lo más conveniente fuera la adquisición conjunta de esta maquinaria.

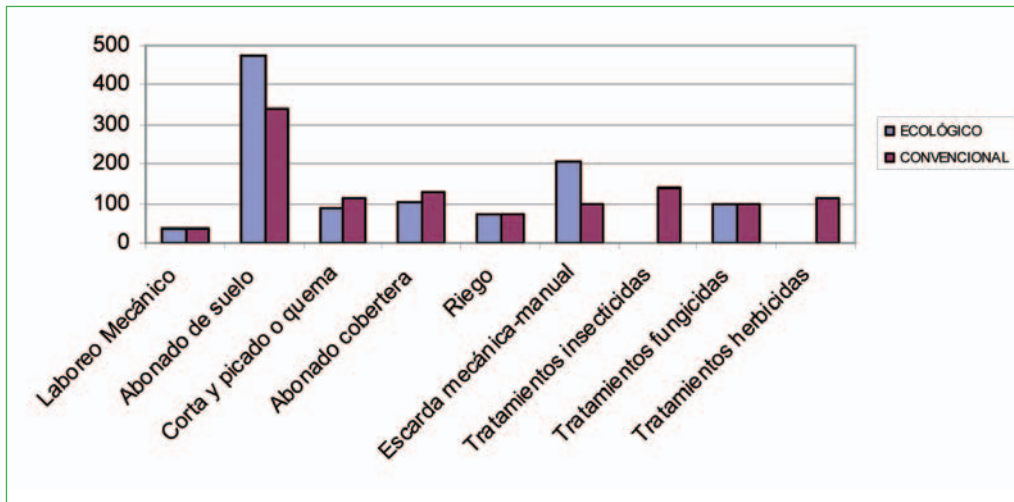


Figura 1. Coste del espárrago por labores sin la recolección (€/ha).

La otra labor en la que los costes son más altos en el cultivo ecológico es la escarda mecánica y manual, aunque si a esta labor se le suman los costes en tratamientos herbicidas en los que incurre tan sólo el manejo convencional, los costes totales para el control de hierbas se encontrarían prácticamente igualados.

Los tratamientos insecticidas para el control de gusanos de suelo sólo se llevan a cabo en el cultivo convencional, siendo también más altos en este sistema los relativos al abonado de cobertera e, incluso, el corte de las plantas de espárrago. Sobre esta última labor es interesante apuntar el ahorro económico que supone el picado de las plantas que se realiza en el cultivo ecológico respecto a su corte y quema que se realiza en el convencional, además de los beneficios agronómicos (contribución al mantenimiento de la materia orgánica en el suelo) y ambientales (reducción de la contaminación fotoquímica, del efecto invernadero y del calentamiento global) que ocasionan. El resto de labores (tratamientos fungicidas, riego y laboreo mecánico del suelo) presentan unos costes iguales en ambos sistemas de manejo.

Los costes fijos y de oportunidad de ingresos se hallan reflejados en la Tabla 3, presentando diferencias tan sólo en el caso de la maquinaria, certificación de agricultura ecológica (AE) e interés del capital circulante. La razón de que el coste fijo de la maquinaria sea más alto en el

cultivo ecológico del espárrago es debida a la mayor necesidad específica para determinadas labores, concretamente a la picadora para el corte y picado de las plantas y al tractor con remolque y pala para la labor de esparcido de estiércol. Como es lógico, el coste de certificación y control de agricultura ecológica sólo tiene que ser satisfecho por parte de las explotaciones ecológicas. Por su parte, el interés del capital circulante es mayor en el manejo convencional ya que, como se ha señalado anteriormente, los costes variables son mayores en este caso.

Por otro lado, el rendimiento comercial medio obtenido ha sido menor en el caso del cultivo ecológico (sobre los 6.800 kg/ha) que del convencional (alrededor de 8.000 kg/ha). En este aspecto, no obstante, habría que puntualizar que, ante la falta de información sobre la composición del compost utilizado en las fincas ecológicas, que en algunas de éstas se aplican cantidades aún inferiores a las 20 t/ha y teniendo en cuenta las dosis de fertilizantes que aplican los convencionales, es muy probable que esta diferencia entre ambos rendimientos sea debida en gran parte a una fertilización inadecuada por parte de los productores ecológicos.

Tabla 3. Costes fijos y otros del espárrago (€/ha)

PARTIDAS	ECOLÓGICO	CONVENCIONAL
Amortización plantación	461,6	461,6
Interés plantación	184,6	184,6
Riego (Amortización y Canon)	143,4	143,4
IBI	13,3	13,3
Renta de la tierra	841,4	841,4
Maquinaria	55,2	16,6
Certificación AE	45,5	0
Interés capital circulante	98,4	114,2
TOTAL	1.843	1.775

En cualquier caso, los ingresos son notablemente más altos en el cultivo ecológico que en el convencional. En este último sistema el precio medio percibido por el agricultor ha sido de 1,26 €/kg, lo que supone un ingreso superior a los 10.000 €/ha. En el cultivo ecológico, a pesar de tales menores rendimientos, el premio medio percibido ha sido de 2,34 €/kg, lo que arroja un ingreso por ventas de cerca de 16.000 €/ha. A esta cantidad hay que añadir la subvención a la superficie cultivada de hortalizas ecológicas (129,22 €/ha), que aunque es muy poco significativa (apenas representa el 0,8% de los ingresos por ventas y el 1,9% de los costes totales), permite obtener un ingreso total de 16.068 €/ha.

A modo de resumen final, se puede observar en el Figura 2 que el ingreso adicional que tienen los productores de espárrago ecológico, gracias al sobreprecio de este producto, unido a unos ligeramente menores costes de producción, permiten la obtención de un balance económico, es decir de unos beneficios, notablemente mayores que las explotaciones dedicadas al cultivo convencional de espárrago: 9.304 €/ha frente a 2.610 €/ha.

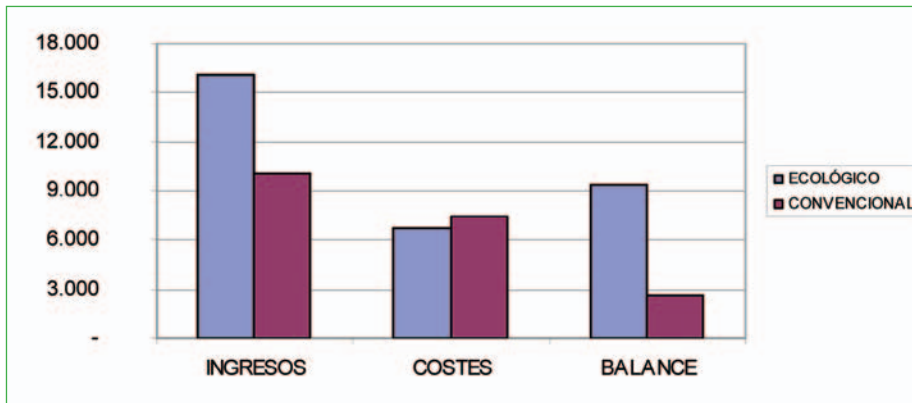


Figura 2. Balance económico del cultivo del espárrago (€/ha).

4 ► CONCLUSIONES

La caracterización y comparación de las técnicas actuales de manejo ecológicas y convencionales en el cultivo del espárrago ha revelado algunas diferencias que es preciso destacar. Relacionadas con la lógica eliminación del uso de productos químicos de síntesis para el abonado y el control de plagas, enfermedades y hierbas en el cultivo ecológico, se encuentran la adición de materia orgánica y una menor presión sobre la flora arvense, consiguiendo desde la perspectiva agroecológica mejorar las condiciones edáficas (fortalecimiento de la estructura, activación de micro y meso fauna, incremento de la capacidad homeostática al contar con una reserva de micro y macronutrientes...) y posibilitar el desarrollo de fauna auxiliar para el control de plagas y enfermedades. A estas prácticas del cultivo ecológico habría que añadir el picado e incorporación de las plantas de espárrago y flora arvense asociada al final del ciclo (en enero usualmente), frente a la quema que realizan los productores convencionales, contribuyendo de esta manera al mantenimiento del nivel de materia orgánica en el suelo (con los aspectos positivos antes apuntados), a la fijación de carbono atmosférico (con el consiguiente menor impacto sobre el efecto invernadero) y a la reducción de partículas nocivas al aire (reduciendo así sus impactos negativos sobre la salud). Merece una mención especial la siembra de haboncillo entre calles alternas que, aún no siendo una práctica extendida en los productores ecológicos, sería muy interesante su estudio para determinar sus posibles ventajas (control

de erosión, fijación de nitrógeno, mantenimiento de fauna auxiliar y aportación de materia orgánica) e inconvenientes (incremento de costes, picado e incorporación y competencia con el cultivo).

Desde la perspectiva económica se ha obtenido, en primer lugar, que los costes totales son mayores en el cultivo convencional, principalmente debido a los costes variables más altos. En efecto, al ser un cultivo altamente intensivo en el empleo de mano de obra, mayoritariamente en recolección, y presentar mayores rendimientos el sistema convencional, los costes de producción son también más altos en éste.

Dentro de los costes variables es oportuno destacar el abonado de fondo, el control de hierbas y la eliminación de las plantas de espárrago. La primera labor mencionada presenta unos costes mayores en el cultivo ecológico, debido a la forma de realizarse (semimanual), lo que lleva a recomendar la adquisición conjunta de remolque estercolador que permita rentabilizar la inversión y reducir notablemente tales costes.

Aunque en un principio el control mecánico y manual de la flora arvense es mayor en los agricultores ecológicos que en los convencionales, la partida de aplicación de herbicidas hace que ambos costes sean prácticamente iguales. El picado e incorporación de las plantas de espárrago por parte de los agricultores ecológicos permite reducir los costes de producción de forma significativa frente a su corte y quema, lo que añade ventajas económicas a las agroecológicas anteriormente señaladas. Un aspecto negativo que, sin embargo, tiene esta última labor, es el incremento de los costes fijos, por lo que, al igual que en el caso del remolque estercolador, sería conveniente un uso compartido que mejorara su rentabilidad.

Los resultados sobre el rendimiento comercial medio obtenido muestra su menor cuantía en el caso del cultivo ecológico, aunque se apunta la necesidad de realizar estudios de adecuación de la fertilización en este sistema, al haberse detectado posibles deficiencias limitadoras de este indicador de productividad. Sin embargo, la obtención de precios notablemente más altos en el espárrago ecológico, ha dado como resultado unos mayores ingresos en este sistema, con el consiguiente mayor beneficio por hectárea.

Todo ello permite concluir que la extensión del manejo ecológico del espárrago en la Vega de Granada, apoyada por la investigación de las deficiencias encontradas en la actualidad, permitiría incrementar la renta agraria de los agricultores, además de contribuir a reducir las externalidades negativas sobre los recursos naturales.

5 ► AGRADECIMIENTOS

Algunos de los datos utilizados en el presente trabajo han sido obtenidos a partir del proyecto “Análisis de la situación actual de la horticultura ecológica en la provincia de

Granada: problemática y potencialidades (Exp. 92041)", financiado por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa a través del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA).

6 ► BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, A. M. 2001

"Desarrollo y situación actual de la agricultura ecológica: elementos de análisis para entender el caso español". En Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 192, pp. 123-159.

ALONSO, A. M. 2003

Análisis de la sostenibilidad agraria: el caso del olivar de la comarca de Los Pedroches (Córdoba). Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba (inérita).

ALONSO, S. Y SERRANO, A. 1992

Los costes en los procesos de producción agraria: Metodología y Aplicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (ASAE) 1995

Agricultural Engineering Yearbook. ASAE.

ASOCIACIÓN COMITÉ ANDALUZ DE AGRICULTURA ECOLÓGICA (CAAE) 2003

<http://www.caae.es> (consultada en mayo de 2003).

BALLESTERO, E. 1996

Contabilidad Agraria. Mundi-Prensa. Madrid.

GARCÍA, M.; IBÁÑEZ, J. Y ALVIRA, F., COMP. 1992

El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación. Alianza Editorial. Madrid.

GUZMÁN, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M. Y SEVILLA, E., Eds. 2000

Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Mundi-Prensa. Madrid.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA 2003. CENSO AGRARIO 1999

Edición en CD-Rom.

MICHELSSEN, J. 2001

"Recent development and political acceptance of organic farming in Europe". En Sociologia Ruralis, 41 (1), pp. 3-20.

MIELE, M. 2001

Creating Sustainability. The Social Construction of the Market for Organic Products. PhD thesis. Circle for Rural European Studies. Wageningen University. The Netherlands.

ORTÍ, A. 1992

"La apertura y el enfoque cualitativo o estructural: la entrevista abierta y la discusión de grupo". En García Ferrando, M.; Ibañez, J. y Alvira, J. (Comp.). El análisis de la realidad social: métodos y técnicas de investigación. Alianza Universidad Textos. Madrid.

OFFERMANN, F. Y NIEBERG, H. 2000

Economic Performance of Organic Farming in Europe. Organic Farming in Europe. Economics and Policy, vol. 5. University of Hohenheim. Stuttgart (Germany).

ANEJO 1. DATOS BÁSICOS PARA CALCULAR LOS COSTES DEL ESPÁRRAGO

DATOS BÁSICOS DE LA MAQUINARIA					
Combustible	Precio	Combustible	Precio		
Gasoil	0,464	Mezcla	1,112		
Gasolina	0,877	Lubricante	3		
MAQUINARIA CON GASOIL					
Elemento	Datos				
	H	(N)	rm	P(kW)	Va
Motocultor	12000	(10)	100	7,35	1.923
Tractor 90CV	16000	(12)	100	66,15	37.263
MAQUINARIA CON MEZCLA					
Elemento	Datos				
	H	(N)	rm	P(kW)	Va
Desbrozadora	2000	(6)	100	1,86	601
APEROS					
Elemento	Datos				
	H	(N)	rm	P(kW)	Va
Mochila	1500	(6)	100	0	90
Picadora 1,2m	2000	(10)	70	0	1.803
Pala	5000	(12)	80	0	1.803
Remolque basculante (8 t)	5000	(12)	80	0	3.907
FUNGICIDAS, INSECTICIDAS Y HERBICIDAS					
Nombre comercial	Materia activa	Precio (€/un)			
Caldo bordelés	Sulfato cuprocálcico	2,28			
Sadiclor	Clorpirifos	1,50			
Glifosato	Glifosato 36%	4,24			
Diuker	Diuron 80%	6,48			
FERTILIZANTES					
Nombre comercial	Precio (€/kg)				
8-10-21	0,289				
Nitrosulfato amónico	0,182				
Patenkali	0,299				
Estiércol oveja	0,024				

(Footnotes)

- (1) Además, se han solicitado estos datos a los otros tres organismos certificadores que operan en territorio andaluz (Agrocolor, Sohiscert y Ecal), respondiendo que no tienen horticultores ecológicos certificados en la provincia de Granada.
- (2) No se han tenido en cuenta la amortización e interés del capital invertido en edificios (al no existir en general), ni los impuestos y el mantenimiento y reposición de plantaciones e instalaciones (al ser de pequeña cuantía), ni los seguros (al no ser habitual su contrato).
- (3) Hay algunos agricultores, los menos por lo que no se va considerar en términos económicos como labor habitual, que complementariamente al abonado general siembran leguminosas (principalmente haboncillo o veza) en calles alternas.
- (4) En este caso se ha utilizado la dosis más reiterada de 2 litros/ha de “Diuker” (Diuron al 80%).
- (5) Ver revisión bibliográfica de estudios comparados en Alonso (2003).

ANÁLISIS COMPARADO DEL CULTIVO ECOLÓGICO Y CONVENCIONAL DEL TOMATE CHERRY BAJO MALLA

ALONSO, ANTONIO M.⁽¹⁾ Y GUZMÁN, GLORIA I.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Doctores Ingenieros Agrónomos

Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural

C/Camino de El Jau, s/n. Apartado 113. 18320 Santa Fé (Granada)

Telf.: 958-513195 / Fax: 958-513196

E-mail: gloranto@tiscali.es

RESUMEN

El principal objetivo de esta investigación es generar información analítica para facilitar la toma de decisiones a los agentes sociales (horticultores, agroindustria, técnicos, administración, etc.) implicados en la agricultura ecológica, mostrando las similitudes y diferencias existentes entre el manejo ecológico y convencional del tomate Cherry.

Metodológicamente se ha utilizado una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas de análisis, tomando como herramienta central la encuesta. Además, se han realizado una serie de entrevistas abiertas semidirectivas (Ortí, 1992) a expertos en ambos sistemas de producción que permitieran precisar aún más las respuestas obtenidas en los cuestionarios.

La mayor rentabilidad del tomate Cherry ecológico frente al convencional en el cultivo bajo malla en las comarcas granadinas de Baza y Huéscar, permite concluir que la extensión de aquél, apoyada por la investigación de las deficiencias encontradas en la actualidad, permitiría incrementar la renta agraria de los agricultores, además de contribuir a reducir las externalidades negativas sobre los recursos naturales.

PALABRAS CLAVE: ECONOMÍA AGRARIA Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

1 ► INTRODUCCIÓN

Actualmente, la agricultura y ganadería ecológicas están siendo analizadas desde distintas perspectivas como alternativas al manejo industrializado de los recursos naturales. Una recopilación reciente de estudios económicos comparados entre diversas orientaciones productivas ecológicas y convencionales (Alonso, 2003) muestra que las primeras son, en general, capaces de generar rentas agrarias adicionales minimizando los impactos negativos sobre el medio ambiente. Las razones de tal mejora económica son múltiples, aunque entre ellas cabría destacar el crecimiento del mercado de productos ecológicos, la organización del sector productor, el desarrollo de la agroindustria y el soporte gubernamental. (Offerman y Nieberg, 2000; Michelsen, 2001; Miele, 2001; Alonso, 2001; Guzmán *et al.*, 2000).

El principal objetivo marcado en esta investigación es generar información analítica para facilitar la toma de decisiones a los agentes sociales implicados en este sector (horticultores, agroindustria, técnicos, administración, etc.), mostrando las similitudes y diferencias existentes entre el manejo ecológico y convencional del tomate Cherry bajo malla en la provincia de Granada. Así, en primer lugar se caracterizarán y compararán las técnicas actuales de manejo ecológicas y convencionales de este cultivo, para posteriormente realizar un análisis comparativo coste-beneficio del mismo.

2 ► METODOLOGÍA

En esta investigación se ha seguido una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas de análisis, tomando como herramienta central la encuesta (García *et al.*, 1992), en cuyo cuestionario se han incluido una serie de preguntas abiertas que permitieran matizar las técnicas y tecnologías utilizadas en el cultivo ecológico y convencional del tomate Cherry. Además, se han realizado una serie de entrevistas abiertas semidirectivas (Ortí, 1992) a expertos en ambos sistemas de producción que permitieran precisar aún más las respuestas obtenidas en los cuestionarios.

Las explotaciones dedicadas a la producción de hortalizas ecológicas en la provincia de Granada objeto del presente estudio son aquellas que tienen la certificación para poder vender con la etiqueta ecológica. Esto significa que, cumpliendo la normativa, tienen que transcurrir dos años para conseguir este derecho. Así, ha procedido en primer lugar a contactar con la Asociación Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (1), al que se le han solicitado los datos referentes a los productores de hortalizas ecológicas de la provincia de Granada que poseen el certificado ecológico. El número de horticultores que se hallan en esta situación es de 37, de los cuales se ha logrado entrevistar a 29 (previo contacto telefónico). De tales entrevistas se ha obtenido que 13 horticultores ecológicos cultivan tomate Cherry (2), el resto cultivan otras especies (tomate, judía, espárrago, pimiento, patata, col china, lechuga, cebolla y ajo, entre otras).

Posteriormente se ha procedido a contactar con agricultores convencionales que cultivan tomate Cherry. La forma de contacto en este caso ha partido bien de los propios horticultores ecológicos entrevistados, o bien de las empresas (privadas y cooperativas) hortofrutícolas de las zonas o a las que llevan sus productos los productores ecológicos. Finalmente se han realizado 21 entrevistas a cultivadores de tomate Cherry convencional.

Además, se ha entrevistado a una serie de expertos: José Luis Estévez (Gerente de Eurocosta S.L.), Pedro Ocete (Técnico de La Palma S.C.A.) y Abelardo Santos (Ingeniero Agrónomo, productor ecológico y asesor técnico). Tanto las respuestas como los datos por ellos aportados, han permitido precisar aspectos de manejo y, sobre todo, limitantes productivos y económicos ligados a las producciones ecológicas y convencionales. Todas las entrevistas han sido realizadas de forma personal y directa, persiguiendo con ello una mayor precisión de respuesta.

Dada la heterogeneidad que se ha manifestado en ambos sistemas de manejo de estos cultivos, se ha optado por establecer una finca tipo en cada uno de ellos que recoja las labores que se realizan con más frecuencia.

El beneficio económico (€/ha) de los dos sistemas de manejo se ha obtenido a partir de la diferencia entre los ingresos y los costes de producción. Para la obtención de la información económica se han utilizado las encuestas, las entrevistas y datos aportados por cooperativas y otras empresas de las zonas. Para el cálculo de los costes se han seguido las metodologías aportadas por diversos autores (Ballesteros, 1996; Gil, 1992; ASAE, 1995; Alonso y Serrano, 1992), partiendo de la clasificación de los mismos en fijos y variables, según sean independientes o no de las variaciones de producción en un periodo de tiempo, respectivamente.

Dentro de los costes fijos(3) se encuentran la amortización y mantenimiento de la estructura, el interés de la inversión realizada en la estructura, el Impuesto de Bienes e Inmuebles, la amortización y mantenimiento de la instalación de riego, la amortización y mantenimiento de la instalación de riego, el pago al organismo certificador de la producción ecológica y el correspondiente a la maquinaria utilizada. Dentro del análisis de los costes fijos también se han incluido, aún sin ser estrictamente fijos, los costes de oportunidad que suponen la renta de la tierra y el interés del capital circulante.

Los costes variables incluyen la maquinaria, el riego, la mano de obra, la fertilización y los tratamientos fitosanitarios ([ver datos básicos en el Anejo 1](#)).

En el cultivo del tomate Cherry los rendimientos y precios percibidos por los agricultores son muy variables, tanto en el manejo ecológico como en el convencional, debido a condiciones de producción (climatológicas, ataques de plagas y enfermedades, estado de la plántula antes del trasplante...) y de mercado (saturación en determinadas épocas, tamaños admitidos...). La producción vendida ha oscilado en los últimos 3 años entre 1,2 y 1,8 kg por

planta en el ecológico, y entre 1,5 y 2,1 kg por planta en el convencional, con importantes porcentajes de destrío (entre el 10% y el 30% en ambos sistemas). En cuanto a los precios, han oscilado entre 1 y 1,9 €/kg en el ecológico, y 0,8 y 1,5 €/kg en el convencional. En uno y otro caso se han tomado valores medios.

El apoyo institucional en el sector de las hortalizas se materializa en la subvención a la agricultura ecológica. La Orden de 6 de abril de 1998 (BOJA núm. 42) regulaba el régimen de ayudas a la agricultura ecológica. Ésta ha sido sustituida por la Orden de 7 de junio de 2001 y, posteriormente, por la Orden de 5 de mayo de 2003, donde se establece una subvención para los cultivos hortícolas bajo plástico de 504,85 €/ha. Dado que en el régimen regulador anterior apenas se alcanzó a cobrar por parte de los agricultores el 50% de las cantidades estipuladas y que aún no se han recibido las nuevas cuantías, se ha considerado oportuno establecer como media de la cantidad percibida por los agricultores la mitad de las cantidades establecidas en tal Orden.

3 ▶ RESULTADOS DEL ANÁLISIS ECONÓMICO COMPARADO

El cultivo del tomate cherry

Tabla 1. Calendario de labores del tomate Cherry

LABORES	EN	FE	MZ	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
Laboreo Mecánico			■	■								
Abonado de suelo			■	■								
Transplante				■	■							
Abonado cobertera						■	■	■	■	■		
Riego				■	■	■	■	■	■	■	■	
Control de hierbas					■	■	■	■				
Control de plagas y enfermedades					■	■	■	■	■	■		
Poda y entutorado						■	■	■	■	■		
Labores postrecolección											■	■
Recolección y comercialización							■	■	■	■	■	

El calendario de labores que se realiza en el cultivo del tomate Cherry se esquematiza en la Tabla 1, a través del sombreado gris. No obstante, es necesario destacar que, aún coincidiendo en el tiempo, existen algunas diferencias en las formas e intensidad con que se realizan determinadas labores comunes en el cultivo ecológico y convencional.

A pesar de que son numerosas las variedades de tomate Cherry que existen en el mercado, sobre todo en el ciclo de verano se cultiva mayoritariamente los híbridos “Josefina” y, en menor medida, “Conchita”. Por ello, los datos productivos presentados se refieren a la primera.

En marzo o abril se inicia la preparación del suelo para el transplante con pases de subsolador y fresadora. Posteriormente se realiza el abonado de fondo. En el manejo ecológico se aplica fundamentalmente estiércol compostado (generalmente de oveja y/o cabra), a razón de 35 toneladas por hectárea, aunque hay algunos agricultores que añaden otros abonos, principalmente compuestos ricos en potasio (como el Patenkali). En el manejo convencional también se aplica estiércol compostado, pero en menor cantidad que en el ecológico (alrededor de 12 t/ha), al que se suma un abonado sintético, mayoritariamente a base de triples (siendo lo más común añadir 1.000 kg/ha de 15-15-15). A esta labor le sigue un pase de motocultor para enterrar los abonos.

Coincidiendo con estas fechas se procede a colocar la malla de plástico y las gomas de riego, las cuales van a permitir marcar la zona de transplante, labor que se realiza a continuación en los meses de abril y mayo. Los marcos de plantación difieren de unas explotaciones a otras, siendo uno de los más utilizados 2 m * 0,16 m, plantándose alrededor de 32.000 matas por hectárea a razón de 1.000 plantas por hora cuando intervienen dos personas con un embudo transplantador.

Después de unos primeros riegos relativamente abundantes, aunque espaciados, tras el transplante, se deja que las plantas desarrollen el sistema radicular, de manera que a partir de mayo el riego suele ser diario (de apenas una hora de duración) y se aprovecha para añadir abonos de cobertera en fertirrigación (4).

A partir de mayo también se inicia el control de hierbas, plagas y enfermedades. En el primer caso, el control de hierbas, es más intenso en el manejo convencional, realizándose de forma manual (entre 2 y 4 veces) en la línea y con pases de motocultor (unas 3 veces) en la calle. No obstante, es preciso señalar que, aunque no se suelen emplear herbicidas en el cultivo del tomate Cherry convencional, si se aplican en los alrededores de la estructura de malla, eliminando la vegetación espontánea que aparece. En el cultivo ecológico hay una mayor tolerancia en general de la flora arvense, dándose una o dos escardas manuales y mecánicas a lo largo del ciclo productivo.

Al ser un cultivo relativamente reciente en las comarcas de Baza, Huéscar y Guadix, no presenta graves problemas de plagas y enfermedades. No obstante, su sistema de

producción en monocultivo sin rotación, y la baja variabilidad genética (pocas variedades), más acusado en el manejo convencional, parece estar ocasionando una tendencia creciente de aparición de estos problemas. Esto es especialmente notable en el caso de determinados ácaros (*Tetranychus* spp. y *Aculops lycopersici*) y lepidópteros (*Heliothis* spp.), cuyos tratamientos son cada vez más frecuentes; así como en el de mosca blanca, que está comenzando a aparecer.

En el cultivo ecológico se hacen algunos tratamientos contra lepidópteros con *Bacillus thuringiensis* y se colocan cintas o placas adhesivas para controlar los trips; en el caso convencional se hacen tratamientos químicos con diversas materias activas contra ácaros, aunque existe una cierta tendencia hacia la sustitución de productos agresivos. Un ejemplo de ello son los tratamientos contra trips y lepidópteros, donde cada vez se emplea con mayor profusión el pelitre, a base de piretrinas naturales o sintéticas. Por otra parte, es habitual hacer tratamientos preventivos, tanto en uno como en otro sistema, ante la posible aparición de oidio y, en menor medida, de mildiu.

Durante el desarrollo de las plantas es necesario realizar, primeramente, el entutorado de las mismas con cuerdas (y generalmente anillas), y después, regularmente, podas, aclareos de hojas viejas y, en algunas ocasiones, pinzamientos. Todas ellas son labores altamente demandantes de mano de obra.

La recolección se extiende normalmente desde mediados de julio hasta octubre, aunque si las condiciones meteorológicas lo permiten, puede ampliarse hasta el mes de noviembre. A la vez que se recoge el fruto, se tiene que comercializar, lo que supone a la mayor parte de los agricultores tener que llevar cargas diarias a los grandes centros de comercialización.

En estas zonas se da la circunstancia de que no hay centrales de acopio, por lo que habitualmente tienen que transportar el tomate recogido a más de cien kilómetros de distancia, encareciendo considerablemente este apartado: alrededor de 0,048 €/kg y 0,042 €/kg en el sistema ecológico y convencional, respectivamente.

Posteriormente a la recolección es preciso cortar las cuerdas y sacar los restos vegetales de la estructura de malla. Además, para conseguir una mayor durabilidad del plástico de la malla y de las gomas, éstas se recogen hasta el inicio de la siguiente campaña.

Análisis económico comparado

Comenzando por los costes variables, en la Tabla 1 se esquematizan éstos en función de las tecnologías utilizadas, mostrando el elevado coste que supone el empleo de mano de obra respecto a los costes totales: el 77% y 79% en el manejo ecológico y convencional, respectivamente. En términos absolutos, es mayor en el segundo sistema, debido sobre todo al mayor requerimiento en la recolección de más producción de tomate por planta.

Tabla 1. Costes del tomate Cherry según las tecnologías utilizadas (€/ha)

TECNOLOGÍAS	ECOLÓGICO	CONVENCIONAL
Mano de obra	35.588,4	38.792,9
Maquinaria	2.591,4	2.695,2
Productos fitosanitarios	214,0	507,3
Fertilizantes	1.374,1	719,7
Energía riego	279,7	279,7
Otros	5.920,0	5.920,0
TOTAL	45.967,5	48.914,8

A la mano de obra le sigue en importancia económica el apartado “otros”, donde se incluye el coste de las plántulas y el hilo y anillas necesarias para el entutorado de las matas de tomate, y que presenta igual valor en ambos sistemas. Son las plántulas, con un coste de 5.355 €/ha, la partida responsable de ello de que este apartado sea tan elevado.

El empleo de maquinaria es similar en los dos tipos de manejo, siendo igual el coste de la energía para el riego. Los productos fitosanitarios son utilizados en menor medida en el cultivo ecológico, siendo por el contrario más alto el coste de los fertilizantes, principalmente debido a la mayor aplicación de estiércol compostado, cuyo precio se encuentra en torno a los 0,03 €/kg.

En la Tabla 2 se presentan los costes variables del tomate Cherry en función de las labores llevadas a cabo. En ella se puede apreciar de nuevo que el mayor gasto se realiza en la recolección, la cual representa el 54% y 57% de los costes variables totales del cultivo ecológico y convencional, respectivamente.

Ello es debido al elevado empleo de mano de obra; en efecto, la mano de obra empleada en la recolección supone en términos económicos el 59% y 62% de la mano de obra total en el cultivo ecológico y convencional, respectivamente. Como se ha comentado con anterioridad, teniendo en cuenta que el rendimiento del tomate Cherry ecológico obtenido se encuentra por debajo del convencional entre un 15% y un 20%, no es de extrañar que en este último se den unos costes de recolección y, por ende, totales sensiblemente mayores que en el ecológico.

La segunda labor en importancia económica es la agrupación de la poda (con el aclareo de hojas y los pinzamientos) y el entutorado, que, al igual que en el caso anterior, son altamente dependientes del empleo de mano de obra. Los costes de estas partidas son iguales en ambos sistemas.

Tabla 2. Coste del tomate Cherry por labores (€/ha)

COSTE POR LABORES	ECOLÓGICO	CONVENCIONAL
Laboreo Mecánico	142,7	142,7
Abonado de suelo	1.612,0	802,0
Transplante	5.739,7	5.739,7
Abonado cobertera	395,5	209,9
Riego	556,2	556,2
Control de hierbas	813,2	1.182,3
Control de plagas y enfermedades	379,2	980,4
Poda y entutorado	10.595,8	10.595,8
Labores postrecolección	746,2	746,2
Recolección y comercialización	24.987,1	27.959,6
TOTAL	45.967,5	48.914,8

En tercer lugar se encuentra el transplante, aunque, como se mostró con anterioridad, en este caso el principal coste es debido a la adquisición de las plántulas.

El resto de labores tienen costes relativos mucho menos relevantes. El abonado de suelo y el de cobertera son sensiblemente más costosos en el cultivo ecológico debido, tanto a la forma de realizarse (manualmente en el caso del esparcido de estiércol compostado), como al mayor precio de los abonos autorizados.

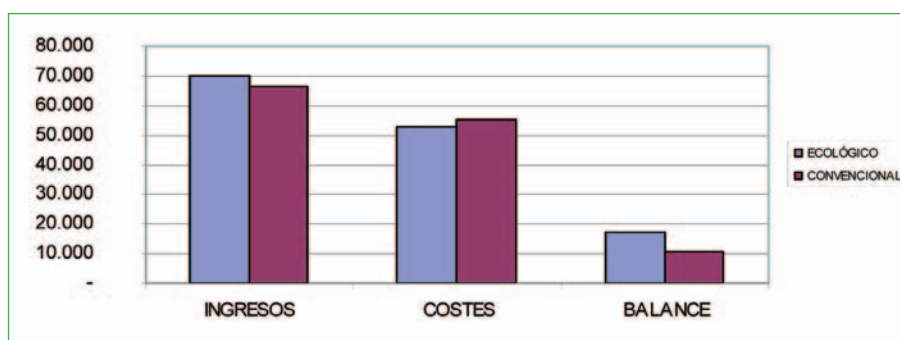
Todo lo contrario ocurre en el control de hierbas, plagas y enfermedades, donde la mayor intensidad en el uso de tecnologías y empleo de mano de obra, hacen que sean labores más caras en el cultivo convencional.

Los costes fijos y de oportunidad de ingresos se hallan reflejados en la Tabla 3, presentando diferencias tan sólo en el caso de la maquinaria, certificación de agricultura ecológica (AE) e interés del capital circulante. La razón de que el coste fijo de la maquinaria sea algo más bajo en el cultivo ecológico es principalmente debida a la posesión de menor diversidad y tamaño (caso de las cubas) de ésta. Obviamente, el coste de certificación y control de agricultura ecológica sólo tiene que ser satisfecho por parte de las explotaciones ecológicas. Por último, el interés del capital circulante es mayor en el manejo convencional ya que, como se ha comprobado anteriormente, los costes variables son mayores en este sistema.

Tabla 3. Costes fijos y otros del tomate Cherry (€/ha)

COSTES FIJOS Y OTROS (€/ha)	ECOLÓGICO	CONVENCIONAL
Amortización estructura	2.614,3	2.614,3
Interés estructura	1.533,8	1.533,8
Riego (Amortización, reparación e interés)	769,7	769,7
IBI	13,3	13,3
Renta de la tierra	540,9	540,9
Maquinaria	777,4	808,6
Certificación AE	115,6	0
Interés capital circulante	903,8	962,1
TOTAL	7.269	7.243

Por otro lado, los ingresos son notablemente más altos en el cultivo ecológico que en el convencional. En este último sistema, la producción media comercializada (unos 57.600 kg/ha) ha tenido un precio medio para el agricultor en estos últimos 3 años de 1,15 €/kg, lo que supone un ingreso superior a los 66.000 €/ha.

**Figura 1.** Balance económico del cultivo del tomate Cherry (€/ha).

En el cultivo ecológico, a pesar de tener unos rendimientos comerciales menores (alrededor de 48.000 kg/ha), el premio medio percibido por los agricultores ha sido de 1,45 €/kg, lo que arroja un ingreso por ventas de cerca de 69.600 €/ha. A esta cantidad hay que añadir la subvención a la superficie cultivada de hortalizas ecológicas (252,45 €/ha), que, como se puede apreciar, no tiene ninguna relevancia, pues apenas representa el 0,36% de

los ingresos por ventas y el 0,48% de los costes totales. Por último, como se puede observar en el Figura 1, el ingreso adicional que tienen los productores de tomate Cherry ecológico, principalmente debido al sobreprecio de este producto, unido a unos sensiblemente menores costes de producción, permiten la obtención de un balance económico, es decir de unos beneficios, notablemente mayores a éstos que a las explotaciones dedicadas a la producción convencional de este cultivo.

4 ► CONCLUSIONES

La caracterización de las técnicas de manejo ecológicas y convencionales en el cultivo del tomate Cherry ha revelado algunos aspectos de interés destacable.

Tanto en las fincas ecológicas como convencionales se ha podido constatar la poca diversidad genética espacial (uno o dos híbridos) y temporal (cultivo de tomate Cherry sin rotación). Aunque la primera está mitigada en cierta medida en el manejo ecológico por una menor intensidad en el control de hierbas, permitiendo su presencia, principalmente entre calles. Este hecho está ocasionando, como han reconocido los agricultores entrevistados de ambos sistemas, un aumento de los problemas de plagas. Por ello, sería interesante iniciar líneas de investigación principalmente en dos frentes: por un lado, ensayos sobre el comportamiento de variedades de tomate Cherry, y por otro, ensayos sobre posibles cultivos complementarios que pudiesen seguir en la rotación a este tipo de tomate.

Desde la perspectiva económica se ha obtenido, en primer lugar, que los costes totales son mayores en el cultivo convencional, principalmente debido a los costes variables más altos. En efecto, al ser un cultivo altamente intensivo en el empleo de mano de obra, mayoritariamente en recolección, y presentar mayores rendimientos el sistema convencional, los costes de producción son también más altos en éste. También son más altos los costes de control de plagas y enfermedades en el cultivo convencional, debido principalmente a la realización de aplicaciones preventivas, algunas de las cuales se podrían haber evitado de existir controles técnicos adecuados.

El abonado de fondo presenta unos costes mayores en el cultivo ecológico, debido a la mayor cantidad de compost de estiércol utilizado y, en menor medida, a la forma de realizarse (semimanual). La adición de materia orgánica únicamente en la línea donde se va a plantar el tomate dificulta el empleo de remolques estercoladores que abaraten esta labor.

Un hecho a resaltar es el elevado coste de las plantas en ambos sistemas, fruto, entre otros aspectos, de su carácter híbrido. Ensayos sobre variedades (anteriormente comentado) y el establecimiento de semilleros por parte de los agricultores (en solitario o conjuntamente) podría contribuir a la reducción de esta partida de costes.

Los costes fijos son un poco más altos en el cultivo ecológico, debiéndose esta circunstancia al gasto extra que supone la certificación.

Los resultados sobre el rendimiento comercial medio obtenido muestran su menor cuantía en el caso del cultivo ecológico, aunque pudiera ser debido a posibles deficiencias limitadoras de este indicador de productividad. Sin embargo, la obtención de precios notablemente más altos en el tomate Cherry ecológico, ha dado como resultado unos mayores ingresos en este sistema, con el consiguiente mayor beneficio por hectárea.

Todo ello permite concluir que la extensión del manejo ecológico del tomate Cherry en las comarcas granadinas de Baza y Huéscar, apoyada por la investigación de las deficiencias encontradas en la actualidad, permitiría incrementar la renta agraria de los agricultores, además de contribuir a reducir las externalidades negativas sobre los recursos naturales.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Algunos de los datos utilizados en el presente trabajo han sido obtenidos a partir del proyecto “Análisis de la situación actual de la horticultura ecológica en la provincia de Granada: problemática y potencialidades (Exp. 92041)”, financiado por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa a través del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA).

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **ALONSO, A. M. 2001**

“Desarrollo y situación actual de la agricultura ecológica: elementos de análisis para entender el caso español”. En Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 192, pp. 123-159.

- **ALONSO, A. M. 2003**

Análisis de la sostenibilidad agraria: el caso del olivar de la comarca de Los Pedroches (Córdoba). Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba (inédita).

- **ALONSO, S. Y SERRANO, A. 1992**

Los costes en los procesos de producción agraria: Metodología y Aplicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid.

- **AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (ASAE) 1995**

Agricultural Engineering Yearbook. ASAE.

- **ASOCIACIÓN COMITÉ ANDALUZ DE AGRICULTURA ECOLÓGICA (CAAE) 2003**

<http://www.caae.es> (consultada en mayo de 2003).

- **BALLESTERO, E. 1996**

Contabilidad Agraria. Mundi-Prensa. Madrid.

- **GARCÍA, M.; IBÁÑEZ, J. Y ALVIRA, F., COMP. 1992**
El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación. Alianza Editorial. Madrid.
- **GUZMÁN, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M. Y SEVILLA, E., Eds. 2000**
Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Mundi-Prensa. Madrid.
- **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA 2003. CENSO AGRARIO 1999**
Edición en CD-Rom.
- **MICHELSSEN, J. 2001**
“Recent development and political acceptance of organic farming in Europe”. En *Sociologia Ruralis*, 41 (1), pp. 3-20.
- **MIELE, M. 2001**
Creating Sustainability. The Social Construction of the Market for Organic Products. PhD thesis. Circle for Rural European Studies. Wageningen University. The Netherlands.
- **ORTÍ, A. 1992**
“La apertura y el enfoque cualitativo o estructural: la entrevista abierta y la discusión de grupo”. En García Ferrando, M.; Ibañez, J. y Alvira, J. (Comp.). El análisis de la realidad social: métodos y técnicas de investigación. Alianza Universidad Textos. Madrid.
- **OFFERMANN, F. Y NIEBERG, H. 2000**
Economic Performance of Organic Farming in Europe. *Organic Farming in Europe. Economics and Policy*, vol. 5. University of Hohenheim. Stuttgart (Germany).

(Footnotes)

- (1) Además, se han solicitado estos datos a los otros tres organismos certificadores que operan en territorio andaluz (Agrocolor, Sohiscert y Ecal), respondiendo que no tienen horticultores ecológicos certificados en la provincia de Granada.
- (2) Todos se ubican en las comarcas agrarias de Baza y Huéscar, excepto uno que se encuentra en la de Alhama.
- (3) No se han tenido en cuenta los costes fijos de amortización e interés del capital invertido en edificios (al no existir en general), los impuestos y los seguros (al no ser habitual su contrato).
- (4) Tanto en el ecológico como en el convencional, aunque en el primero con menor intensidad dado que existen algunos problemas con la obstrucción de los goteros.

ANEJO 1. DATOS BÁSICOS PARA CALCULAR LOS COSTES DEL TOMATE CHERRY

DATOS BÁSICOS DE LA MAQUINARIA					
Combustible	Precio	Combustible	Precio		
Gasoil	0,464	Mezcla	1,112		
Gasolina	0,877	Lubricante	3		
MAQUINARIA CON GASOIL					
Elemento	Datos				
	H	(N)	rm	P(kW)	Va
Motocultor	12000	(10)	100	7,35	1.923
Tractor 50CV	12000	(10)	100	36,75	15.626
MAQUINARIA CON MEZCLA					
Elemento	Datos				
	H	(N)	rm	P(kW)	Va
Desbrozadora	2000	(6)	100	1,86	601
Mochila pulverizadora	2000	(6)	100	1,86	601
APEROS					
Elemento	Datos				
	H	(N)	rm	P(kW)	Va
Mochila	1500	(6)	100	0	90
Pala	5000	(12)	80	0	1.803
Cuba 400 l	1500	(10)	80	0	481
Fresadora	1500	(12)	80	0	2.104
Subsolador (3 brazos)	2000	(12)	80	0	1.503
Cajón	5000	(12)	80	0	451
Remolque (5-6 t)	5000	(12)	80	0	1.803
Cultivador	2000	(12)	80	0	781

FUNGICIDAS, INSECTICIDAS Y HERBICIDAS

Nombre comercial	Materia activa	Precio (€/un)
Bayfidan	Triadimenol 25%	72,12
Aliado	Cimoxanilo (6%)+Folpet (30%)+Mancoceb (45%)	24,04
Azufre polvo	Azufre	0,30
Caldo bordelés	Sulfato cuprocálcico	2,28
Vertimec	Abamectina 1,8%	120,20
Pelitre	Piretrinas	48,08
Horiver (Koppert)	cinta 100*0,3	0,64
Geoda	Bacillus thuringiensis	30,05
Glifosato	Glifosato 36%	4,84

FERTILIZANTES

Nombre comercial	Precio (€/un)
Triple 15	0,20
Estiércol oveja	0,03
Nitrato potásico	0,47
Fosfato monoamónico	0,61
Nitrato cálcico	0,30
Sulfato de magnesio	0,30
Bundolin complex	18,03
Ronbiorgan-L	0,81

ESTUDIO COMPARATIVO PRELIMINAR DE COSTES DE PRODUCCIÓN DE AGUACATE EN CULTIVO ECOLÓGICO Y CONVENCIONAL EN EL LITORAL ANDALUZ

BOBO MARIÑO, SANTIAGO

Campaña verde- SAT TROPS. Vélez - Málaga 2003

E-mail: santibomar@terra.es

RESUMEN

Se realiza un estudio introductorio para delimitar los costes anuales de producción de aguacate en manejo ecológico y convencional. Para ello se toma una muestra de 3 fincas en manejo ecológico y 6 fincas convencionales similares situadas en las mismas condiciones naturales de una comarca, todas con un manejo adecuado.

Los costes anuales medios son un 42% mayores en fincas ecológicas, debido a la mayor intensidad de trabajo requerida, sobre todo en el abonado de fondo.

El flujo de caja para un precio del 20% superior en producción ecológica, muestra mayor rentabilidad de las fincas en manejo convencional. En ello influye que el manejo ecológico tiene un 34% más de coste actualizado medio como una disminución de la producción del 7%. El coste medio unitario es un 43% mayor en manejo ecológico.

Para igualar el VAN al convencional, debe evitarse la disminución de la producción ó limitar el aumento de costes actualizados a un 20%.

Se concluye que el precio del suelo no permite rentabilizar el cultivo de este frutal de alto valor añadido y que el precio de la mano de obra limita mucho la rentabilidad, sobre todo en manejo ecológico. El manejo ecológico de frutales subtropicales no garantiza mayor rentabilidad con sobrepuestos del 20% y es más dependiente de un buen manejo del cultivo, para lo que se requiere un mayor esfuerzo en investigación y desarrollo técnico de las técnicas de producción.

1 ► OBJETIVOS

Se desea conocer los costes medios unitarios de producción de aguacate en manejo convencional y ecológico en el litoral andaluz y las principales diferencias de costes de cada tipo de manejo, partiendo de datos tomados directamente en plantaciones comerciales.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Se parte de la limitación debida a la falta de registros en finca que permitan conocer los costes y su distribución con precisión, sobre todo los relacionados con la mano de obra, este inconveniente se soluciona a partir de estimaciones a varias fincas, para obtener una media.

Se realiza una toma de datos a partir de entrevistas dobles a los propietarios y/o encargados de cada explotación para cubrir un cuestionario que contiene preguntas cruzadas para tratar de definir mejor los conceptos no registrados. Una vez realizado el primer borrador de costes anuales por tipo, se contrasta con la opinión de cada productor, para retroalimentar la síntesis de datos. Posteriormente se obtiene el coste medio anual por tipo de manejo y se realiza un estudio económico y financiero de rentabilidad, con el fin último de determinar el coste por unidad de producto.

La muestra la forman 6 explotaciones convencionales de 1 Ha, 1 Ha, 1,6 Ha, 2 Ha, 3,5 Ha y 12 Ha cultivadas y 3 ecológicas con: 0,5 Ha, 2 Ha y 7 Ha cultivadas, con una media de 3,5 y 3,1 Ha respectivamente. Estas fincas han sido seleccionadas por ser plantaciones similares con un buen manejo en cada sistema, con árboles de edad adulta en plena producción, situadas sobre en los mismos tipos de suelos y en la misma comarca de la Axarquía. El pequeño tamaño de la muestra permite obtener datos más precisos de cada finca aunque aumenta la variabilidad entre fincas.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio económico de costes anuales, se realiza con las siguientes condiciones:

- Se obtienen los costes promedios por hectárea de una muestra de explotaciones en cada tipo de manejo
- Se toman precios constantes del año 2003 en la comarca de la Anarquía
- Se consideran precios independientes a los años y a la dimensión de la explotación
- Se determinan los resultados económicos antes de impuestos

COSTES ANUALES MEDIOS DE LA EXPLOTACIÓN POR TIPO							
CONCEPTO	FINCAS CONVENCIONALES		FINCAS ECOLÓGICAS		DIFERENCIA		
	Coste medio (€/Ha) %	Coef variac	Coste medio (€/Ha) %	Coef variac	Eco-con (€/Ha)	Dif/Con %	
TOTAL	5.043 100%	17%	7.156 100%	46%	2.113	42%	
PERSONAL	3.537 71%	15%	5.075 69%	55%	1.538	43%	
MATERIALES	496 10%	37%	914 14%	14%	417	84%	
Fertilizantes	342 6%	48%	911 14%	13%	570	167%	
Fitosanitarios	155 3%	138%	3 0%	173%	-152	-98%	
ENERGIA	181 4%	76%	267 4%	40%	87	48%	
SERVICIOS	451 8%	130%	305 5%	97%	-145	-32%	
COSTES FIJOS	378 8%	31%	596 8%	70%	217	57%	
Impuestos, cuotas, etc:	209 4%	30%	395 5%	78%	186	89%	
Mantenimiento y rep.	170 3%	44%	200 3%	55%	31	18%	

Figura 1.

Estos datos manifiestan lo siguiente:

- Las fincas en manejo ecológico tienen un coste de producción anual del 42% superior a las convencionales.
- Los costes anuales con aumentos diferenciales más significativos en el manejo ecológico son la mano de obra y los fertilizantes, causantes del 73% y del 27% respectivamente de la diferencia de costes.
- En manejo ecológico disminuyen los costes debidos a fitosanitarios (herbicidas sobre todo) y a servicios contratados, seguramente por la dimensión de las explotaciones.
- Ambas muestras tienen una similar distribución relativa de costes debidos a: mano de obra, servicios, energía y costes fijos.
- Hay mayor variabilidad de costes medios entre las fincas de agricultura ecológica que en las convencionales, sobre todo en mano de obra y en ambos sistemas, esta variabilidad se manifiesta más en costes debidos a: fitosanitarios, energía y servicios.
- El pequeño tamaño de las fincas de la muestra ecológica, explica que tienen proporcionalmente mayores costes fijos debidos a impuestos y cuotas: no sólo la cuota de la entidad de certificación, sino también contribución y costes fijos proporcionales debidos al uso anual de un vehículo en la explotación.

COSTES ANUALES MEDIOS DE LA EXPLOTACIÓN POR OPERACIÓN							
CONCEPTO	FINCAS CONVENCIONALES		FINCAS ECOLÓGICAS		DIFERENCIA		
	Coste medio (€/Ha) %	Coef variac	Coste medio (€/Ha) %	Coef variac	Eco-conv (€/Ha)	Dif/Con %	
TOTAL	5.043 100%	17%	7.156 100%	46%	2.113	42%	
ABONADO	782 15%	46%	1.949 27%	42%	1.167	149%	
Suelo:	0	0%	1.248 19%	30%	1.248	100%	
Fertirrigación:	503 10%	44%	499 7%	70%	-4	-1%	
Foliares:	279 6%	132%	202 5%	117%	-77	-28%	
RIEGO	1.039 19%	76%	635 10%	40%	-405	-39%	
DESHIERBE	273 5%	65%	619 9%	47%	346	127%	
PODA	931 19%	33%	1.000 14%	66%	69	7%	
RECOLECCION	1.438 30%	27%	1.492 20%	56%	54	4%	
COSTES VARIOS	578 12%	27%	1.463 20%	64%	884	153%	

Figura 2.

El resumen de la figura es el siguiente:

- Los costes debidos a poda, recolección, fertirrigación y abonados foliares son muy similares en ambos tipos de manejo.
- Las fincas en manejo ecológico tienen mayores costes en abonado, sobre todo por el abonado de fondo, el control de malezas y los costes varios.
- El coste de deshierbe en agricultura ecológica, supone un gran aumento relativo del coste en comparación con las convencionales, pero no significa un monto importante en términos absolutos en plantaciones adultas, al contrario de lo que se suele pensar en las explotaciones.
- El mayor coste debido a riegos de las fincas convencionales se explica por las diferencias del coste del bombeo de agua a reservorios.
- Los costes medios de la muestra de fincas en manejo ecológico tienen mucha más variabilidad que la convencional, en casi todas las operaciones de cultivo, por lo que estos datos no representan es más difícil que representen un caso.

El estudio del flujo de caja tiene las siguientes condiciones:

- Se emplean unidades de moneda constante o términos reales

- Se considera ausencia de inflación y precios anuales constantes
- Se realizan todas las inversiones el año 1
- Se considera dentro de las inversiones la adquisición de la parcela
- Se consideran inversiones promedio por superficie, a partir de la muestra de fincas, independiente al tamaño.
- Se considera la entrada en plena producción en el 8º año, con aumentos proporcionales desde el 3º año.
- Se considera un periodo de producción de 35 años
- Todos los cobros y pagos son anuales y constantes
- Se consideran constantes los costes y la producción anual, obtenidos como media de los casos estudiados.
- Se considera una financiación de las inversiones con un crédito al 5% de tasa de interés anual con vencimiento de intereses a un año
- Se considera un precio de producto ecológico un 20% superior al convencional

INVERSIONES POR EXPLOTACIÓN			
CONCEPTO	TODAS LAS FINCAS		Vida útil Años
	(€/Ha)	%	
TOTAL	87.924	100%	
TERRENO	55.225	63%	-
MOVIMIENTO DE TIERRAS	3.313	4%	-
PLANTACION	2.332	3%	35
EDIFICIOS Y CIERRE	16.007	18%	35
RIEGO	5.800	7%	17
MAQUINARIA	2.557	3%	10
ACCIONES asociaciones	2.692	3%	-
ACLAREO plantación	1.179	13%	-

Figura 3.

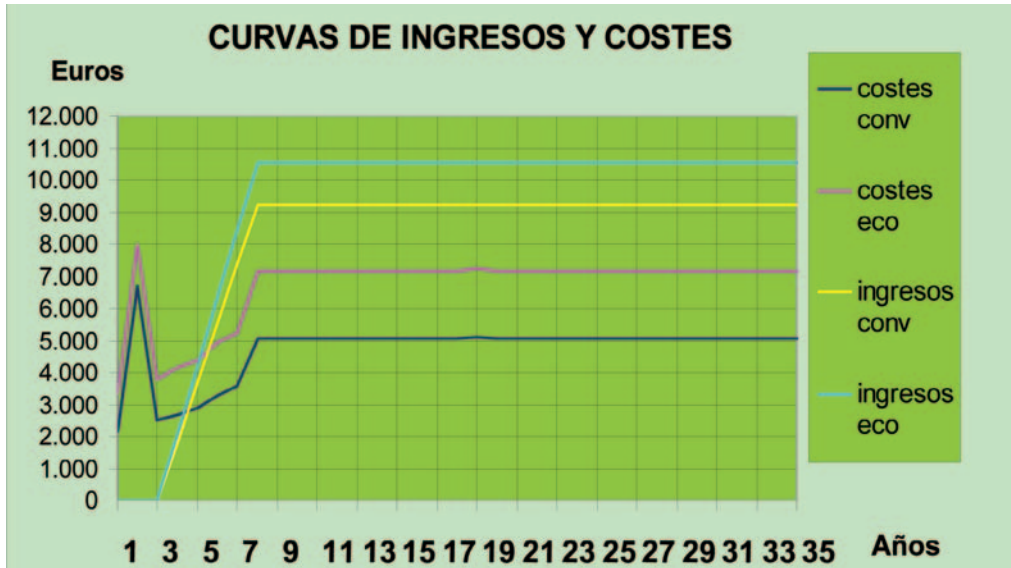


Figura 4.

Los resultados del flujo de caja, muestran lo siguiente:

- Las condiciones financieras del crédito considerado producen un pico llamativo de la curva de costes en el año 2, debido a costes financieros.
- La curva de costes aumenta progresivamente con la edad de la plantación hasta el año 8, que se considera estable, mientras que la curva de ingresos aumenta linealmente.
- El cambio del sistema de riego el año 17 no produce un efecto llamativo en las curvas de costes.
- El intervalo entre las curvas de ingresos y costes es mayor para el manejo convencional.
- El volumen acumulado de producción disminuye un 7% en fincas en manejo ecológico
- El coste total actualizado es un 34% mayor en fincas en manejo ecológico
- El valor actualizado neto es positivo sólo en fincas con manejo convencional
- El coste unitario medio es un 43% mayor en manejo ecológico.

COSTES UNITARIOS E INDICADORES DE RENTABILIDAD						
CONCEPTO	CONVENCIONAL	ECOLÓGICO	DIFERENCIA		IGUALDAD de VAN	
			Eco-conv	Diff/conv %	A costes o producción ctes	%/ Eco
Producción acumulada (Tm):	212	198	-14	-7%	216	198 9%
Coste total actualizado (Miles Euros):	204	273	69	34%	273	244 20%
Coste unitario medio (Euros/kg):	0,9623	1,3788	0,4165	43%	1,2623	1,2323 28%
VAN (Euros):	10.470	-18.975	-29.445	-281%	10.470	10.470 %/eco

Figura 5.

Estudio de sensibilidad para igualdad de VAN

Para hacer positivo el VAN en fincas con manejo ecológico, bajo el supuesto de que los costes actualizados son invariables, se debe aumentar la producción un 9%. Pero si se considera que la producción acumulada es invariable, entonces se debe reducir el aumento de costes actualizados a un 20% respecto a los convencionales.

En ambas situaciones el coste unitario sería un 28% mayor que en convencional, que para precios de ecológico un 20% mayores, se obtendría una rentabilidad idéntica en ambos tipos de manejo.

4 ► CONCLUSIONES

Conclusiones respecto al manejo ecológico:

- Las condiciones del estudio suponen un límite económico para la producción en manejo ecológico, para los resultados de producción y costes reales dados por la media muestral.
- El mayor precio por los productos ecológico no implica mayor rentabilidad de las explotaciones ecológicas, un 20% más de precio no permite mayor rentabilidad que en convencional.
- El coste de la mano de obra es crítico en producción ecológica y supone el 73% de las diferencias encontradas. La rentabilidad de las explotaciones ecológicas depende de forma crítica del valor y de la eficiencia del trabajo.
- Mantener la rentabilidad en ecológico, con un incremento en precio del 20% y un aumento de costes del 43%, implica o bien mantener la productividad conseguida

en convencional, o bien limitar el aumento de costes a un 20%.

- Mantener la productividad en manejo ecológico implica controlar las variaciones anuales de producción y tecnificar el manejo agrario para que no descieran los rendimientos.
- Los resultados críticos obtenidos en la muestra ecológica muestran la necesidad de un mayor desarrollo técnico y mayor investigación en este método de producción.

Conclusiones para el cultivo de aguacate

- ▶ El cultivo de aguacate no es rentable si se considera la compra del terreno en el litoral andaluz, debido al fuerte incremento de precios del suelo de los últimos años.
- ▶ El cultivo de aguacate y especialmente en manejo ecológico tiene condicionada su rentabilidad por el aumento del coste de la mano de obra, como está ocurriendo en los últimos años por la gran demanda laboral del sector de la construcción.
- ▶ El aumento de superficie de cultivo ecológico de frutales subtropicales está muy limitado en laderas poco mecanizables. Teniendo en cuenta que la mayoría de la superficie agraria del litoral subtropical andaluz está en pendiente, esto implica la necesidad de proteger el escaso suelo agrario fértil y llano situado en vegas, de su inminente urbanización, para permitir una agricultura sustentable rentable en el litoral andaluz.

DESARROLLO LOCAL SUSTENTABLE BASADO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON ALTO VALOR ECOLÓGICO

Caso cacao en las costas de Aragua, Venezuela

CLAVIJO ALBERTOS, S. Y VARELA, L.

Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en el Estado Aragua
Av. Las Delicias frente al Museo de Arte Contemporáneo de Maracay "Mario Abreu", Maracay, Estado
Aragua. 2101A. Telf.: 058-243-2322444 / Fax: 058-243-2331421
<http://www.fundacite.org.gov.ve> / E-mail: fundacite@fundacite.org.gov.ve

RESUMEN

En los valles asociados a las ensenadas de la costa de Aragua, Venezuela, se cultiva cacao desde finales del siglo XVI y principios del XVII, en un sistema de producción con alto valor agregado, ya que las plantaciones forman parte del Parque Nacional Henry Pittier o colindan con él y alrededor de las mismas se ha desarrollado un entorno eco-socio-cultural de incalculable valor.

En las últimas décadas, en la zona se detectan evidencias que alertan sobre la posible desaparición del cultivo, debido al abandono progresivo de las plantaciones, a la pérdida de materiales genéticos locales y al mal uso de las prácticas de manejo.

Con base al análisis y evaluación integral de las condiciones socioeconómicas existentes se plantea la actividad ecoturística como uno de los pilares del desarrollo sustentable de esta región, en la que se integren actividades recreacionales (playas, folklore, costumbres y visitas guiadas, tanto al parque como a las plantaciones de cacao) con la comercialización de productos elaborados artesanalmente por la propia comunidad.

En este sentido se propone: a) Mantener la producción de cacao mediante la recuperación de las plantaciones, vinculándolas a la actividad turística y aplicando procesos productivos adecuados, contribuyendo de esta manera a la conservación y defensa de las fronteras naturales del parque; b) Repoblar las plantaciones con materiales locales del tipo “criollo”, manteniendo el reservorio genético de la zona, preferiblemente en unidades de producción diversificadas y c) Fomentar a nivel escolar el arraigo al entorno, así como promover normativa específica que condicione el uso de la tierra al cultivo del cacao.

PALABRAS CLAVE: GENOTIPOS, ECOTURISMO, PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y BIODIVERSIDAD

1 ► INTRODUCCIÓN

La costa del Estado Aragua, situada al norte de Venezuela, con una longitud de 78,3 km, descansa al pie del Parque Nacional Henri Pittier, reservorio de biodiversidad con una superficie de aproximadamente 107.000 ha. Está comprendida político territorialmente dentro de 4 municipios: Girardot, Mariño, Tovar y Ocumare de la Costa de Oro, de los cuales, el último de los nombrados es el único restringido geográficamente a la vertiente norte del ramal litoral de la Cordillera de la Costa que da cara al Caribe. El resto de los municipios se ven representados en dicha costa solo por localidades, algunas muy nombradas inclusive internacionalmente, estando sus espacios mayoritariamente desvinculados del mar.

En los valles asociados a las ensenadas de esa costa, donde se presentan condiciones climáticas muy particulares, se cultiva cacao desde finales del siglo XVI y principios del XVII, a partir de materiales introducidos desde Centroamérica, a juzgar por sus características genéticas, aunque hay quien mantiene que tales cacaos existían en la zona a la llegada de los españoles.

Su cuidado demandó la importación de mano de obra esclava, la cual provino de diversas localidades africanas, constituyéndose así una íntima relación entre la planta y los que lo cultivaban, la cual se mantiene en la actualidad, relación que sin duda contribuye a la calidad particular del cacao de la costa de Aragua, reconocida internacionalmente gracias a algunos nombres emblemáticos como los de Chuao y Ocumare.

Con el advenimiento de la explotación petrolera, el cacao, junto al resto de la agricultura venezolana, perdió su importancia económica nacional, aunque continuó siendo con el café, de los pocos rubros agrícolas con oportunidades para la exportación. Estas oportunidades se mantienen en la actualidad de cara a mercados muy particulares aunque hay que señalar que la aplicación de políticas centralizadas de comercialización interna en manos gubernamentales, al dejar de premiar la calidad, ejerció un efecto negativo sobre los sistemas de manejo post-cosecha, afectando el producto final y en consecuencia, disminuyendo su valor internacional.

2 ► SITUACIÓN ACTUAL

Las condiciones de la mayoría de las plantaciones, sus rendimientos y el precio que recibe el agricultor aragüeño por la producción que logra recoger, señalan un camino que progresivamente conduce a la desaparición del rubro como alternativa rentable, al menos que se intenten acciones coherentes en procura del rescate de la importancia del cacao para la economía de los pobladores de la costa en particular y del Estado Aragua en general.

Las realidades que acompañan la producción actual de cacao en la zona son:

Ambientales

Tierras tradicionalmente productivas, localizadas dentro del Parque Nacional Henri Pittier o colindantes con él, lo que establece limitaciones legales a la hora de las intervenciones tecnológicas, pero que pudiese convertirse en una oportunidad de cara a los mercados “orgánicos”.

Infraestructura

Comparativamente bien dotada de facilidades para la realización de la actividad agrícola relacionada con el cacao; las carreteras son suficientes, existe electricidad, teléfonos, servicios básicos y habría que evaluar con cuidado la disponibilidad de agua para riego del cultivo en las épocas secas, así como la red de acequias y el sistema de riego por gravedad e inundación, que tradicionalmente se practica en la zona.

En las antiguas haciendas hay áreas que pueden ser usadas colectivamente para el secado del grano y se cuenta con un central de beneficio manejado por una asociación de productores, ubicado en Ocumare de la Costa. Su uso implica el uso de transporte desde las unidades de producción hasta el central y coordinar días de recepción para el manejo eficiente de los espacios y procesos.

Áreas bajo cultivo y producción estimada (2003)

ZONA	ÁREA DISPONIBLE (ha)	ÁREA COSECHADA (ha)	RENDIMIENTO ANUAL CACAO SECO (kg)
Cepe	47	-	-
Chuaao	248	54	18.227,0
Choroní	150	95	14.250,0
Cuyagua	362	53	3.105,0
Cata	280	11	2.049,3
Cumboto	352	162,5	24.718,1
La Trilla - Aponte	133	111,1	16.348,3

Las cifras presentadas son producto de la contabilización de las “guías de movilización” exigidas por el Ministerio de Agricultura y Tierras. Existe la posibilidad cierta de que una parte importante de la producción esté siendo comercializada sin conocimiento oficial.

Tenencia de la tierra

Plantaciones en explotación individual (4 ha por parcela) en algunos sectores y en su mayor extensión, de una utilización colectiva. La mayoría es propiedad pública, con algunos pocos propietarios privados. La regularización de la tenencia de la tierra ha sido señalada como una de las necesidades más urgentes de la zona.

Caracterización de los productores agrícolas

Personas en su mayoría de edad avanzada, conocedores de los oficios de la tierra, sin mayor formación educativa, carentes de nociones de gestión que les permita enfrentar los retos de una producción agrícola moderna y reacios a la adopción de prácticas a las que no están acostumbrados. No se vislumbra generación de relevo ante la falta de incentivos. Las formas de organización son incipientes, aunque han ido ganando experiencia, particularmente los que han constituido la Asociación de Productores de Cacao de la Costa de Aragua (ASOPROFAR).

Disponibilidad de crédito agrícola

Dadas las características de la tenencia de la tierra, y a experiencias insatisfactorias, el acceso a préstamos de origen público para las actividades agrícolas es prácticamente imposible, quedando restringido, en lo que al sector privado se refiere, a la concesión de adelantos a cuenta de cosecha. Las alianzas estratégicas con industriales y comerciantes, pareciera que es una vía para mejorar los ingresos del productor y asegurar la colocación rentable de sus cosechas.

Extensión agrícola y asistencia técnica

La cercanía a Maracay, capital del Estado Aragua, pone a disposición de los productores agrícolas las capacidades científicas y tecnológicas del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (CENIAP) y de la Universidad Central de Venezuela (Facultad de Agronomía).

El Consejo de Desarrollo Económico, Tecnológico y de Exportación del Estado Aragua (CODET), el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT), la Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en el Estado Aragua (Fundacite Aragua), la Fundación Tierra Viva, el Proyecto Maracay de la Universidad Central de Venezuela, así como otras organizaciones, hacen vida activa en la zona y apoyan con sus programas la permanencia del cultivo del cacao en la misma. El Ministerio de Agricultura y Tierras (MAT) posee instalaciones (Estación de Propagación de Plantas de Ocumare de la Costa y su vecina Estación Cuarentenaria), que no obstante requerir reparaciones, pueden constituirse

en el centro operativo para las actividades de multiplicación de materiales para la siembra, investigación, información, capacitación y transferencia tecnológica, a través de un esfuerzo cooperativo

Competencia con otras actividades productivas

La ubicación de las plantaciones y parcelas en las cercanías de las playas ha introducido una competencia sesgada a favor de las actividades relacionadas con la atención a los turistas que se desplazan hacia ellas, tanto los fines de semana como en las temporadas de asueto.

Inclusive, la siembra de otros rubros agrícolas, particularmente bananos de diversos tipos, se ha visto incrementada, con un impacto negativo importante para el cacao, dada la demanda de estos productos por parte de los turistas, la fácil comercialización local y el ingreso, prácticamente semanal, que ellos generan. La pesca, otra actividad importante en la zona, aunque de impacto económico estacional, no parece competir por el interés de los cultivadores de cacao, mientras que el desplazamiento hacia la capital del Estado y otras ciudades vecinas, en búsqueda de alternativas de trabajo y mejor calidad de vida, se convierte en la opción escogida por la mayoría de la población joven.

3 ▶ **¿QUE SE HA HECHO PARA TRANSFORMAR LA SITUACIÓN ACTUAL?**

Ante la situación descrita, algunos de los componentes institucionales asociados a la cadena productiva han ido tomando iniciativas que intentan cambiar el estado de cosas; dentro de ellas vale la pena destacar las destinadas a apoyar la investigación y transferencia de tecnologías en el rubro cacao.

En 1995, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) estableció a como formula de concertación entre los componentes de una determinada área de acción, tema, rubro o problema, un mecanismo que denominó Agenda, a través del cual se determinaron situaciones que ameritaban corrección, así como las formas para alcanzar las mismas.

El cacao fue sujeto de una de esas Agendas y dentro de ella, en 1998 aprobó el proyecto interinstitucional “Aplicación del referencial tecnológico en tres localidades productoras de cacao y su repercusión en los aspectos socioeconómicos y productivos del cultivo en el Estado Aragua”. Dicho proyecto demostró que con la aplicación de prácticas agronómicas, tradicionales y relativamente simples, se puede lograr la recuperación de la capacidad productiva de los cacaotales de la costa de Aragua, estando las dificultades centradas en la baja capacidad económica de los productores y en su falta de organización, lo que les impide participar de manera activa en el circuito de comercialización del cacao.

A principios de 2002, el FONACIT decidió ayudar a encarar las dificultades señaladas mediante la aprobación de un apoyo a la Asociación de Productores de Cacao de la Costa de Aragua (ASOPROCAR), el cual bajo la denominación “Red de Cooperación Productiva Cacao de la Costa de Aragua”, integra los esfuerzos de diversas instituciones, tanto públicas como privadas, en procura de una mayor eficiencia para los procesos técnicos y administrativos que se aplican a la producción y mercadeo del cacao en nuestro Estado. Dicho proyecto está activo y abarca aspectos que van desde la producción de abono natural, hasta la determinación de necesidades de capacitación específicas en materias administrativas, pasando por técnicas orgánicas de cultivo y control biológico de plagas.

En noviembre de ese mismo año (2002) se adelantó en Maracay el “Taller para facilitar los procesos de transferencia en cacao”, en el cual a la par de revisar los resultados de los proyectos de investigación financiados bajo el mecanismo de la Agenda, se planteó la interrogante de cómo lograr que dichos resultados fuesen difundidos y que los mismos pudiesen ser de utilidad a los actores de la cadena, contribuyendo a la solución de problemas y despejando algunas de las incógnitas planteadas.

Como resultado de ese taller se recomendó la conveniencia de establecer un “Programa Nacional de Transferencia Tecnológica en Cacao”, el cual debería ser adelantado de manera cooperativa entre diversas organizaciones, tanto públicas como privadas, coordinado interinstitucionalmente y convenientemente apoyado no solo desde el punto de vista financiero, lo cual es indispensable, si no además, conceptualmente internalizado por todas las instancias llamadas a participar en lo que se ha dado en llamar el circuito del cacao. Dicha recomendación volvió a surgir en las II Jornadas Técnicas de Cacao realizadas en abril de 2004. Una contribución a ese deseado programa todavía no implementado formalmente a nivel oficial, es la “Red Venezolana de Información sobre Cacao” (<http://www.redcacao.info.ve>) la cual, bajo la responsabilidad operativa de Fundacite Aragua, demanda las contribuciones intelectuales de todos los interesados en el rubro, partiendo de la máxima de que el conjunto de las partes, constituyendo un todo coherente, representa una oportunidad para el desarrollo del sector cacaotero mucho más eficiente que la tradicional actuación en solitario.

4 ► EL FUTURO DEL CACAO EN LA COSTA DE ARAGUA

Dadas las condiciones esbozadas, cabría preguntarse si existe una oportunidad real para que el cacao salga de su situación de aletargamiento y recupere un lugar de importancia como actividad productiva rentable en la costa de Aragua, tanto para los productores como para su entorno.

La respuesta a la interrogante es sí, siempre que se tomen en cuenta las siguientes recomendaciones:

► El destino del cacao de la costa de Aragua está indefectiblemente ligado al del Parque Nacional Henri Pittier, por lo que su explotación debe tomar en consideración esta íntima vinculación a objeto de que lejos de constituirse en una limitación, sus planes de manejo agronómico contribuyan a la conservación del todo. El cacao no está simplemente dentro del parque o es un vecino eventual de éste, el cacao es parte de uno de los diversos tipos de bosque que conforman el parque y por lo tanto está asociado al mismo de manera muy íntima; en la medida que conservemos el agroecosistema cacao estaremos contribuyendo a la conservación de la suma de sistemas ecológicos que conforman el Henri Pittier. Bajo esta óptica, los bosques cacaoteros de Aragua funcionan como un elemento amortiguador que limita la intervención urbana en el Henri Pittier.

► El cultivo del cacao en la costa de Aragua demanda:

- Recuperación progresiva y acelerada de las plantaciones de cacao existentes, a objeto de lograr niveles de rendimiento aceptables, los cuales son factibles con las tecnologías de bajo impacto ambiental, disponibles actualmente.
- Aplicación de procesos adecuados de cosecha, fermentación, secado, selección y almacenamiento que permitan obtener la máxima calidad para las almendras a ser vendidas como tales y derivar hacia el procesamiento local de subproductos, aquellas de baja demanda o bajo precio de mercado.
- La producción orgánica de cacao se presenta como una alternativa ya conocida en la zona, que a la par de sus bondades ecológicas pudiese significar una oportunidad de concurrencia a mercados internacionales capaces de reconocer, a través del precio, la utilización de dicho concepto productivo. Es oportuno destacar que desde hace varios años, más por razones económicas que ecológicas, la mayoría del cacao de Aragua se produce sin el concurso de insumos sintéticos, por lo que la conversión de dicha producción, y la certificación de la misma como “orgánica”, luce absolutamente factible y a corto plazo.
- Conservación y defensa de las fronteras naturales del Parque Henri Pittier, en la cara norte de la Cordillera de la Costa. Los cultivadores de cacao, sobre todo los colindantes con el parque, pueden actuar como guardaparques activos, manteniendo una actitud vigilante tendente a la conservación de los recursos naturales, la cual perfectamente pudiese serles reconocida, como actividad laboral o a través de otros mecanismos de compensación.
- Asociación de las explotaciones cacaoteras a la actividad turística, impulsando un agresivo plan de alojamientos in situ que a la par de brindarle al visitante una experiencia novedosa y natural, permitiese a las familias rurales el acceso a ingresos adicionales. Adicionalmente, el cultivo en sí y su procesamiento, así como la venta de subproductos debe incorporarse a ese circuito turístico de la costa que

hay que diseñar y en el cual las manifestaciones culturales ligadas al cacao y sus cultivadores tiene un importante papel por representar.

- Utilizar la experiencia acumulada en técnicas de propagación, así como la existencia en la zona de colecciones de materiales genéticos valiosos e instalaciones apropiadas, para mantener un reservorio genético con miras a la producción de semillas híbridas y venta de plantas elite clonadas.

▶ A la larga y como resultado de los programas de coleccionamiento de materiales y caracterización genética del cacao que se han venido y se continúan adelantando en Venezuela, la costa de Aragua deberá ser repoblada exclusivamente con materiales predominantemente del tipo “criollo fino de aroma”, con miras a seguir disfrutando del reconocimiento internacional para nuestras localidades.

▶ Diversificar las unidades de producción, donde los agricultores también participen en la producción de otros rubros de alto consumo local, como aves, hortalizas, raíces y tubérculos, así como explorar la posibilidad de introducir nuevos rubros tales como las especias.

▶ Fomentar a nivel escolar el arraigo a su entorno y propender esta actividad agrícola como una empresa que depende de la ecología, cultura y conocimiento del cultivo.

▶ Favorecer la promulgación de legislación que señale un uso de la tierra condicionado a la producción de cacao, en consideración a las condiciones ecológicas que sólo el bosque cacaotero garantiza.

5 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE CACAO DE LA COSTA DE ARAGUA 2004**

[en línea]. <http://www.asoprocar.org.ve/>. [Consulta: 30 de junio de 2004]

- **BOLSA DE PRODUCTOS E INSUMOS AGROPECUARIOS DE VENEZUELA (BOLPRIAVEN) 2004**

El Cacao (Ficha Técnica). [en línea]. <http://www.bolpriaven.com/rubros.asp?gerencia=2&titulo2=Cacao&id=007>. [Consulta: 29 de junio de 2004]

- **CARTAY, R. 2004**

El cacao venezolano en el mercado mundial: situación y perspectivas. [en línea]. Red Venezolana de Información sobre Cacao. <http://cacao.sian.info.ve/documentos/cartay.pdf>. [Consulta: 29 de junio de 2004]

- **CONICIT 2004**

Memorias del Primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria. [en línea]. Red Venezolana de Información sobre Cacao. <http://cacao.sian.info.ve/memorias/index.html>. [Consulta: 29 de junio de 2004].

- **CONICIT 2004**

Resultados de la Primera Reunión Técnica Regional sobre Cacao. [en línea]. Red Venezolana de Información

sobre Cacao .http://cacao.sian.info.ve/agenda/reunion_tecnica.pdf. [Consulta: 29 de junio de 2004].

• **FUNDACITE ARAGUA 2004**

Bibliografía Venezolana del Cacao. [en línea]. <http://cacao.sian.info.ve/Bibliografía/>. [Consulta:28 de junio de 2004].

• **FUNDACITE ARAGUA 2004**

Aragua, el cacao y su gente. [en línea]. <http://cacao.fundacite.arg.gov.ve/>. [Consulta:30 de junio de 2004].

• **GONZÁLEZ JIMÉNEZ, E. 2004**

El cacao en Venezuela. Papeles de Fundacite Aragua [en línea]. <http://www.fundacite.arg.gov.ve/papelesf/docs/cacaoeduardo.pdf>. [Consulta: 27 de junio de 2004].

• **RAMOS, C. CUADERNO CACAO 1997**

[en línea]. Red Venezolana de Información en Cacao. http://cacao.sian.info.ve/agenda/cuaderno_01.html. [Consulta:28 de junio de 2004].

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE COMPOST PROVENIENTES DE LODOS DE DEPURADORA, RSA Y RESTOS VEGETALES COMO SUSTRATO ALTERNATIVO EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTULA DE MELÓN EN SEMILLERO

DÍAZ PÉREZ, MANUEL; GONZÁLEZ BUENDÍA, FERNANDO; CAMACHO FERRE, FRANCISCO Y FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, EDUARDO JESÚS

Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
04120 La Cañada de San Urbano (Almería)

RESUMEN

El aumento de la calidad de vida en una sociedad va lamentablemente relacionado con el aumento de los residuos que produce. Esto conlleva a dar una solución a la generación de residuos generados por la actividad humana. En este sentido fue planteado el Proyecto LIFE 00ENV/E/000543, titulado: “Procesos de co-compostaje y aplicación de sus productos en paisajismo, reforestación, cultivos forestales y agrícolas en Andalucía” que con trabajos como el aquí presente pretende demostrar la viabilidad del empleo de compost en agricultura con el beneficio medioambiental que de ello se deriva.

Con el presente trabajo se pretende estudiar la viabilidad de la utilización como sustrato de un compost procedente de un co-compostaje de biomasa vegetal, de parques y jardines, y lodos de depuradora en la producción de plántulas de melón en semillero; como alternativa al sustrato habitualmente empleado por los semilleros industriales de Almería.

El ensayo se realizó en un semillero industrial, sobre cultivo de melón evaluándose la germinación y parámetros de calidad de plántula de melón en semillero.

Entre sus principales resultados cabe destacar como la velocidad de germinación se vio retrasada por la presencia de compost en las mezclas, acentuándose dicho retraso con el aumento de la proporción de compost en las mezclas; por el contrario, la adición de Terracottem® mejoró el desarrollo de la nascencia. No obstante el poder germinativo de las semillas no se vio alterado por el uso del compost, ya que los tratamientos con compost presentaban una mayor heterogeneidad entre sus plantas. La calidad de plántula empeoró con los porcentajes mas altos de compost siendo recomendable evaluar dosis inferiores, No obstante se produjo mejoría con la presencia de acondicionadores de suelo probablemente debido a la elevada salinidad del sustrato aportada por el compost.

1 ► INTRODUCCIÓN

En la actualidad, nadie puede quedar impasible ante la problemática asociada a la producción de residuos por la sociedad actual, además, hay que añadir a estas circunstancias que el aumento de la calidad de vida en una sociedad va lamentablemente relacionado con el aumento de los residuos que produce. Esto conlleva al agotamiento de los productos naturales, energéticos y minerales de los cuales provienen esos residuos; y la eliminación de los propios residuos.

Teniendo en cuenta que a pesar de no existir aún una normativa europea específica sobre gestión biológica de residuos, la directiva de 1999 sobre vertederos dispone una reducción progresiva de la aportación de materia orgánica en ellos. Esto ha dado lugar al estudio de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (RSU) y lodos de depuradora como materia prima para la elaboración de un compost, cuya calidad como material agrícola debe garantizarse.

El término “sustrato” se aplica en Horticultura a todo material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición vegetal (Abad, 1991, 1992). Las turbas *Sphagnum* que proceden del Centro y Norte de Europa son, en la actualidad, la base de la mayoría de los sustratos comerciales para semilleros industriales. La importancia de las turbas rubias como componente de las mezclas de sustratos es debida a sus excelentes propiedades químicas, físicas y biológicas. El primer problema ya es una realidad con consecuencias devastadoras, tal es el caso de la explotación continuada de las turberas que está provocando el agotamiento de los recursos y la degradación del ecosistema donde se encuentran localizadas. Y es que la turba es una fuente agotable, por lo que son muchas las zonas turberas que se van “precintando” como medida de protección de estos espacios naturales. Es por ello que en el caso de la turba sea necesario dar una solución a su demanda reduciéndose con alternativas de otros materiales, los cuales si a su vez provienen de residuos que generan problemas medioambientales y sociales, nos encontramos ante una solución sostenible y eficaz para minimizar los problemas asociados a la actividad humana. Sin embargo, es imprescindible la viabilidad de estos materiales provenientes del reciclado, de sin que afecte la optimización de las producciones y reduciendo costes de producción.

El presente trabajo se enmarca dentro de las actuaciones del Proyecto LIFE 00ENV/E/000543, titulado: “Procesos de co-compostaje y aplicación de sus productos en paisajismo, reforestación, cultivos forestales y agrícolas en Andalucía” del cual es beneficiaria la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y en la que participa la Universidad de Almería, contempla la valorización de distintos tipos de compost procedentes del co-compostaje de biosólidos de depuradora de aguas residuales, fracción orgánica de residuos sólidos urbanos y biomasa vegetal de restos de poda de parques y jardines.

Con el presente trabajo de investigación se pretende demostrar el posible efecto sustitutivo del compost sobre los sustratos habituales utilizados en la producción de la plántula de melón en semillero, pudiendo hablar de una gestión más racional y con ello aportar información sobre el posible beneficio medioambiental derivado de la reducción de las cantidades de sustratos no renovables.

Pero el interés de nuestro trabajo no sólo reside en aspectos ambientales sino que además va enfocado hacia la caracterización de los parámetros de calidad de las plántulas de melón; ya que cada vez se hace más necesario disponer del vegetal adecuado a fin de asegurar cosechas de alto rendimiento y productos que lleguen a los consumidores en buenas condiciones según la FAO.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

La realización del ensayo fue en un invernadero tipo multitúnel perteneciente a las instalaciones del semillero industrial Mundiplant S.A.T., término municipal de Níjar (Almería). La estructura presentaba una superficie total de 7392 m², formado por 14 túneles de 528 m² cada uno, cuyas dimensiones fueron de 5 m de altura a cumbre y 4 m al canal de desagüe. La orientación del eje principal de la estructura era N-S. La cubierta era de PE tritérico de 800 galgas con un doble techo de PE de 100 galgas.

La ventilación era pasiva compuesta de ventanas laterales, y ventilación cenital del tipo ventanas de cremallera abatibles aunque por motivos de seguridad patológica la ventilación lateral permaneció cerrada. Las superficies de ventilación presentaban una doble malla anti-insectos de 20 x 10 hilos x cm⁻¹. La entrada disponía de una doble puerta, dotada con una alfombra para la desinfección de posibles patógenos al acceder a la nave.

El material vegetal empleado en el presente trabajo fue *Cucumis melo L* c.v. Campiño (JGAsemillas), del tipo melón español o piel de sapo. Este híbrido presenta gran calibre, hombro verde, cama amarilla (Marín, 2001).

La siembra se efectuó el día 03/01/02 en bandejas de poliestireno expandido con 96 alveolos cada una, las cuales contienen una funda de polipropileno en su interior. Tras la siembra, las bandejas fueron introducidas en la cámara de pregerminación durante 5 días a 27° C y 98% de HR. Seguidamente, las bandejas fueron extendidas sobre las viguetas de la zona de cultivo.

El método de riego utilizado en el ensayo fue mediante aspersión. El agua que se posee en el semillero es de CE 1,3 dS · m⁻¹. Esa agua con la mezcla de soluciones inyectadas al porcentaje expresado da una solución para riego de 2.3 dS · m⁻¹, empleándose un volumen de riego unitario por bandeja es de 1,369 l de agua

Para evaluar el efecto de la utilización de compost precedente de lodos de depuradora y biomasa vegetal como sustrato alternativo en la producción de plantas de melón en semillero se realizó un diseño de experimento en bloques al azar compuesto de 6 tratamientos con tres repeticiones que correspondía a una bandeja, dotando al ensayo de un total de 18 bandejas. La disposición de las bandejas fue en la zona central del invernadero para evitar el efecto borde de los extremos de la estructura. La composición de las mezclas y las proporciones de los diferentes materiales empleados para cada tratamiento aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1. Caracterización de los tratamientos que se ensayan en este ensayo

TRATAMIENTOS	MEZCLAS (% VOLUMEN)					ADICIÓN EXTRA TERRACOTTEM® (g/l)
	TURBA RUBIA	SUST. ENRIQUECIDO	RSU	PERLITA	VERMICULITA	
T	65	30	-	2,5	2,5	-
TH	65	30	-	2,5	2,5	6
C50	47,5	-	47,5	2,5	2,5	-
CH50	47,5	-	47,5	2,5	2,5	6
C30	65	-	30	2,5	2,5	-
CH30	65	-	30	2,5	2,5	6

El compost empleado en el ensayo procede del co-compostaje de biosólidos de depuradora de aguas residuales (25%), fracción orgánica de residuos sólidos urbanos (25%) y biomasa de restos de poda de parques y jardines (50%). La turba utilizada en el ensayo es turba rubia (vapo fertilizada). El sustrato enriquecido está compuesto de turba de distintos grados de descomposición y arcilla al que se le han adicionado nutrientes principales y oligoelementos para la fase inicial de crecimiento de las plantas. Algunos tratamientos fueron adicionados con Terracottem® que es un acondicionador de suelo equilibrado, compuesto de 23 sustancias diferentes pertenecientes a 6 familias distintas (polímeros hidrófilos, abonos minerales solubles, abonos minerales de cesión lenta, abonos orgánicos, estimuladores de crecimiento y material portador) que mezclado con el sustrato va a mejorar su estructura, y fertilidad. Por último, se ha adicionado perlita del tipo A-13 para mejorar la estructura y vermiculita (n° 3) para que actúe como termoaislante y reducir la evaporación.

Para la evaluación el efecto de la utilización del compost como componente del sustrato en semillero sobre el % de germinación, se evaluó la totalidad de las plantas incluidas en las tres bandejas de semillero pertenecientes a cada tratamiento. Cuando se evaluó los parámetros morfológicos (N° hojas, longitud y grosor del tallo y coeficiente de ahilamiento)

y de biomasa seca (% de raíz, tallo y hojas), el tamaño de muestra fue de 10 plantas por bandeja, evaluándose un total en el ensayo de 180 plantas.

Todos los datos fueron sometidos al análisis de la varianza y al test de rangos múltiples mediante el método de L.S.D. Para la realización del tratamiento estadístico utilizamos el paquete informático STATGRAPHICS V.4.0 para Windows.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los porcentajes de germinación alcanzados en nuestro ensayo a 20 dds (Figura 1) se encuentran dentro de los parámetros comerciales de los semilleros industriales del campo de Nijar, obteniéndose valores en el ensayo comprendidos entre 96,18 y 98,27%. La emergencia de las plantas se produjo a partir de 5 dds, excepto en el tratamiento C50 en el que no había germinado ninguna semilla, sin que esta diferencia fuese significativa. Entre los 7 y 11 dds se produjo una importante progresión en la germinación presentando similitud aquellos tratamientos con la misma dosis de compost y apareciendo una relación inversa entre el mayor porcentaje de germinación y la dosis de compost.

La adición de acondicionadores de suelo comunicó una mejora al ritmo de germinación acentuándose este efecto cuando la dosis de compost fue superior, apreciándose diferencias entre los tratamientos CH50, C50 de 24,65% y 21,18% a 11 dds y 13 dds respectivamente.

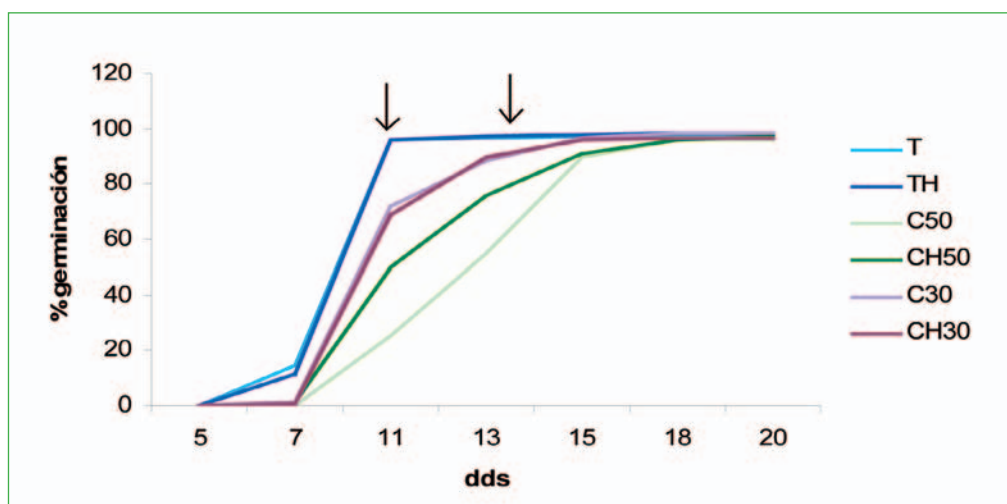


Figura 1. Efectos de la composición del sustrato y de la adición de Terracottem® sobre la evolución temporal de la germinación de plántulas de melón cv. Campiño en semillero. Las flechas de notan la existencia de diferencias significativas.

A partir de 18 dds se produce una similitud en el comportamiento de los tratamientos, aunque los tratamientos con la mayor dosis (C50 y CH50) presentaron un nivel de germinación inferior al resto. Según Madrid *et al.* (2001), la disminución y retraso del índice de germinación es indicativa de fototoxicidad por metales pesados en los compost de residuos sólidos urbanos, hecho que es corroborado a tenor de nuestros resultados aunque en nuestro caso no alteró la viabilidad de la semilla alcanzándose en todos los casos valores superiores al 98% de germinación.

Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Fernández Rodríguez, *et al.* (1998) en el que se alcanzó una germinación superior al 96% a 14 dds y sin diferencias estadísticamente significativas entre el testigo y los tratamientos con compost de RSU, además, la germinación se vio mejorada por la adición de acondicionadores de suelo sobre el tratamiento con compost.

Tabla 2. Efecto de la composición del sustrato y de la adición de polímeros hidroabsorbentes sobre los parámetros morfológicos (cm) para Melón c.v. Campiño a 47 dds

TRATAMIENTOS	DIÁMETRO DE TALLO	LONGITUD DE TALLO	NÚMERO DE HOJAS	COEFICIENTE DE AHILAMIENTO
T	4,33 b	17,59 b	4,86 b	41,31 b
TH	4,30 b	19,65 a	5,10 b	46,61 a
C50	4,69 a	14,35 c	6,05 a	31,09 c
CH50	4,77 a	15,18 c	5,95 a	32,21 c
C30	4,56 ab	17,86 b	5,71 a	39,08 b
CH30	4,51 ab	17,67 b	5,76 a	39,65 b
MDS	0,32	1,72	0,38	4,86
P-Value	0,0212	0,0000	0,0000	0,0000

Letras distintas indican diferencias significativas, $P < 0,05$.

La longitud media de las plántulas de melón alcanzada en el ensayo fue de 16,55 cm, no obstante, el compost utilizado en el sustrato tiene un efecto represivo sobre este parámetro, como se puede ver en la Tabla 2 donde C50 tiene el menor valor 14,35 cm, aumentando la longitud a medida que se reduce la dosis de compost. Coincidiendo con nuestros resultados, Fernández Rodríguez, *et al.* (1998) en su ensayo con compost de RSU al 30% obtuvo un menor crecimiento de las plántulas de melón asociado a la presencia de compost en el sustrato, además, se produjo un aumento significativo en la longitud con la presencia de Terracottem® en igual dosis de compost. En nuestro caso esta mejoría asociada

a los acondicionadores de suelo sólo apareció en C50-CH50 (0,83 cm) y estadísticamente significativa en T-TH (2,06 cm).

Por el contrario, el efecto de la dosis de compost estudiados sobre el diámetro de tallo mostró una tendencia inversa a la longitud del mismo, mostrando un mayor calibre de tallo en plántulas cultivadas con altas dosis de compost y reduciéndose a medida que se baja la presencia de RSU en el sustrato, alzándose diferencias significativas entre los tratamientos de 50% de compost y los testigos (Tabla 2). El tratamiento que desarrolló mayor diámetro de tallo fue CH50 con 4,77 mm.

Estos resultados contrastan con los de Fernández Rodríguez *et al.*, 1998, donde las plantas del testigo y las tratadas con polímeros poseen un diámetro significativamente superior.

La combinación de longitud de tallo y diámetro condujo a que el mayor coeficiente de ahilamiento apareciera en el testigo, concretamente al testigo que se le adicionan polímeros, que presenta un valor de 46'61, por el contrario las plantas que presentaron más cantidad de compost en su sustrato fueron las que se ahilaron menos, lo que se puede deber al retraso en el crecimiento y endurecimiento del tejido vegetal que sufren las plantas al estar en un medio con la conductividad eléctrica más alta a consecuencia del origen del compost.

Las diferencias significativas aparecieron entre TH y todos los demás tratamientos, incluido T, no habiendo diferencias entre ninguno de los tratamientos que tienen el mismo porcentaje de compost. El coeficiente de ahilamiento se vio modificado por la adición de polímeros hidroabsorbentes sólo en la mezcla tradicional.

El número medio de hojas que obtenemos al final del ensayo es de 5,57 hojas, este resultado es ligeramente inferior al obtenido por Fernández Rodríguez *et al.*, 1998 con 4,8 hojas por planta, considerándose hojas en ambos casos aquellos folíolos que presentaran más de 1 cm de longitud. En el trabajo de Fernández Rodríguez *et al.*, 1998 no se obtuvo efecto alguno asociado tanto al uso del compost de RSU como Terracottem®. Por el contrario, en nuestro ensayo, el número de hojas presentó diferencias significativas entre los tratamientos con compost y los testigos (Tabla 2), además, se produjo un efecto lineal asociado al incremento en la dosis de compost, produciéndose la diferencia máxima en el número de hojas entre T y C50 (1,19 hojas).

El que los tratamientos que poseen compost tengan mayor número de hojas, habiendo crecido menos, puede estar relacionado con el elevado nivel de conductividad eléctrica. De forma que en las mismas condiciones se produzca una mayor diferenciación. No obstante hay que considerar otros aspectos como el tamaño de las hojas para poder valorar de forma íntegra esta respuesta.

Las medidas de biomasa se realizaron sobre el material vegetal totalmente deshidratado, por lo que todos los valores de peso que se van a presentar a continuación son sobre materia

seca. Por tanto al comparar estos resultados con los de la Tabla 3 se puede ver como en función de la dosis de compost que utilizamos, la formación de hojas, tallo y raíz se desarrolla de forma desigual. Es decir, el reparto de energía para cada una de las partes, se realiza en función de la dosis en que se desarrollen las raíces.

En referencia al peso seco de las hojas se puede decir que no aparecen diferencias significativas entre los tratamientos, Aunque analizando el porcentaje que representan las hojas con respecto al peso total, ya si aparecen diferencias significativas, siendo superiores según aumenta la dosis de compost. Estos resultados están en armonía con los obtenidos por Fernández Rodríguez *et al.*, 1998. La adición de Terracottem® en nuestro ensayo, no mejoró este parámetro en ningún caso, siendo sensiblemente inferior.

Tabla 3. Comparación de todos los parámetros de biomasa, tanto en peso por planta como en porcentaje

TRATAMIENTO	PESO HOJAS	% HOJAS	PESO TALLO	% TALLO	PESO RAÍZ	% RAÍZ	PESO TOTAL
T	0,39 a	57,18 d	0,18 a	26,94 a	0,11 a	15,87 a	0,68 a
TH	0,35 a	56,96 d	0,15 b	25,33 ab	0,11 a	17,72 a	0,61 ab
C50	0,37 a	70,70 a	0,11 c	19,61 d	0,05 c	9,69 d	0,52 bc
CH50	0,35 a	68,37 b	0,10 c	19,67 d	0,06 c	11,96 bc	0,51 c
C30	0,31 a	66,60 b	0,10 c	22,08 c	0,05 c	11,32 cd	0,46 c
CH30	0,38 a	62,98 c	0,14 b	23,21 bc	0,09 b	13,81 b	0,61 ab
MDS	0,09	2,14	0,0262	2,18	0,0155	1,86	0,0936
p-value	0,0771	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001

El peso del tallo, al igual que el de raíz se puede observar una relación conforme mayor fue la dosis de compost en el sustrato donde se desarrolla la planta. El tratamiento habitualmente utilizado en semillero destaca sobre los demás, seguido del mismo tratamiento con polímeros y del que se le aporta un 30% de compost también con polímeros que presentan un comportamiento similar entre ambos. El resto de los tratamientos presentan valores inferiores. Como norma general los tratamientos con presencia de polímeros reducen el peso del tallo salvo el tratamiento con un 30% de compost tal y como sucedía en el peso de las hojas.

Las diferencias entre los tratamientos respecto al peso seco de raíz llegan incluso al doble como ocurre entre el testigo (sustrato tradicional) y el C50 (sustrato con 50% de compost). La adición de polímeros hidroabsorbentes sólo representa una mejoría significativa en el tratamiento con el 30% de compost.

Con respecto al porcentaje del peso de raíz con respecto del peso total se observa que hay diferencias significativas en cuanto a ambos parámetros.

4 ► CONCLUSIONES

El compost confiere a la planta de melón una inferior velocidad de germinación, acentuándose dicho retraso con el aumento de la proporción de compost en las mezclas, por el contrario, el desarrollo de la nascencia se vió mejorada con la adición extra de Terracottem®. No obstante, el poder germinativo de las semillas no se modificó por el uso del compost, ya que los tratamientos con compost presentaban una mayor heterogeneidad entre sus plantas. La calidad de plántula empeoró con los porcentajes mas altos de compost siendo recomendable evaluar dosis inferiores. El elevado contenido en sales en el sustrato produjo plantas más robustas, menos ahiladas, tanto por una menor longitud de planta como por un mayor diámetro de tallo; no obstante, se produjo mejoría con la presencia de acondicionadores de suelo probablemente debido a la elevada salinidad del sustrato aportada por el compost.

Las plantas cultivadas con compost desarrollan un mayor número de hojas y un mayor peso seco de las mismas, lo que puede llevarnos a tener una mayor superficie foliar.

El compost de RSU debería recomendarse como un ingrediente parcial de mezclas, ya que inicialmente no cumple la gran calidad requerida para un sustrato de cultivo.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ABAD, M. 1991**

Los sustratos hortícolas y las técnicas de cultivo sin suelo. La Horticultura Española en la C.E. Ediciones de Horticultura S.L. Reus

- **ABAD, M. 1992**

Los sustratos hortícolas: Características y manejo. Actas del II Congreso Nacional de Fertirrigación. Almería

- **AGUILAR TORRES, F. J. Y GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, P. 1998**

Utilización de compost de residuos sólidos urbanos en cultivos leñosos de la provincia de Córdoba. JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla.

- **BOE 1975**

Ley 42/1975 de 19 de noviembre sobre desechos y residuos sólidos urbanos. Nº 280. Madrid.

- **BOE 1991**

Orden del 14 de junio de 1991 sobre productos fertilizantes y afines. Nº 146. Madrid.

- **FAO 2000**

Material vegetal. El mundo de las semillas. En: Horticultura 142. Vol.19- número 1. 72-73.

- **FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, E. J., ET AL. 1997**

Influence of hydroabsorbent polymers addition on water use efficiency, photochemical efficiency and plant quality parameters on watermelon seedling production. Workshop on the use of water in sustainable agriculture. ETSIA Universidad de Castilla-La Mancha.

- **FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, E. J., ET AL. 1998**

Aplicación de polímeros hidroabsorbentes al compost RSU, utilizado como sustrato en semillero: efectos sobre la calidad de planta. En: IV Jornadas del grupo de horticultura. Actas de Horticultura 21:107-111.

- **LÓPEZ BELLIDO, L.; CASTILLO, J. E.; HERRERA, F.; FERNÁNDEZ, E. J. Y LÓPEZ GARRIDO, F. J. 1998**

Utilización del compost RSU en el cultivo de pimiento en invernadero. Actas de horticultura. VI Jornadas del grupo de horticultura. Almería. 149-152.

- **MADRID, F.; LÓPEZ, R.; CABRERA, F. Y MURILLO, J. M. 2001**

Caracterización de los composts de residuos sólidos urbanos de la planta de Villarrasa (Huelva). Investigación agraria. Producción y protección vegetales. Vol.16 (1). 105-118.

- **MARÍN RODRÍGUEZ, J. 2001**

Vademécum de variedades horticolas. Portagrano 2001. Almería

EVALUACIÓN DE PARAMETROS DE CALIDAD DE PLANTA DE SEMILLERO EN TOMATE *c.v. Drurinta* USANDO COMO SUBSTRATO COMPOSTS PROVENIENTE DE R.S.U Y RESTOS VEGETALES

**DÍAZ PÉREZ, MANUEL; MORENO MONTES, ÓSCAR J.; CAMACHO FERRE, FRANCISCO Y
FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, EDUARDO JESÚS**

Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería
04120 La Cañada de San Urbano (Almería)

RESUMEN

El enorme uso que ha experimentando la utilización de turba como componente de sustratos en semilleros, ha hecho que se convierta en un recurso agotable, lo que incrementa su coste, además, el alto volumen de residuos generados por los núcleos urbanos y prácticas agrícolas, ha generado una presión social encaminados a sustituir los sustratos a base de turba por recursos alternativos proveniente del co-compostaje.

El ensayo se realizó en un semillero convencional, sobre cultivo de tomate para ciclo de primavera sobre el que se evaluó el efecto de la composición de distintas mezclas de sustratos a base de turba rubia, sustrato enriquecido, perlita, vermiculita y composts proveniente de RSU y restos vegetales sobre la calidad de plántula de tomate en semillero.

La combinación de compost con turba rubia presentó valores intermedios entre los tratamientos a base de compost más sustrato enriquecido y testigo sin compost, tanto en parámetros morfológicos como diámetro de tallo, número y longitud de hojas, peso seco de planta final obteniendo valores similares o ligeramente superiores al testigo, mejorándose al estándar de calidad de planta con una dosis del 15% de compost combinado con turba negra con respecto a la mezcla tradicional de turba negra y turba rubia.

1 ► INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental debida a la acumulación imparable de residuos, es uno de los grandes problemas que afronta la sociedad actual. La generación de “Residuos Urbanos” ha experimentado un incremento progresivo que ha dado lugar a que se haya doblado la producción en los últimos 15-20 años, estimándose en unos seiscientos millones de toneladas anuales. Esto provoca graves problemas medioambientales, sanitarios y sociales.

Para dar respuesta al gran volumen de Residuos Sólidos Urbanos y restos vegetales generados, la alternativa más aconsejable debe ser su reciclaje y reutilización mediante la fabricación de “Compost” resolviéndose el problema de eliminación de éstos, al tiempo que da un aporte de nivel orgánico y elementos nutritivos agrícolas y aleja el peligro de contaminación por vertidos urbanos.

Las directivas y recomendaciones del Consejo y la Decisiones de la Unión Europea sobre gestión de residuos, nos encaminan en los últimos años hacia una progresiva reducción de la materia orgánica residual proveniente de los Residuos Sólidos Urbanos o Municipales (RSU ó RSM) que se destine a vertederos, aprovechando la materia orgánica y los nutrientes en ellos contenidos (Directiva 99/31/CE de 26 de abril; Resolución de 24 de febrero de 1997; etc.). Además, el Plan Nacional de Residuos Orgánicos, aprobado el 5 de enero del 2000, entre otros objetivos, quiere destinar el 24,2 % de la producción nacional de RSU a compostaje a partir del año 2006. Esto da una idea de la importancia que tiene la gestión de los residuos sólidos urbanos.

Por otro lado, el enorme uso que ha experimentando la utilización de turba rubia y negra como componente de sustratos en semilleros industriales del sureste español, ha generado una elevadísima demanda de estos sustratos procedentes de países como Finlandia, Alemania, etc. que constituyen un recurso escaso y no renovable incrementándose su precio en los últimos años. Esto, junto con la enorme presión social por aparcar a un lado su empleo, y hacer uso de recursos alternativos, hace viable el estudio del uso del compost proveniente de RSU y restos vegetales, como sustrato de semillero en plantas hortícolas.

El presente trabajo se enmarca dentro de las actuaciones del Proyecto LIFE 00ENV/E/000543, titulado: “Procesos de co-compostaje y aplicación de sus productos en paisajismo, reforestación, cultivos forestales y agrícolas en Andalucía” que desde el Departamento de Producción Vegetal de la Universidad de Almería se viene ejecutando en colaboración con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y otras instituciones andaluzas y portuguesas. Con este ensayo se pretende evaluar el empleo de compost procedente del co-compostaje de RSU y restos vegetales como componente de las mezclas de sustratos a base de turba rubia, sustrato enriquecido, perlita, vermiculita, como una posible alternativa al uso intensivo y exclusivo de turba como materia prima tradicional en la práctica de semilleros, evaluándose el efecto de diferentes dosis y la adición de fertilizantes en riego sobre parámetros de calidad de calidad en plántula de tomate en semillero

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

La realización del ensayo se llevó a cabo durante el primer semestre del 2002. Dicho proyecto se ha realizado en las instalaciones del semillero industrial Mundiplant S.A.T., situado en San Isidro, término municipal de Nijar (Almería). La estructura donde se realizó el estudio fue en un invernadero industrial multitúnel formado por 14 túneles de 528 m² cada uno, con una superficie total de 7392 m², con orientación N-S y un volumen unitario de 4,5 m³ · m⁻². La cubierta era de PE tritérmico de 800 galgas con un doble techo de PE de 100 galgas. La ventilación estaba compuesta de ventanas laterales que permanecieron cerradas por motivos de seguridad frente a agentes patógenos, y ventilación cenital del tipo ventanas de cremallera abatibles. Ambos tipos de ventanas iban provistas de doble malla anti-insectos de 20 x 10 hilos x cm⁻¹. La entrada disponía de una doble puerta, dotada con una alfombra para la desinfección de posibles patógenos al acceder a la nave.

El material vegetal empleado fue *Lycopersicum esculentum* Mill cv *Durinta* (Western Seed), el cual fue sembrado mecánicamente el 15 de Enero del 2002, empleándose 4500 semillas en el ensayo del lote 377.151.405 J. La profundidad de siembra fue de 2 mm aproximadamente y las bandejas utilizadas fueron de poliestireno expandido (porespam) de color blanco y de 150 alvéolos. Sobre estas bandejas se introdujeron fundas de un solo uso de polipropileno de color blanco, cuya función principal es el aislamiento de la planta de la bandeja de porespam, evitando posibles contagios de enfermedades y asegurar mayor higiene, además, favorece la extracción de las plantas en el trasplante.

Tabla 1. Composición en % en volumen de la mezcla de sustratos. (Los tratamientos que presentan letra "F" fueron sometidos a fertilización a partir de 30 dds)

TRATAMIENTOS	COMPOSICIÓN
Testigo	65 % Turba Rubia + 30 % Subs. Enriquecido. + 2,5 % Perlita + 2,5 % Vermiculita
C15 TR	83 % Turba Rubia + 12 % Compost C + 2,5 % Perlita + 2,5 % Vermiculita
C30 TR	63 % Turba Rubia + 32 % Compost C + 2,5 % Perlita + 2,5 % Vermiculita
C30 SE	63 % Subs. Enriquecido. + 32 % Compost C + 2,5 % Perlita + 2,5 % Vermiculita
C15 SE	83 % Substrato Enriquecido. + 12 % Compost C + 2,5 % Perlita + 2,5 % Vermiculita
FTestigo	65 % Turba Rubia + 30 % Subs. Enriquecido + 2,5 % Perlita + 2,5 % Vermiculita
FC15 TR	83 % Turba Rubia + 12 % Compost C + 2,5 % Perlita + 2,5 % Vermiculita
FC30 TR	63 % Turba Rubia + 32 % Compost C + 2,5 % Perlita + 2,5 % Vermiculita
FC30 SE	63 % Substrato Enriquecido. + 32 % Compost C + 2,5 % Perlita + 2,5 % Vermiculita
FC15 SE	83 % Substrato. Enriquecido. + 12 % Compost C + 2,5 % Perlita + 2,5 % Vermiculita

Las bandejas recién sembradas se introdujeron en la cámara de germinación en condiciones de humedad relativa del 90% y temperatura de 26 °C , permaneciendo en este ambiente tres días y a partir de los cuales fueron extendidas en el invernadero sobre unas banquetas niveladas, construidas dentro del invernadero a una altura del suelo de 60 cm.

Para evaluar el comportamiento del compost tipo C como componente de sustrato para semilleros industrial y estudiar su respuesta a la fertilización, se utilizaron diferentes mezclas de sustratos a base de turba rubia (Vapo fertilizada), sustrato enriquecido a base de nutrientes principales y oligoelementos para la fase inicial de crecimiento de las plantas, perlita (A-13), vermiculita (del nº 2) y compost tipo C proveniente del co-compostaje de RSU y restos vegetales de poda de jardines. (Tabla 1).

De cada tratamiento se prepararon tres bandejas, obteniendo así tres repeticiones por tratamiento, dando un total de 30 bandejas para la realización del ensayo.

Los riegos fueron aplicados según el criterio del técnico y del gerente de la empresa, con la premisa de evitar encharcamientos y posibles deficiencias en función de la evapotranspiración del cultivo. Los riegos dados fueron con agua sola, a excepción de los tratamientos fertilizados, que se regaron con abono a partir de 30 dds debido a que anteriormente la plántula aun no ha desarrollado un sistema radicular como para aprovechar los fertilizantes aportados. En la Tabla 2 se muestra la fertilización practicada en los tratamientos fertilizados.

Tabla 2. Tabla de abonado realizado en los tratamientos fertilizados en tomate c.v. Durinta durante la fase de semillero. (Las soluciones de los tanques se inyectaron con Dosatrón al 0,4 %.)

TANQUE	FERTILIZANTE	RIQUEZA	KG · 1000 L-1
A	Fosfato monoamónico	12-61-0	15
B	Sulfato potásico	0-0-50; S-18 %	16
C	Nitrato amónico	33,5-0-0	6
D	Nitrato cálcico	15,5-0-0	12
	Epsomita	16,7 % Mg. 7 H2O. S-57,5 %	1
E	Quelato férrico	6 % EDDHA	0,2
F	Librel-mix-Al	0,5 %B, 0,3%Cu, 7,5 %Fe, 4%Mn, 0,2% Mo, 0,5 %Zn	0,4

El volumen de agua aportado tras es drenaje de la misma fue de 1,31 L por bandeja, lo que equivale aproximadamente a unos 9 ml por alvéolo.

Los parámetros evaluados fueron:

- ▶ Porcentaje de germinación. Se evaluó a 8, 10, 13, 15 y 17 después de siembra.
- ▶ Parámetros morfológicos. Durante los días 24, 29, 31, 36, 38 y 41 después de siembra y sobre 15 plantas por tratamiento (5 por repetición) elegidas al azar y evitado el efecto borde; se midió el número de hojas, diámetro y longitud del tallo mediante un calibre digital de 0,1 mm de sensibilidad. El coeficiente de ahilamiento fue evaluado indirectamente por la relación entre la longitud total del tallo y el diámetro.
- ▶ Biomasa seca. A 41 días después de siembra se evaluó la biomasa seca de raíz, tallo y hojas; tras someter las plantas a 80 °C durante 48 horas. Las plantas escogidas fueron aquellas a las que periódicamente se les había realizado el seguimiento de parámetros morfológicos, por lo que el tamaño de muestra fue de 15 plantas por tratamiento.

Los datos fueron sometidos a un análisis de la varianza y test de L.S.D. con un 95 % de significación mediante el programa estadístico “Statgraphics Plus 4.0”.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A nivel de germinación de las semillas, se requiere un substrato de fácil preparación y manejo, de textura fina, con estructura estable, con elevada capacidad de retención de agua, que mantenga la humedad constante, con escasa capacidad de nutrición y con un bajo nivel de salinización (Abad, 1993).

Los análisis de germinación se evaluado sobre tratamientos sin fertilizar, ya que la fertilización no se realizó hasta el mes después de siembra. Según la Figura 1, la germinación media alcanzada en el ensayo supera en todos los casos en 95 % de las plantas germinadas a 17 dds, valor que puede considerarse aceptable en los semilleros comerciales en el campo de Níjar.

Como podemos observar en la Figura 1, el empleo de compost en semillero en las diferentes mezclas de sustratos no mostró diferencias significativas sobre el porcentaje de germinación final. No obstante hay que destacar que el testigo obtuvo el máximo porcentaje de germinación en el menor periodo de tiempo, mostrando esta precocidad diferencias significativas a 8,10 y 13 dds. Además, la emergencia de las plantas fue más homogénea en las plántulas del tratamiento testigo. Cuando comparamos entre los tratamientos que presentaban compost tipo C en la composición del sustrato, vemos que se produce un retraso en la germinación

que genera una emergencia más heterogénea, y que este hecho se acentúa al aumentar la concentración de compost C en la mezcla de sustrato.

Estos resultados están en sintonía con otros trabajos realizados en trigo, espinaca, maíz, lenteja y tomate, mostrando un ligero efecto inhibitor en la germinación y emergencia de las semillas, siendo mayor al aumentar la dosis del compost. Bigeriego *et al.*, (1997), llegaron a la conclusión que este efecto inhibitor fue debido a una mayor conductividad eléctrica de las mezclas compuestas por compost.

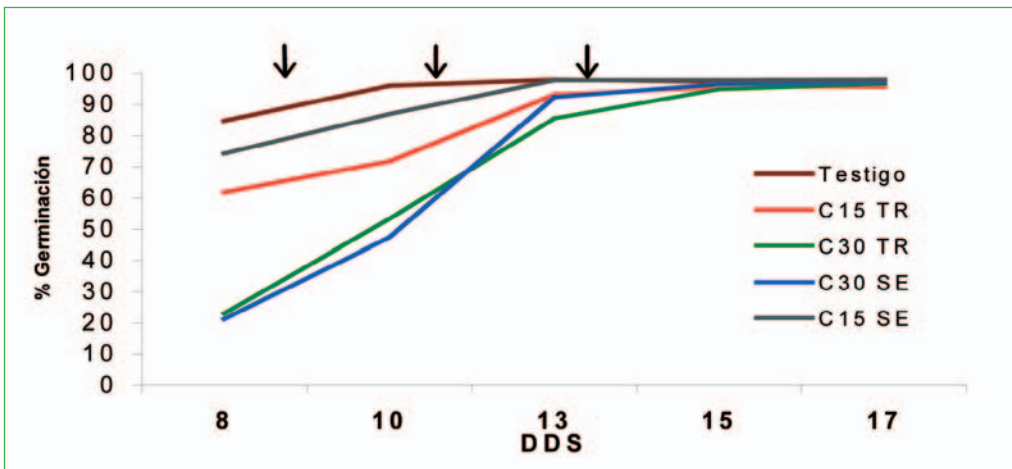


Figura 1. Evolución de la germinación (%) para tomate c.v. *Durinta* según los tratamientos usados como sustrato durante la fase de semillero. (Las flechas indican la existencia de diferencias significativas entre tratamientos, P-Valor = 0'05).

El diámetro medio final alcanzado en plántula de tomate fue de 0,30 cm (Tabla 3). Éste fue un 12 % menor que el alcanzado en el estudio realizados por Fernández Rodríguez *et al.*, 1998 en tomate c.v. *Atlético* el cual utilizó compost de residuos sólidos urbanos como sustrato sustitutivo de la turba rubia en semilleros.

Según nuestros resultados el testigo fue el tratamiento con menor diámetro del tallo en la fase de semillero, por el contrario, el mayor valor fue ocasionado por el FC15 SE, siendo en general los tratamientos compost al 15 % junto con sustrato enriquecido al 85 % los que originaron un mayor diámetro, acentuándose este efecto en aquellos que fueron fertilizados.

El testigo sin fertilizar estuvo por debajo de la media y fertilizado la mejoró levemente. El C30TR y FC30TR permanecieron en todo momento por debajo de la media, y los que llevaban sustrato enriquecido frente a turba rubia, levemente la mejoraron. Por tanto, la aplicación de fertilizante aumentó el crecimiento del diámetro de tallo.

Tabla 3. Efecto de la fertilización en la aplicación de diferentes dosis de compost proveniente de R.S.U. y restos vegetales con diferente sobre los parámetros morfológicos (cm) para tomate *c.v. Durinta* a 41 dds

TRATAMIENTOS	DIÁMETRO DE TALLO	LONGITUD DE TALLO	NÚMERO DE HOJAS	COEFICIENTE DE AHILAMIENTO
Testigo	0,278 d	11,82 e	4,33 a	42,73 a
C15 TR	0,287 cd	13,05 d	4,93 a	45,90 a
C30 TR	0,290 bcd	13,53 bcd	4,87 a	46,84 a
C30 SE	0,302 abc	14,64 a	5,13 a	48,55 a
C15 SE	0,310 ab	14,35 ab	4,73 a	46,66 a
Ftestigo	0,299abcd	13,53 bcd	4,6 a	45,65 a
FC15 TR	0,311 ab	13,79 abcd	5,20 a	44,85 a
FC30 TR	0,306 abc	13,26 cd	5,07 a	43,69 a
FC30 SE	0,304 abc	14,17 abc	4,87 a	47,10 a
FC15 SE	0,312 a	14,45 ab	4,73 a	46,32 a
MDS	0,022	0,95	0,88	5,83
P-Value	0,0342	0,0000	0,4326	0,1548

Letras distintas indican diferencias significativas, $P < 0,05$.

La dosis de compost que mayor longitud de tallo originó fue la del 15 %. Además, la combinación de compost con substrato enriquecido, fue la mezcla que mayor longitud produjo. El testigo con 11,82 cm fue el que menor longitud de tallo arrojó, además, estas diferencias fueron significativas con respecto al resto de tratamientos. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Fernández Rodríguez *et al.*, 1998, debido a que su mejoró el crecimiento en longitud de tallo a los tratamientos con compost en su mezcla de substratos.

El número de hojas fue un parámetro que no presentado diferencias estadísticamente significativas, al igual que el ensayo de tomate realizado por Fernández Rodríguez *et al.* (1998). El testigo el que produjo el menor valor con 4,33 hojas por planta, por el contrario el tratamiento FC15 TR con 5,20 hojas fue el que mayor valor alcanzó.

El coeficiente de ahilamiento es un índice que viene dado por la relación entre la longitud y el diámetro del tallo, de forma que cuanto más elevado sea, mayor será la probabilidad de que se produzca la etiolación de la plántula. Como se muestra en la Tabla 3, a efectos de ahilamiento o de etiolación los tratamientos no mostraron diferencias significativas entre sí. El tratamiento C30 SE fue el que estuvo ligado al mayor valor de coeficiente de ahilamiento

en planta final con un 48,55 %. El tratamiento que estuvo ligado a un menor valor de dicho coeficiente, fue el testigo con un 42'73 %, mejorándose notablemente la etiolación de las plantas en comparación con los demás tratamientos. La presencia de compost en la mezcla de sustrato aumentó este parámetro, acentuándose su valor al aumentar la dosis reduciéndose la calidad de planta en cuánto a la etiolación se refiere. Fernández Rodríguez *et al.* (1998), en tomate obtuvo una respuesta diferente a la de nuestro ensayo, la presencia de compost al 30 % indujo un menor crecimiento en la longitud del tallo en plántula final provocando así menores valores de etiolación, mejorando por tanto la calidad de la plántula en cuanto a etiolación.

Por tanto, la presencia de compost en la mezcla en el ensayo de Fernández Rodríguez *et al.* (1998), provocó un endurecimiento de la planta con vista al trasplante de la misma. El presente ensayo, contrasta esta idea, ya que la adición de compost sobre la mezcla favorece el desarrollo del índice de ahilamiento, empeorando la calidad de la planta de cara a un posterior trasplante. La fertilización redujo el coeficiente de ahilamiento de las plantas en relación con las de los tratamientos que tuvieron un riego sin fertilizar, aunque estas diferencias no fueron significativas.

Tabla 4. Efecto de la fertilización en la aplicación de diferentes dosis de compost proveniente de R.S.U. y restos vegetales con diferente sobre el porcentaje de peso seco de, tallo, hojas y peso total en plántula final de tomate c.v. *Durinta* a 41 dds

TRATAMIENTOS	% RAÍZ	% TALLO	% HOJAS
Testigo	20,87 bcd	24,40 a	54,73 bcd
C15 TR	19,59 d	24,18 a	56,24 abc
C30 TR	19,88 cd	21,88 a	58,24 a
C30 SE	17,21 e	25,70 a	57,10 ab
C15 SE	22,52 ab	25,49 a	51,99 d
Ftestigo	23,30 a	24,50 a	52,19 d
FC15 TR	21,74 abcd	22,92 a	55,34 abcd
FC30 TR	21,96 abc	24,71 ac	53,32 cd
FC15 SE	19,93 cd	27,10 a	52,97 cd
FC30 SE	20,72 bcd	25,58 a	53,70 bcd
MDS	2,33	5,23	3,44
P-Value	0,0000	0,0598	0,003

Letras distintas indican diferencias significativas, $P < 0'05$.

Al evaluar la distribución porcentual de materia seca en la plántula (Tabla 4), se observó que el menor contenido de materia en hoja, correspondió en planta final a la mezcla de turba negra y compost a una dosis del 15 %. Por el contrario el mayor contenido de hoja, los mostraron los tratamientos a base de turba también al 15 %. El contenido de materia en raíz, mostró los mayores valores para el testigo fertilizado, mientras que los menores valores se originaron en los tratamientos con un 30 % de compost y substrato enriquecido. La distribución de la materia seca en el tallo, se observó que la mezcla fertilizada de substrato enriquecido junto con la dosis del 15 % de RSU y restos vegetales estuvo ligada a los mayores valores, mientras que el doble de compost (30 %) junto con turba rubia presentaron los mínimos en materia seca del tallo.

4 ► CONCLUSIONES

En todos los parámetros estudiados (a excepción de la germinación y del coeficiente de ahilamiento), las mezclas que en general mostraron mayores resultados fueron las que se componían de compost proveniente de RSU y restos vegetales, junto con substrato enriquecido y perlita. Por el contrario, las mezclas de substratos habitualmente usadas en semilleros industriales de la zona, notadas como testigo, se calificaron con los menores resultados en los parámetros analizados.

Desde el punto de vista del semillero, el uso de compost ha tenido un efecto negativo para la germinación porque aunque a dosis bajas no afectó a la viabilidad de la semilla, si retrasó la germinación frente al testigo. Además, la mezcla a base de compost (en concreto a una dosis del 15 %), junto con substrato enriquecido presentó los mayores valores de coeficiente de ahilamiento, más aún en presencia del riego fertilizado, ocasionando así, plantas más etioladas en comparación a las plantas del testigo.

Para la realización de futuros ensayos con el uso de RSU como substrato alternativo en semilleros hortícolas, se ha observado una relación inversa entre la dosis de compost y el crecimiento de las plantas. Dicho menor crecimiento podría ser el resultado de la mayor EC del substrato con más dosis de compost.

La combinación de substrato enriquecido (turba negra) con perlita y compost, a una dosis moderada de un 15 % en volumen, mejoró al estándar de calidad obtenido con la mezcla tradicional de turba negra, turba rubia y perlita. Por todo ello, de cara al establecimiento de un patrón de dosificación en las mezclas de semillero con compost de este tipo, la incorporación de un porcentaje próximo al 15 % en volumen podría ser el óptimo de acuerdo con los resultados obtenidos.

La práctica del fertirriego mejoró notablemente todos los parámetros morfológicos analizados, acelerando el desarrollo la planta tanto en el sistema aéreo como en el sistema

radical, aportando un efecto amortiguador o tampón de la fertilización sobre el comportamiento de las distintas mezclas ensayadas.

El efecto positivo del uso de compost proveniente de RSU y restos vegetales como substrato sustitutivo de la turba rubia en semillero a raíz del presente ensayo, es dependiente de la dosis de compost utilizada en la mezcla de substratos, de la combinación de dicho compost con turba rubia o negra y del efecto de la fertilización.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ABAD, M. 1993**

Cultivo sin suelo. Curso superior de especialización. De Instituto de estudios Almerienses y F.I.A.P.A. Almería.

- **AMA (AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE DE ANDALUCÍA) 1995**

Plan de Medio Ambiente de Andalucía: Los residuos Sólidos Urbanos. Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.

- **BIGERIEGO, M.; MIRALLES, R.; DELGADO, M^a DEL MAR; PORCEL, A. Y WALTER, I. 1997**

Evaluación agronómica de los residuos orgánicos urbanos: incidencia sobre la contaminación en los cultivos y suelos. INIA, proyecto n^o: SC94-101.

- **BOJA 1995**

Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma Andaluza, N^o 161, Sevilla.

- **CLIMENT, M. D.; ABAD, M. Y ARAGÓN, P. 1996**

El compost de residuos sólidos urbanos (R.S.U.) sus características y aprovechamiento en agricultura. Diputación y Unversidad Politécnica de Valencia. 187 pp.

- **DE LA TORRE, F. 1999**

Semilleros hortícolas. En "Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos del Sureste español", Camacho, F. Coordinador, Ed. Caja Rural de Almería: 207-228.

- **FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, E., J.; QUESADA GARCÍA, A.; CASTILLO GARCÍA, J. E.; LÓPEZ BELLIDO, L.; CAMACHO FERRE, F. Y LÓPEZ GARRIDO, F. J. 1998**

Aplicación de polímeros hidroabsorbentes al compos RSU, utilizado como substrato en semillero: efectos sobre la calidad de planta. Actas de Horticultura, vol 21: 107-113.

DIVERSIDAD ECOLÓGICA EN COMUNIDADES DE ARVENSES CONDICIONADA POR DISTINTOS SISTEMAS DE LABOREO UTILIZADOS EN LA AGRICULTURA DE ZONAS SEMIÁRIDAS

GONZÁLEZ BARRAGÁN, ISABEL

Dpto. Producción Vegetal y Agronomía. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITA-CyL)
"Finca Zamadueñas". Ctra.Burgos km.118. Apdo 172, 47080 Valladolid
Tel: 983-414432. E-Mail: gonbarmr@icyl.es

RESUMEN

Este estudio pretende la evaluación de la diversidad ecológica que presenta la vegetación arvense según el tipo de laboreo utilizado en una región semiárida de la cuenca del Duero (Burgos, España). Para ello se compara dicha biodiversidad en los sistemas de laboreo tradicional con vertedera frente los sistemas de laboreo de conservación, concretamente en laboreo mínimo y siembra directa. La caracterización de la diversidad de las comunidades se ha hecho a partir de la evaluación de los siguientes índices: Riqueza específica, Índice de Shannon e Índice de uniformidad de Pielou.

Los resultados sugieren que la diversidad de especies de malas hierbas puede ser promovida por la utilización de sistemas de laboreo de conservación. Los datos muestran como los sistemas de manejo del suelo pueden actuar como filtros para determinar la composición y abundancia de las especies de malas hierbas en los campos de cultivo.

De esta forma, se observa como la riqueza de malas hierbas, es significativamente mayor en laboreo de conservación que en laboreo tradicional. Dentro del laboreo de conservación existe una diferencia clara entre dicotiledóneas y monocotiledóneas, presentándose las primeras con mayor número de especies en laboreo mínimo mientras que las segundas lo hacen en siembra directa. El Índice de Shannon, muestra como el laboreo de conservación contribuye a un aumento en la diversidad de especies arvense, principalmente el laboreo mínimo.

PALABRAS CLAVE: LABOREO TRADICIONAL (LT), LABOREO MÍNIMO (LM), SIEMBRA DIRECTA O NO LABOREO (SD), MALAS HIERBAS Y DIVERSIDAD

1 ► INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas y semiáridas la disponibilidad de agua por los cultivos es un factor limitante para la agricultura, especialmente de secano (Bonfil *et al.*, 1999; Lampurlanés *et al.*, 2001). En zonas con lluvias anuales con alta variabilidad, la cantidad de agua retenida en el suelo tiene gran importancia para incrementar y estabilizar producciones. En estas zonas, una adecuada elección del sistema de cultivo puede aumentar la disponibilidad de agua de los cultivos aumentando la infiltración, reduciendo la evaporación, eliminando la competencia de malas hierbas, y permitiendo un mejor desarrollo del sistema radicular (Lampurlanés *et al.*, 2001).

Todo esto ocurre unido a un progresivo empobrecimiento de los suelos y a la problemática a nivel mundial de la erosión, causa principal de los procesos de desertificación (Ayala-Carcedo, 2002). Estos hechos avanzan acompañados de un condicionante inevitable: la climatología, que va adquiriendo la condición de imprevisibilidad por causa del cambio climático, siendo esta dificultad cada vez más acentuada.

El “Laboreo de conservación” surge como solución a estos procesos. Engloba todas aquellas técnicas que reducen, cambian o eliminan el laboreo, evitando la quema de rastrojos para mantener al menos el 30% de la superficie del suelo con una cubierta residuos del cultivo anterior (Arnal, 1992). De esta forma, el suelo es protegido de la erosión, de la lluvia y de la escorrentía de las aguas. Los agregados del suelo, la materia orgánica y el nivel de fertilidad se incrementan (González-Barragán *et al.*, 2004), disminuye la contaminación de las aguas superficiales, se reducen las emisiones de CO₂ a la atmósfera y aumenta la biodiversidad (García-Torres y González, 1997). Todos estos beneficios ambientales se consiguen al mismo tiempo que se aumenta la rentabilidad económica del agricultor por el ahorro energético (Sombrero *et al.*, 2001).

Dentro del laboreo de conservación se contemplan diferentes modalidades como el no laboreo o siembra directa (SD) sobre el rastrojo anterior y el laboreo mínimo (LM), donde se reducen las labores y se elimina la labor profunda de vertedera. Estos cambios de labor se van a ver reflejados en la vegetación arvense. En el laboreo tradicional (LT), los numerosos pases de labores, principalmente la labor de vertedera, entierran la mayor parte de las semillas producidas a una profundidad superior a 10cm, impidiendo su germinación y emergencia el año siguiente. Por el contrario, con el laboreo mínimo y el no laboreo, la mayor parte de las semillas producidas el año anterior permanecen en la capa más superficial del suelo, posibilitando así en gran medida su germinación y emergencia.

Inversión de la flora arvense

Las prácticas agrícolas son un condicionante importante en la composición de la flora arvense existente en un cultivo. Las características biológicas propias de cada una de las

especies les permiten adaptarse con mayor o menor éxito a las condiciones particulares creadas en los diferentes sistemas de cultivo de tal forma que si se produce un cambio en el manejo de cultivo, éste provoca a su vez un cambio en la composición de malas hierbas, denominándose a este proceso inversión de flora (Altable, 2003). Cuando se reducen las labores o la eliminación total de las mismas (siembra directa) conlleva a una reacción más o menos inmediata de la flora que trata de adaptarse a las nuevas condiciones. Las especies mejor adaptadas a estas nuevas condiciones sobrevivirán, mientras que aquellas que estén peor dotadas tenderán a ser eliminadas (Navarrete *et al.*, 2003).

Malas hierbas

El diccionario de la Real Academia de la Lengua ofrece la siguiente definición de arvense: “Dícese de aquellas plantas que crecen en los sembrados”. Arvense es el término correcto desde un punto de vista botánico, mientras que coloquialmente es mucho más utilizado el término agronómico de mala hierba (Navarrete *et al.*, 2003). Una especie determinada es considerada como mala hierba cuando interfiere con un cultivo (Sullivan, 2002). Mala hierba es por tanto toda planta que aparece en un campo donde no se pretende su cultivo.

Las malas hierbas nunca se presentan en forma de poblaciones uniespecíficas. Lo normal es que se encuentren como poblaciones mixtas de varias especies que coexisten en un cierto lugar es lo que se denomina comunidad de malas hierbas. Una comunidad se define como el conjunto de todas estas poblaciones que aparecen en el mismo lugar (García Torres y Fernández-Quintanilla, 1991) y en el mismo tiempo (Booth y Swanton, 2002).

Estas comunidades nunca son estáticas sino que evolucionan constantemente adaptándose a las diversas alteraciones que introduce el hombre (García Torres y Fernández-Quintanilla, 1991; Booth y Swanton, 2002) como es el laboreo.

El sistema de cultivo es por tanto una de las muchas variables agronómicas que afectan al tamaño y composición del banco de semillas presente en el suelo (Cardina *et al.*, 2002). Cualquier modificación en la forma de laboreo del terreno tiene una enorme importancia sobre las comunidades de malas hierbas. Existen ciertas especies que están perfectamente adaptadas al intenso laboreo y a la inversión de horizontes de suelo característico de los sistemas convencionales de labranza. Por el contrario, otras especies se adaptan mejor a suelos más estables, donde se practica laboreo de conservación (González-Barragán, 2003).

Diversidad de la flora arvense

Es de esperar que las prácticas de cultivo conservacionistas aumenten la diversidad y cambien la composición de las comunidades de malas hierbas. Los resultados sugieren

que la diversidad de especies de malas hierbas puede ser promovida por la utilización de sistemas de laboreo de conservación (Hyvonen y Salonen, 2002).

Con este estudio se pretende evaluar la influencia de los sistemas de cultivo en la diversidad de esa flora arvense. Los sistemas de cultivo contrastados son: laboreo tradicional (LT), laboreo mínimo (LM) y siembra directa o no laboreo (SD).

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

El ensayo se localiza en Torrepadierno, dentro del término municipal de Pampliega, Burgos. La parcela, propiedad de “Caja de Burgos”, se sitúa sobre un páramo calizo a 920m de altitud.

El suelo es poco profundo, muy pedregoso y con textura franco-arcillosa o arcillosa en todos los horizontes del perfil. Se trata de un suelo Mollisol, según la clasificación americana *Soil Taxonomy*, (orden: Mollisol, suborden Xerralls, grupo: Calcixerolls).

La precipitación media en la zona de estudio es de 531 mm anuales.

El tipo de laboreo descrito en cada parcela viene siendo el mismo desde el inicio del experimento en 1994. Por tanto, se considera que los suelos ya tienen las características intrínsecas de los sistemas de laboreo que se están ensayando. Este estudio abarca las campañas de cultivo 2000/01, 2001/02 y 2002/03.

Diseño experimental

Se trata de un diseño Split-plot con cuatro repeticiones, donde el factor principal es el sistema de laboreo y el segundo las rotaciones de cultivo. Los sistemas de laboreo estudiados son el laboreo tradicional (LT), la siembra directa (SD) y el mínimo laboreo (LM). Las rotaciones alternan leguminosas con cereal. La parcela elemental tiene 450m².

Las labores preparatorias fueron las correspondientes a cada sistema de laboreo. En laboreo tradicional: vertedera, cultivador, rastra, rodillo y siembra. En laboreo mínimo: rastra, rodillo y siembra. Para la siembra directa: aplicación del herbicida y siembra.

A lo largo de cada campaña se recogió información en las distintas fases de desarrollo del cultivo sobre evolución y composición de la vegetación arvense. Se utilizó para ello un

marco de 0,25m². Ese marco se lanzó tres veces al azar en cada parcela y se recogieron para su valoración todas las malas hierbas que quedaron en su interior. Una vez tomadas las muestras se separaron por especies, se cuantificaron y se midió su biomasa. Este estudio se centra en la aparición de malas hierbas en la fase de ahijamiento de cultivo.

Indices de diversidad

La caracterización de la diversidad de las comunidades se ha hecho a partir de la evaluación de los siguientes índices (Cabello *et al.*, 2004):

- Riqueza específica (S): El número de especies de un muestreo.
- Índice de Shannon (H'): mide la abundancia proporcional de las especies.
- Índice de uniformidad de Pielou (E): mide la uniformidad en la abundancia de las especies.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los resultados se realizó con el paquete estadístico "The SAS System" mediante un análisis de varianza (ANOVA) y una separación de medias aplicando el test de Duncan utilizando un nivel de significación $\alpha=0,05$.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riqueza específica

Varios estudios muestran el incremento de las especies de malas hierbas en los laboreos reducidos, ya que se aumenta la acumulación de semillas en la superficie del suelo al reducirse las alteraciones en este (Cardina *et al.*, 1991; Barberi *et al.*, 1998), viéndose de esta forma beneficiadas las plantas que germinan y emergen en la superficie del suelo o cerca de ella. Por el contrario, las semillas que necesitan ser enterradas se ven beneficiadas en laboreo tradicional (Buhler, 1995).

El estudio estadístico realizado para las tres campañas muestra como los laboreos de conservación presentan mayor riqueza en flora arvense que el laboreo tradicional (Figura 1). Esto ocurre tanto para monocotiledóneas como para dicotiledóneas pero mientras que las primeras presentan mayor riqueza en SD las segundas lo hacen en LM.

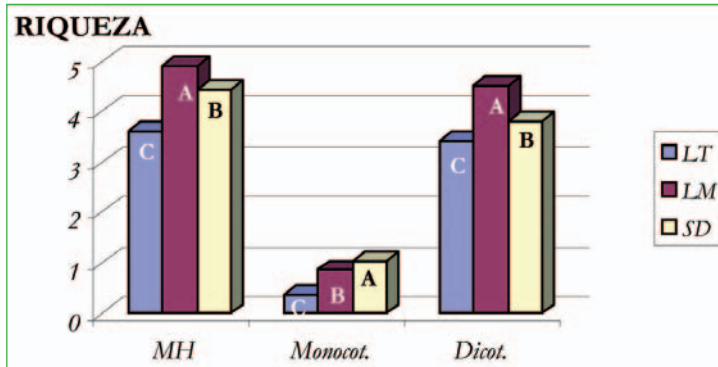


Figura 1. Media de la Riqueza específica de malas hierbas en los distintos sistemas de laboreo para el conjunto de las tres campañas estudiadas. Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0,05$. SD: siembra directa, LM: laboreo mínimo, LT: laboreo tradicional, MH: conjunto de malas hierbas, Monocot: monocotiledóneas, Dicot: dicotiledóneas.

Esta mayor riqueza específica del conjunto de malas hierbas en laboreo de conservación frente a LT se observa en las tres campañas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de la Riqueza específica de malas hierbas en los distintos sistemas de laboreo en las tres campañas estudiadas

RIQUEZA				
	SL	MH	Monocotiledóneas	Dicotiledóneas
2000/01	LT	2,63 ^B	0,28 ^B	2,35 ^B
	LM	3,67 ^A	0,88 ^A	2,78 ^A
	SD	3,3 ^A	0,85 ^A	2,45 ^{BA}
2001/02	LT	3,85 ^C	0,32 ^C	4,07 ^C
	LM	4,85 ^A	0,67 ^B	5,55 ^A
	SD	4,38 ^B	0,92 ^A	4,7 ^B
2002/03	LT	4,38 ^C	0,52 ^C	3,87 ^C
	LM	6,22 ^A	1,02 ^B	5,2 ^A
	SD	5,62 ^B	1,35 ^A	4,27 ^B

Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0,05$. SL: sistemas de laboreo, SD: siembra directa, LM: laboreo mínimo, LT: laboreo tradicional, MH: conjunto de malas hierbas.

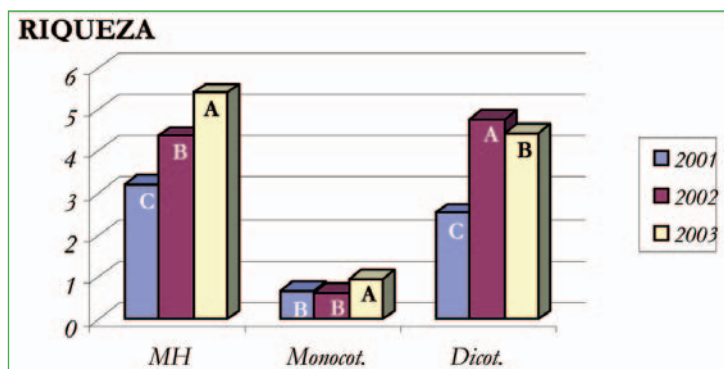


Figura 2. Media de la Riqueza específica de malas hierbas en las distintas campañas para el conjunto de los tres sistemas de laboreo. Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0,05$. MH: conjunto de malas hierbas, Monocot: monocotiledóneas, Dicot: dicotiledóneas.

Cuadro 2. Análisis de la Riqueza específica de malas hierbas en las distintas campañas para cada sistema de laboreo

RIQUEZA				
	Campaña	LT	LM	SD
MH	2000/01	2.63 ^C	3.67 ^C	3.3 ^C
	2001/02	3.85 ^B	4.85 ^B	4.38 ^B
	2002/03	4.38 ^A	6.22 ^A	5.62 ^A
Monocot	2000/01	0.28 ^B	0.88 ^A	0.85 ^B
	2001/02	0.32 ^B	0.67 ^B	0.92 ^B
	2002/03	0.52 ^A	1.02 ^A	1.35 ^A
Dicot	2000/01	2.35 ^B	2.78 ^B	2.45 ^C
	2001/02	4.07 ^A	5.55 ^A	4.70 ^A
	2002/03	3.87 ^A	5.20 ^A	4.27 ^B

Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0,05$. SD: siembra directa, LM: laboreo mínimo, LT: laboreo tradicional, MH: conjunto de malas hierbas, Monocot: monocotiledóneas, Dicot: dicotiledóneas.

En las campañas 2001/02 y 2002/03, la riqueza es significativamente mayor en LM frente a SD. La riqueza del conjunto de malas hierbas está marcada por la tendencia de las

dicotiledóneas por ser estas más abundantes que las gramíneas, presentando mayor número de especies en LM que en SD. Por el contrario, el mayor número de especies de monocotiledóneas se encuentra en SD.

A lo largo de estos años de estudio se ha visto un aumento en la riqueza de malas hierbas en todos los sistemas de laboreo como puede observarse en la Figura 2. En términos generales se puede decir que la mayor riqueza se presenta en la campaña 2002/03 que es significativamente mayor que la campaña 2001/02 y a su vez mayor que la de 2000/01.

Al descomponer esta población en monocotiledóneas y dicotiledóneas (Figura 2), se observa que la riqueza de monocotiledóneas no aumentó hasta la 3ª campaña. Por el contrario, las dicotiledóneas tiene su máximo en la 2ª.

En el Cuadro 2 se observa que en años de grandes infestaciones en SD, las dicotiledóneas tienen mayor capacidad de infestación en LM que en SD, mientras que con las monocotiledóneas ocurre al revés: su riqueza aumenta principalmente en SD. El LT es el que menor riqueza ha presentado cada año.

Uniformidad

La comunidad de malas hierbas, como media de las tres campañas estudiadas, no muestra diferencias significativas en su uniformidad entre los tres sistemas de laboreo (Figura 3). No obstante, comparando el Cuadro 2 con el Cuadro 3, puede verse que a medida que el número de especies, y por tanto la riqueza, ha ido aumentando, la uniformidad ha sido bastante inestable.

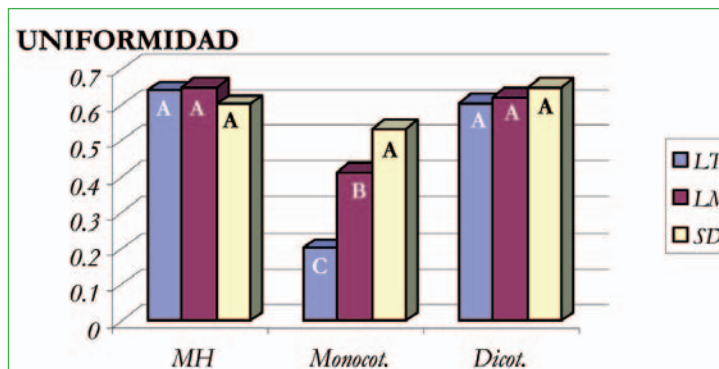


Figura 3. Media de la Uniformidad de malas hierbas en los distintos sistemas de laboreo para el conjunto de las tres campañas estudiadas. Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0,05$. SD: siembra directa, LM: laboreo mínimo, LT: laboreo tradicional, MH: conjunto de malas hierbas, Monocot: monocotiledóneas, Dicot: dicotiledóneas.

Para el conjunto de malas hierbas, mientras en la campaña 2000/01 no aparecen diferencias significativas entre los sistemas de laboreo (Cuadro 3), en la campaña 2001/02 el laboreo tradicional presenta mayor uniformidad que los LC y en la campaña 2002/03, el LM presenta mayor uniformidad que LT y SD. Comparando las Figuras 2 y 4, se observa que la uniformidad en LM y LT en la 2ª y 3ª campaña no muestran diferencias significativas con la 1ª, pero entre ellas sí, presentándose mayor uniformidad cuando la riqueza es menor. Es decir, en LT la campaña 2001/02 presenta mayor uniformidad que la 2002/03 a la vez que la riqueza de la campaña 2001/02 es menor que la 2002/03 y en LM ocurre al revés: la campaña 2001/02 presenta menor uniformidad que la 2002/03 a la vez que la riqueza de la campaña 2001/02 es mayor que la 2002/03 (Cuadros 2 y 4). En SD, la campaña 2000/01, presenta mayor uniformidad que las 2 últimas campañas, coincidiendo también, con la menor riqueza en ese año.

Cuadro 3. Análisis de la Uniformidad de malas hierbas en los distintos sistemas de laboreo en las tres campañas estudiadas

UNIFORMIDAD				
	SL	MH	Monocotiledóneas	Dicotiledóneas
2000-2001	LT	0.64 ^A	0.25 ^B	0.65 ^A
	LM	0.65 ^A	0.69 ^A	0.69 ^A
	SD	0.69 ^A	0.63 ^A	0.66 ^A
2001-2002	LT	0.69 ^A	0.30 ^C	0.63 ^A
	LM	0.60 ^B	0.51 ^B	0.53 ^A
	SD	0.53 ^B	0.85 ^A	0.56 ^A
2002-2003	LT	0.59 ^B	0.06 ^{BA}	0.54 ^C
	LM	0.69 ^A	0.04 ^B	0.64 ^B
	SD	0.59 ^B	0.12 ^A	0.73 ^A

Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0,05$. SL: sistemas de laboreo, SD: siembra directa, LM: laboreo mínimo, LT: laboreo tradicional, MH: conjunto de malas hierbas

En monocotiledóneas en índice también a permanecido bastante inestable pero claramente relacionado con la riqueza. La tendencia de las tres campañas de ensayo (Figuras 3 y 4) es a una mayor uniformidad en SD seguida de LM y la menor uniformidad en LT. Las campañas 2000/01 y 2001/02 presentan mayor uniformidad que la 2002/03 a la vez a la vez que la riqueza en estas 2 primeras es menor que en la 3ª. En los 3 sistemas de laboreo

la campaña 2002/03 presenta una uniformidad significativamente menor que las otras dos, unida un mayor número de especies (Cuadro 4).

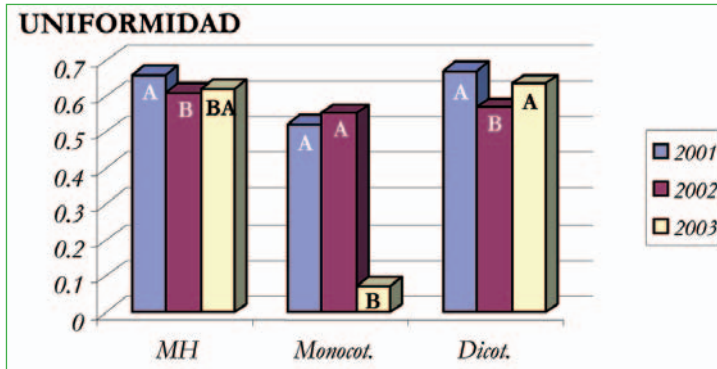


Figura 4. Media de la Uniformidad de malas hierbas en las distintas campañas para el conjunto de los tres sistemas de laboreo. Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0,05$. MH: conjunto de malas hierbas, Monocot: monocotiledóneas, Dicot: dicotiledóneas.

Cuadro 4. Análisis de la Uniformidad de malas hierbas en las distintas campañas para cada sistema de laboreo

UNIFORMIDAD				
	Campaña	LT	LM	SD
MH	2000/01	0.64 ^{BA}	0.65 ^{BA}	0.69 ^A
	2001/02	0.70 ^A	0.60 ^B	0.53 ^B
	2002/03	0.59 ^B	0.69 ^A	0.59 ^B
Monocot	2000/01	0.25 ^A	0.69 ^A	0.63 ^B
	2001/02	0.30 ^A	0.51 ^B	0.85 ^A
	2002/03	0.06 ^B	0.04 ^C	0.12 ^C
Dicot	2000/01	0.65 ^A	0.70 ^A	0.66 ^A
	2001/02	0.63 ^{BA}	0.53 ^B	0.55 ^B
	2002/03	0.54 ^B	0.64 ^A	0.73 ^A

Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0,05$. SD: siembra directa, LM: laboreo mínimo, LT: laboreo tradicional, MH: conjunto de malas hierbas, Monocot: monocotiledóneas, Dicot: dicotiledóneas

La uniformidad de las tres campañas (Figura 4) en dicotiledóneas no muestra diferencias significativas en cuanto al sistema de laboreo, resultado observado en las campañas 2000/01 y 2001/02, mientras que la campaña 2002/03 presenta mayor uniformidad en SD, seguida de LM y la menor uniformidad en LT.

En cuanto a la evolución de los años en cada sistema de laboreo refleja lo dicho anteriormente: a los años de mayor riqueza les corresponde una menor uniformidad. Esto muestra el funcionamiento ecológico de las poblaciones de malas hierbas, en que existen un pequeño número de especies dominantes y un número elevado y creciente con el tiempo de otras especies que aparecen de forma puntual.

Indice de Shannon

Los resultados de estos 3 años muestran que el LC produce un incremento en la diversidad de la flora arvense en general (Figura 5). Especialmente el LM, que era también el que mayor riqueza poseía.

Este aumento de diversidad se debe principalmente al incremento de diversidad experimentado por las monocotiledóneas, ya que el Índice de Shannon de las dicotiledóneas no se ve afectado por el sistema de laboreo.

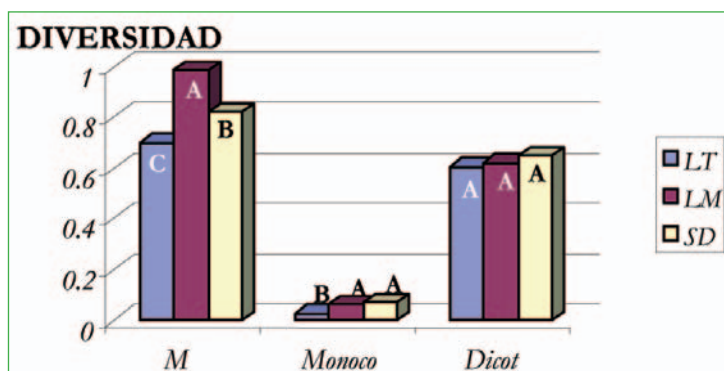


Figura 5. Media de la Diversidad de malas hierbas en los distintos sistemas de laboreo para el conjunto de las tres campañas estudiadas. Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0,05$. SD: siembra directa, LM: laboreo mínimo, LT: laboreo tradicional, MH: conjunto de malas hierbas, Monoco: monocotiledóneas, Dicot: dicotiledóneas.

En la campaña 2000/01 (Cuadro 5) existía diferencia significativa entre el LT y el laboreo de conservación, pero no entre los 2 sistemas de laboreo de conservación, y esto era así tanto para dicotiledóneas como para el conjunto global de malas hierbas.

Cuadro 5. Análisis de la Diversidad según el índice de Shannon de malas hierbas en los distintos sistemas de laboreo en las tres campañas estudiadas

DIVERSIDAD SHANNON				
	SL	MH	Monocotiledóneas	Dicotiledóneas
2000-2001	LT	0.48 ^B	0.02 ^e	0.42 ^B
	LM	0.82 ^A	0.08 ^e	0.64 ^A
	SD	0.71 ^A	0.10 ^e	0.55 ^A
2001-2002	LT	0.83 ^{BA}	0.01 ^B	0.78 ^A
	LM	0.91 ^A	0.08 ^e	0.87 ^A
	SD	0.74 ^B	0.03 ^B	0.78 ^A
2002-2003	LT	0.78 ^C	0.04 ^{BA}	0.64 ^B
	LM	1.23 ^A	0.03 ^B	1.02 ^A
	SD	1.01 ^B	0.08 ^A	0.97 ^A

Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0,05$. SL: sistemas de laboreo, SD: siembra directa, LM: laboreo mínimo, LT: laboreo tradicional, MH: malas hierbas

En la Figura 6 se observa cómo se ha producido un aumento en la diversidad del conjunto de malas hierbas en el transcurso de los 3 años.

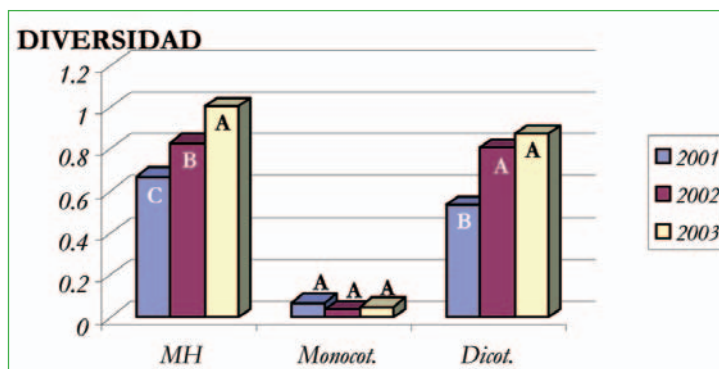


Figura 6. Media de la Diversidad de malas hierbas en las distintas campañas para el conjunto de los tres sistemas de laboreo. Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0,05$. MH: conjunto de malas hierbas, Monocot: monocotiledóneas, Dicot: dicotiledóneas

En la campaña 2001/02 aumentó la diversidad de especies de la comunidad de malas hierbas, siendo destacable este aumento en las parcelas de LT. En la campaña 2002/03 se incrementó la diversidad en LM y SD (Cuadro 6). Estos resultados sugieren que los sistemas de laboreo pueden actuar como filtros para determinar la composición y abundancia de las especies de malas hierbas en los campos de cultivo (Cardina *et al.*, 2002). La cantidad y el número de especies fueron mayores en los laboreos de conservación que en el laboreo tradicional (Hyvonen y Salonen, 2002).

Cuadro 6. Análisis de la Diversidad de malas hierbas en las distintas campañas para cada sistema de laboreo

DIVERSIDAD				
	Campaña	LT	LM	SD
MH	2000/01	0.48 ^B	0.82 ^B	0.71 ^B
	2001/02	0.83 ^A	0.91 ^B	0.74 ^B
	2002/03	0.78 ^A	1.23 ^A	1.01 ^A
Monocot	2000/01	0.02 ^A	0.08 ^A	0.10 ^A
	2001/02	0.01 ^A	0.08 ^A	0.03 ^B
	2002/03	0.04 ^A	0.03 ^A	0.08 ^{BA}
Dicot	2000/01	0.42 ^C	0.64 ^C	0.54 ^C
	2001/02	0.78 ^A	0.87 ^B	0.78 ^B
	2002/03	0.64 ^B	1.02 ^A	0.97 ^A

Los valores seguidos de distinta letra dentro de un mismo parámetro son significativamente diferentes para un valor de significación de $\alpha=0,05$. SD: siembra directa, LM: laboreo mínimo, LT: laboreo tradicional, MH: conjunto de malas hierbas, Monocot: monocotiledóneas, Dicot: dicotiledóneas

4 ► CONCLUSIONES

► La riqueza específica de la comunidad arvense fue significativamente mayor en laboreo de conservación que en LT, siendo superior en LM que en SD. En el caso de las dicotiledóneas la riqueza fue mayor en LM, mientras que en monocotiledóneas lo fue en SD. En años de grandes infestaciones, el LM resulta más perjudicado por dicotiledóneas que la SD. Por el contrario las monocotiledóneas tendrán mejor implantación en SD que en LM.

► Donde menor ha sido la riqueza específica cada año ha sido en el LT, tanto en

monocotiledóneas como en dicotiledóneas. Especialmente en monocotiledóneas.

- ▶ La uniformidad ha sido inversamente proporcional a la riqueza específica.
- ▶ La diversidad de especies arvenses fue mayor en los laboreos de conservación, principalmente en LM.
- ▶ A lo largo de estas campañas de estudio, el aumento de riqueza ocasionado por el incremento continuo de infestaciones de malas hierbas ha producido un aumento en la diversidad de las mismas. Se cumple así una constante en ecología. De hecho, la Riqueza en sí misma es el índice de diversidad más simple.
- ▶ La diversidad de monocotiledóneas se ve más influida por el sistema de laboreo que la de dicotiledóneas.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Caja Burgos la cesión de la finca para la realización de los ensayos. Esta investigación se ha realizado con cargo al proyecto RTA02-058-C3-1 “Rotaciones de cultivo de sistemas de laboreo de conservación en zonas semiáridas” financiado por el INIA.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **ALTABLE, R. 2003**

Estudio comparativo de la evolución de malas hierbas y del cultivo en distintas rotaciones entre sistemas de laboreo de conservación y el laboreo tradicional. Trabajo de fin de carrera. Universidad de Valladolid.

- **ARNAL, P. 1992**

El no laboreo ahorra tiempo y dinero. Navarra agraria. Septiembre—Octubre.

- **AYALA - CARCEDO, F. J. 2002**

Erosión y cambio climático. La tierra que todos deseáramos. Desertificación: razones, alcance y soluciones. Nº 50. Suplemento.

- **BARBERI, P.; COZZANI, A.; MACCHIA, M. Y BONARI, E. 1998**

Size and composition of the weed seedbank under different management systems for continuous maize cropping. Weed research. 38: 319-334.

- **BONFIL, D. J.; MUFRADI, I.; KLITMAN, S. Y ASIDO, S. 1999**

Wheat grain yield and soil profile water distribution in a no-till arid environment. Agronomy journal, vol. 91: 368-373.

- **BOOTH, B. D. Y SWANTON, C. J. 2002**

Assesmbly theory applied to weed communities. Weed science, 50: 2-13.

• **BUHLER, D. D. 1995**

Influence of tillage system on weed population dynamics and management in corn and soy bean in the central USA. *Crop science*, 35: 1247-1258.

• **CABELLO, J.; ALEMÁN, M. DEL M.; CASTRO, H. Y MOTA, J. 2004**

Diversidad ecológica en comunidades de matorral mediterráneas-semiáridas del sureste de la península ibérica. <http://www.gem.es> (Consulta: Febrero 2004).

• **CARDINA, J.; HERMS, C. P. Y DOOHAN, D. J. 2002**

Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. *Weed science*, 50: 448-460

• **CARDINA, J.; REGNIER, E Y HARRISON, K. 1991**

Long-term tillage effects on seedbank in three Ohio soils. *Weed science*, 39: 186-194.

• **GARCÍA TORRES, L. Y FERNÁNDEZ - QUINTANILLA, C. 1991**

Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

• **GARCÍA - TORRES L. Y GONZÁLEZ, P. 1997**

Agricultura de Conservación: Fundamentos Agronómicos, Medioambientales y Económicos. García-Torres, L. y González, P., eds. pp. 1-289.

• **GONZÁLEZ - BARRAGÁN, M. I. 2003**

Apuestas por una agricultura sostenible: Laboreo de conservación. Cuadernos didácticos. Ed: Diputación de Valladolid. N°8.

• **GONZÁLEZ - BARRAGÁN, M. I.; ÁLVAREZ - NIETO, M. A.; DE BENITO, A. Y SOMBRERO, A. 2004**

El Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León y la Agricultura de Conservación. *Tierras n° 101*.

• **HYVONEN, T. Y SALONEN, J. 2002**

Weed species diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels-a six year experiment. *Plant Ecology*. 159 (1): 73-81.

• **LAMPURLANÉS, J.; ANGÁS, P. Y CANTERO, C. 2001**

Root growth, soil water content and yield of barley under different tillage systems on two soils in semiarid conditions. *Field Crops Research* 69:27-40.

• **NAVARRETE, L.; FERNÁNDEZ - QUINTANILLA, C.; HERNÁNZ, J. L. Y SÁNCHEZ - GIRÓN, V. 2003**

Evolución de la vegetación arvense en respuesta al laboreo. *Boletín de la Asociación Española de Agricultura de Conservación-Suelos Vivos*. 19: 7-10.

• **SOMBRERO, A.; DE BENITO, A.; ESCRIBANO, C.; TENORIO, J. L.; CATALÁN, G.; PÉREZ DE CIRIZA, J. J. Y IRAÑETA, J. 2001**

Rentabilidad de un cultivo de cereal en tres sistemas de laboreo en zonas semiáridas del norte de España. I World Congress on Conservation Agriculture. Madrid (España), 1-5 de octubre de 2001: 795-797

• **SULLIVAN, P. G. 2002**

Principles of sustainable weed management for croplands. ATTRA: Appropriate Technology Transfer for rural areas. *Agronomy systems guide*: October 2001

ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD DE LA OLIVICULTURA ECOLÓGICA EN LA PROVINCIA DE GRANADA

GUZMÁN, GLORIA I. Y ALONSO, ANTONIO M.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Doctores Ingenieros Agrónomos

Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural

C/ Camino de El Jau, s/n. Apartado 113. 18320 Santa Fé (Granada)

Telf.: 958 513195 / Fax: 958 513196

E-mail: gercifaed@hotmail.com

RESUMEN

El principal objetivo recogido en este artículo es evaluar la sustentabilidad de la olivicultura ecológica en la provincia de Granada comparada con la olivicultura convencional.

Para ello se han realizado entrevistas a todos los olivareros ecológicos de la provincia que han superado el periodo de reconversión y a olivareros convencionales de las mismas zonas. En total han sido 100 entrevistas, a partir de las cuales se han obtenido los indicadores más relevantes.

El resultado muestra la mayor productividad del olivar ecológico por unidad de superficie y por unidad de energía no renovable. Contrariamente, es menor en relación a las unidades de nitrógeno empleadas. La olivicultura convencional proporciona un mayor número de jornales, y el coste de producción por hectárea es similar. Desde el punto de vista de la diversidad varietal, depende más de la comarca en donde se encuentra el olivar, que de su estilo de manejo. La integración de los indicadores muestra la mayor sustentabilidad de la producción ecológica.

PALABRAS CLAVE: OLIVAR ECOLÓGICO Y SUSTENTABILIDAD AGRARIA

1 ► INTRODUCCIÓN

El olivar es actualmente en España un cultivo de gran impacto social y medioambiental debido a su extensión territorial, y a su vinculación a importantes problemas ecológicos como la contaminación de las aguas por nitratos y herbicidas, ó la erosión hídrica; pero también a aspectos positivos como el mantenimiento de avifauna, generación de riqueza y empleo en los pueblos... Por otra parte, es un cultivo cuya conversión a producción ecológica se está realizando con cierta facilidad. Analizar qué está suponiendo esta transición para el medioambiente y para la sociedad rural desde la óptica de la sustentabilidad es necesario, tanto para facilitar la toma de decisiones a todos los agentes sociales implicados en este sector productivo, como para corregir las posibles deficiencias que se estén produciendo. Este artículo pretende avanzar en la evaluación de la sustentabilidad de la olivicultura ecológica en la provincia de Granada comparada con la olivicultura convencional.

2 ► METODOLOGÍA

La generación de información primaria se ha llevado a cabo en base a entrevistas realizadas a olivaderos convencionales y ecológicos. La selección de los olivaderos ecológicos fue previa, dado que en función de su distribución geográfica y sus características había que realizar la selección de los agricultores convencionales, con el fin de establecer posteriormente diferencias y similitudes entre ellos que respondieran a su opción productiva y no a otro tipo de variables. El listado de olivicultores ecológicos fue solicitado a las certificadoras que operan en Andalucía en el primer trimestre de 2003, y constaba de 233 productores en la provincia de Granada, de los cuales sólo 54 tenían concedida la calificación definitiva de “ecológico”, esto es, aquellos que llevan al menos tres años realizando prácticas ecológicas de manejo. Dado que para efectuar comparaciones entre el manejo convencional y ecológico, era imprescindible que éstos últimos tuvieran ya las prácticas de manejo y las producciones relativamente asentadas, se eligieron como integrantes de la muestra a entrevistar a los productores con certificación definitiva de “producción ecológica”. De estos 54, se descartaron 9 por pertenecer a la comarca de Iznalloz, cuyo estudio ya habíamos realizado en el marco de otro proyecto (Guzmán, Serrano y Alonso, 2002a y b). Así, finalmente el número de entrevistados ecológicos fue de 45, y en los resultados incluidos en este artículo hay que considerar que queda excluida la comarca de Iznalloz.

Por su parte, los olivicultores convencionales fueron seleccionados en función de la distribución por comarcas agrarias y características de los ecológicos. El número de entrevistas realizadas a productores convencionales ha sido de 55.

La información obtenida a partir de las entrevistas ha permitido evaluar la sustentabilidad del agroecosistema olivarero con un manejo convencional y ecológico. Hemos dejado fuera aquellos productores ecológicos cuyas plantaciones tienen menos de diez años por

las diferencias que introducirían en cuanto a la productividad física, tiempos de labores invertidos... (véase el artículo de Guzmán y Alonso titulado “Caracterización estructural y tecnológica de la olivicultura ecológica en la provincia de Granada” presentado en este mismo congreso, donde aparece la estructura productiva y tecnológica de las explotaciones consideradas para este artículo).

La caracterización de la sustentabilidad realizada a través de los atributos de productividad, resiliencia-estabilidad, equidad y autonomía ha precisado de la definición y el cálculo de indicadores que se desarrollan a continuación.

Indicadores de productividad

- **Productividad física por unidad de superficie**

Se calculó directamente a partir de la información obtenida de los agricultores, que nos informaron igualmente sobre la superficie de olivar que manejaban.

- **Eficiencia energética**

La metodología seguida para el cálculo de la eficiencia energética puede verse en Guzmán, Serrano y Alonso (2002a y b). La única diferencia con respecto a lo recogido en dichos artículos se refiere al riego ya que en este caso se realiza mayoritariamente por gravedad a través de acequias y se ha considerado un coste energético nulo.

- **Costes**

Para el cálculo de los costes se han seguido las metodologías aportadas por diversos autores (Gil et al., 1992; Loring, 1989; Guerrero, 1997; ASAE, 1995; Alonso y Serrano, 1992) referentes a maquinaria, mano de obra, fertilización y tratamientos fitosanitarios.

- **Productividad física por unidad de fertilizante nitrógeno**

El problema de acumulación de nitratos en las aguas continentales en las áreas de olivar en Andalucía, hace que éste sea un indicador relevante. Se ha calculado la aceituna producida por kg. de nitrógeno incorporado por hectárea.

Indicadores de estabilidad y resiliencia

La estabilidad y la resiliencia están relacionadas con la biodiversidad y el buen estado del suelo (Gliessman, 2001). La primera no ha sido considerada aquí porque la diversidad varietal no ha presentado diferencias en cuanto a que la explotación fuera ecológica o

convencional (Guzmán y Alonso, 2004). La biodiversidad referente a número de especies presentes como cobertura vegetal, insectos... excedía las posibilidades de este proyecto y no ha podido ser medida. En cuanto al estado del suelo nos hemos centrado en indicadores indirectos relativos, tales como:

- El balance de materia orgánica.
- El balance de entrada y salida de nutrientes.

Estos aspectos se han calculado cuantificando las entradas y salidas de materia orgánica y nutrientes a lo largo de un año medio de producción, a partir de los datos que figuran en los calendarios de tareas de cada explotación.

Balance de materia orgánica

El balance de materia orgánica se ha determinado según Urbano y Moro (1992), teniendo en cuenta las entradas de materia orgánica y las pérdidas en forma de mineralización, partiendo de una cantidad mínima necesaria de materia orgánica humificada en el suelo. Se ha considerado que el nivel mínimo aceptable de materia orgánica humificada en el caso del suelo en régimen de regadío es de 2,0%, y para el de secano de 1,5%. En el momento que esta demanda mínima no se satisfaga, el balance resultará negativo. El humus generado por el compost, estiércol y restos de poda es del 10% del peso fresco, y el de los abonos verdes es de 40 kg de humus por tonelada de materia verde producida, según datos de Urbano y Moro (1992). Hemos considerado para los abonos verdes sembrados una producción de 10 t de materia verde por hectárea, que es menor que la que ofrece este autor, ya que la cubierta no afecta a toda la superficie. La cubierta vegetal espontánea, o la hoja caída de forma natural desde el árbol no se han considerado en los cálculos por carecer de datos precisos sobre la cantidad que representan, aunque es de suponer que la cubierta espontánea aporte más en el caso de los ecológicos, puesto que no emplean herbicidas y laborean con menor frecuencia.

La velocidad de *mineralización* de la materia orgánica en los suelos cultivados es, para cultivos de secano de un 1-2% anual; y para cultivos de regadío de 2-3% anual. Hemos tomado el valor medio: 1,5% para el secano y 2,5% para el regadío.

Se adoptó para los cálculos una profundidad del horizonte superficial de 30 cm y un peso específico para el suelo de 1,3 t/m³.

Si hallamos la mineralización producida en estas condiciones, obtenemos los siguientes valores:

Mineralizado (kg/ ha y año) secano =

$$= 0,3 \text{ m} \times 1,3 \text{ t/m}^3 \times 10^4 \text{ m}^2/\text{ha} \times 1,5/100 \times 10^3 \text{ kg/t} \times 1,5/100 = 877,5 \text{ (kg/ha/año),}$$

Mineralizado (kg./ ha y año) regadío =

$$= 0,3 \text{ m} \times 1,3 \text{ t/m}^3 \times 10^4 \text{ m}^2/\text{ha} \times 2,5/100 \times 10^3 \text{ kg/t} \times 2/100 = 1950 \text{ (kg/ha/año)}.$$

Es decir, en aquellas fincas donde no se aporte anualmente esta cantidad de humus, la materia orgánica no alcanzará los valores mínimos aceptables. Para el cálculo de un índice global que compare los sistemas ecológico y convencional, se ha calculado primero el aporte anual de humus para cada finca. En segundo lugar, se ha calculado el porcentaje de necesidades cubiertas de humus considerando si es de riego o secano, de tal forma que a las fincas que alcanzan o superan los límites mínimos mencionados se les ha dado el valor 100; a las fincas que no aportan ningún humus el valor de 0; y al resto, porcentajes intermedios en función de la cantidad aportada. Posteriormente, se ha hecho la media entre todas las fincas ecológicas y convencionales.

Balance de nutrientes

El balance de nutrientes se realizará sólo en base a los macronutrientes esenciales para las plantas: nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O), con el mismo carácter anual que el anterior apartado. No se incluyen otras entradas o salidas debidas a diversos conceptos (fijación simbiótica, deposición aérea, pérdidas por erosión y lixiviación...), por la complejidad de su cálculo y la inexistencia de datos referentes a este aspecto en los distintos tipos de olivares. Para realizar el balance de nutrientes, utilizaremos los kilogramos medios de aceituna producidos por árbol hallados en el apartado de producción física del olivar.

Tabla 1. Contenido de humedad y nutrientes de los abonos orgánicos sólidos

	NUTRIENTES (% S.M.H)			
	Humedad	N	P205	K20
Nombre	(%)	(%)	(%)	(%)
Estiércol oveja	34	0,83	0,23	0,67
Guano	9,6	12,65	10,12	2,44
Estiércol de vaca	77,5	0,34	0,16	0,4
Estiércol de cerdo	72,4	0,45	0,19	0,60
Purín de cerdo (1)		1	0,04	0,5
Estiércol de gallina	35	1,6	1,5	0,85

Fuentes: Urbano (1992) y casas comerciales consultadas (para el guano).

(1) Contenido en porcentaje por litro ya diluido para su empleo como fertilizante

Las *entradas* de nutrientes corresponden a los fertilizantes químicos y orgánicos. Los fertilizantes químicos y foliares ofrecen en su etiquetado la composición que hemos considerado para realizar los cálculos. En cuanto a los fertilizantes orgánicos sus detalles se presentan en la Tabla 1.

Las *salidas* con que cuenta el olivar de la zona son:

- Aceituna: las cantidades de N, P2 O5 y K2O presentes en la aceituna son 0,97 %, 0,397 % y 3,22 % respectivamente sobre materia seca de aceituna. La humedad de la aceituna es del 46,1 % (Ferreira et al., 1986).
- Restos de poda: Con la poda se obtiene leña gruesa y ramones frescos, en una cantidad que está relacionada con la producción media de aceituna por árbol según las fórmulas de regresión de Civantos y Olid (1982). La cantidad de N, P2O5 y K2O en los subproductos de la poda se ha obtenido de Ferreira et al. (1986).
- De la recolección y procesado de la aceituna en la almazara, además del aceite, se obtiene alperujo y hojín. El hojín se determina en función de la producción de aceituna, siendo un 5 % de la misma. El alperujo es un 80 % del peso de la aceituna producida.

Indicadores de equidad

La valoración de la equidad se hará según tres aspectos diferentes:

- **Equidad en el intercambio entre el sector agrario y los demás sectores económicos**

Dado que los productos agrícolas han perdido valor de cambio en las últimas décadas, con respecto a los productos del sector industrial y de servicios, hemos considerado como positiva la revalorización de los productos agrarios y la elevación de precios pagados por el consumidor. El precio de venta al público del aceite ecológico y convencional se ha tomado de las siguientes tiendas de Granada: para el aceite convencional se han visitado los siguientes comercios: Carrefour, Alcampo, El Corte Inglés, La Oliva, y La Alacena.

Para los ecológicos se han anotado los precios en los mismos establecimientos más las tiendas especializadas en alimentación ecológica: Consumo cuidado, El Encinar, y Ecosalud. Las fechas de visita fueron del 1 al 18 de octubre de 2003. Se ha considerado en la toma de datos el tipo de envase y la misma categoría de clasificación de calidad del aceite.

- **Equidad con los trabajadores**

hemos considerado positivo la creación de empleo.

Indicadores de autonomía

La autonomía nos dará una idea de la dependencia que tiene cada olivar del exterior desde el punto de vista energético. Para calcular la autonomía, hemos valorado la integración de los flujos de energía a nivel local, y con el exterior.

Consideramos que lo que aporta el entorno o la finca (mano de obra, yunta o estiércol) hace que el olivar se desarrolle con un mayor grado de autonomía. Hemos hallado qué porcentaje corresponde a energía procedente de la zona, determinando de esta manera el nivel de autonomía, de forma que el que mayor porcentaje posea, más autónomo será.

Evaluación de la sostenibilidad

La sostenibilidad de los dos estilos de manejo se discutirá sobre una tabla y un gráfico AMEBA, con los indicadores evaluados de los distintos atributos, en los apartados anteriores. La asignación de un valor a cada indicador se hará de la siguiente manera:

- **Productividad física**

Se le asignará el valor 1 al manejo que haya tenido una mayor producción media de aceituna. El otro manejo, recibirá el valor de la parte proporcional al primero.

- **Eficiencia energética en el uso de energía no renovable**

Éste es un índice energético muy importante, ya que el uso de energía fósil implica contaminación ambiental (calentamiento global del planeta y lluvia ácida entre otros efectos perversos sobre el medio). Nos indicará cuánta energía obtenemos por cada kilocaloría de energía no renovable, de modo que el sistema que mejor eficiencia tenga será más sostenible que los demás. Se le asignará, en un intervalo de 0 al 1, el valor 1 al que tenga mayor eficiencia energética. El valor correspondiente al otro manejo se hará en proporción al primero.

- **Costes monetarios**

Al manejo que tenga menor coste se le asignará el valor 1. El valor correspondiente al otro manejo se hará en proporción al primero, en el caso de que sea el doble de caro o más, se le asignará el valor 0.

- **Balance de materia orgánica**

Cada manejo recibirá como valor en tanto por uno el porcentaje calculado de los aportes de humus sobre las necesidades para alcanzar un nivel de materia orgánica aceptable en el suelo.

- **Balance de nutrientes**

Puesto que el balance de nutrientes se realiza en base a los tres macronutrientes (N, P y K), en la valoración de cada manejo, un tercio del resultado corresponderá a cada elemento, de manera que la unidad se dividirá entre tres. Para cada elemento se considerará 0 el más desviado de las necesidades del olivar, y se dará un valor proporcional al otro manejo, que será mayor conforme más se ajuste a las necesidades. La suma de los valores correspondientes a cada nutriente estará entre 0 y 1, siendo el valor total la suma de las partes.

- **Equidad**

La equidad campo-ciudad se valorará en función del precio pagado por el consumidor, dando un valor de 1 a aquel que reciba mayor precio, y atribuyéndole un valor proporcional al otro. La generación de empleo se valorará en función del número de jornales por hectárea, dándole el valor de 1 al que ofrece más empleo, y ajustando proporcionalmente al otro.

- **Autonomía**

El valor asignado será el hallado en el apartado de “autonomía”, en tanto por uno. Así, el valor 1 corresponderá a aquel manejo que tenga una autonomía del 100%. Una vez contabilizados los aspectos anteriores, se colocarán sobre la tabla, según los tipos de manejos estudiados, y se sumarán los resultados. Será más sostenible el que alcance mejor nota. Igualmente, se llevarán al gráfico AMEBA para mostrar de forma gráfica el área de sustentabilidad ocupada por cada estilo de producción, y los aspectos en que será necesario mejorar en el futuro. Ya advertimos que la sustentabilidad sólo se puede medir de forma comparativa, y no absoluta, y en el presente informe la comparación se ha realizado pareada, convencional frente a ecológica.

3 ▶ RESULTADOS

Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema olivarero con un manejo convencional y ecológico en la provincia de Granada

Las diferencias en cuanto a las tareas que realizan los agricultores ecológicos y convencionales pueden verse en Guzmán y Alonso (2004).

Productividad

- **Productividad física por unidad de superficie**

La productividad física por unidad de superficie es similar. Así, la productividad ecológica media es de 2.573 kg/ha y la convencional de 2.356 kg/ha.

• Costes de producción

El coste de producción por hectárea es similar en ambos casos. El coste medio total por hectárea de la producción ecológica es de 1.050,5 euros, y la producción convencional es de 1.037,3 euros.

El coste por labor puede verse en la Fig. 1. La recolección supone la mayor contribución al coste total, con un 39,3% y un 45,6%, respectivamente según la producción sea ecológica o convencional. La recolección para los ecológicos es ligeramente más económica, lo que puede deberse a que en una mayor proporción no recogen la aceituna del suelo, que como es sabido es más cara de recolectar. En el primer caso, el coste de recolección por kg de aceituna es de 0,16 euros, y en el segundo, 0,20 euros.

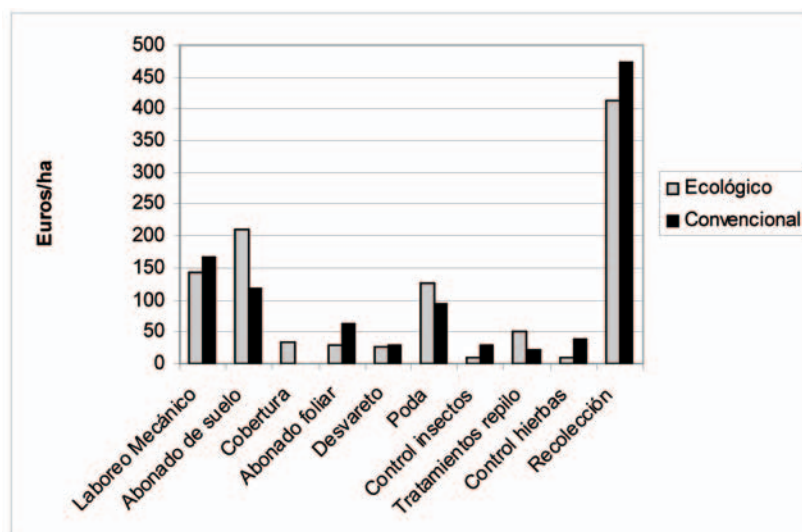


Figura 1. Coste de las labores realizadas por los olivereros ecológicos y convencionales de Granada.

El coste de laboreo mecánico es mayor en los convencionales, ya que realizan más pases de labor de media al año que los ecológicos. El abonado de suelo es más costoso en los ecológicos, ya que suele ser más penoso añadir el estiércol o el compost a los olivos que los fertilizantes químicos, y estas tareas están poco mecanizadas, añadiéndose mayoritariamente a mano. Contrariamente, el abonado foliar de apoyo es más habitual en los convencionales, por lo que para éstos el coste es mayor. La cobertura vegetal sembrada es un coste que sólo presentan los ecológicos, y que hay que sumar al epígrafe global de la fertilización porque se

trata de leguminosas que fijan nitrógeno, además de que la cubierta retiene y pone de forma disponible otros nutrientes que se perderían por lixiviación y erosión. Considerándolo así tendríamos que la fertilización de los olivareros ecológicos supone 272,7 euros, frente a los 181,4 euros de los convencionales. El desvareto supone un coste similar, siendo ligeramente más cara la poda de los ecológicos, para lo cual en principio no existe ninguna razón. Los tratamientos insecticidas son más caros para los productores convencionales, ya que buena parte de los ecológicos no realiza ningún tipo de control por encontrar que no tienen problemas, o que son puntuales y aplican de forma muy localizada algún producto permitido. El trapeo masivo con atrayentes alimentarios y/o feromonas sólo se emplea excepcionalmente. Los tratamientos de repilo son más caros para los ecológicos a pesar de que son muchos menos de ellos los que realizan este tipo de control (el 58,7% respecto a los convencionales) esto se debe en buena parte a que para los convencionales el coste de aplicación se distribuye entre el abonado foliar, el tratamiento insecticida y el de repilo, ya que todos los productos van en la cuba, disminuyendo la parte proporcional achacable al tratamiento funguicida. Sin embargo, los ecológicos suelen tratar el repilo de forma más individualizada. El coste del control de hierbas es superior en los convencionales, y es realizado casi exclusivamente mediante el uso de herbicidas. En el caso de los ecológicos se refiere al uso de desbrozadoras. La frecuencia de esta tarea es mucho mayor en los convencionales.

- **Eficiencia energética**

El índice de eficiencia de la energía no renovable para la producción ecológica de 5,95, y de 3,58 para la producción convencional. Esto es se obtienen 5,95 Kcal, en el primer caso, por cada una invertida procedente de una fuente no renovable, y 3,58, en el segundo caso. Este ahorro de energía no renovable en la ecológica se debe sobre todo al menor uso de productos industriales, fundamentalmente de fertilizantes químicos cuyo uso conlleva un importante gasto de este tipo de energía.

- **Productividad física por unidad de fertilizante nitrógenado**

La fertilización del olivar ecológico es más generosa en nitrógeno que la convencional, siendo la productividad física por unidad de fertilizante nitrogenado empleado de 30,8 Kg de aceituna para el ecológico y de 38,0 Kg para el convencional. Este último estilo productivo presentaría una mayor eficiencia en este aspecto.

Estabilidad y resiliencia

- **Balance de entradas y salidas de nutrientes**

Los resultados del balance pueden verse en la Tabla 2. La fertilización en el olivar ecológico cubre las necesidades de las extracciones realizadas con suficiencia. El olivar convencional cubre las necesidades de nitrógeno y fósforo, pero existe déficit de potasio,

ya que muchos olivaderos basan su fertilización en el nitrógeno, a pesar de que las mayores extracciones son de potasio.

Tabla 2. Balance de nutrientes del olivar ecológico y convencional

	N	P205	K20
Salidas ecológico	24	8	54
Entradas ecológico	83,41	15,30	97,17
Balance ecológico	59,41	7,30	43,17
Salidas convencional	21,8	7,10	49,7
Entradas convencional	62,1	35,00	37,6
Balance convencional	40,3	27,90	-12,1

El mayor aporte de nitrógeno en el ecológico se debe sobre todo al mayor uso de cubiertas vegetales leguminosas, estrategia que permitiría disminuir los aportes de estiércol y compost; o espaciarlas a un año sí otro no, para que no hubiera exceso de este elemento, que es el que corre peligro de lixiviación hacia las aguas subterráneas. También contribuiría a bajar los costes. Ya vimos que la eficacia para este elemento era menor en el ecológico. De cara a la integración de los resultados otorgamos un 0 al más desviado de las necesidades del olivar, y damos un valor proporcional al otro manejo, que será mayor conforme más se ajuste a las necesidades.

La suma de los valores correspondientes a cada nutriente estará entre 0 y 1, siendo el valor total la suma de las partes.

- **Balance de materia orgánica**

El porcentaje de necesidades cubiertas con los aportes de humus es muy bajo en el caso del convencional, que asciende a 6,26%. En el ecológico las aportaciones cubren el 51,3% de las necesidades.

El aumento de los aportes sin incrementar significativamente los costes de producción, ni el exceso de nutrientes, pasa por generalizar la incorporación de los restos de poda, previa trituración al suelo.

Esta maquinaria debería adquirirse de forma común, o por las cooperativas como un servicio más a los socios, para reducir su coste.

Equidad

- **Equidad con los trabajadores**

La olivicultura convencional da un mayor número de jornales generados a lo largo del año por hectárea, siendo este valor de 116,26 jornales/año. En la producción ecológica el valor obtenido es de 113,21 jornales al año. De cara a nuestra valoración de la sustentabilidad, la producción convencional recibiría un valor de 1, y la ecológica de 0,97.

- **Equidad en el intercambio entre el sector agrario y los demás sectores económicos**

En el mercado de Granada el precio medio del convencional se sitúa cara al consumidor en un 66,8% del precio ecológico.

Autonomía

El porcentaje de autonomía se ha calculado como energía de entrada con origen local entre la total que entra en el agroecosistema, multiplicada por cien. Vemos que la ecológica muestra un porcentaje de autonomía de 72,7%, frente a 10,4 % de la producción convencional. Estos valores en tanto por uno se trasladarán al eje del gráfico AMEBA.

Evaluación global de la sostenibilidad

La evaluación global de la sostenibilidad se efectuará en base a los resultados obtenidos. Para ello, hemos elaborado una tabla resumen (Tabla 3) de los indicadores más importantes elaborados, donde cada indicador recibe un valor del 0 al 1, según se recogió en la metodología. Dado que el mayor valor se corresponde con el mejor resultado alcanzado por los indicadores de cada atributo de la sostenibilidad: productividad, resiliencia, estabilidad, autonomía, y equidad; aquel que sume un mayor valor total, será el más sostenible.

La Tabla 3 muestra que el mejor resultado en Granada es el del olivar ecológico, con 7,257 puntos sobre 9 posibles, mientras que la producción convencional alcanza los 5,704 puntos. No obstante, aunque el olivar ecológico es más sostenible, este manejo puede mejorar, como hemos ido señalando en cada apartado, sobre todo en la planificación de la fertilización que actualmente llevan a cabo, generalizándose el uso de cubiertas vegetales leguminosas entre calles, y disminuyendo los aportes directos de enmiendas orgánicas. La producción convencional, por su parte, debe mejorar mucho el manejo del suelo, pues el continuo mantenimiento desnudo del mismo, con herbicidas y laboreo; y la no incorporación de materia orgánica, lo hacen muy sensible a la erosión y disminuyen su fertilidad natural. Por otro lado, el uso de plaguicidas (herbicidas, insecticidas...) permite una biodiversidad muy baja, con ausencia de fauna auxiliar útil en el control de las plagas del olivar.

Tabla 3. Evaluación de la sustentabilidad del manejo ecológico y convencional

INDICADOR	ECOLÓGICO		CONVENCIONAL		
	VALOR ABSOLUTO	PROPORCIÓN	VALOR ABSOLUTO	PROPORCIÓN	
Productividad	Productividad física	2573	1	2356	0,92
	Eficiencia energética	5,95	1	3,58	0,60
	Costes	1050,5	0,99	1037,3	1
	Eficiencia respecto del N	30,8	0,81	38,0	1
Resiliencia	Balance de materia orgánica		0,51		0,06
	Balance de nutrientes		0,25		0,35
Equidad	Precio aceite	7,3	1	5,1	0,67
	Generación de empleo	113,21	0,97	116,26	1
Autonomía		72,7%	0,727	10,4%	0,104
TOTAL			7,257		5,704

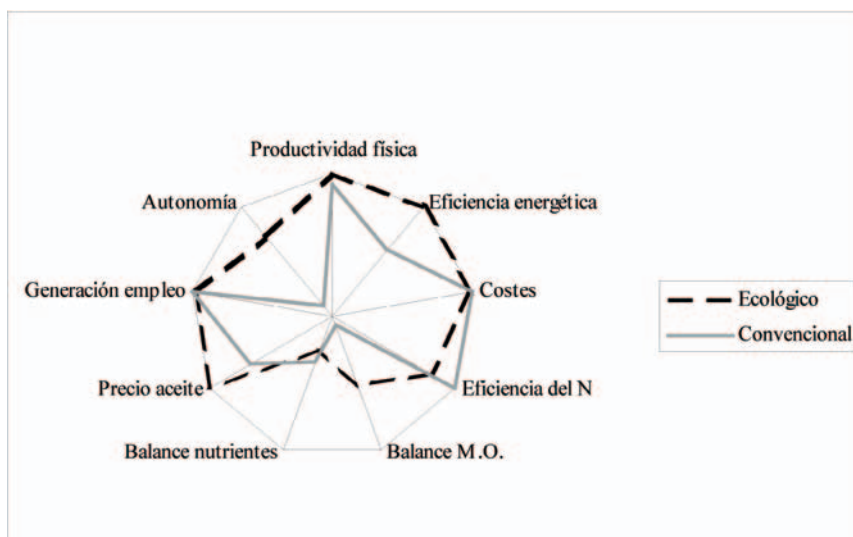


Figura 2. Gráfico AMEBA de integración de indicadores de sustentabilidad

En ambos casos, se desperdician recursos locales (alperujo, restos de poda, etc) que de esta manera se convierten en origen de contaminación medioambiental. La Figura 2 muestra gráficamente estos resultados. Puede observarse que la superficie que delimita la figura del ecológico presenta mayor superficie y está más centrada, lo que indica una mayor sustentabilidad. Lógicamente presenta los valores más bajos en aquellos aspectos de fertilización ya señalados. La producción convencional presenta más aspectos a mejorar y una menor superficie ocupada.

4 ► CONCLUSIONES

El presente estudio muestra la mayor sustentabilidad del olivar ecológico en la provincia de Granada, basada sobre todo en la mayor eficiencia y autonomía energética, el aporte de materia orgánica que realiza, y el mayor precio del aceite ecológico. Todo ello manteniendo, similar al convencional, la producción de aceituna por ha, y los costes de producción. Otros indicadores relativos a la presencia de biodiversidad o al control de la erosión estarían también a favor de la mayor sustentabilidad de la producción ecológica, por la presencia generalizada de cubiertas vegetales (Guzmán y Alonso, 2004). A pesar de ello, estos indicadores no se incluyeron en este artículo por no haber realizado medición directa de los mismos. El ajuste en la fertilización, sobre todo nitrogenada, se muestra como el reto de los productores ecológicos granadinos, tanto por su posible efecto sobre la contaminación de las aguas, como por la reducción de costes que podría ocasionar.

5 ► AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto de I+D “Análisis de la sustentabilidad del olivar ecológico en la provincia de Granada” (Exp. 92041), ha sido financiado por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa a través del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA).

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALONSO, S. Y SERRANO, A. 1992**

Los costes en los procesos de producción agraria: Metodología y Aplicaciones. ETS de Ingenieros Agrónomos de Madrid.

- **AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (A.S.A.E.) 1995**

Agricultural Engineerin Yearbook A.S.A.E.

- **CIVANTOS, L. Y OLID, M. 1985**

Los ramones de los olivos. En: Agricultura, pp: 978-979.

• **FERREIRA, J. Y RED COOPERATIVA EUROPEA DE INVESTIGACIÓN DEL OLIVO FAO-INIA 1986**

Los nutrientes N, P, K en la fertilización del olivar. En: Olea nº 17. Dic 1986.

• **GIL, J. A., COORD. 1992**

Conferencias. Gestión de la Mecanización Agraria en Córdoba. Universidad de Córdoba. Instituto de Ciencias de la Educación O.T.R.I.

• **GLIESSMAN, S. R. 2001**

La biodiversidad y estabilidad de los agroecosistemas En: La teoría y la práctica de la agricultura ecológica. CAAE. Sevilla.

• **GUERRERO, A. 1991**

Nueva Olivicultura. Ediciones Mundi-Prensa.

• **GUZMÁN, G. I.; SERRANO, C. Y ALONSO, A. M. 2002 A**

Evaluación de la productividad del olivar ecológico e integrado del municipio de Deifontes (Granada). En: Actas del V Congreso de la SEAE, Gijón. Tomo I, pp: 611-621.

• **GUZMÁN, G. I.; SERRANO, C. Y ALONSO, A. M. 2002 B**

Productividad del olivar ecológico y convencional del municipio de Colomera (Granada). En: Actas del V Congreso de la SEAE, Gijón. Tomo I, pp: 623-632.

• **GUZMÁN, G. I. Y ALONSO, A. M. 2004**

Caracterización estructural y tecnológica de la olivicultura ecológica en la provincia de Granada. En: VI Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Almería.

• **LORING 1989**

Costes agrarios en la provincia de Sevilla. Caja Provincial de Ahorros San Fernando de Sevilla. Sevilla.

• **URBANO, P. 1992**

Tratado de Fitotecnia General. Mundi-Prensa. Madrid.

• **URBANO, P. Y MORO, R. 1992**

Sistemas agrícolas con rotaciones y alternativas de cultivos. Mundi-Prensa. Madrid.

BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS Y JÓVENES AGRICULTORES EN LA PROVINCIA DE ALBACETE

LÓPEZ DONATE, JOSÉ ANTONIO⁽¹⁾; FERNÁNDEZ GARCÍA, JUAN⁽¹⁾; ZORNOZA MARTÍNEZ, ESPERANZA Y CUADRADO ORTÍZ, J.⁽²⁾

⁽¹⁾ Centro de Investigación Agroambiental de Albacete. Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Delegación de Agricultura, C/ Tesifonte Gallego, 1. 02071 Albacete
Telf.: 967 190201 / Fax: 967 215107
E-mail: jalopez@jccm.es

⁽²⁾ Centro de Investigación Agraria de Albaladejito
Consejería de Agricultura de la JCCM. Cuenca

RESUMEN

Durante los años 2001 a 2004 se han realizado una serie de encuestas entre jóvenes agricultores y ganaderos de la provincia de Albacete. Según la Ley 4/2004 de la Explotación Agraria y del Desarrollo Rural en Castilla-La Mancha se considera joven agricultor aquel comprendido entre los 18 y los 40 años. La encuesta estaba enfocada a conocer el grado de cumplimiento de las Buenas Prácticas Agrarias y la conservación del medio en las explotaciones de los encuestados. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que, aunque en general el grado de cumplimiento sobre las Buenas Prácticas Agrarias es adecuado, hay aspectos negativos sobre los que sería necesario incidir fundamentalmente en el aspecto formativo.

1 ► INTRODUCCIÓN

El cumplimiento de las Buenas Prácticas Agrarias habituales es una condición obligatoria para la concesión de determinado tipo de ayudas, entre las que se encuentran la Política Agraria Común (PAC), las indemnizaciones compensatorias en zonas desfavorecidas (con riesgo de despoblamiento y zonas de montaña) y las ayudas o medidas agroambientales (métodos de producción agraria compatibles con el medio ambiente). Todos ellos son objetivos comunitarios dispuestos en el Reglamento (CE) 1257/99 y desarrollados en el R.D. 3482/2000 y el R.D. 4/2001. Por otra parte la inminente reforma de la PAC propone nuevas medidas de condicionalidad ambiental en las explotaciones agropecuarias que reorientan los objetivos de la política agrícola cada vez más hacia los aspectos de conservación medioambiental por encima de los estrictamente productivistas.

Los objetivos y recomendaciones de las Buenas Prácticas Agrarias (B.P.As) se pueden estructurar en una serie de epígrafes que son los que se han seguido para la elaboración de las encuestas, a saber:

- Conservación del suelo
- Utilización óptima de la energía
- Utilización eficiente del agua
- Conservación de la biodiversidad
- Utilización racional de fertilizantes
- Utilización racional de fitosanitarios
- Reducción de la contaminación de origen agrario
- Sanidad Animal y carga ganadera.

El fin primordial de estas encuestas ha sido conocer el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos por las Buenas Prácticas Agrarias entre los agricultores jóvenes de las distintas comarcas agrarias de la provincia de Albacete de tal forma que se pueda incidir desde el terreno formativo en aquellos aspectos que pudieran necesitarlo.

En este artículo se presentan parte de los resultados obtenidos.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Entre el periodo comprendido durante enero de 2001 a mayo de 2004 se han realizado 195 encuestas a agricultores con una edad comprendida entre los 18 y los 40 años. Esta muestra abarca la amplia mayoría de los agricultores que, dentro de este margen de edad, se van a incorporar a la agricultura en la provincia de Albacete, si bien por las especiales características sociales de la actividad agraria, prácticamente todos ellos disponían ya de

una explotación familiar en la que trabajan o la conocen de manera directa. La media de edad de los encuestados ha sido de 30,12 años con una desviación de $\pm 7,64$ años; un 80,32% eran hombres frente a un 19,68% de mujeres.

La ficha técnica de la encuesta está reflejada en las siguientes figuras:

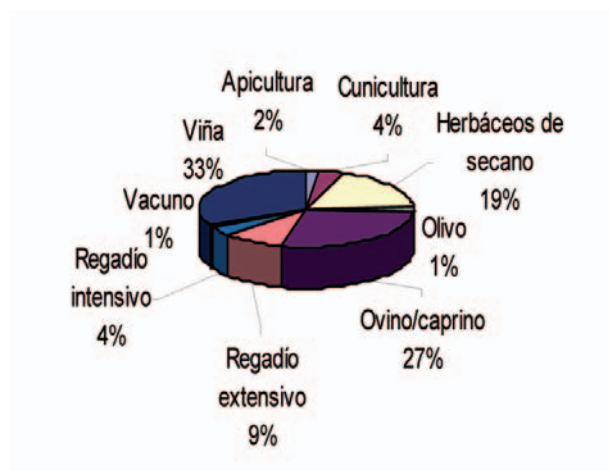


Figura 1. Porcentaje de encuestados según su orientación productiva.

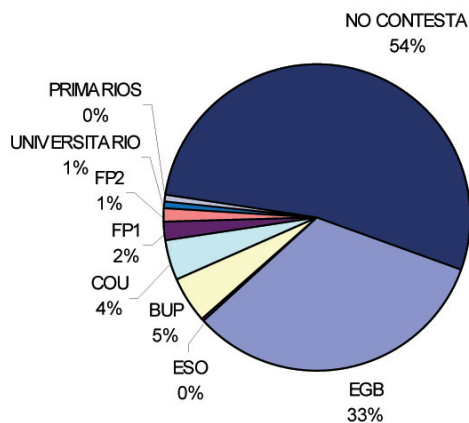


Figura 2. Porcentaje de encuestados según su nivel de estudios.

Se exponen los resultados globales sin distinguir entre las distintas comarcas agrarias de la provincia de Albacete.

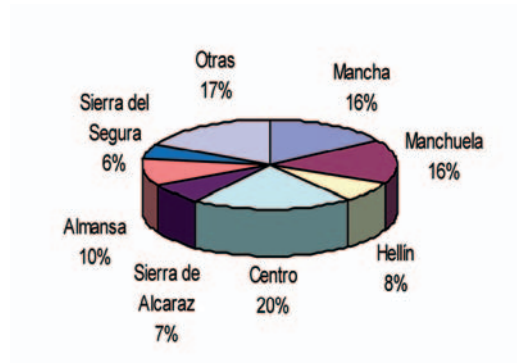


Figura 3. % de encuestados según su procedencia de sus explotaciones en las comarcas agrarias de Albacete.

Las encuestas eran anónimas y estaban coordinadas por dos técnicos de la Delegación de Agricultura de Albacete. Previamente al inicio del proceso se daba una pequeña charla explicativa sobre el sentido de la encuesta y los beneficios que los resultados podrían aportar, incidiendo asimismo en el carácter anónimo. Las posibles dudas en la interpretación de las preguntas del estadillo de la encuesta eran explicadas de manera que no interfiriese en las posibles respuestas.

3 ▶ RESULTADOS

• Conservación del suelo

La gran mayoría de los encuestados realiza un laboreo tradicional y lo cuando el terreno está en pendiente lo hace según las curvas de nivel, sólo un pequeño porcentaje realiza labores de otro tipo, principalmente los que tienen explotaciones ubicados en las zonas de montaña.

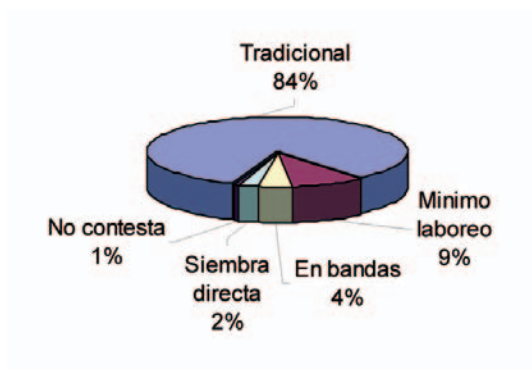


Figura 4. ¿Qué laboreo realiza normalmente?.

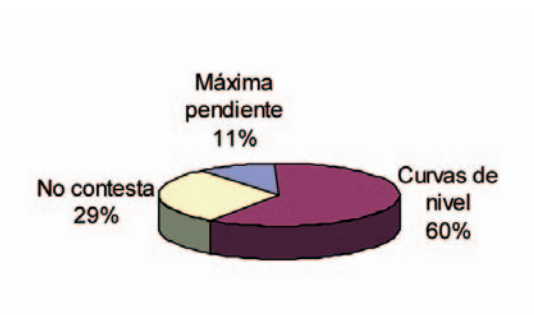


Figura 5. ¿En qué dirección labra si su terreno está en pendiente?.

- **Utilización óptima de la energía**

Las comarcas que porcentualmente menos han pasado la ITV de la maquinaria agrícola son las de zonas de montaña. Por otro lado el parque de maquinaria más nuevo se corresponde con las zonas de regadío.

- **Utilización eficiente del agua**

Mayoritariamente el mantenimiento de las instalaciones de riego se realiza al principio de la campaña, destacando también el que más de un cuarto de los agricultores sólo revisan la instalación en caso de rotura.

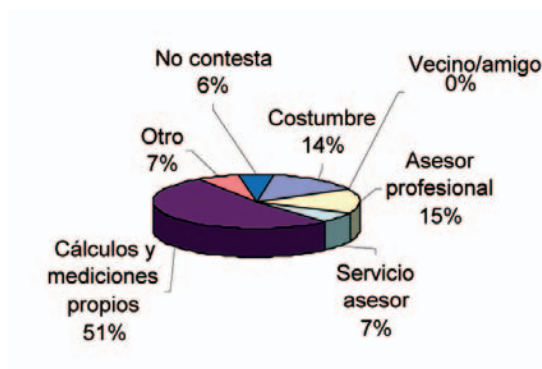


Figura 6. ¿Cuándo realiza el mantenimiento de las instalaciones de riego?.

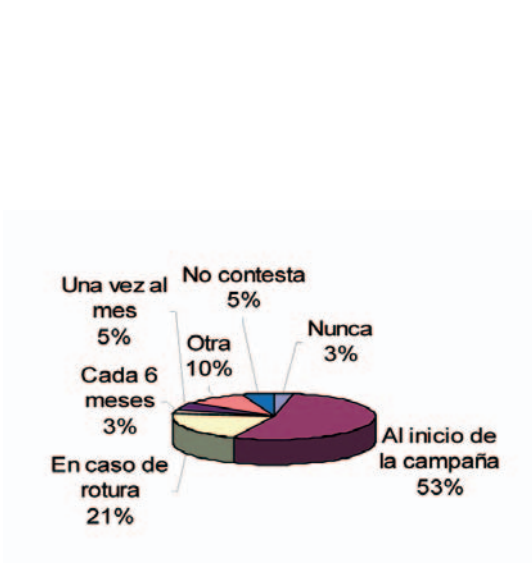


Figura 7. ¿Qué criterios sigue a la hora de realizar los riegos en su explotación?.

En cuanto a los criterios seguidos en la planificación de los riegos cerca de dos tercios de los agricultores no se asesoran, frente a un 22% que si recaba la opinión de un experto.

- **Conservación de la biodiversidad**

En este apartado es de destacar que la gran mayoría de los agricultores encuestados (el 80%) declara no quemar los rastrojos de la cosecha. La mitad de los agricultores suele llevar a cabo la práctica de enterrar los rastrojos frente a la otra mitad que no lo hace.

- **Utilización racional de fitosanitarios**

La parte de agricultores que se asesora a la hora de hacer tratamientos fitosanitarios apenas sobrepasa un tercio respecto al resto. Destaca el alto porcentaje de los agricultores que no contestan tanto a la pregunta del criterio seguido en la realización de los tratamientos como al uso que hacen con el caldo sobrante.

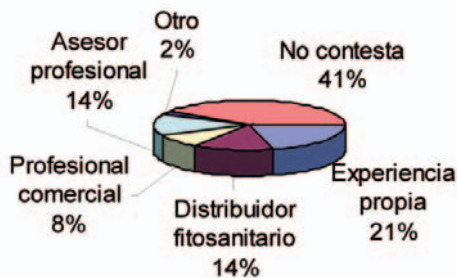


Figura 8. ¿Qué criterio sigue para realizar un tratamiento?.

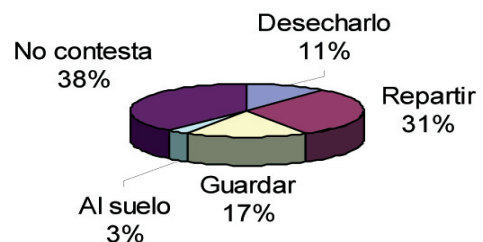


Figura 9. ¿Qué hace con el caldo sobrante tras el tratamiento?.

- **Utilización racional de fertilizantes**

A la hora de realizar los tratamientos de fertilización un porcentaje que ronda los dos tercios de los agricultores no se ve en la necesidad de acudir a consejos externos planificando la fertilización en base a su criterio o la costumbre del lugar. El desconocimiento sobre el modo de aplicación de los abonos nitrogenados en época de lluvias también es un hecho patente ya que prácticamente la mitad no contesta y mas de un cuarto lo hace de manera incorrecta.



Figura 10. ¿Cómo planifica la fertilización (época y dosis)?.

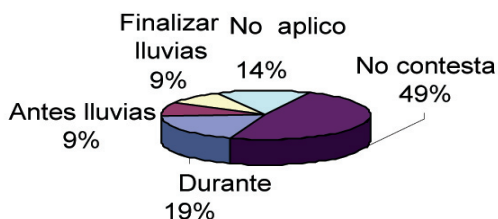


Figura 11. ¿Cómo aplica o aplicaría abonos nitrogenados en época de lluvias?.

- Reducción de la contaminación de origen agrario



Figura 12. Si lo tiene, ¿sobre qué superficie se encuentra el estercolero en su explotación?.

Prácticamente un 70% de los encuestados recoge del terreno los plásticos y otros residuos derivados de los tratamientos; un 18% dice quemarlos y el resto los trocea y esparce por el terreno de la explotación. Los dos tercios de los encuestados que tienen estercolero lo tienen instalado directamente sobre el terreno desnudo y un escaso porcentaje tiene sistemas de protección contra los lixiviados.

- Sanidad animal y carga ganadera

En las encuestas a ganaderos se ha puesto de manifiesto que la gran mayoría conoce

las campañas oficiales de saneamiento y de la normativa sobre alimentos prohibidos y anabolizantes, aunque en esta última pregunta el desconocimiento llega a ser importante (21%).

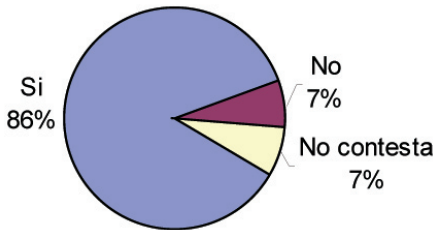


Figura 13. ¿Tiene conocimiento sobre las campañas oficiales de saneamiento?.

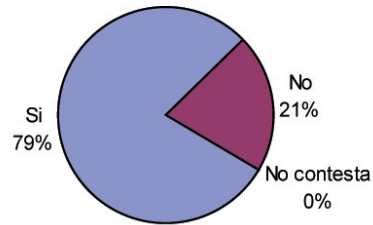


Figura 14. ¿Tiene conocimiento de las normas de alimentos prohibidos y de anabolizantes?.

4 ▶ CONCLUSIONES

A la vista de los resultados expuestos, se observa como poco a poco las medidas de buenas prácticas agrícolas van calando en los sistemas de trabajo del agricultor. Sin embargo aún hay determinados aspectos como son la aplicación de productos fitosanitarios o de fertilizantes en los que de manera clara prevalece la costumbre del lugar o el propio criterio del agricultor frente al consejo técnico. En el apartado de instalaciones destaca la deficiente construcción de los estercoleros asentándolos mayoritariamente sobre el terreno desnudo. Es necesario resaltar, por la importancia sanitaria que tiene, el que un porcentaje considerable de los ganaderos dice desconocer las normas sobre alimentos prohibidos y anabolizantes.

La conclusión a todo esto no es otra que la necesidad de seguir incidiendo en las campañas de información y en los aspectos formativos a los agricultores para que cada vez mas la compatibilización entre las prácticas agrícolas y la conservación del medioambiente sea mejor.

LA AGRICULTURA ECOLÓGICA DESDE EL PROPIO SECTOR

Opinión de los productores y empresarios cordobeses

LÓPEZ TOLEDANO, M. T.; GONZÁLEZ ARENAS, J. Y MÉNDEZ RODRÍGUEZ, M. A.⁽¹⁾

Dpto. de Economía y Sociología Agrarias. CIFA Alameda del Obispo. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía. Avda. Menéndez Pidal, s/n. 14004 Córdoba
E-mail: myt_lt@terra.es / jose.gonzalez.arenas@juntadeandalucia.es

⁽¹⁾ Ingeniero Agrónomo, Master en Olivicultura y Elaiotecnia

RESUMEN

En un momento en el que políticos, técnicos y expertos analizan la situación y las perspectivas de la Agricultura Ecológica en Andalucía, se les proporcionó a los operadores (productores-empresarios) la oportunidad de evaluar dicho análisis desde su propia experiencia.

Se expone aquí una metodología adaptada desde la investigación participativa a las características formales de la estructura de investigación del sector, y se inicia su aplicación en la provincia de Córdoba, primera provincia andaluza tanto en extensión como en producción de alimentos ecológicos.

Los operadores, más de 300 productores y empresarios ecológicos cordobeses, han contestado voluntariamente para evaluar las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades que expertos de distintas disciplinas han detectado, pudiendo así casi el 35% del censo lograr exponer sus propias aportaciones que permita potenciar el desarrollo de la Agricultura Ecológica desde la producción hasta el consumo.

1 ► INTRODUCCIÓN

En la realización de cualquier análisis y estudio de un sector productivo, tan importante como los datos y cifras económicas es evaluar las características sociológicas inherentes a cualquier actividad humana. En un momento en que políticos, técnicos y expertos analizaban la situación y las perspectivas de la Agricultura Ecológica en Andalucía, se les proporcionó a los operadores cordobeses la oportunidad de participar activamente en dicho análisis, evaluando y opinando, desde su propia experiencia y protagonismo, los resultados preliminares obtenidos en un análisis de la situación elaborado por un panel de expertos y las estrategias de desarrollo propuestas.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

El objetivo que se pretende con este trabajo es la evaluación, por los operadores ecológicos cordobeses, del análisis preliminar del sector de la Agricultura Ecológica en esta provincia, elaborado previamente por un panel de expertos. El panel de expertos fue seleccionado por sus conocimientos en materia de investigación, producción y comercialización agroganadera, tanto ecológica como convencional. Se encontraban representados productores, elaboradores, consumidores, la empresa pública y privada, así como investigadores de la Universidad y otros centros de investigación, la mayor parte de los cuales centran su ámbito de actuación en la provincia de Córdoba.

En las sesiones de trabajo se siguió una metodología participativa en la que, partiendo de los datos de situación y evolución de la producción ecológica en Andalucía, España y Europa, los expertos detectaron una serie de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades de la producción ecológica cordobesa. En base a la opinión de los expertos, se elaboró una encuesta para que los productores y elaboradores ecológicos de la provincia de Córdoba contrastaran los resultados obtenidos por el panel de expertos. Para identificar los puntos débiles y fuertes que perciben los agricultores en la producción ecológica, así como las principales ventajas y problemas a los que se enfrentan y que perciben que puedan desarrollarse en el futuro, se recurrió al sistema de preguntas semicerradas en las que se permiten valorar, mediante una puntuación de 1 a 10, las dificultades, amenazas, fortalezas y oportunidades detectadas, así como las estrategias de desarrollo propuestas por los expertos.

La encuesta se envió a aquellos operadores (productores y elaboradores) inscritos y en activo en agosto de 2000 en el Comité Andaluz de Agricultura Ecológica, cuya explotación se encontrase situada en la provincia de Córdoba (893). El cuestionario se diseñó cuidadosamente (número de páginas, orden de las preguntas, redacción de las mismas) para facilitar su contestación y evitar elevadas tasas de abstención, remitiéndose un sobre ya franqueado y a una carta de presentación en la que se explicaba al productor el motivo de la encuesta y se solicitaba su colaboración.

El envío de una carta de recordatorio semanas más tarde, permitió conseguir una elevada tasa de participación, considerando el carácter voluntario de la encuesta, cercana al 34,70% del censo, superior a los obtenidos en trabajos similares -cuestionarios anónimos enviados por correo y sin incentivos económicos- (23% en Brugarolas Mollá-Bauza, 1998; 13,5% en Vargas y Román, 1996 y el 20,91% en Leiva et al, 1996) y equiparable al obtenido por González-Arenas en 2000.

3 ► RESULTADOS

Contraste del análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades) realizado en las mesas de expertos. Para analizar la perspectiva y concepción que los propios agricultores tienen sobre la situación de la agricultura ecológica se les ha proporcionado en la encuesta el conjunto de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades detectadas en las mesas de expertos, para que sean evaluadas mediante una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor máximo.

Debilidades

En cuadro 1 se muestra la valoración media realizada por los productores para cada una de las debilidades de la producción ecológica detectadas en las mesas de expertos, así como el número de productores que han considerado la debilidad en cuestión. Para facilitar la comprensión, en la encuesta se modificó el enunciado estableciendo las debilidades como dificultades observadas. La inclusión de la desviación estándar nos permite conocer la dispersión de las puntuaciones que se le ha asignado a cada propuesta.

La valoración de las posibles debilidades muestra la diversidad en las respuestas esperada, ya que no todos los productores se enfrentan a las mismas dificultades. Sin embargo, se puede observar un nutrido grupo de propuestas que han sido tenidas en cuenta por más del 40% de los productores encuestados, coincidiendo con unas valoraciones medias muy altas.

Dentro de este grupo cabe destacar los “mayores costes de producción” como la principal debilidad detectada y valorada por el 55,5% de los productores. Otras debilidades con puntuaciones superiores a 7 hacen referencia a la dificultad de iniciarse en la producción ecológica debido a la “falta de experiencia personal” y la “falta de asesoramiento”, así como los “mayores costes de inversión”. Pero son más destacadas la “caída de la producción” y la “dificultad para obtener las materias primas permitidas”. Si tenemos en cuenta que, según la caracterización de los productores realizada previamente, la mayoría de los productores ecológicos proceden de la producción convencional, podría inferirse que las principales dificultades observadas se deben a la tendencia de estos de realizar una producción ecológica con sustitución de “inputs”.

Dificultades observadas en la producción ecológica

Cuadro 1. Valoración por los productores ecológicos de las debilidades de la producción ecológica detectadas en las mesas de expertos

	VALORACIÓN MEDIA (SOBRE 10)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	PRODUCTORES QUE CONSIDERAN LA DIFICULTAD	NÚMERO % TOTAL DE RESPUESTA
Mayores costes de producción	8,2	2,62	172	55,5
Dificultad para obtener materias primas permitidas	7,5	2,64	140	45,2
Caída de producción	7,2	2,81	135	43,5
Falta de experiencia personal	7,1	3,13	133	42,9
Mayores costes de inversión	7,0	2,91	102	32,9
Falta de asesoramiento	7,0	3,07	121	39,0
Mayor complejidad en el manejo de la explotación	6,9	2,82	138	44,5
Falta de conciencia social	6,8	2,95	112	36,1
Aumento de plagas y malezas	6,6	3,05	135	43,5
Rigidez de la normativa	6,5	3,03	123	39,7
Falta de organización del sector	6,4	3,13	113	36,5
Difícil control de enfermedades	6,2	2,98	126	40,6
Falta de tecnología adecuada y adaptada	6,0	2,67	103	33,2
Menores ingresos	6,0	3,15	94	30,3
Dificultad de comercialización	5,8	3,31	88	28,4
Vacunación del ganado	4,5	3,14	33	10,6
Conflictos con otras personas	3,8	3,34	60	19,4
No acceso a créditos	3,8	3,09	51	16,5
Otros	9,5	1,58	26	8,4

Destaca, como es lógico, que la máxima puntuación la tenga el apartado “otros” en el que los productores han realizado sus propias aportaciones. Podemos reseñar como más

relevantes, entre otras, la “excesiva burocracia en la inscripción y certificación” o “las subvenciones que no llegan”, lo cual supone un perjuicio en aquellas explotaciones donde se produce un “incremento de costes por la necesidad de una mayor mano de obra especializada”. También se indica la “dificultad de controlar las malezas” y se reclama información clara de los “inputs” prohibidos y permitidos. Un 24% de los productores han indicado que “no encuentran dificultades” o que “la problemática de asesoramiento y comercialización se las resuelve su cooperativa”.

Amenazas

En el cuadro 2 se muestra la valoración que los productores realizan de las amenazas detectadas en las mesas de expertos. Para cada una de las amenazas se muestra la valoración media y su desviación estándar, así como el número de productores que la ha considerado.

En la valoración de las amenazas nos encontramos con una mayor concentración de respuestas en torno a dos grupos. Por una parte, valorada por más del 64% de productores y con una puntuación media superior a 8, se encuentran las tres primeras razones que se refieren directamente a la rentabilidad de la producción, reseñado tanto en las ayudas a la producción (subvenciones) como en la comercialización y precio del producto, aunque las dificultades para la exportación quedan bastante separadas de este grupo.

Las cuestiones técnicas (asesoramiento, materias primas, aplicaciones técnicas, presencia de residuos) forman el segundo grupo, con valores próximos al 6 y refrendados por más del 40% de los productores, aunque se encuentra encabezado por el temor a un endurecimiento de la normativa (7,3), cuestión que preocupa al 58% de los productores. Solamente un 5,8% de las encuestas apuntan amenazas adicionales, del tipo “existencia de fraudes impunes”, “comercialización de productos en canales no ecológicos”, “falta de rentabilidad” ó “reducir los ingresos por descenso de los precios”.

Amenazas para la producción ecológica

Cuadro 2. Valoración por los productores ecológicos de las amenazas detectadas en las mesas de expertos

	VALORACIÓN MEDIA (SOBRE 10)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	PRODUCTORES QUE CONSIDERAN LA AMENAZA	NÚMERO % TOTAL DE RESPUESTA
Bajada de precios	8,8	2,00	225	72,6
Retirada de subvenciones	8,4	2,16	218	70,3

Dificultades en la venta de producto	8,0	2,33	199	64,2
Endurecimiento de la normativa	7,3	2,49	181	58,4
Falta de apoyo y asesoramiento técnico	6,8	2,68	162	52,3
Dificultad para la exportación	6,5	3,03	138	44,5
Dificultad para obtener materias primas permitidas	6,5	2,83	163	52,6
Dificultades en las aplicaciones técnicas	5,8	2,82	133	42,9
No poder garantizar la ausencia de residuos	5,7	3,25	124	40,0
Exceso de competencia	5,1	3,03	111	35,8
Conflictos con vecinos	3,6	3,08	95	30,6
Otros	10,0	0,00	18	5,8

Beneficios observados en la producción ecológica

En este apartado, sin embargo, aparecen algunas propuestas con puntuaciones y respaldos muy bajos (menos de 6 puntos, y con participación menor al 30%). Son aquellas en las que se hace referencia a menores gastos en “inputs” (menores problemas de plagas, enfermedades o malezas), o a la obtención de una mayor producción y una mayor seguridad económica.

Estas propuestas se incorporaron porque según la opinión de los expertos consultados, un sistema de producción ecológica con el tiempo tiende hacia un equilibrio en el cual disminuye la dependencia de “inputs” externos, tanto agronómicos como económicos.

La baja tasa de respuesta podría indicar lo contrario, pero hay que tener en cuenta que nos encontramos con que una mayoría de los productores (el 94% de los encuestados) lleva menos de 5 años en producción ecológica, por lo que es razonable pensar que todavía no han llegado a esa armonía señalada, o que las condiciones del entorno hacen más difícil el lograrlo.

Dentro de las aportaciones realizadas por los productores se observa la misma tendencia. Por una parte se observan fortalezas de índole económico (los ingresos compensan los gastos, se accede a subvenciones, se genera mano de obra), y por otro lado, razones más subjetivas o de concienciación medioambiental (se evita o disminuye la erosión, se respeta el entorno natural, se obtiene un producto de más calidad, mejora la “educación” profesional de los productores y la autoestima de los mismos).

Cuadro 3. Valoración por los productores ecológicos de las fortalezas de la producción ecológica detectadas en las mesas de expertos

	VALORACIÓN MEDIA (SOBRE 10)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	PRODUCTORES QUE CONSIDERAN EL BENEFICIO	NÚMERO % TOTAL DE RESPUESTA
Mayores ingresos	8,2	2,44	215	69,4
Mejora de la vida silvestre y del medio	8,1	2,16	218	70,3
Venta asegurada	8,1	2,46	199	64,2
Satisfacción personal	7,9	2,36	231	74,5
Mejora de la salud personal	7,6	2,67	169	54,5
Mayor fertilidad del suelo	7,1	2,70	161	51,9
Mejor salud del ganado	6,7	2,77	98	31,6
Menores problemas de enfermedades	6,5	3,02	121	39,0
Reconocimiento social	6,0	2,86	120	38,7
Menor costo de producción	6,0	3,18	120	38,7
Menores problemas de plagas	5,4	2,96	98	31,6
Menor gasto en medicamentos	5,2	3,16	69	22,3
Menor dependencia de créditos	4,2	3,05	71	22,9
Mayor producción	4,2	3,23	82	26,5
Menores problemas de malezas	4,1	2,90	88	28,4
Otros	8,8	2,70	10	3,2

Fortalezas

Para cada una de las fortalezas identificadas en las mesas de expertos se muestra la valoración media realizada por los productores, con su desviación estándar para medir la dispersión de las puntuaciones asignadas, así como el número de productores que valoran la fortaleza en cuestión (cuadro 3).

Para facilitar la comprensión, de nuevo se modificó el enunciado estableciendo como fortalezas los beneficios observados.

En la valoración realizada, el principal beneficio observado es una razón crematística, la obtención de mayores ingresos, que obtiene una puntuación media de 8,2 respaldada por el 69,4% de los productores. No obstante, merece la pena destacarse que entre los principales beneficios se encuentran no sólo razones de tipo económico, sino también otras más subjetivas como la satisfacción personal (la 4ª razón en valoración (7,9), y la que aparece en mayor número de encuestas (74,5%)), o la mejora de la propia salud, destacándose como la segunda razón en importancia la mejora del medio y de la vida silvestre, con una puntuación de 8,1 respaldada por el 70,3% de las encuestas.

Oportunidades

Por último, dentro del contraste del análisis preliminar del sector realizado en las mesas de expertos, se considera la valoración de las oportunidades potenciales del sector, empleando la misma metodología descrita en los tres apartados anteriores (cuadro 4).

Las oportunidades planteadas en las mesas de expertos han obtenido puntuaciones muy altas en todos los casos (de 7,5 a 8,8), estando valoradas todas ellas por más de la mitad de los productores encuestados. Llama la atención que la peor valorada y menos refrendada (y aún así obtiene un 7,5 con el 56,5% de respuesta) sea aquella que refleja los problemas de escándalos sanitarios específicos del momento de realización de la encuesta. Estos resultados indican que los productores ecológicos encuestados consideran mucho más eficiente consolidar la producción y el consumo mediante la formación y la información a los productores y consumidores de las ventajas y beneficios de la producción ecológica, que aprovechar los puntuales problemas que se generen en la agricultura convencional.

Oportunidades para fortalecer la producción ecológica

Cuadro 4. Valoración por los productores ecológicos encuestados de las oportunidades de la producción ecológica detectadas en las mesas de expertos

	VALORACIÓN MEDIA (SOBRE 10)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	PRODUCTORES QUE CONSIDERAN EL BENEFICIO	NÚMERO % TOTAL DE RESPUESTA
Recaltar los beneficios de la AE en el medio y considerarlos en la aplicación de las ayudas agroambientales (control de la erosión, mantenimiento de la biodiversidad, conservación del paisaje, etc.)	8,8	1,58	245	79,0

Reorganizar todo el sector agrario para afianzarse como primera potencia europea de producción aprovechando el potencial productor	8,7	1,78	219	70,6
Recuperación de conocimientos tradicionales y variedades locales para su aplicación en la producción ecológica	8,2	1,76	209	67,4
Facilitar la investigación y el traspaso de tecnología desde las instituciones públicas y privadas hasta los productores	8,0	1,82	196	63,2
Diseñar una nueva política agraria integradora de todos los sectores de producción, evitando caer en los aspectos indeseados de la agricultura convencional	7,8	1,91	176	56,8
Consolidar las funciones certificadoras del CAAE, constituyendo una organización de asesoría y formación independiente	7,6	2,09	180	58,1
Aprovechar los escándalos sanitarios para fortalecer la posición del sector en el mercado de consumo	7,5	2,71	175	56,5
Otros	9,0	2,16	25	8,1

Bajo el epígrafe “otros” se encuentran diferentes aportaciones de los productores, entre las que destacan “se generan alimentos de alta calidad certificados desde su origen”, “cumple sobradamente la tendencia de los consumidores al respeto medioambiental”, “se puede “vender” que calidad es salud”, “son productos que se pueden comercializar tanto en los canales convencionales como en específicos”, “en una misma finca se pueden diversificar los usos (cierre del ciclo agroganadero, farmacia y cosmética, ocio...)”, o la “potencialidad para posicionarse ventajosamente en los mercados internacionales”.

Contraste de las estrategias para el desarrollo y potenciación de la Agricultura Ecológica planteadas en las mesas de expertos

El panel de expertos en agricultura y ganadería ecológica expuso una serie de estrategias para el desarrollo de la producción ecológica en la provincia de Córdoba. Estas estrategias también han sido planteadas a los productores ecológicos para que puedan expresar su

opinión y valorarlas como más o menos adecuadas para el desarrollo de la producción ecológica. Para ello se siguió el mismo esquema planteado para el contraste del análisis DAFO, que se ha utilizado en los apartados anteriores.

Los resultados de la valoración de las estrategias de desarrollo por parte de los productores ecológicos se muestran en cuadro 5. Se muestran valores muy cercanos para las cinco primeras estrategias, que están relacionadas con la potenciación del consumo (medidas 1, 3 y 4), la mejora de la comercialización (medida 2), y el incremento de las subvenciones existentes (medida 5).

Cabe destacar asimismo el elevado número de productores que han considerado como estrategias de desarrollo las seis primeras medidas, superando en todas ellas las dos terceras partes de los productores ecológicos encuestados. Sin embargo, aquella medida que “flexibilizaría” la norma y la haría menos estricta, ha conseguido el mínimo apoyo y la mínima puntuación.

Estrategias propuestas para el desarrollo de la producción ecológica

Cuadro 5. Valoración por los productores ecológicos encuestados de las estrategias para el desarrollo de la producción ecológica planteadas en las mesas de expertos

	VALORACIÓN MEDIA (SOBRE 10)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	PRODUCTORES QUE CONSIDERAN EL BENEFICIO	NÚMERO % TOTAL DE RESPUESTA
Potenciar el consumo en la población	8,3	1,95	242	78,1
Potenciar las ayudas a la comercialización	8,0	2,30	220	71,0
Campañas genéricas de promoción de alimentos ecológicos	7,9	2,21	246	79,4
Promoción en medios de comunicación junto a noticias de sanidad	7,9	2,54	215	69,4
Poder obtener mayores subvenciones	7,9	2,49	228	73,5
Uso de alimentos eco. en instituciones públicas (p.e. colegios)	7,3	2,52	221	71,3

Convenios de venta asegurada en comercios minoristas	7,0	2,56	194	62,6
Control de precios	6,7	2,75	167	53,9
Tener más asesoramiento técnico	6,3	3,05	190	61,3
Hacer más flexible la norma	5,8	3,53	164	52,9
Otros	9,7	1,07	14	4,5

Se refrenda así la elección de estrategias realizadas en las mesas de expertos, acordes con el análisis DAFO. Algunos comentarios y aportaciones delimitan las estrategias propuestas: los productores son conscientes de la necesidad de llevar a cabo todas las estrategias que potencien la demanda de productos ecológicos con el fin de desarrollar una red de comercialización que asegure la rentabilidad y haga asequible a su vez los productos ecológicos al consumidor.

Para ello, lo más repetido es la necesidad de concienciar al consumidor de que la producción ecológica permite proveer de alimentos sanos, de gran calidad y producidos con una gestión de los recursos respetuosa con el medio ambiente que permite evitar los problemas excedentarios. El consumidor debe estar informado de que los productos ecológicos están certificados desde su origen por unos controles de calidad independientes.

4 ► CONCLUSIONES

Las opiniones de los operadores ecológicos cordobeses respecto a la situación detectada por los expertos y las estrategias diseñadas por los mismos, se pone de manifiesto en las valoraciones que realizan.

Como era de esperar, no todos los productores se enfrentan a las mismas dificultades, por lo que las debilidades muestran una esperada diversidad de respuestas y valoración. Sin embargo, se puede observar un nutrido grupo de propuestas que han sido tenidas en cuenta por más del 40% de los productores encuestados, con unas valoraciones medias muy altas y que se corresponden con unos mayores costes o las dificultades de iniciarse en producción ecológica (caída producción, falta de experiencia y asesoramiento, costes de inversión, mayor complejidad del manejo, etc.).

En las amenazas se encuentran dos grupos que concentran las respuestas. Por una parte en lo que se refiere a la rentabilidad de la producción (ayudas, comercialización y precio) y por otra parte aquellas que se refieren a cuestiones técnicas (asesoramiento, materias primas, aplicaciones técnicas, presencia de residuos).

Entre las principales razones alegadas como fortalezas se encuentran no sólo aquellas de índole económica (ingresos, ventas aseguradas), sino también razones medioambientales y subjetivas (de hecho, la satisfacción personal es la respaldada por el mayor número de respuestas). Todas las oportunidades planteadas han tenido puntuaciones muy altas, aunque con desigual respaldo. La peor ha sido la que refleja los escándalos sanitarios vigentes en el momento de realización de la encuesta. Para los productores ecológicos es mucho más eficiente la consolidación de la producción y el consumo mediante la información y formación a la sociedad de las características de los productos ecológicos que aprovechar los problemas puntuales que se puedan generar en la agricultura convencional.

Respecto a las estrategias evaluadas por los productores en la encuesta, las cinco primeras muestran valores muy cercanos, estando relacionadas con la potenciación del consumo, la mejora de la comercialización y el incremento de las ayudas.

En general, se puede apreciar cómo las estudios preliminares realizados por las mesas de expertos coinciden en gran medida con las opiniones de los productores, quienes, de forma reiterada, agradecen en sus respuestas la oportunidad que se les ha dado de expresar su opinión sobre el presente y futuro del sector de la agricultura ecológica.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Gracias a todos los que han colaborado en la realización de este trabajo, nuestros compañeros y especialmente a los productores que amablemente contestaron la encuesta.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **BRUGAROLAS MOLLÁ - BAUZA, M. 1998**

Actitudes de los consumidores valencianos hacia los productos ecológicos. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

- **GONZALEZ - ARENAS, J., 2000**

La caza en Córdoba. Caracterización ambiental, económica y social de su gestión y desarrollo. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

- **LEIVA, A.; PAREJA, G.; PULIDO, R. Y GONZÁLEZ - ARENAS, J. 1996**

Análisis socioeconómico y ambiental de la caza menor en la zona norte de la provincia de Córdoba y su contribución al desarrollo rural. Informe final del Proyecto. Programa de Concertación Agraria I+D. Córdoba, 215 pp. (Documento inédito)

- **VARGAS, J. M. Y ROMÁN, A. 1996**

Panorámica de la caza menor en Andalucía. En: La caza en Andalucía y su problemática. II Congreso de la Caza en Andalucía. Federación Andaluza de Caza. Archidona (Málaga), p 3-19.

EVALUACIÓN HOLÍSTICA DEL OLIVAR ECOLÓGICO FRENTE AL CONVENCIONAL E INTEGRADO EN ANDALUCÍA

Nuevos enfoques metodológicos para su valoración

PARRA LÓPEZ, CARLOS⁽¹⁾ (*); CALATRAVA REQUENA, JAVIER⁽¹⁾ Y DE HARO GIMÉNEZ, TOMÁS⁽²⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Economía y Sociología Agrarias. Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agrarias de la Junta de Andalucía. Granada

⁽²⁾ Dpto. de Economía Agraria. Universidad de Córdoba

RESUMEN

La Economía Ecológica supone, ante todo, un nuevo enfoque epistemológico en la resolución de problemas en los que está implicado el medio ambiente. Según algunos autores, el desarrollo de esta disciplina se debería impregnar de la filosofía y los principios de la Ciencia Post-Normal.

En el seno de la Economía Ecológica viene adquiriendo un importante desarrollo la aplicación de técnicas propias de la Teoría de la Decisión Multicriterio (TDM). Dentro de estas técnicas de decisión multicriterio, el AHP (Analytic Hierarchy Process) se está empezando a utilizar en las decisiones ambientales. La aplicación de estas metodologías según el enfoque de la racionalidad procedimental está en plena concordancia con los principios de la Ciencia Post-Normal y supone un importante avance en la dotación de nuevas herramientas analíticas a la Economía Ecológica.

En el presente trabajo se propone una metodología para, desde la perspectiva de la racionalidad procedimental, tratar de mejorar la toma de decisiones mediante AHP en problemas con diferentes grupos de agentes implicados en el proceso de decisión. La metodología sugerida será aplicada a la evaluación multifuncional de las formas de producción convencional, ecológica e integrada en el olivar de Andalucía, lo que permitirá comparar estos tres sistemas agrarios desde un punto de vista holístico.

PALABRAS CLAVE: OLIVAR, EVALUACIÓN DE SISTEMAS AGRARIOS, AHP Y TOMA DE DECISIONES EN GRUPO

1 ► INTRODUCCIÓN

La Economía Ecológica supone frente a la Economía Ambiental, ante todo, un nuevo enfoque epistemológico, en plena gestación, en la resolución de problemas ambientales. En este sentido, según Funtowicz y Ravetz (1994), el desarrollo de la Economía Ecológica se debe impregnar de la filosofía de la *Ciencia Post-Normal*.

En el seno de la Economía Ecológica, un enfoque que está adquiriendo un desarrollo importante es el inspirado en la Teoría de la Decisión Multicriterio. Dentro de estas técnicas de decisión multicriterio, el AHP (Analytic Hierarchy Process) (Saaty, 1977 y 1980) se está empezando a utilizar en la selección ambiental. La aplicación de estas metodologías según el enfoque de la *racionalidad procedimental* (Moreno Jiménez, 1997), estimamos que está en plena concordancia con los principios de la Ciencia Post-Normal y supone un importante avance en la dotación de herramientas analíticas a la Economía Ecológica.

El objetivo del presente artículo es proponer una metodología de clara vocación práctica para mejorar el proceso de toma de decisiones en grupo desde la perspectiva de la racionalidad procedimental y aplicarla a la evaluación comparativa multicriterio del sistema olivarero ecológico en Andalucía frente al convencional y al de producción integrada. Así, se utilizan un conjunto de índices para medir el grado de acuerdo entre diferentes grupos implicados en un proceso de toma de decisiones, los cuales permitirán detectar los temas más conflictivos y sobre los que la información es más difusa y conviene seguir investigando posteriormente, retroalimentando con esta información el proceso de la toma de decisión, así como aquellos sobre los que la opinión de los diferentes grupos de interés es más convergente.

2 ► ECONOMÍA ECOLÓGICA, CIENCIA POST-NORMAL Y RACIONALIDAD PROCEDIMENTAL

Frente al enfoque de las cuestiones sociales y ambientales en la ortodoxia económica de la Economía Ambiental, la Economía Ecológica propone formas alternativas de abordar estos temas. Según Martínez Alier (1999; p.6), “la economía ecológica ofrece una crítica a la economía convencional y, además, aporta instrumentos propios para explicar y juzgar el impacto humano sobre el ambiente; la economía ecológica considera temas intergeneracionales, pero también conflictos de distribución dentro de la actual generación. [...] El desarrollo de la economía ecológica no debe seguir ni el camino del reduccionismo ni el de la unidad de lenguaje científico o la unidad de método. Existe una variedad de lenguajes científicos y una pluralidad de métodos científicos, pero todos ellos deben unirse en el estudio de la relación entre humanidad y medio ambiente”.

Por otra parte, se puede decir que el concepto de Economía Ecológica entronca con el de *Ciencia Post-Normal*, que según Funtowicz y Ravetz (1994), es uno de los tres posibles

usos de la ciencia (1). El campo de aplicación de la Ciencia Post-Normal son problemas de alta incertidumbre y riesgo, en los que el cálculo probabilístico no puede dar soluciones prácticas. Según Funtowicz y Ravetz (1991), suelen ser, además, problemas en los que la toma de decisiones se debe hacer de manera urgente. Según Funtowicz y Ravetz (1994), “los nuevos problemas de la economía ecológica exigen una ciencia post-normal. En ella ya no se concibe la ciencia como actividad que provee verdades y la calidad se constituye en un nuevo principio organizativo. La ciencia post-normal es dinámica, sistémica y pragmática y, por ello, exige una nueva metodología y organización social del trabajo”.

Dentro de la Economía Ecológica, un enfoque que está adquiriendo un desarrollo importante es el inspirado en la *Teoría de la Decisión Multicriterio*. En efecto, uno de los grandes problemas que se plantean en la gestión ambiental es que en la misma se suele tratar sistemas muy complejos y situaciones en las que la incertidumbre es muy elevada. Esta complejidad impide la construcción de modelos simplificados de la realidad, si no se quiere perder información importante sobre la misma. Así, según Munda (2000, p.1), “cualquier problema de decisión social se caracteriza por conflictos entre valores e intereses que compiten y diferentes grupos y comunidades que los representan”.

Ante esta complejidad de los problemas a resolver y la cantidad de conflictos e intereses involucrados en una resolución racional de los mismos, la Economía Ambiental suele optar por simplificar la realidad, centrándose en algunas partes de ella y olvidando otras, y por *reducir todos los valores* de los bienes o actuaciones a términos monetarios, con lo cual es posible *compararlos* todos y comprobar si los valores positivos *compensan* a los negativos, con el fin de detectar la solución óptima. Según Moreno Jiménez (1997), “los problemas de decisión ambientales poseen una serie de características, como son la incertidumbre, la complejidad, la irreversibilidad y la consideración de las generaciones futuras, que hacen su resolución realmente difícil. Tradicionalmente este tipo de situaciones se abordaban siguiendo una aproximación económica y simplista que aislaba el problema considerado en un ‘pequeño mundo’ para el que, habitualmente, existían herramientas analíticas para su tratamiento. En la práctica, la resolución de los problemas ambientales debe abordarse en el ‘gran mundo’ en el que se encuentran inmersos, contemplando todos los ‘mundos’ colaterales con los que están interconectados. En este sentido, la búsqueda de la solución óptima, como sucedía en los problemas unicriterio, no es el fin último. La existencia de múltiples criterios, habitualmente en conflicto, sugieren una aproximación más realista que el clásico enfoque normativo (racionalidad sustantiva), acorde con esta nueva situación y orientada fundamentalmente al aprendizaje y mejor conocimiento del proceso de decisión seguido, a la negociación y al consenso (racionalidad procedimental)”. En la Figura 1 se resumen las principales características de ambos tipos de racionalidad. En este sentido, el enfoque epistemológico de la Economía Ecológica está en consonancia con el concepto de *racionalidad procedimental*.

El Proceso Analítico Jerárquico (en adelante, AHP) es una *técnica de decisión multicriterio discreta*, que se está empezando a utilizar en los problemas ambientales. El AHP es una

metodología que permite la resolución de problemas de toma de decisión complejos, con múltiples criterios y actores implicados, en escenarios de gran incertidumbre y riesgo. Según Hernández y Cardells (1999), dentro de los métodos multicriterio destaca el AHP por el impacto tanto a nivel teórico como aplicado que está teniendo.

Habría que destacar de él que se trata de un método multicriterio interactivo y, como en general de los métodos existentes de decisión multicriterio discreta, su adaptabilidad a cualquier tipo de entorno económico, territorial, estratégico, etc.

Racionalidad sustantiva	Racionalidad procedimental
- Enfoque tradicional, ortodoxo y clásico	- Enfoque más moderno (años 70)
- Orientada a la salida (solución óptima)	- Orientada al proceso de toma de decisiones (un mejor conocimiento del mismo permite mejorar los resultados)
- Carácter normativo	- Carácter descriptivo
- Las hipótesis de racionalidad no afectan a la forma en la que las decisiones son tomadas	- Las hipótesis de racionalidad se refieren fundamentalmente al proceso de toma de decisiones propiamente dicho
- Guía la elección de una acción en un problema dado	- Guía la elección de la investigación completa
- Supone un único criterio y objetivo, carácter estático	- Supone múltiples criterios y objetivos, carácter dinámico
- Gran belleza formal, contenido lógico y objetiva	- Flexible y adaptativa, valoraciones objetivas y subjetivas
- Eficaz en la resolución de problemas altamente estructurados, planteados en "pequeños mundos"	- Efectiva en la resolución de problemas poco estructurados y complejos planteados en el "gran mundo"
- Persigue la predicción y el control	- Persigue la comprensión y el consenso

Figura 1. Enfoques epistemológicos: Racionalidad sustantiva vs. racionalidad procedimental.

Fuente: Elaborado a partir de Moreno Jiménez (1997).

3 ► TOMA DE DECISIONES EN GRUPO MEDIANTE AHP. ÍNDICES DE ACUERDO Y SEMEJANZA

Por cuestiones de espacio, aquí no se desarrollará la metodología para la toma de decisiones con AHP. Para ello puede consultarse, por ejemplo, Forman (2001), Parra López (2003) o Parra, Catrava y De Haro (2004).

Entraremos en más detalle en la toma de decisiones en grupo. Indicar que la toma de decisiones puede requerir la intervención de diferentes agentes. Así, diversos métodos de agregación de juicios de múltiples decisores y expertos son habituales en AHP (p.ej.

media geométrica de juicios y media aritmética de prioridades). Una revisión completa de diferentes métodos de toma de decisión multicriterio en grupo puede encontrarse en Kim y Ahn (1997) y Kato y Kunifuji (1997).

En problemas complejos, en los que la falta de información entre los agentes (decisores y expertos) (2) implicados en la toma de decisiones es grande, más interesante que manejar la opinión de cada agente por separado, los cuales individualmente pueden presentar muchas lagunas de información, puede resultar obtener al menos una valoración media del grupo de agentes. Además, muchas veces es interesante comparar y tener en cuenta la opinión de diferentes grupos de agentes en la toma de decisiones. La opinión de los diferentes grupos se puede ponderar en función de diversos criterios (representación proporcional, peso específico por razones de poder, etc.), o bien se puede considerar igualmente válida y con el mismo peso la opinión de todos los grupos aunque alguno de ellos sea minoritario.

En el presente trabajo, como aportación novedosa a la toma de decisiones en grupo mediante AHP en situaciones de una importante falta de información, y en consonancia con la filosofía de la racionalidad procedimental, se van a utilizar unos índices que permitirán medir el grado de consenso entre las opiniones de diferentes *grupos de agentes* implicados en un proceso de toma de decisiones (IAM – Índice de Acuerdo con la media e IAG – Índice de Acuerdo Global), y otros índices que permitirán medir la similitud de la ponderación de los diferentes criterios del modelo según la *opinión media* de los agentes (en la que la opinión de todos los grupos pesará lo mismo) (ISP – Índice de Semejanza de las Prioridades). Además, se utilizarán dos indicadores, con el fin de segmentar el nivel de acuerdo y semejanza entre las opiniones de los agentes: el *grado de acuerdo* y el *grado de semejanza*. Éstos se calculan en base a los IAG e ISP, respectivamente. La definición concreta de estos índices e indicadores puede encontrarse en Parra López (2003) y Parra, Calatrava y De Haro (2004).

Es muy importante indicar que estos límites son *exclusivos y diferentes* para cada modelo AHP, y que sirven para clasificar el nivel de acuerdo y semejanza de cada criterio analizado en *términos relativos*, es decir, en relación al nivel de acuerdo y semejanza del resto de los criterios del modelo evaluado. De esta forma es posible detectar los puntos más o menos conflictivos en *cada problema* analizado, que es lo realmente interesante desde el punto de vista de la racionalidad procedimental.

4 ► APLICACIÓN A LA EVALUACIÓN MULTIFUNCIONAL DEL OLIVAR MEDIANTE AHP

Los índices teóricos referidos han sido aplicados a un caso concreto: La evaluación multicriterio de tres sistemas agrarios en el olivar del sur de España. En los siguientes apartados se detalla el trabajo realizado así como los índices obtenidos y su interpretación (para un mayor detalle véase Parra López, 2003).

Definición y análisis del problema

El problema que se plantea en el presente trabajo es determinar cuál o cuáles de las tres alternativas de producción (convencional, ecológica e integrada) son las más deseables para el conjunto de la sociedad desde una perspectiva holística, teniendo en cuenta aspectos económicos, técnicos, socioculturales y medioambientales. La jerarquía AHP propuesta consta de 4 niveles (incluyendo el nivel de las alternativas) (3) (véase Figura 2).

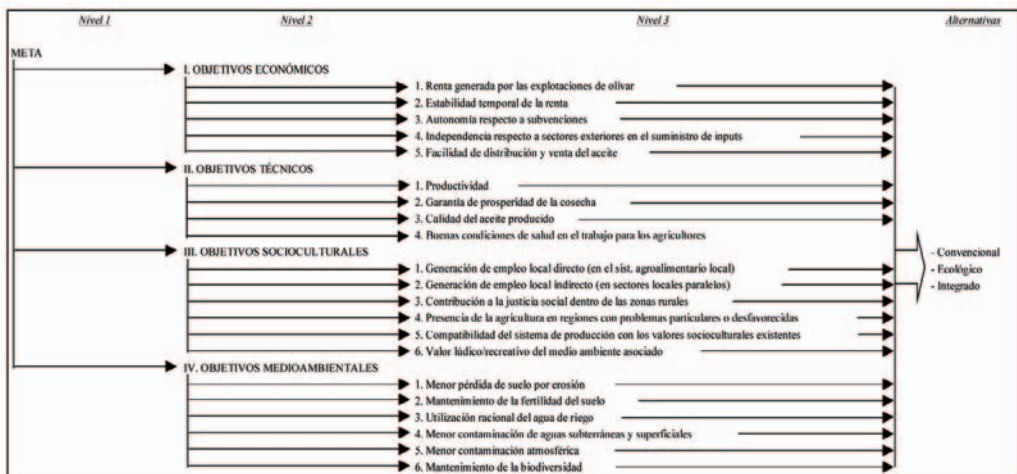


Figura 2. Modelo AHP para la evaluación multifuncional del olivar.

Evaluación del modelo

Entre enero y julio de 2002 se han realizado *tests* a 20 *expertos en olivar*, con conocimientos sobre las tres alternativas de producción analizadas, en base a entrevistas en profundidad. En estas entrevistas se les pedía que evaluaran los tres sistemas de producción según los criterios de la jerarquía AHP de decisión desarrollada y según lo que era mejor para el *conjunto de la sociedad*.

Los entrevistados han sido clasificados en tres *tipos de expertos* en función de su relación profesional con los tres tipos de agricultura analizadas, es decir, en función de sus intereses profesionales, dedicación o su especialización. En adelante se les denomina, *encuestados ecológicos*, *integrados* y *convencionales*. Dada la condición de falta de información de algunos de los temas en cada uno de los expertos analizados por separado, no se presentarán las evaluaciones de cada uno de ellos individualmente, sino que se trabajará con las opiniones agregadas para cada *tipo de expertos*, ya que para cada uno de ellos sí se dispone de una evaluación completa de todo el modelo AHP planteado.

Resultados obtenidos

En primer lugar se han elaborado una serie de gráficos (Gráfico 1 a Gráfico 5) en los que se representan las valoraciones que los expertos han realizado de las tres formas de cultivo:

(Oliv. conv. - Olivar convencional, Oliv. ecol. - Olivar ecológico y Oliv. integ. - Olivar integrado) a nivel de meta (o global del modelo) y a nivel de los cuatro grandes criterios definidos.

Se muestra la opinión de cada uno de los tres tipos de expertos por separado (EncConv - Encuestados convencionales, EncEcol - Encuestados ecológicos y EncInteg - Encuestados integrados) y la media de los tres.

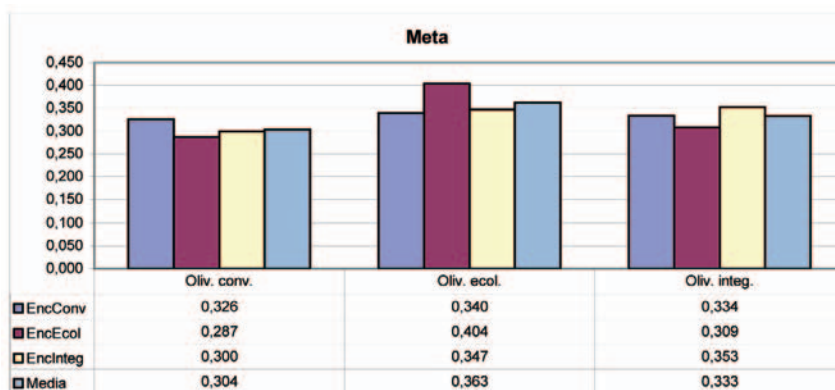


Gráfico 1. Valoraciones de las alternativas en la meta (nivel global).

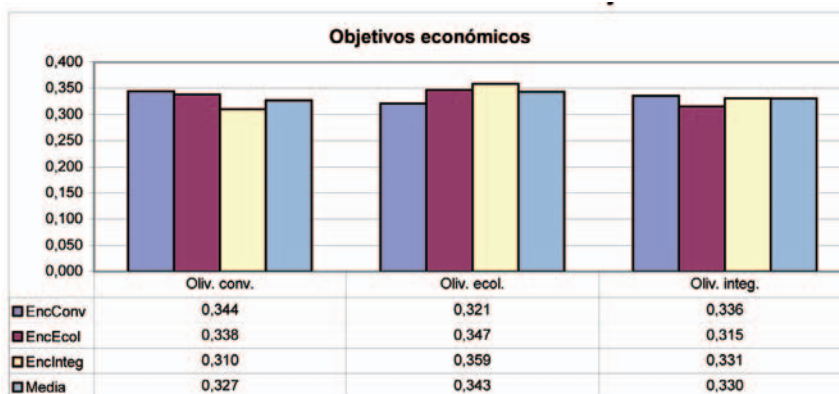


Gráfico 2. Valoraciones de las alternativas en los objetivos económicos.

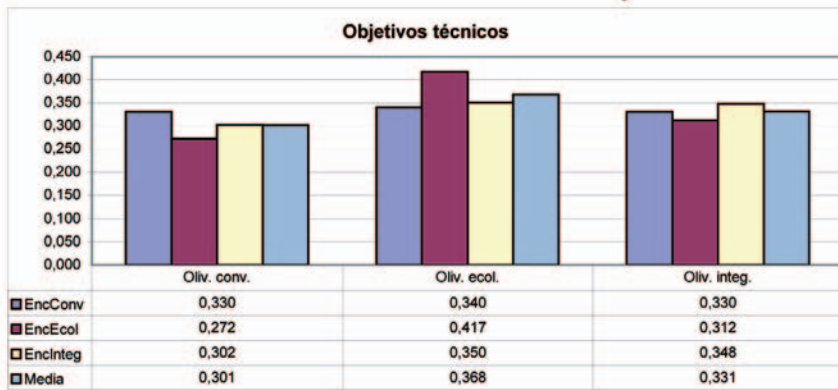


Gráfico 3. Valoraciones de las alternativas en los objetivos técnicos.

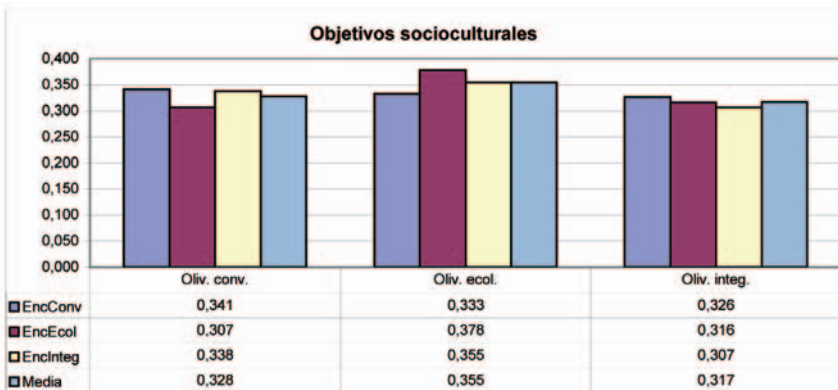


Gráfico 4. Valoraciones de las alternativas en los objetivos socioculturales.

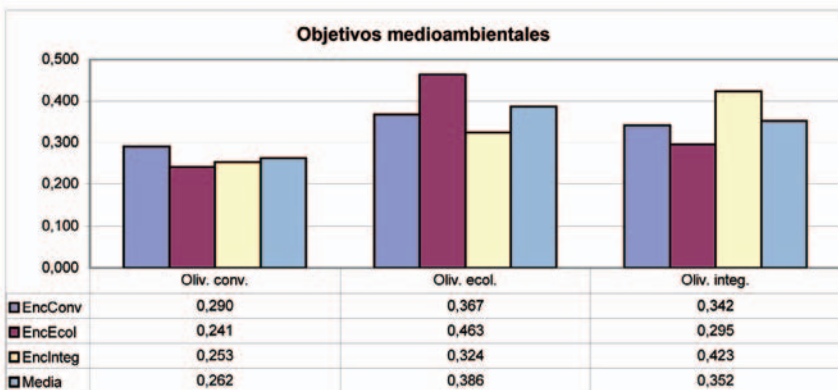


Gráfico 5. Valoraciones de las alternativas en los objetivos medioambientales.

Tabla 1. Índices y grado de acuerdo y semejanza en la evaluación del olivar

NOMBRE DEL OBJETIVO	ACUERDO				SEMEJANZA		
	IAM (ENC CONV)	IAM (ENC ECOL)	IAM (ENC INTEG)	IAG	GRADO DE ACUERDO	ISP	GRADO DE SEMEJANZA
Meta	21,62	12,45	25,58	18,11	•••	16,85	•••
I. Objetivos económicos	22,34	33,06	29,51	27,55	•••	51,72	•••
I. 1. Renta generada por las explotaciones de olivar	14,14	18,71	49,82	20,79	•••	26,55	•••
I. 2. Estabilidad temporal de la renta (minimización del riesgo económico)	15,63	33,26	10,25	15,65	••	14,02	••
I. 3. Autonomía respecto a subvenciones	63,74	45,95	37,88	46,98	•••	9,46	••
I. 4. Independencia respecto a sectores exteriores en el suministro de inputs	20,22	26,25	40,37	26,71	•••	6,98	••
I. 5. Facilidad de distribución y venta del aceite	17,77	6,45	7,94	8,90	•	28,30	•••
II. Objetivos técnicos	17,10	10,46	28,96	15,90	•••	14,42	•••
II. 1. Productividad	52,10	32,17	34,11	37,69	•••	12,10	••
II. 2. Garantía de prosperidad de la cosecha (minimización del riesgo técnico)	28,52	15,55	18,86	19,69	•••	29,13	•••
II. 3. Calidad del aceite producido	11,42	5,78	12,69	8,84	•	9,06	••
II. 4. Buenas condiciones de salud en el trabajo para los agricultores	11,42	7,29	21,28	11,04	••	5,07	•
III. Objetivos socioculturales	23,08	22,73	48,36	27,78	•••	23,08	•••
III. 1. Generación de empleo local directo (en el sistema agroalimentario local)	11,24	100,00	10,31	15,31	••	20,69	•••
III. 2. Generación de empleo local indirecto (en sectores locales paralelos)	23,55	9,51	15,70	14,20	••	15,31	•••
III. 3. Contribución a la justicia social dentro de las zonas rurales	32,39	20,09	77,34	32,06	•••	75,00	•••

III. 4. Presencia de la agricultura en regiones con problemas particulares o desfavorecidas	20,36	17,21	9,47	14,10	••	7,98	••
III. 5. Compatibilidad del sistema de producción con los valores socioculturales existentes	16,66	5,85	4,14	6,35	•	5,64	•
III. 6. Valor lúdico/recreativo del medio ambiente asociado	17,48	8,98	21,51	13,95	••	11,72	••
IV. Objetivos medioambientales	16,26	6,79	7,56	8,80	•	7,01	••
IV. 1. Menor pérdida de suelo por erosión	11,66	6,62	4,99	6,86	•	7,54	••
IV. 2. Mantenimiento de la fertilidad del suelo	16,24	2,91	4,03	4,59	•	10,91	••
IV. 3. Utilización racional del agua de riego	10,33	11,41	6,24	8,70	•	10,79	••
IV. 4. Menor contaminación de aguas subterráneas y superficiales	14,47	5,43	9,10	8,26	•	5,19	•
IV. 5. Menor contaminación atmosférica	40,64	7,04	8,47	10,53	••	5,70	•
IV. 6. Mantenimiento de la biodiversidad	10,77	12,89	13,55	12,28	••	5,61	•

Nota: ••• = Alto; •• = Medio; • = Bajo.

Además, en la Tabla 1 se recogen los diferentes índices calculados en los diferentes criterios del modelo planteado (IAM, IAG e ISP), así como el grado de acuerdo relativo entre los tres tipos de expertos en cada tema y el grado de semejanza relativo de la valoración media de los tres tipos de expertos.

Combinando la información de las prioridades de las alternativas (Gráfico 1 a Gráfico 5) con los índices de acuerdo y semejanza (Tabla 1) es posible hacer una serie de comentarios:

- A nivel de meta (es decir, global) la opinión de los tres tipos de expertos sobre los sistemas agrarios analizados es convergente (grado de acuerdo alto). Aún así, la opinión media de los expertos ecológicos es la que más se aleja de la opinión media de los tres grupos (IAM(EncEcol)=12,45, como puede verse en la Tabla 1). Con todo ello, según la opinión media de los tres tipos de expertos, los tres sistemas de producción tendrían un valor muy parecido (grado de semejanza alto), siendo, no obstante, el olivar ecológico ligeramente mejor valorado que el integrado, y éste que el convencional (véase Gráfico 1).

- ▶ A nivel de los grandes objetivos, el acuerdo relativo entre los tres tipos de expertos es alto en tres de ellos (III. “Objetivos socioculturales”, I. “Objetivos económicos” y II. “Objetivos técnicos”). En estos objetivos las tres alternativas son valoradas de forma muy parecida según la opinión media de los tres tipos de expertos (grado de semejanza alto) también lo es la semejanza de las prioridades, si bien en los tres casos el olivar ecológico es valorado ligeramente mejor que las otras dos alternativas (véanse Gráfico 2, Gráfico 3 y Gráfico 4).
- ▶ El objetivo IV. “Objetivos medioambientales” es uno de los temas sobre los que hay una mayor controversia y diferencia de opiniones entre los especialistas. Así, el grado de acuerdo entre los mismos es bajo. No obstante, de la opinión media se puede concluir que la valoración de las tres alternativas es diferente (grado de semejanza medio), siéndola alternativa ecológica la que presenta el mejor resultado, seguida de la integrada y, a mayor distancia, de la convencional (véase Gráfico 5).
- ▶ Por subobjetivos, como puede comprobarse, los puntos más conflictivos del modelo planteado, es decir, donde el acuerdo entre los tres tipos de expertos es bajo (IAG bajo), son algunos de los subcriterios medioambientales (en concreto, el IV. 1. “Menor pérdida de suelo por erosión”, IV. 2. “Mantenimiento de la fertilidad del suelo” y IV. 3. “Utilización racional del agua de riego”) y alguno económico (I. 5. “Facilidad de distribución y venta del aceite”), técnico (II. 3. “Calidad del aceite producido”) y sociocultural (III. 5. “Compatibilidad del sistema de producción con los valores socioculturales existentes”).
- ▶ Por otra parte, la valoración de las tres alternativas analizadas por los tres tipos de expertos es más parecida (IAG alto) en algunos subcriterios económicos (I. 3. Autonomía respecto a subvenciones, I. 4. Independencia respecto a sectores exteriores en el suministro de inputs, y I. 1. Renta generada por las explotaciones de olivar), técnicos (II. 1. Productividad y II. 2. Garantía de prosperidad de la cosecha) y socioculturales (III. 3. Contribución a la justicia social dentro de las zonas rurales).
- ▶ Tanto a nivel de meta como de los diferentes objetivos del modelo se detecta un sesgo, más o menos importante según el caso, en la opinión de los tipos de expertos ecológicos e integrados, favorable a la forma de cultivo con la que está vinculado profesionalmente (véanse Gráfico 1 a Gráfico 5).

5 ▶ CONCLUSIONES

Del trabajo realizado se desprenden las siguientes conclusiones:

- ▶ En consonancia con los postulados de la racionalidad procedimental, la metodología

propuesta para la toma de decisiones en grupo permite captar eficazmente, por un lado, el nivel de acuerdo relativo entre diferentes tipos de agentes implicados en el proceso, y, por otro, el nivel de similitud o diferencia relativa de la valoración de las alternativas según la opinión media.

- ▶ La información suministrada por los índices propuestos permite detectar aquellos puntos más conflictivos en el proceso de toma de decisiones, donde las opiniones medias de los grupos de agentes implicados en el proceso son más diferentes, así como aquellos en los que, considerando la opinión media general, la valoración de las alternativas sea relativamente más parecida o diferente.
- ▶ Una vez detectados los temas de mayor controversia es posible tener este hecho en cuenta para posibles análisis posteriores (ej. análisis de sensibilidad a posteriori) y para guiar futuras investigaciones tendentes a profundizar en dichos temas, con el fin de utilizar la nueva información para retroalimentar el proceso de toma de decisiones mediante AHP.
- ▶ En la aplicación concreta al olivar de Andalucía se ha detectado un acuerdo general sobre una ligera superioridad global del olivar ecológico sobre el integrado y de éste sobre el convencional, al comparar en términos relativos el acuerdo en este tema con el resto de temas sobre los que se cuestiona en el modelo jerárquico. No obstante, las diferencias entre las tres formas de cultivo no son muy importantes, si se tiene en cuenta el grado de similitud de la valoración de dichas formas de cultivo en todos los criterios del modelo planteado.
- ▶ Además, el olivar ecológico es superior a las otras dos alternativas de cultivo en cada uno de los cuatro objetivos principales del modelo, siendo alto el grado de acuerdo relativo entre los expertos a este respecto, excepto en cuanto a los objetivos medioambientales en los que hay mayor controversia. Es, por tanto, en las cuestiones ambientales donde se debería investigar más profundamente en futuros trabajos con el fin de clarificar muchas de estas cuestiones.
- ▶ En casi todos los criterios analizados se ha detectado un cierto sesgo en la opinión de los tipos de expertos favorable a forma de cultivo con la que se encuentran relacionados.

6 ▶ AGRADECIMIENTOS

Los datos aquí mostrados corresponden a resultados parciales del Proyecto de Investigación de la CAP C-99-102 titulado “Análisis económico y medioambiental de las formas de cultivo ecológico, integrado y convencional, en producciones agrarias andaluzas

(olivar)”, desarrollado en el Departamento de Economía y Sociología Agrarias del IFAPA de la Junta de Andalucía. Los resultados completos están recogidos en Parra López (2003).

Un trabajo en el que se realiza una síntesis de algunos de los resultados más importantes del proyecto anterior ha sido publicado por Unicaja tras ser premiado con un accésit en el VI Premio Unicaja de Investigación sobre Desarrollo Económico y Estudios Agrarios (Parra, Calatrava y De Haro, 2004).

7 ► BIBLIOGRAFÍA

- **FORMAN, E. 2001**

Decisions by objectives. Expert Choice Inc. 402 p. Mimeo. Disponible en: <http://www.expertchoice.com>.

- **FUNTOWICZ, S. Y RAVETZ, J. 1991**

A new scientific methodology for global environmental issues. En: Constanza, R. (ed.). Ecological Economics, 10. pp.197-207.

- **FUNTOWICZ, S. Y RAVETZ, J. 1994**

Epistemología política. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires.

- **HERNÁNDEZ, A. Y CARDELLS, F. 1999**

Aplicación del método de las jerarquías analíticas a la valoración del uso recreativo de los espacios naturales de Canarias. Medio Ambiente. Rev. de la Consej. Polít. Territorial y Med. Amb. Gob. de Canarias. Nº13.

- **KATO, N. Y KUNIFUJI, S. 1997**

Consensus-making support system for creative problem solving. Rev. Knowledge-Based Systems, 10. pp. 59-66.

- **KIM, S. H. Y AHN, B. S. 1997**

Group decision making procedure considering preference strength under incomplete information. Computers Operational Research, vol.24, No.12, pp.1101-1112.

- **MARTÍNEZ ALIER, J. 1999**

Introducción a la economía ecológica. Rubes Editorial. 142p.

- **MORENO JIMÉNEZ, J. M. 1989**

El Proceso de Toma de Decisiones en el contexto económico-empresarial. Modelo AEIOU. Cuadernos de Bioestadística y sus aplicaciones informáticas, vol.7 (13), 31-41. Universidad de Zaragoza.

- **MORENO JIMÉNEZ, J. M. 1997**

Priorización y toma de decisiones ambientales. Actas del I Encuentro Iberoamericano sobre Evaluación y Decisión Multicriterio. Santiago de Chile. Julio. pp.113-145.

- **MUNDA, G. 2000**

Teoría de Evaluación Multicriterio: una breve perspectiva general. Dpto. Economía e Historia Económica. Universitat Autònoma de Barcelona. Mimeo.

- **PARRA LÓPEZ, C. 2003**

Sistemas de producción ecológica, integrada y convencional: Estudio de difusión de innovaciones y evaluación multifuncional. Tesis Doctoral. Departamento de Economía, Sociología y Política Agrarias. Universidad de Córdoba.

- **PARRA LÓPEZ, C.; CALATRAVA REQUENA, J. Y DE HARO GIMÉNEZ, T. 2004**

Análisis multifuncional de sistemas agrarios: Aplicación del método del Proceso Analítico Jerárquico al olivar de producción convencional, ecológica e integrada en Andalucía. Ed. Unicaja. Málaga. España.

- **SAATY, TH. L. 1977**

A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15. pp. 234-281.

- **SAATY, TH. L. 1980**

The Analytic Hierarchy Process. McGraw Hill, New York. Reimpreso en 1996 por RWS Publications, Pittsburgh.

(Footnotes)

(*) Dirigir correspondencia a: Carlos Parra López. Centro de Investigación y Formación Agrarias. Apdo. 2027 — 18080 Granada, España. E-mail: carparra@teleline.es

(1) Los otros dos usos son la Ciencia Normal Aplicada y la Consultoría Profesional.

(2) Una clasificación de los diferentes agentes implicados en un proceso de toma de decisiones multicriterio puede encontrarse en Moreno Jiménez (1989).

(3) El modelo que aquí se presenta se ha extraído de un modelo más general y complejo que consta de tres escenarios productivos (muy productivo, medio y poco productivo) y seis niveles (incluyendo el nivel de las alternativas). Aquí se exponen sólo los resultados obtenidos para el escenario medio, obviando los otros dos. Los resultados para el modelo completo así como la definición exacta de todos los criterios y subcriterios pueden verse en Parra López (2003) y Parra, Calatrava y De Haro (2004).

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

PROYECTO PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICAS EN EL PARQUE NATURAL “LOS ALCORNOCALES”

BANDA, ILUMINADA⁽¹⁾; MUDARRA, INOCENCIO⁽¹⁾; ALONSO, ANTONIO M.⁽²⁾ Y GARCÍA, ROBERTO⁽²⁾

⁽¹⁾ Licenciados en Ciencias Medioambientales

⁽²⁾ Doctores Ingenieros Agrónomos

Consortio “Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural de Granada”

Cmno. Santa Fé - El Jau s/n. 18320 Santa Fé (Granada)

E-mail: concifaed@hotmail.com

RESUMEN

Se ha realizado un estudio en el Parque Natural Alcornocales (Cádiz) con el objetivo de diseñar un plan de actuaciones para el desarrollo de la agricultura y ganadería ecológicas. El trabajo se ha basado principalmente en un estudio social a diferentes actores de esta zona.

La población local encuestada reconoce mayoritariamente el papel del PN en la protección del medio ambiente y la promoción del turismo y señala las limitaciones que encuentran para varias actividades. Solamente el 9% de los encuestados consideran que el PN los afecta negativamente. La población local tuvo un alto porcentaje de confusión a la hora de definir lo que es un producto ecológico, pero más del 70% manifestó interés en recibir información sobre la AE. Los productores ecológicos manifestaron que sus principales problemas son la falta de canales de procesamiento y comercialización, el alto coste del transporte y la comercialización y la falta de asistencia técnica, no obstante, todos afirman estar satisfechos de ser agricultores ecológicos. El ganado bovino tiene un alto potencial para su conversión a ecológico, ya que actualmente su manejo es extensivo. Esto conjuntamente con la existencia de cierta tradición de producción ecológica en la zona, unido a algunos recursos locales y el turismo, constituyen buenas posibilidades para el desarrollo de la AE en el Parque Natural. Además es necesario mejora en la concienciación ambiental de la población, especialmente en lo referente a producción ecológica local, la actuación sobre la cadena de producción y comercialización; y la mejora de la asistencia técnica a los agricultores.

PALABRAS CLAVE: PARQUE NATURAL, DESARROLLO Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

1 ► INTRODUCCIÓN

El Parque Natural “Los Alcornocales” está situado en la provincia de Cádiz y al este de la capital, ocupando una superficie de 170.000 hectáreas. Contempla diecisiete municipios con superficie dentro del Parque Natural (PN), y aunque deja fuera de sus límites los núcleos urbanos, su ámbito de influencia se extiende, tal y como señala el Plan de Desarrollo Sostenible (PDS) de este Parque (Consejería de Medio Ambiente, 2003), a la totalidad de la superficie de los términos municipales incluidos en él. La agricultura ocupa tan solo el 2,3% de la superficie en el área protegida por el PN, no llegando a las 4.000 hectáreas. Sin embargo, las áreas forestales y naturales superan el 97% del espacio protegido. La ganadería de vacuno retinto se revela como uno de los recursos que configuran la imagen del PN, ya que ocupa el quinto lugar nacional y el primero andaluz en censo de ganado vacuno de carne (Diputación de Cádiz, 2004).

Destaca que el PN Los Alcornocales ocupe el quinto lugar entre los Parques naturales con mayor superficie (incluyendo el área de influencia socioeconómica) certificada como ecológica de Andalucía (Consejería de Medio Ambiente, 2003).

2 ► METODOLOGÍA

En primer lugar se procede a la realización de un diagnóstico general sobre la situación de la agricultura y ganadería ecológicas en el Parque Natural, a través de la búsqueda y análisis de información secundaria, tomando como referencias principales el INE (2003), el PDS y los datos aportados por la Asociación Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (2003). Ello ha permitido caracterizar las zonas y población en estudio, así como establecer la estructura agraria general y ecológica básicas.

A continuación se procede a la elaboración de un estudio social entre agricultores y ganaderos ecológicos ubicados en el Parque Natural, que se lleva a cabo a través del método de encuesta (García *et al*, 1992) con cuestionario mediante el envío del mismo por correspondencia a la totalidad de la población universo. De las 72 explotaciones existentes se ha recibido respuesta de 30.

Tras esto, se realiza un diagnóstico social sobre los recursos naturales y la actividad agraria del Parque Natural, con especial referencia a la percepción sobre las potencialidades de desarrollo de la agricultura y ganadería ecológicas; se realiza a través de encuestas a la población en general (96 encuestas) y a agricultores y ganaderos (16 encuestas) de este Parque, así como mediante entrevistas abiertas semidirectivas (García *et al*, 1992; Ortí, 1992) a personas (22 entrevistas) que por su vinculación con instituciones o con empresas que realizan actividades relacionadas la explotación de los recursos naturales se revelan como informantes clave en el transcurso del presente trabajo.

Con tal información se procede a elaborar una matriz sobre las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la agricultura y ganadería ecológicas en la zona de influencia de este Parque Natural. Finalmente, la información obtenida en las etapas previas y el análisis de la misma sirve de base para pasar a la última fase metodológica: el establecimiento de propuestas de actuación que mejoren las perspectivas socioeconómicas de las zonas con actividades respetuosas con los recursos naturales mediante su manejo ecológico.

3 ► RESULTADOS

Para tratar la información obtenida del estudio social, se ha seguido una metodología de análisis estratégico, procediendo a la elaboración de una matriz tipo DAFO (Consejería de Agricultura y Pesca, 1993). En las Figuras 1 y 2 se presentan los resultados de este análisis.

La base de todo cambio en el desarrollo local comienza con la existencia de un tejido fuerte asociativo, es decir, con la existencia de una red de empresarios, asociaciones y otros colectivos que, mediante el conocimiento de nuevos yacimientos con interés económico, el desarrollo el potencial endógeno de la zona y la unión de esfuerzos e ideas, extraigan más rendimiento a sus actividades, mejoren su calidad de vida y construyan, según Fontela (2000), las bases de una comarca fuerte que pueda competir desde su identidad en diferentes escenarios de mercado.

En la comarca de Los Alcornocales, se han distinguido dos tendencias respecto a la producción ecológica en los planos social y territorial. Por un lado, las encuestas revelan que los productores ecológicos son conscientes del beneficio que supone el realizar su actividad en un entorno protegido, a pesar de cierta suspicacia por la burocracia del Parque, ya que la ausencia de ciertos impactos externos (contaminación, principalmente) y la posibilidad del aumento del valor de sus productos, contribuyen a aportar una visión del Parque como un apreciable recurso de desarrollo. Esto en una situación social que comienza a valorar de forma significativa una producción agroalimentaria de calidad, libre de contaminantes y ambientalmente respetuosa, que incluso contempla valores sociales en su producción; esta situación se plasma en la concesión de recursos económicos para el desarrollo de la producción ecológica, entre ellas, la iniciativa Equal-Adaptagro presente en la Sierra de Cádiz.

Por otro lado, el aspecto negativo, como se refleja en las encuestas y entrevistas, viene dado porque todavía existe una deficiente conciencia de la producción ecológica a escala local (sólo un 37% de la población conoce los alimentos ecológicos); también existe un escaso conocimiento por parte de los productores convencionales sobre los métodos de producción ecológica (sólo un 19% de los productores convencionales los conoce) y, derivado de este desconocimiento, se manifiesta la idea errónea (Offermann y Nieberg, 2000) de que la producción disminuya. Del mismo modo el tejido asociativo existente se encuentra muy poco desarrollado, aunque esta última situación comienza a invertirse; en efecto, en este sentido se

pueden citar tres ejemplos de nuevas iniciativas: se han iniciado experiencias cooperativistas para la comercialización de productos hortícolas; la colaboración conjunta de ADS y ganaderos ha dado lugar a un proyecto de creación de una asociación de ganadería entre cuyos objetivos se priorizará el dar solución al problema de los canales de comercialización de los productos cárnicos; y también ganaderos y técnicos han aunado los esfuerzos para revalorizar sus productos bajo un estándar de calidad como la Indicación Geográfica Protegida. Otras experiencias que están articulando el sector y que, lógicamente, constituye parte de la infraestructura del sector ecológico, es el portal agrario de la empresa Agroinformación SL, que nace de nuevo por la iniciativa de varios empresarios del sector. En su página web (www.agroinformacion.com) integra una sección de agricultura y ganadería ecológicas.

Figura 1. Debilidades y a menazas

DEBILIDADES

Articulación social y territorial

1. Escasa organización entre productores para controlar comercialización
2. Población poco informada y sensibilizada sobre productos ecológicos
3. Agricultores y ganaderos poco informados y sensibilizados sobre la producción ecológica
4. Desconfianza de agricultores y ganaderos por que la producción ecológica pueda disminuir sus rendimientos

Factores económicos

5. Escasos canales de comercialización de productos ecológicos
6. Poca capacidad de los productores de retener valor añadido

Factores tecnológicos y productivos

7. Problemas de manejo en producción ecológica asociada a poca asistencia técnica y escasa formación de ésta
8. Dificultad de adquisición de piensos ecológicos y medicina homeopática

AMENAZAS

Articulación social y territorial

1. Desarticulación administrativa, por proliferación de marcos espaciales diferenciados para diferentes ámbitos (OCAs, CEDER, UTEDLT, Parque Natural) y escasa coordinación entre ellos
2. Percepción del Parque Natural como fuente de restricciones y burocracia para agricultores y ganaderos

Factores económicos

3. Creciente competencia dentro del principal mercado ecológico andaluz (exportación)

Factores tecnológicos y productivos

4. Escasa investigación en agricultura ecológica en el entorno mediterráneo
5. Marco legislativo inadecuado en determinados casos de producción ecológica (p.e. vacunación)

Aún así, estas iniciativas dependerán en gran medida del apoyo de un conjunto de administraciones, que pertenecen a distintos ámbitos del desarrollo comarcal (agrario, ambiental, económico, etc.) y que en la actualidad se encuentran desarticuladas.

Como se detectó en el estudio social, el problema de la comercialización de productos ecológicos aparece reiteradamente en entrevistas y encuestas, concretándose en los siguientes aspectos: existen dificultades para encontrar vías de comercialización o empresas comercializadoras, a través de las cuales vender los productos; se detecta una falta de información en cuanto a las vías de comercialización existentes y de las posibles vías alternativas; y actualmente, existe una creciente competencia en el mercado de exportaciones que resulta difícil de encarar por los pequeños volúmenes de producto que hasta ahora se manejan en la zona. Las dificultades para encontrar vías de comercialización o la falta de empresas comercializadoras en la zona, pueden deberse, entre otras razones, a la falta de un volumen de suficiente entidad que origine la entrada de estos productos en ciertos canales largos de comercialización; de hecho, es precisamente la falta de asociacionismo entre productores ecológicos lo que dificulta los mecanismos de exportación por cuenta propia (Aguirre, 2003). De forma parecida la falta de comercializadores es el inconveniente que obstaculiza la conversión de los productores convencionales. La situación ha dado lugar a la dependencia del sector ecológico de intermediarios, pero sin tener demasiado en cuenta mercados alternativos, basados en los canales cortos de comercialización (una parte de la producción, el 28%, sí se distribuye mediante venta directa).

Por una parte, se observa esta situación de desinformación, que ha desarrollado una visión de los intermediarios como parte indispensable de la cadena y, por otro lado, todo ello se agrava por el aumento de la competencia en el principal mercado de producción ecológica en Andalucía, la exportación a Europa. Además el modelo de mercado basado precisamente en la comercialización de productos mediante canales largos, escasa promoción en el consumo de dichos productos y el acceso a precios poco controlables por el productor, comienza a ser inefectivo, puesto que, al igual que ocurre con la producción convencional presente en la zona, se provoca que el beneficio basado en la obtención de valor añadido quede fuera de los Alcornocales. Por las mismas razones se está generando una pérdida de reconocimiento del producto ecológico, ya que ante la imposibilidad de vender en el mercado ecológico, se introduce éste en los canales de comercialización convencional.

En estas condiciones, se está obligando a que se organice el sector. Dicha situación inicial se observa desde los nuevos esfuerzos cooperativistas o asociacionistas, lo que sin duda es positivo, ya que se comienza a entender los activos comarcales como base de la comercialización. En este sentido, la red de restaurantes, las tiendas especializadas y fruterías con oferta ecológica, los comedores públicos, las nuevas asociaciones de consumidores, etc., comienzan a estar en el punto de mira de los productores ecológicos. De hecho, ya han surgido experiencias como la de la Cooperativa de los Pueblos Blancos, que reúne a los horticultores de la zona para la comercialización de sus productos a través de canales comerciales más

cercanos, entre los que destaca la red de hoteles y restaurantes de la provincia de Cádiz. Otras experiencias próximas en este ámbito, aunque no estrictamente del sector ecológico son de carácter integral, son las referidas a la Asociación de Calidad de Productos Agroalimentarios y Artesanales de la Sierra de Cádiz y el Parque Natural de Los Alcornocales, que no sólo ha creado toda una infraestructura de comercialización a nivel andaluz sino que ha apostado por la formación y la promoción, así como toda una regulación interna de criterios de calidad a seguir por los socios (Asociación para el Desarrollo Rural de Andalucía, 1998).

Figura 2. Fortalezas y oportunidades

FORTALEZAS

Articulación social y territorial

1. Visión Positiva de ciertos sectores del PN como recurso de desarrollo sustentable
2. Fuerte motivación de productores ecológicos
3. Existencia de la iniciativa Adaptagro en algunos de los municipios de PN

Factores económicos

4. Indicación Geográfica Protegida en fase de proyecto
5. Renta diversificada de los productores ecológicos
6. Experiencias exitosas de comercialización ecológica

Factores tecnológicos y productivos

7. Existencia de razas autóctonas bien adaptadas
8. Existencia de ganadería extensiva, con fuerte apoyo social
9. Experiencias exitosas de producción ecológica (apoyo a la formación y concienciación de convencionales)

OPORTUNIDADES

Articulación social y territorial

1. Tendencia del mercado a la mejora de la seguridad alimentaria y la producción de calidad
2. Interés institucional en la agricultura ecológica (planes de fomento de la agricultura ecológica en el ámbito europeo, español y andaluz)
3. Existencia de planificación de desarrollo sostenible (PDS, Agendas 21 Locales)

Factores económicos

4. Posibilidad de uso de ayudas europeas (LEADER, PRODER, LIFE, EQUAL, agroambientales)
5. Gran potencial del turismo para la promoción y comercialización de los productos ecológicos

Factores tecnológicos y productivos

6. Existencia de la Marca PN y uso de la misma para sensibilización ambiental
7. Contribución a la disminución de impactos ambientales negativos

Por otro lado, se abren las posibilidades para establecer sinergias de un turismo bien organizado con la producción local, especialmente con aquélla que contempla el desarrollo desde una perspectiva también social y ambiental, tal y como recomienda la FAO (2003). La producción ecológica tiene una buena oportunidad que comienza a eclosionar y que puede aprovechar todas las experiencias de comercialización antes comentadas. Otra prueba de la percepción de estas oportunidades por parte de los productores ecológicos es la diversificación de actividades que realizan en la propia finca, especialmente con la realización de actividades de turismo rural (un 40% de los productores ecológicos realizan actividades complementarias en la finca).

La existencia de la Marca Parque Natural como marca de calidad diferenciadora es otra de las estrategias posee un potencial importante en la comarca.

En el plano productivo, el principal problema encontrado es la falta de asistencia técnica que en la actualidad se presenta en la producción ecológica. A esto se une la deficiente formación de los técnicos en los métodos ecológicos, lo cual contribuye a la situación de desamparo de los productores ecológicos. En el mismo contexto, se debe citar que gran parte de los problemas técnicos derivan de la falta de investigación científica general sobre producción ecológica y que resulta acuciante en ganadería ecológica. Esta apreciación también se extrae de los productores ecológicos entrevistados, ya que describen que más que ser receptores de este tipo de investigación, están realizando ellos la labor de enseñanza y experimentación con sus fincas, lo que en muchos casos no les agrada, por darse una situación de dependencia sin retroalimentación, es decir, sus fincas pasan por ser centros de aprendizaje de los técnicos. Ciertamente, la agricultura y ganadería ecológicas han avanzado mucho en la última década y, a pesar de los grandes pasos que se están dando en los últimos años, con el pionero Plan Andaluz de la Agricultura Ecológica, los centros y asociaciones que han surgido en pos de este objetivo, las publicaciones técnicas e incluso las iniciativas comunitarias, etc., todos estos activos siguen siendo escasos y muy difuminados por toda Andalucía, de forma que, como bien aseguran los entrevistados, siguen siendo pocos para las necesidades que están surgiendo. De hecho, la falta de información y estructuración del sector ha generado también que aparezcan dificultades para la obtención de insumos ecológicos, tales como piensos y medicamentos homeopáticos, que en diferente situación no debería constituir un obstáculo para los productores.

Igualmente, se está generando un conflicto porque no hay en el marco normativo de ganadería ecológica un itinerario que recoja las diferencias que se pretenden en cuanto a la sanidad animal. Así, en la entrevista a un productor ecológico, éste se quejaba de la obligación de vacunar continuamente a su ganado, por ejemplo de brucelosis, que no presenta casos de la enfermedad, exponiéndolo a la aparición de los casos tras la aplicación de la vacuna. Esto viene a decir que problemas sanitarios derivados del manejo, que a nivel ecológico se han evitado, son infravalorados por anteponer una prevención generalista a métodos de control más personalizados por explotación o incluso a través de métodos homeopáticos, de los que por otra parte vienen funcionando, pero son totalmente desconocidos por los técnicos

o veterinarios de la zona. Por tanto, se observa que, por una parte la administración tiene que hacer un esfuerzo de revisión y actualización de la legislación que les afecta; entre las razones de más peso se encuentra el hecho de que si el desarrollo en zonas rurales o de parques se pretende con la revalorización de productos de este tipo (artesanos o ecológicos, entre otros), dicha labor se puede ver obstaculizada por la existencia de una legislación no sectorial. A ello, debe ir unido la formación de nuevos técnicos y el reciclaje continuo de los que, esta en materia, trabajan ya a pie de campo con los productores. Atendiendo a factores más generales, toda una tradición de ganadería extensiva ha contribuido no sólo a la conformación del medio y su conservación, sino también a la pervivencia de una cabaña ganadera de razas autóctonas (Pérez, 2004).

Con todo, el sector agrario en Los Alcornocales se encuentra en una situación muy positiva, tanto desde el punto de vista de sus características actuales como de la posibilidad de su potenciación, en especial para la producción ecológica. A este respecto, hay que señalar que la agricultura y ganadería ecológicas contribuyen a mitigar algunos de los efectos perjudiciales provocados o amplificadas por el manejo convencional de plantas y ganado. Externalidades negativas como la erosión edáfica, la contaminación de aguas subterráneas con nitratos y plaguicidas, la emisión a la atmósfera de dióxido de carbono y partículas diversas, la homogeneización genética, y la presencia indeseable de productos nocivos para la salud (plaguicidas, abonos, antibióticos...) en los alimentos, entre otros efectos, son minimizados en el manejo ecológico mediante la aplicación de tecnologías respetuosas con el medio ambiente. La adición de materia orgánica como abono y mejorante de suelos, el uso de técnicas de control biológico de plagas y enfermedades, la siembra de cultivos de cobertura, el manejo de variedades y razas adaptadas a las condiciones locales, entre otras, son algunos ejemplos de prácticas agrarias tendentes hacia la consecución de una mayor sostenibilidad ambiental (Alonso, 2003).

4 ► CONCLUSIONES

A partir de la información procesada se han establecido una serie de propuestas que contribuyan al desarrollo de la agricultura y ganadería ecológicas en el Parque Natural “Los Alcornocales”.

En primer lugar se propone seguir mejorando las relaciones entre el Parque Natural y la población, mediante la realización de actividades de divulgación por parte del Parque en los municipios de su influencia, en las cuales se expliquen las líneas de actuación que sigue y sus competencias.

Otro punto a desarrollar es la sensibilización ambiental. La Marca Parque Natural es una herramienta que puede contribuir a interiorizar buenas prácticas en el manejo de explotaciones agroindustriales. Asimismo, se propone la organización de jornadas divulgativas y actividades

educativas sobre los productos ecológicos dirigidas a la población en general, que permita a ésta conocer o ampliar su información con respecto a estos productos. Incidir además en la educación ambiental a escolares y acercarlos a la producción agraria, con actividades como las huertas escolares y granjas escuela.

La siguiente estrategia sería estimular las relaciones entre turismo y agricultura ecológica, promoviendo la venta de productos locales (entre los que se encontrarían los ecológicos) en las infraestructuras oficiales destinadas al turismo (centros de visitantes, puntos de información, oficinas de turismo, etc.). De igual forma, la celebración de ferias agroalimentarias en los municipios del Parque en época de mayor afluencia de turismo contribuiría a promocionar los productos diferenciados (entre los que se encontrarían los productos ecológicos) y reforzaría las relaciones entre el sector productor y de servicios. Asimismo habría que plantear una actuación sobre la comercialización, que promueva el asociacionismo productivo y empresarial y que permita organizar la producción y comercialización de los productos locales a través de diversas estrategias, como el aprovechamiento de las redes comerciales de cada producto y empresa para comercializar el resto, la apertura de nuevos mercados emergentes con los productos ecológicos (utilizables en algunos casos para otros productos de calidad), el establecimiento de puntos de venta propios, el abastecimiento a establecimientos locales (mercados de abastos, restaurantes, tiendas de alimentación...), y la utilización de internet como herramienta de venta conjunta de estos productos, entre otras.

Se ha visto que algunos de los problemas señalados eran de tipo técnico; para minimizarlos se debería mejorar la información, formación y asistencia técnica, a través de organización de jornadas y cursos de formación en agricultura ecológica, dirigidos tanto a la formación de agricultores y técnicos, como a informar a la población de los que son productos ecológicos. Además, para fortalecer la producción agraria, se plantea la elaboración de una guía actualizada de distribuidores de insumos y productos ecológicos en el ámbito andaluz, que facilite a los productores el acceso a esta información. En este sentido, también se contempla el establecimiento de ayudas específicas a la producción agraria con criterios ambientales en espacios protegidos.

Por último, se propone con un carácter más general el impulsar la creación de un Área de Desarrollo Agroecológico en la comarca de Los Alcornocales, con la participación del Parque Natural, GDR, OCAs, UTEDLTs y otros colectivos externos (universidades, IFAPA, CSIC, certificadoras ecológicas, etc.) y del entorno (como el Instituto de Estudios Campogibraltareños) en el que, a partir de las demandas de los productores ecológicos, se elaboren y lleven a cabo medidas encaminadas al desarrollo endógeno de la zona, en el marco de la producción ecológica, de forma que actúen como dinamizadores de un proceso de desarrollo que se base en las inquietudes y conocimientos locales. La participación y el flujo de conocimientos entre investigadores y productores, facilitaría la evolución hacia un manejo más sustentable de los recursos naturales y la revalorización del conocimiento tradicional, con el objetivo de mejorar la capacidad del productor para realizar su actividad en el plano técnico y comercial.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Este estudio está enmarcado en el Proyecto de Investigación “Evaluación del potencial de desarrollo de la Agricultura y Ganadería Ecológicas en ocho Parques Naturales de Andalucía”. Este proyecto está financiado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, y se lleva a cabo a través de un Convenio de Cooperación entre el Consorcio Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural (CIFAED) y la Asociación Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (CAAE).

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **ALONSO, A. M. 2003**

Análisis de la sostenibilidad agraria: el caso del olivar de la comarca de Los Pedroches (Córdoba). Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba (inédito).

- **ASOCIACIÓN COMITÉ ANDALUZ DE AGRICULTURA ECOLÓGICA (CAAE) 2003**

Datos estadísticos sobre la agricultura ecológica en los municipios del Parque Natural “Los Alcornocales” (inédito).

- **ASOCIACIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL DE ANDALUCÍA 1998**

“Productos Sierra de Cádiz”. Tierra Sur nº 2, Primavera 1998, pp. 16-24.

- **CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA 1993**

Bases para un Plan de Desarrollo Rural Andaluz. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.

- **CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE 2001**

Plan de Desarrollo Sostenible del Parque Natural Los Alcornocales. [En línea]. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/PDS/alcornocales/pdsalcornocales.pdf> [consulta: marzo 2004].

- **CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE 2003**

Informe 2003. Medio Ambiente en Andalucía. [En línea]. http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/indice_ima.html [consulta: mayo 2004].

- **DIPUTACIÓN DE CÁDIZ 2004**

Programa de actividades en Medio Ambiente, Sección Ganadería. [En línea]. http://www.dipucadiz.es/Areas/Medio_Ambiente/programas6.shtm [consulta: julio 2004].

- **FAO 2003**

The scope of organic agriculture, sustainable forest management and ecoforestry in protected area management. [En línea]. <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD469E/AD469E00.HTM> [consulta: junio 2004].

- **FONTELA, E. 2000**

“Globalización y Desarrollo local”. Tierra Sur nº 6, invierno 2000, pp. 9-12.

- **GARCÍA, M.; IBÁÑEZ, J. Y ALVIRA, F., COMP. 1992**

El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación. Alianza Editorial. Madrid.

- **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE) 2003**

[CD-Rom]. Censo Agrario 1999. Edición en CD-Rom.

- **OFFERMANN, F. Y NIEBERG, H. 2000**

Economic Performance of Organic Farming in Europe. Organic Farming in Europe. Economics and Policy, vol.

5. University of Hohenheim. Stuttgart (Germany).

• **ORTÍ, A. 1992**

“La apertura y el enfoque cualitativo o estructural: la entrevista abierta y la discusión de grupo”. En García Ferrando, M.; Ibañez, J. y Alvira, J. (Comp.). El análisis de la realidad social: métodos y técnicas de investigación. Alianza Universidad Textos. Madrid.

• **PÉREZ, J. A. 2004**

“Raza retinta: la raza de la dehesa”. Mundo Ganadero nº 164, marzo de 2004.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE ECOLÓGICA COMPARADA CON LA CONVENCIONAL

BARRIO DE PEDRO, JOSÉ CARLOS⁽¹⁾ Y SÁNCHEZ MIYARES, LUIS MANUEL⁽²⁾

⁽¹⁾ SERIDA. Apartado 13. 33300 Villaviciosa
E-mail: josebp@serida.org

⁽²⁾ SERIDA. Apartado 13. 33300 Villaviciosa

RESUMEN

Se expone, desde un punto de vista socioeconómico y agroambiental, la problemática de la producción de leche ecológica comparada a otros sistemas convencionales. Dicha comparación requiere un muestreo estratificado de explotaciones de referencia, cuyo análisis puede irse precisando desde un sencillo registro de explotación centrado sobre manejo y producción, hasta un diagnóstico global que tome en consideración aspectos de estructura, técnico-económicos, agroambientales, de situación y proyecto. Semejante análisis comparativo facilita la puesta en perspectiva del diagnóstico individual de explotación y proyecto, pudiendo así clarificar el proceso de conversión a la producción de leche ecológica.

Los primeros resultados obtenidos en un dispositivo de explotaciones de referencia describen los principales factores de los que depende el éxito de las ganaderías ecológicas: un sistema de producción extensivo en lo relativo a territorio y rebaño, un precio y comercialización adecuados, y un control de los principales costes (cultivos para el ganado, piensos ecológicos, mano de obra, gestión sanitaria del rebaño, gestión agroambiental de la explotación). Dichos resultados nos guían sobre las necesidades futuras de investigación en tres áreas: comparar sistemas convencionales y ecológicos así como niveles de intensificación, analizar la viabilidad de la conversión a la ganadería ecológica, analizar la viabilidad industrial y comercial.

PALABRAS CLAVE: EXPLOTACIÓN GANADERA, SISTEMA DE PRODUCCIÓN, LECHE ECOLÓGICA, DIAGNÓSTICO Y VIABILIDAD

1 ► INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En los últimos años el aumento de producción media de leche en las explotaciones ganaderas de Asturias se ha visto favorecido o cuando menos acompañado por procesos de intensificación. Sin embargo, las actuales tendencias de políticas agrarias y de desarrollo rural (Agenda 2000, medidas agroambientales, medidas de reducción de precios de intervención de la leche, etc.) promueven una producción de leche más extensiva en inversión de capital y en manejo del territorio y de los recursos. Los sistemas de producción de “leche ecológica” se adaptan perfectamente a estas tendencias, ya que deben ajustarse a un marco reglamentario establecido para generar beneficios sociales y ambientales. Dicho marco, que limita las posibilidades de intensificación, puede sostenerse en gran medida gracias a los sobrepuestos y a las subvenciones que conlleva este tipo de producción. El diferencial de precios y de subvenciones con respecto a la producción “convencional”, así como otras diferencias de resultados y de costes, justifican una contabilidad de explotación relativamente específica, que debe compararse con la de otros sistemas de producción de leche en un contexto de mercados, de precios (de compra al productor y de venta al consumidor) y de subvenciones. Los resultados de dicha comparación permitirán de evaluar y de especificar beneficios, costes y perspectivas de porvenir. También pueden compararse otros aspectos de estructura, gestión, sociales o ambientales (diagnóstico global de explotación), sirviendo estos análisis para precisar recomendaciones, orientar reconversiones y elaborar políticas agrarias y de desarrollo rural.

Comenzamos en el presente artículo por presentar una problemática socioeconómica de la leche ecológica, con la finalidad de precisar necesidades de investigación. Seguimos con una exposición de la metodología del análisis técnico-económico y estratégico que se puede llevar a cabo mediante los registros y encuestas correspondientes: el registro de explotación, la encuesta de funcionamiento y estrategia, y la encuesta agroambiental. Acabamos resumiendo los primeros resultados de un dispositivo de seguimiento de explotaciones ganaderas, a través del cual se obtienen los principales factores y variables para el análisis técnico-económico comparado de los sistemas convencionales y ecológicos.

2 ► PROBLEMÁTICA SOCIOECONÓMICA DE LA LECHE ECOLÓGICA

Nos interesamos por los aspectos siguientes: el contexto de la agricultura biológica y de la Organización Común de Mercado de los productos lácteos, los antecedentes de investigación en leche ecológica, y las necesidades de investigación subsecuentes.

La agricultura biológica y la OCM de productos lácteos

El desarrollo de la agricultura biológica en los últimos años se ha visto sustentado por una serie de factores cada vez más valorados por el mercado y por la legislación: seguridad

agroalimentaria, calidad, protección animal y protección ambiental. Dichos factores han generado un aumento de la demanda y unos mayores precios para los productos biológicos con respecto a los convencionales, y promovido su expansión en el marco de las vías de distribución más generales. Aunque en el año 2000 dicha agricultura concierne sólo un 3% de la Superficie Agrícola Útil (SAU) de la Unión Europea, se trata de un sector cada vez más dinámico que ha crecido un 25% anual entre 1993 y 1998, y un 30% desde entonces (European Commission, 2001, 2002). Por otra parte el carácter durable de la agricultura, de los recursos naturales y del medio ambiente es un objetivo mayor de la actual Política Agrícola Común. La agricultura biológica contribuye a dicha durabilidad, ofrece perspectivas de empleo en el sector agrícola, de la transformación y de los servicios anexos, y tiene una incidencia positiva en la economía así como en la cohesión social de las zonas rurales. Todo ello se traduce en ayudas financieras y otras medidas favorecedoras de la conversión a la producción biológica, con la finalidad de estimular el crecimiento del sector y de apoyar las empresas agroalimentarias (European Commission, 2002). En consecuencia, la expansión y la diversificación del mercado de productos biológicos así como los sobrepuestos y las ayudas, incitan a los agricultores a operar la conversión a la agricultura biológica. El sector lácteo, primordial para el Principado de Asturias y para la Cornisa Cantábrica, no es una excepción a esta regla (European Commission, 2001; Duchateau, 2003; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2003).

Respecto a las limitaciones a la manera de producir, estas figuran en el Reglamento (CE) nº 2092/91, completado por el Reglamento (CE) nº 1804/1999 sobre reglas de producción, etiquetado e inspección relativas a las principales especies animales (Comisión Europea, 2000 (1)). Para la leche ecológica de vaca estas limitaciones son: un periodo de conversión de 2 años para la tierra y de 6 meses para las vacas, una carga ganadera no superior a 2 UGM/ha, una ración diaria de materia seca constituida al menos por 60% de forrajes y con piensos ecológicos, una prevención de enfermedades mediante buenas prácticas de higiene y manejo y una adecuada selección de los animales, siguiendo tratamientos veterinarios homeopáticos y biológicos, unas condiciones de bienestar animal (espacio, limpieza, ventilación), y una suficiente capacidad de almacenamiento del estiércol para evitar la contaminación de aguas.

Los mercados europeos del sector lácteo (OCM de la leche y los productos lácteos) están regulados por el Reglamento (CE) nº 1255/99 del Consejo, del 17 de mayo, modificado por varios Reglamentos (CE) posteriores. Esta reglamentación, que supone una profunda reforma del sector, influirá sobre los ingresos de los ganaderos a partir de la campaña 2005-06 mediante un descenso de los precios de intervención y un aumento de la participación de los pagos directos vinculados a la disponibilidad de cantidad de referencia, (Comisión Europea, 2000 (2); Reglamento (CE) nº 1782/2003), al tiempo que el sector seguirá estando sometido por el momento al efecto de las cuotas. Respecto a los precios corrientes anuales, se observa ya una disminución a nivel nacional (Robles Robles *et al.*, 2003), con precios todavía menores en el caso de explotaciones pequeñas y poco organizadas, de zonas de montaña, y de leche vendida fuera de cuota y no declarada. Respecto a los pagos directos,

estos se efectuarán por “unidad de prima” (cantidad equivalente al rendimiento medio comunitario de leche de 5800 l/vaca) y se referirán a un montante total máximo anual que aumentará en cuatro etapas entre 2005 y 2007, mientras que cada Estado Miembro efectuará pagos suplementarios anuales referidos a una prima a la vaca lechera o a pagos por superficie de pastos permanentes.

La alternativa que supone el mercado de leche ecológica (European Commission, 2001) tiene cierto desarrollo en algunos países pero es incipiente en España y a nivel de la Cornisa Cantábrica (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2003; Pérez Méndez y Álvarez Pinilla, 2003). El crecimiento de dicho mercado contribuiría a diversificar las estrategias y los medios de producción de leche y de productos lácteos, lo cual podría tener varios impactos positivos en términos de economía de ciertas explotaciones, de seguridad y calidad agroalimentarias, de medio ambiente y eficacia energética, y de producción industrial (Posada Navia, 2002; Comisión Europea, 2000 (1)). Sobrepuestos, ayudas y diversificación de mercado son pues los factores que más pueden contribuir a la producción de leche ecológica, a condición de mantenerse dentro de unos límites de costes y de delimitar factores de viabilidad para operar la conversión.

Antecedentes de investigación en leche ecológica

Pérez Méndez y Álvarez Pinilla (2003) han revisado una bibliografía empírica relativa a la producción y comercialización de leche ecológica y publicada entre 1994 y 2002. Dada la todavía escasez de explotaciones de leche ecológica en los distintos países, dicha bibliografía se basa en casos particulares o en pequeñas muestras, aunque trata diversos sistemas de producción, espacios (territorios, países) y tiempos (periodos estudiados, años). Existen análisis sobre el proceso de conversión, estudios comparativos de costes y resultados entre ganaderías convencionales y ecológicas, y estudios sobre comercialización.

Esta bibliografía permite destacar tres aspectos principales relativos a ingresos, nivel de intensificación y costes. En primer lugar, la conversión queda facilitada por el atractivo de los sobrepuestos de la leche y de las ayudas oficiales, pero puede representar un problema o incluso ser reversible si dichos precios y ayudas bajan. En segundo lugar, es más fácil y menos costosa la conversión de una ganadería extensiva en ecológica, la cual sobre todo permite un beneficio en términos de capital, eventualmente de trabajo, sin que haya necesariamente un crecimiento de la producción. Para una ganadería intensiva la conversión supondría reorganización, reconversión de capitales y decrecimiento, así como una transformación importante del proyecto familiar. Otros parámetros muy importantes de la conversión, más frecuentes en los sistemas extensivos, son la posibilidad de extensión territorial y la presencia de un rebaño adecuado para el sistema ecológico. En tercer lugar, la ganadería ecológica asume costes en términos de protección ambiental y de calidad agroalimentaria que en el caso de la convencional son asumidos por la sociedad o por una parte de esta. Dicha diferencia de costes depende, para un nivel determinado de

intensificación y de inversión en factores de producción, del sistema de cultivo forrajero ecológico, de la disponibilidad y coste de piensos ecológicos, de la gestión sanitaria del rebaño y de la gestión agroambiental de la explotación en su conjunto.

Necesidades de investigación subsecuentes

De todo lo referido, se deduce que es un buen momento para establecer comparaciones entre sistemas de producción convencionales y ecológicos, prestando especial atención al nivel de intensificación y a la gestión de los costes de producción, así como para clarificar las condiciones de viabilidad de conversión entre ambos. Los supuestos de la bibliografía se convierten en hipótesis de trabajo que deben ser verificadas y precisadas en lo relativo a posibilidades de conversión. Para ello se necesita realizar estudios regionales sobre el escaso número existente de explotaciones de leche ecológica, enmarcado en la población más amplia posible de explotaciones convencionales.

La contabilidad de los sistemas ecológicos de producción de leche debe poder compararse en términos de costes y resultados con la de los sistemas convencionales, de preferencia en su contexto de mercados, precios de compra al productor y venta al consumidor, y subvenciones (Pérez Méndez y Álvarez Pinilla, 2003). Se trataría además de comparar aspectos estructurales, técnico-económicos y agroambientales, en el marco de la elaboración de los respectivos estudios monográficos (diagnósticos globales) de explotación (Landais, 1998). Idealmente, dichas monografías deberían integrarse en el seno de una tipología de explotaciones que permitiese orientar y estructurar su realización así como generalizar sus resultados (Landais, 1998). En las regiones objeto de estudio (Principado de Asturias, Cornisa Cantábrica) estos resultados se traducirían en referencias técnicas y económicas sobre las condiciones de viabilidad y de gestión, que permitirían análisis comparativos, diagnósticos y recomendaciones específicos para los productores interesados. Permitirían el análisis de los sistemas convencionales para determinar si son viables para un eventual proyecto de conversión a ecológicos, ligado a mercado y a precios. Facilitarían el diseño de escenarios o líneas para acompañar la conversión.

Por otra parte, habría que estudiar la viabilidad industrial que pueda generar el mercado de leche ecológica, concretamente la evaluación de costes y resultados económicos que pueda suponer para la industria la puesta en funcionamiento de una rama encargada de la recogida, tratamiento, envase y distribución de la leche ecológica.

3 ► METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO Y ESTRATÉGICO

Se recogen cinco aspectos relativos al análisis técnico-económico y estratégico: los indicadores de estructura y funcionamiento, la viabilidad económica, la relación entre crecimiento

e intensificación, los aspectos sociales inmediatos a nivel del ganadero, y las lógicas específicas a la producción de leche ecológica. Los indicadores de estructura y funcionamiento describen un sistema de explotación en su fase actual, aunque también interesa conocer los elementos que permitieron su desarrollo (principales inversiones en factores de producción, recurso a algún tipo de subvención estructural, resultados técnico-económicos de años anteriores, etc.). Entre estos indicadores, cabe destacar los siguientes: forma jurídica de la empresa, Unidades de Trabajo Hombre (UTH) y repartición entre los principales trabajadores, inventario y propiedad de factores de producción, superficies y parcelas manejadas, Unidades de Ganado Mayor (UGM), cuota de leche y producción, tipo de rebaño vacuno y número de animales de cada clase en el rebaño de leche, calendario de inseminaciones y partos, variaciones anuales del inventario de ganado, carga ganadera y su distribución en el calendario de uso de las parcelas forrajeras, otros herbívoros y granívoros (ovejas, cabras, cerdos, aves), compraventa a través de cooperativas y negociación de precios de venta, etc.

La viabilidad económica de las explotaciones puede analizarse desde dos puntos de vista (Robles Robles *et al.*, 2003). A corto plazo, la viabilidad es función del margen neto, calculado como la diferencia entre los ingresos (precio * cantidad producida) y los costes generados por los inputs (costes totales – costes de oportunidad del capital y mano de obra familiar). En este caso, la viabilidad está asegurada cuando el margen neto cubra suficientemente las necesidades familiares. A largo plazo la viabilidad es función del beneficio (ingresos – costes totales), para cuyo cálculo se añaden al gasto los costes de oportunidad. Si el umbral de rentabilidad coincide con la producción de un margen o beneficio, entonces se puede hablar de una rentabilidad económica a plazo corto (margen neto / capital productivo total) o largo (beneficios / capital productivo total), midiéndose el endeudamiento mediante el ratio “capital de acreedores / capital productivo total”. La empresa tiene interés en solicitar un préstamo para invertir cuando la rentabilidad económica del capital invertido supere a la tasa de interés del capital que se pediría prestado para llegar a ese volumen de capital.

Los factores de la viabilidad son tanto la producción en relación con los precios que se paguen, como los diferentes conceptos de costes, factores que no analizamos aquí por falta de espacio. Para que se produzca un beneficio (umbral de rentabilidad a largo plazo), el margen bruto (= ingresos – costes variables totales) tiene que superar a los costes fijos totales. Las dos clases de lógica analizadas (crecimiento y control de costes) permanecen válidas en el contexto actual de precios a la baja aunque controlados y de cuotas sometidas a mercado. Hay que considerar ambas para determinar costes marginales y niveles de producción, relativamente a los precios diferentes que ambas pueden conseguir de la venta de la leche ya que las grandes explotaciones obtienen generalmente mayores precios.

Otro tema de viabilidad económica es el relativo al valor del balance final del capital. Los principales problemas son los relativos a su crecimiento o decrecimiento (problema de inversión), así como a su envejecimiento y amortización (problema de costes). Este análisis puede extenderse al de la internalización del coste ecológico de un recurso que puede implicar un gasto inmaterial por parte de la empresa interesada en conservarlo (caso del

valor productivo de la tierra), o también un coste de oportunidad ambiental por parte de la sociedad (caso del agua potable o de otros parámetros ambientales).

Distinguimos dos situaciones distintas que conllevan intensificación: la que explícitamente produce crecimiento gracias a una estrategia de inversión-capitalización en forma de medios de producción con aumento de costes fijos, y la que se produce implícitamente como consecuencia de una estrategia de crecimiento en el seno de un sistema de producción determinado. La intensificación puede venir dada por una inversión o crecimiento acompañados de una falta de tierras cercanas a la explotación, lo que hace que aumente el consumo de concentrados (Álvarez Pinilla y Pérez Méndez, 2003). Las variables corrientemente implicadas se deben medir como ratio con el fin de evitar que se agrupen explotaciones en función del tamaño: la carga ganadera (UGM/ha), los Kg. de concentrados por vaca o los gramos de concentrados por litro de leche producida, la producción de leche por ha, por vaca y por Kg. de concentrados. Estas variables suelen subir con el nivel de intensificación, salvo la producción de leche por Kg. de concentrado. Son variables de inputs y resultados que no describen equipamientos, técnicas, mano de obra, nivel de inversión..., y que se pueden resumir parcialmente por el volumen de producción y su eficiencia (margen neto o renta divididos por el volumen de producción).

Los sistemas intensivos tienen mayores valores de dimensión, coste variable medio (sobre el cual los alimentos comprados representan 70 u 80%), precio medio y en consecuencia márgenes bruto y neto. Baja el coste fijo debido a un mejor aprovechamiento de los factores de producción. Para que se conserve la eficiencia de dichos sistemas el margen neto debe crecer linealmente con la producción, lo cual puede ocurrir aunque el coste medio total crezca más que la producción, a condición de que los precios suban en consonancia. Sin embargo puede producirse una caída de competitividad si los precios bajan ya que afectaría al resultado marginal. Si se definen modalidades de eficiencia y de intensificación se pueden separar poblaciones de individuos en grupos (Álvarez Pinilla y Pérez Méndez, 2003). Dicha operación permite de analizar las diferencias técnicas (litros de leche y variables citadas para medir la intensificación) y económicas (precio, costes variable y fijo, márgenes bruto y neto) que se produzcan en cada caso, así como de estudiar en que condiciones la intensificación (o la extensificación en su caso) ayuda a las explotaciones a ser más eficientes o al contrario las vuelve más ineficientes.

Los aspectos sociales inmediatos se refieren a las ideas de proyecto y de objetivos que se establecen a nivel familiar y que conciernen la explotación agrícola. El proyecto familiar interacciona con el ciclo de vida de la explotación, con su historia y su situación actual. Aunque dicho proyecto y objetivos no influyen directamente sobre los aspectos técnicos observables en un momento dado, sí que acaban determinando su elección a través de las modificaciones de funcionamiento de la explotación, mediante cambios en sus sistemas de cultivo o ganaderos, y en sus respectivas reglas y prácticas de gestión. En consecuencia, es necesario encuestar sobre ellos para incluirlos en la fase de diagnóstico y en los estudios de viabilidad.

Hay finalmente unas lógicas específicas a la leche ecológica, ya que los ingresos por litro de leche ecológica dependen directamente de la especificidad de este sistema de producción.

El trabajo bibliográfico de Pérez Méndez y Álvarez Pinilla (2003) nos orienta sobre diferencias de estructura y de cuenta de resultados de la ganadería ecológica respecto a la convencional:

- ▶ **Estructura e intensificación.** Aumenta el trabajo familiar o externo y el ganado vacuno por unidad de producción, así como la superficie manejada y las inversiones en tierras. Disminuye el ganado por unidad de superficie.
- ▶ **Precios e ingresos.** Aumenta el precio medio de la leche así como las ventas de leche y de terneros con mejor aptitud cárnica. Baja la producción unitaria de leche (por vaca, SAU, UTH y explotación. Aunque los precios de compra al productor sean mayores, en España el ganadero percibe un menor porcentaje del precio final en ecológica (alrededor del 40%) que en convencional (alrededor del 45%), debido al mayor coste de producción industrial (primas de conversión, recogida, tratamiento aislado, baja rotación de los productos, costes de certificación, etc.) y a los mayores márgenes establecidos para compensar los excesos de costes.
- ▶ **Costes variables y directos relativos al ganado.** Aumentan los costes por semillas ecológicas, así como los relativos a medicamentos, servicios veterinarios y ordeño. Disminuyen los costes en abonos y pesticidas, en forrajes y subproductos, y en medicamentos, servicios veterinarios y ordeño. Sin embargo, existen contradicciones en los datos sobre costes globales relativos a cultivos para el ganado, a alimentos concentrados unitarios (por vaca, UGM o litro), y a reproducción y recambio de vacas.
- ▶ **Costes fijos desembolsados y no desembolsados.** Aumentan los costes de mano de obra asalariada fija o temporal, las cargas sociales y los alquileres, así como los intereses del capital relativo al ganado. Como se invierte menos, disminuyen las amortizaciones así como los intereses del resto del capital fijo propio.
- ▶ **Balance económico.** Aumentan los beneficios, el margen neto, y el producto bruto resultante de las ventas y de la variación de inventario. El coste total (incluyendo costes de conversión y de certificación) aumenta para unos autores y disminuye para otros. Para Berentsen *et al.* (1998) la conversión es positiva para los sistemas extensivos (coste reducido, beneficios mayores) y negativa para los intensivos.

La ganadería ecológica ha de contemplarse como una estrategia de diferenciación de las explotaciones, en busca de mejores precios y de un resultado financiero.

Sería preciso promocionar la demanda y controlar la oferta de productos ecológicos para que los precios se mantengan, pero también desarrollar una capacidad industrial de procesado y comercialización. Se pueden reducir costes mediante un aprovechamiento de los recursos forrajeros propios y mediante una subcontratación de servicios que evite tener que amortizar las inversiones infrutilizadas, interesando en cada caso investigar sobre las mejores prácticas en relación con la rentabilidad de las mismas. Por último haría falta un mayor conocimiento sobre procesos ecológicos para la gestión así como una red especializada de consejo técnico.

4 ► REGISTROS Y ENCUESTAS ASOCIADAS AL DIAGNÓSTICO DE EXPLOTACIÓN

Se está realizando un seguimiento de manejo y gestión de 8 explotaciones de referencia con las que se ha firmado un Acuerdo de Colaboración. Dichas explotaciones se reparten en distintos niveles de intensificación: dos intensivas, una semi-intensiva, dos extensivas y tres ecológicas. En ellas se toman datos todos los meses utilizando una ficha (registro de explotación) en la que se recogen los datos económicos de la explotación así como los datos de inventario y reproducción del rebaño. La evaluación de estos datos se complementa con el asesoramiento técnico que demanda el ganadero en el marco de las competencias que en esta materia tiene asumidas el SERIDA.

El registro de explotación puede ser completado mediante una encuesta que se puede efectuar a varios niveles en función del tipo de diagnóstico al que se pretenda llegar. Como hemos visto, los instrumentos de diagnóstico económico-financiero se basan en la interpretación de documentos contables anuales (cuenta de resultados, balance de capitales), con indicadores de resultado de naturaleza económica (beneficio o margen neto, producto bruto, costes, etc.) y financiera (capital circulante, capacidad de autofinanciación, ratios de endeudamiento, etc.). Sin embargo, un “diagnóstico global de explotación” implica la toma en consideración de aspectos de estructura, técnico-económicos, agroambientales, de situación y proyecto. Dicho diagnóstico global se basa en dos tipos de encuesta: la encuesta de funcionamiento y estrategia, y la encuesta agroambiental. La encuesta de funcionamiento y estrategia (Capillon, 1993) contiene información sobre la historia, la estructura en factores de producción, el proyecto y objetivos de la familia, que determinan el estado actual de la explotación así como sus posibilidades de evolución en términos de sistema de producción. Además, recoge información sobre los distintos cultivos y ganadería en términos de prácticas de localización, gestión o comercialización. En cuanto a la encuesta agroambiental, esta recoge información sobre indicadores y criterios ambientales que están relacionados con aspectos globales (diversidad espacial, paisaje) o temáticos (suelo, agua, biodiversidad), con el fin de establecer una evaluación global y temática de la situación agroambiental de la explotación, y en la medida de lo posible producir información cuantitativa. La encuesta puede adaptarse específicamente a explotaciones de leche, y puede ser de interés para mejorar las prácticas o para acompañar y evaluar la conversión a leche ecológica.

5 ▶ PRIMEROS RESULTADOS DEL DISPOSITIVO DE SEGUIMIENTO COMPARADO

Hemos podido constatar que los ganaderos en sistema extensivo de algunas zonas del Principado tienen interés en el sistema ecológico, el cual se ve estimulado por la experiencia de los productores ecológicos actuales. Se trata de ganaderos que buscan un aumento de los ingresos sin modificar inicialmente su nivel de producción, para lo cual podrían invertir en una mínima reorganización de sus explotaciones y en un volumen de trabajo moderadamente superior.

Los precios pagados y las subvenciones para las explotaciones de leche ecológica suelen ser mayores que en las convencionales. Hemos observado que en los contextos en que dichos precios elevados se mantienen, el ganadero aprovechará el margen de crecimiento que le ofrece su sistema de producción (costes variables, volumen de trabajo) para aumentar la producción por vaca y por hectárea controlando sus costes fijos. Este aumento se verá favorecido por la eliminación de vacas con problemas de preñez, así como por la correcta gestión de los terneros de recría y de cebo.

Al objetivo de producir más leche por vaca se añade el de vender la totalidad de ésta en ecológico, ya que en caso contrario se produce una pérdida de ingresos los cuales son más irregulares al quedar influenciados por el volumen de leche ecológica vendido durante el mes. En las explotaciones ecológicas observadas, a menudo queda un porcentaje importante de leche que se vende como convencional a bajo precio debido a las menores cantidades de ésta que producen. El resultado es que los precios medios de la leche han sido similares entre sistemas de producción y las explotaciones ecológicas no se han visto todavía muy beneficiadas por la conversión. De hecho, la comercialización parece ser el principal factor limitante del desarrollo de la producción de leche ecológica. Hay que considerar que los niveles de ingresos dependen también de las producciones de carne (con mayor peso económico en los sistemas no extensivos) y del contexto que genera el precio de la leche (acuerdos ganadero-empresa, lugar y volumen de producción, etc.).

El volumen y la repartición de los ingresos varían entre sistemas de producción. Para los ganaderos extensivos-ecológicos, los ingresos de la leche han supuesto en 2002-03 el 75% o más de un total de ingresos inferior a 1900 € por UGM y año, mientras que para ganaderos más intensivos los ingresos de la leche pueden bajar del 60% de un total de ingresos superior a 2000 € por UGM y año. Respecto a costes, los ganaderos extensivos-ecológicos estudiados tuvieron menos de 1200 € de costes totales por UGM y año (30 al 40% por alimentación y 15 al 45% por mano de obra). Ganaderos más intensivos han gastado más de 1300 € por UGM y año (65% por alimentación y sólo 3,5% por la cuota de la seguridad social). Respecto al margen neto por UGM y año, las explotaciones extensivas-ecológicas han obtenido entre 300 y 800 €, mientras que las más intensivas han obtenido entre 650 y 1450 €, dependiendo mucho esta oscilación de los ingresos suplementarios a la venta de la leche. Se ha observado un margen neto equivalente para explotaciones de talla similar cuya composición productiva era la siguiente: explotación extensiva con alto% de

leche ecológica y 21% de “otros ingresos”, y explotación semi-intensiva convencional con 28% de “otros ingresos”.

Las ganaderías interesadas en la conversión al sistema ecológico tienen en su mayoría las características de extensión territorial suficiente y de rebaño adecuado. Respecto al territorio, un nivel de 1 a 2 UGM/ha permite de asegurar una autonomía en la producción de alimentos aunque para ello haya que arrendar un porcentaje importante de la superficie, y una contigüidad espacial permite un manejo adecuado del sistema de pastos directos. Respecto al rebaño, este se caracteriza por una baja tasa de reposición y pocas vacas de deshecho ($>0,8$ vacas/UGM), y por un alto rendimiento de leche por unidad de coste de alimentación (litros de leche por vaca / costes de alimentación por UGM > 10). Sin embargo y a igualdad de dimensión económica, el rendimiento de la leche por unidad de coste total puede ser superior en explotaciones más intensivas, que limitan más los gastos de mano de obra y el resto de gastos pagados (costes fijos y costes de cultivos para el ganado).

Los ganaderos extensivos-ecológicos no pierden de vista las buenas cualidades específicas a su sistema forrajero, las cuales se pueden resumir en dos grupos. En primer las relativas a seguridad y autonomía alimenticias. Se trata de asegurar la producción propia de heno o ensilaje de hierba, y de minimizar la compra de concentrados (menos de 0,1 € de costes de alimentación por litro de leche) para adaptarla a un objetivo razonable de producción anual por vaca y por hectárea (menos de 6000 litros por vaca y de 8000 o 9000 litros por ha). En segundo lugar las relativas a simplificación y flexibilidad del sistema forrajero. Se establece un sistema simplificado sobre pradera temporal y con pasto rotacional o razonado para gestionar un crecimiento optimizado de la hierba, con cortes de hierba en primavera y algo en verano, aportes moderados de abono, y escasa o nula producción de maíz de ensilaje. Las vacas permanecen más tiempo sobre las parcelas durante el año y reciben menos complementos alimenticios en los periodos que para las explotaciones intensivas son críticos (verano, leche de invierno...). Incluso se establecen sistemas de desestabilización permanente en la zona de la costa con potenciación de los pastos de invierno.

La duración de la pradera temporal se ve prolongada por estos sistemas de producción que favorecen la interacción animal-suelo-planta. Se trata además de racionalizar al máximo los piensos que en ningún caso pueden representar más del 40% de la materia seca y que en la producción extensiva se acercaría más bien al 20%. En algunos casos estos piensos pueden llegar a ser elaborados por los propios ganaderos, pero sin automatizar su gestión en términos de coste-energía-proteínas-correctores, como lo hacen los ganaderos intensivos o semi-intensivos que poseen un carro mezclador. Para la producción forrajera ecológica no se pueden emplear los productos químicos de síntesis, que son substituidos por abonos orgánicos o minerales, y por productos de tratamiento minerales o biológicos.

Otro desafío para el conjunto de los ganaderos es el de mantener la calidad de la leche, de la cual depende el precio de venta. Tanto el nivel de producción como la calidad pueden verse afectados por los problemas sanitarios (parasitismo, mamitis...), pero la ganadería extensiva

conlleva en principio menos riesgos y hace posible los tratamientos homeopáticos y biológicos propios de los sistemas ecológicos. Dichos sistemas pueden cumplir mejor las condiciones de buen estado general de los animales y de resistencia a microbios patógenos, dado que evitan los riesgos derivados de la concentración animal, además de tener los objetivos explícitos de alimentación sana y equilibrada, y de buen manejo, higiene y confort.

6 ► CONCLUSIONES GENERALES

El análisis técnico-económico y estratégico de una serie de explotaciones de referencia (monografías de explotación) es de interés para sintetizar la estructura de las mismas, su viabilidad económica, situación y proyectos. También es de interés para precisar comparaciones con otras explotaciones de distintos tipos mediante indicadores que permitirían de valorizar bases de datos existentes, lo que hemos ejemplificado en este documento a través del uso de explotaciones de referencia. Dichos análisis se pueden completar mediante un diagnóstico global de explotación que permita precisar los aspectos más importantes de estrategia, de funcionamiento y agroambientales. Se puede orientar a especificar el contexto y el proceso de producción de la leche, buscándose en cada caso la producción de referencias técnico-económicas y agroambientales y comparándolas al marco reglamentario, para evaluar la distancia que separaría a los distintos sistemas convencionales de un hipotético proyecto de conversión a leche ecológica.

Respecto a los resultados obtenidos en las explotaciones de referencia, cabe señalar la adecuación de los sistemas extensivos (territorio, rebaño) a las posibilidades de conversión a producción ecológica, así como la importancia que tienen los factores precio y comercialización para la producción de leche ecológica. Por otra parte, las explotaciones menos extensivas se suelen beneficiar de mayores ingresos por la venta de carne (hasta el 40% en el caso estudiado). Esto hace que generalmente su margen neto por UGM y año sea mayor (650 a 1450 € en el periodo estudiado, contra 300 a 800 € para las extensivas parcialmente ecológicas), lo cual no sería el caso si sólo se considera la venta de leche. Respecto a la producción por unidad de coste, esta parece superior en la ganadería semi-intensiva estudiada, siendo el coste de compra de alimentos superior al de las ganaderías extensivas, pero rebajando costes por mano de obra y por cultivos para el ganado así como costes fijos. Sin embargo, el sistema forrajero de las ganaderías extensivas-ecológicas saca ventaja en los conceptos de seguridad y autonomía, así como de simplificación y flexibilidad, lo cual presenta un interés suplementario nada despreciable en temas como la intensidad del trabajo, la inversión en instalaciones, o los riesgos de sanidad del ganado.

La viabilidad de los sistemas de producción de leche ecológica depende esencialmente de tres condiciones principales: la disponibilidad de alimentos ecológicos, la disponibilidad de una estructura de explotación relativamente extensiva (tierras, rebaño) conjuntamente con los correspondientes protocolos de gestión enmarcados en un proyecto global del

ganadero, y la disponibilidad de mercado y de estructuras de recogida, transformación y distribución. En consecuencia, parece claro que hay que enfocar el problema desde dos grandes frentes complementarios, que son el de las explotaciones ganaderas actuales (caracterización y posibilidades de conversión bajo la hipótesis de existencia de un mercado de leche ecológica, siendo los alimentos ecológicos en gran medida producidos por ellas), y el del sector industrial (viabilidad de la producción de leche ecológica para satisfacer a una demanda creciente).

En un trabajo ulterior, tras los estudios monográficos (sistemas de explotación) se procederá a realizar un estudio cruzado (sistemas de producción) mediante las variables indicadoras que permitan comparar estructuras, contextos, costes y resultados, con la finalidad de precisar las condiciones de viabilidad para la conversión de convencional a ecológico. Se precisarán de esta manera las explotaciones convencionales que tienen mayores facilidades e interés de conversión, facilitándose los correspondientes escenarios y diseños de estrategia, que dependerán de los niveles de compromiso de cada proyecto. Dichos escenarios considerarían los diferentes pasos, ayudas posibles, evaluación de mercados y precios, así como de los costes y resultados esperados para el agricultor.

7 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ÁLVAREZ PINILLA, A. Y PÉREZ MÉNDEZ, J. A. 2003**

Tendencias recientes en el coste de producción en explotaciones lecheras, el efecto de la intensificación. En: El sector lácteo español, transformaciones recientes y retos futuros. Seminario de la Asociación Española de Economía Agraria. Lugo, 13-14 marzo. 9 pp.

- **CAPILLON, A. 1993**

Typologie des exploitations agricoles, contribution à l'étude régionale des problèmes techniques. Tesis INA-PG. t.1 (55 p.+anexos), t.2 (301 pp.).

- **COMISIÓN EUROPEA 2000 A**

La agricultura ecológica: guía sobre la normativa comunitaria. Dirección General de Agricultura. 32 pp.

- **COMISIÓN EUROPEA 2000 B**

Reforma de la PAC: leche y productos lácteos. Fact-Sheet. Dirección General de Agricultura. 8 pp. [Consulta: mayo 2004] <http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/fact/milk/milk_es.pdf>

- **DUCHATEAU, K. 2003**

Organic farming in Europe: a sustained growth over the period 1988-2000. Statistics in focus: environment and energy, theme 8 - 2/2003. 8 p.

- **EUROPEAN COMMISSION 2001**

Organic farming in the EU: facts and figures. Fact-Sheet. Directorate-general for Agriculture. 18 pp. [Consulta: mayo 2004] <http://europa.eu.int/comm/agriculture/qual/organic/facts_en.pdf>

- **EUROPEAN COMMISSION 2002**

Analysis of the possibility of a European Action plan for organic food and farming. Commission staff working paper. SEC(2002)1368. 34 p.

- **LANDAIS, E. 1998**

Modelling farm diversity: new approaches to typology building in France. *Agricultural Systems* 58 (4), 505-527.

- **MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN 2003**

Estadísticas 2003, agricultura ecológica, España. Subdirección General de Sistemas de Calidad Diferenciada, de la Dirección General de Alimentación (Secretaría General de Agricultura y Alimentación del MAPYA). 47 pp.

- **PÉREZ MÉNDEZ, J. A. Y ÁLVAREZ PINILLA, A. 2003**

Análisis económico de la producción de leche ecológica. En: El sector lácteo español, transformaciones recientes y retos futuros. Seminario de la Asociación Española de Economía Agraria. Lugo, 13-14 marzo. 16 pp.

- **POSADA NAVIA, C. 2002**

Propuesta de producción ecológica de leche. *Agrohispana*. 12 p. <www.agrohispana.com> [Consulta: mayo 2004]

- **REGLAMENTO (CEE) N° 2092/91 DEL CONSEJO, DE 24 DE JUNIO**

Sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.

- **REGLAMENTO (CE) N° 1804/1999 DEL CONSEJO, DE 19 DE JULIO**

Por el que se completa, para incluir las producciones animales, el Reglamento (CEE) n° 2092/91 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.

- **REGLAMENTO (CE) N° 1255/1999 DEL CONSEJO, DE 17 DE MAYO**

Por el que se establece la organización común de mercados en el sector de la leche y de los productos lácteos (DO L 160 de 26.6.1999, p. 48).

- **REGLAMENTO (CE) N° 1782/2003 DEL CONSEJO, DE 29 DE SEPTIEMBRE**

Por el que se establecen disposiciones comunes aplicables a los regímenes de ayuda directa en el marco de la PAC y se instauran determinados regímenes de ayuda a los agricultores (DO L 160 de 26.6.1999, p. 73).

- **ROBLES ROBLES, R.; DE LA PUENTE Y PUENTE, T. Y ÁLVAREZ NISTAL, R. 2003**

Determinación del umbral de rentabilidad de las explotaciones de vacuno lechero, en función del tamaño de la explotación. En: El sector lácteo español, transformaciones recientes y retos futuros. Seminario de la Asociación Española de Economía Agraria. Lugo, 13-14 marzo. 13 pp.

LECHE ECOLÓGICA EN GALICIA

La recuperación del agroecosistema tradicional

DOMÍNGUEZ, M. D. Y SIMÓN FERNÁNDEZ, X.

Dpto. de Economía Aplicada, Universidade de Vigo

E-mail: xsimon@uvigo.es

RESUMEN

El campesinado tradicional gallego (labrego) con un alto grado de subsistencia productiva se ha visto dramáticamente sustituido por un sistema agrario moderno, que responde a la lógica del mercado y exige la intensificación y especialización de la producción, en un intento por emular el “éxito” de los sistemas del norte y oeste de Europa. Este proceso exigió cambios radicales en la lógica y organización interna del “sistema campesino gallego”, donde los objetivos económicos comenzaron a prevalecer sobre los sociales y ecológicos.

Los decepcionantes resultados económicos derivados de este “nuevo” sistema se unieron a otros problemas no menos preocupantes como la eliminación de la mayor parte de los intercambios no monetarios y de la cooperación y la destrucción de importantes redes sociales de trabajo, la estandarización de productos y la aparición de importantes problemas ecológico - ambientales. Para recuperarse de esta crisis socio — económica y ambiental, los agricultores y ganaderos gallegos están desarrollando diferentes estrategias. Este trabajo presenta resultados en términos de impacto ambiental, económico y social de explotaciones de leche ecológica. El impacto ecológico se medirá con un indicador biofísico, la huella ecológica, mientras que el caso del impacto socio-económico, la margen bruta y el trabajo, entre otros, completarán la caracterización de la explotación. Estos indicadores aplicados a otro sistema más intensivo permitirán concluir el menor o mayor impacto de ambos agroecosistemas en términos socio-económicos y ambientales y lograr un gestión más o menos sustentable; así como para la obtención de claves para justificar la reorientación de las iniciativas políticas que se pongan en marcha para resolver los problemas del panorama agrario gallego.

PALABRAS CLAVE: PRÁCTICAS SUSTENTABLES, RECURSOS LOCALMENTE DISPONIBLES Y GANADERÍA ECOLÓGICA

1 ► INTRODUCCIÓN

El desarrollo rural sustentable es hoy en día una de las prioridades de las políticas agrarias europeas. Si ya es difícil llegar a un acuerdo sobre el significado del concepto “desarrollo rural” y su relación con la agricultura multifuncional y uso multifuncional del suelo, el adjetivo sustentable genera todavía un mayor grado de desacuerdo y discusión. Aunque no es el objetivo de este trabajo presentar una disertación sobre el término, debemos aclarar que creemos en la necesidad de superar los aspectos relacionados con la identificación exclusiva de desarrollo con crecimiento. Optamos por la creencia ya desarrollada por Daly (1992) de que es posible el desarrollo sin crecimiento. Más aún nos posicionamos dentro de la postura defendida por la economía ecológica donde la *ecologización* de la economía es una condición necesaria para hablar de sustentabilidad. Desde la perspectiva de la economía ecológica el dominio o ámbito de la naturaleza contiene los dominios de la sociedad y de la economía. Esta deja de ser el foco de atención principal y prácticamente exclusivo para reconocer la existencia de límites físicos naturales que no deben ser transgredidos ni ignorados si queremos evitar la degradación de los otros sistemas que se sostienen a su costa: el social y el económico, con todas las interrelaciones que se establecen entre ellos.

Este trabajo presenta resultados de un estudio de caso referido a dos agroecosistemas de producción de leche, uno convencional y otro ecológico. La comparación entre ambos se establece en base a las diferencias entre los distintos impactos ambientales y socio-económicos que generan cada uno. En realidad lo que se apunta es la necesidad de reconocer la realidad multidimensional de los sistemas productivos en aras de una gestión más sustentable. Esto no hace más que contribuir al reconocimiento de que la agricultura, como otras actividades, no sólo sirve a intereses económicos sino también a intereses sociales y por supuesto ecológicos. La componente ecológica del agroecosistema es así redescubierta, y el objetivo último es demostrar que la degradación de los recursos naturales afecta negativamente a los resultados socio-económicos (Guzmán *et al.*, 2000).

La estructura del trabajo será la siguiente: en primer lugar, haremos una breve caracterización del subsector lácteo gallego, para observar en qué medida nuestras explotaciones son representativas de una realidad agraria gallega plural (Domínguez *et al.*, 2004), aunque con una clara tendencia hacia la intensificación en el uso de los recursos productivos. A continuación, presentaremos los resultados del estudio de caso con la comparación entre las dos explotaciones, la que tiene un manejo convencional, intensivo de sus recursos y la ecológica con un manejo integrador, más tradicional y menos dependiente de insumos externos.

2 ► DINÁMICA DEL SECTOR AGRARIO GALLEGO EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS

Galicia en la esquina noroeste de la Península Ibérica, es conocida como una de las regiones menos desarrolladas de la Unión Europea. Aunque ha sido tradicionalmente y es

todavía hoy una región principalmente agraria, su agricultura y ganadería han cambiado mucho a lo largo de las últimas décadas. El modo de producción campesino con un alto grado de subsistencia productiva se ha visto dramáticamente sustituido por un sistema agrario moderno, respondiendo en mayor medida a la lógica del mercado, intensificando y especializando su producción, en un intento por emular el éxito de los sistemas del norte y oeste de Europa.

Este proceso de “desarrollo” exigió cambios radicales en la lógica y organización interna del “sistema campesino”, de forma que los objetivos económicos comenzaron a prevalecer sobre los sociales y ecológicos. Al mismo tiempo el éxito económico se tradujo en la necesidad de incrementar el tamaño de la explotación, de expandir la producción y de intensificar las inversiones de capital. El objetivo pasó a ser la maximización de los beneficios económicos pero los resultados no pudieron ser más decepcionantes. En 1999 la renta agraria gallega había caído un 50% en términos comparativos reales con respecto a 1977, con apenas un 30% del empleo que existía en este año (elaboración a partir de IDEGA, 1995; CIEF 2002). Los bajos rendimientos económicos y la continua caída de población ocupada junto con los problemas de cesión o compra de tierras no sólo no contribuyen a garantizar el recambio generacional, sino que fomentan el abandono de los recursos productivos localmente disponibles y la progresiva artificialización de los agroecosistemas en las unidades productivas más especializadas. Más allá de los resultados socio – económicos estrictamente cuantitativos, la modernización de la agricultura gallega ha supuesto la eliminación de la mayor parte de los intercambios no monetarios y de la cooperación, destruyendo importantes redes sociales de trabajo e incrementando la estandarización de los productos.

Por último, pero no menos importante, se constata la aparición de importantes problemas ecológicos de contaminación de tierra y agua, merced al importante incremento de la dependencia del agroecosistema de insumos externos nocivos para el medio ambiente. El modelo agrario – ganadero intensivo ha contribuido en gran medida a la reducción y/o eliminación de interrelaciones entre diferentes dominios (ambiental, social y económico) del ecosistema y a la desaparición de una cultura tradicional ligada a una manera diferente e integradora de entender la actividad (1). Se ha perdido la visión sistémica y se ha sustituido por una visión parcelaria y atomista, reducida únicamente a unidades monetarias.

Para recuperarse de esta crisis socio – económica y ambiental, los agricultores y ganaderos gallegos han desarrollado diferentes estrategias. En este trabajo vamos a centrarnos en la opción de la ganadería ecológica, que tiene importantes repercusiones en el ámbito natural – medioambiental y que, demostraremos, no tiene porque conllevar una reducción del éxito y buenos resultados económicos, lo cual, sin tener que ser el único objetivo es, por supuesto, una preocupación para todos aquellos que quieren vivir de la agricultura y/o la ganadería. La alternativa ecológica permite además la recuperación de un ecosistema basado en un manejo tradicional silvo-pastoril al evitar el monocultivo, la intensificación y la dependencia de insumos externos.

3 ► BREVE CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR AGRO - GANADERO GALLEGO EN BASE A LA DINÁMICA DE LA CONTABILIDAD REGIONAL

Dentro de los distintos subsectores que conforman la Producción Final Agraria en Galicia, el ganadero es que el que ha tenido siempre un mayor peso en términos productivos y monetarios con respecto al agrícola y forestal- entre un 65% y un 55% en las últimas décadas (CIEF, 2001). Dentro del subsector ganadero la leche es así mismo el producto con mayor peso en términos de ingreso - en torno al 50% en comparación con los otros productos ganaderos. La producción de leche, aun teniendo en cuenta el sistema de cuotas⁽²⁾, que pone límites a la producción, ha mostrado una dinámica claramente creciente en los últimos años, pasando de 1.400 millones de litros en 1985 a casi 2.200 millones de litros en el año 2000 (elaboración a partir de IDEGA, 1995; CIEF, 2001). El modelo intensivo ha potenciado la capacidad productiva que se ha incrementando merced a la fuerte transformación de las explotaciones, que han crecido en tamaño y capacidad de producción.

Junto al proceso de crecimiento anteriormente comentado, la dinámica de desaparición de explotaciones ha sido muy fuerte. Sólo entre los años 1993 - 2000 desaparecen el 56% de las explotaciones con vacas de leche. El número de animales aunque también cae, lo hace sólo un 11%, con lo que tenemos una primera medida del incremento de rebaño por explotación, que se multiplica por dos en este periodo. Al considerar diferentes estratos por tamaño de la explotación en cuanto al número de vacas de leche la intensificación y proceso de especialización de una parte importante del sector es aún más clara. De hecho, el proceso desaparición de explotaciones lácteas fue especialmente intenso en los estratos de menor dimensión que, dicho sea de paso, conservan en mayor medida cultura y manejo más tradicionales. Entre 1993 y 2000 desaparecieron casi el 65% de las unidades con menos de 20 vacas, y se redujo un 75% el número de explotaciones de entre 1 y 4 vacas. Si entre 1993 y 1997 crecía el número de explotaciones que tenían entre 20 y 29 vacas, a partir de 1997 sólo aumenta el número de explotaciones con más de 30 cabezas (IGE, 1994; 2000).

El intenso proceso de desaparición del número de explotaciones fue acompañado de una creciente concentración de rebaño en las mayores explotaciones. En el año 2000, las explotaciones con 20 o más vacas tenían el 59% del efectivo lechero. Estas explotaciones concentran además, la mayor parte de la producción (66,1%) y de la inversión en capital fijo (64,3%). En 1993, estas explotaciones sólo alcanzaban el 28,2% del rebaño, el 34% de la producción y el 31% de las inversiones.

En 1999 la explotación media de leche en Galicia poseía 13,2 vacas, una superficie agraria útil (SAU) de 9,8 ha y una producción por vaca y año de 5110 litros. En el grupo de explotaciones con más de 30 vacas, la intensificación se hace más patente: la explotación media tiene más SAU 37,4 hectáreas y 41,9 vacas, con una producción por vaca y año de 5.640 litros. En el caso de estudio que presentamos a continuación, la explotación de leche convencional tiene una producción por vaca y año de 8.343 litros, una SAU de 26,5 ha y 49

vacas; mientras que la ecológica no es tan intensiva, con una producción por vaca y año de 5.635 litros, una SAU de 36 ha y 62 vacas.

Para terminar con este proceso contextualizador de la realidad ganadera gallega decir que en el año 2004 están inscritos dentro del **Consello Regulador de Agricultura Ecolóxica** 12 productores de leche, con una producción total prevista de 1.428.616 litros; lo que supone unos 119.000 litros por explotación y refleja el, de momento, escaso impacto de este tipo de producción. No es posible acceder a otro tipo de datos más concretos, lo que da una medida clara de la opacidad en la que, por ahora, se mueve este consejo regulador.

4 ► ESTUDIO DE CASO: VALORACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD TENIENDO EN CUENTA LAS DIMENSIONES SOCIO-ECONÓMICA Y AMBIENTAL

En el contexto gallego el manejo tradicional ganadero integra diferentes ecosistemas (monte – ganado – cultivos – prados) generando así un único agroecosistema que además de ser benigno para el medio natural –cerrando ciclos, manteniendo biodiversidad, etc-, contribuye a la conservación del conocimiento, la cultura y los paisajes tradicionales. No sucede lo mismo con las formas modernas de manejo, ya que éstas se abstraen del contexto donde van a ser implementadas y están concebidas para maximizar la productividad desde un punto de vista, a nuestro entender, miope.

En este apartado estableceremos una comparación (3) entre dos sistemas productivos diferenciados, uno con manejo convencional y otro con manejo ecológico (4). El objetivo es resaltar los aspectos positivos y negativos de cada uno de ellos a través de diferentes variables ambientales, sociales y económicas que permitan establecer un criterio para poder hablar de mayor o menor impacto socio-económico y ambiental de ambos sistemas.

El objetivo de combinar diferentes variables no es obtener un indicador en el que se sumen resultados económicos, sociales y ecológicos. El impacto socio-económico será valorado en función de diferentes variables económicas, derivadas del análisis contable y sociales, como el trabajo y la mayor o menor autonomía de la explotación; aunque ésta la veremos también en relación a variables económicas que reflejan la dependencia de compra de insumos externos y/o el endeudamiento.

El impacto ambiental es considerado en función del uso en calidad y cantidad, de los diferentes ecosistemas. La lógica nos lleva a pensar que un sistema de producción ecológico tendrá un menor impacto ambiental que uno convencional ya que realizará un mejor uso de los recursos disponibles, produciendo menos daño y utilizará una cantidad menor de ecosistemas. Por ejemplo, la leche ecológica se obtienen con una menor carga ganadera, menor contaminación por unidad de superficie, libre de agrotóxicos, manteniendo las

praderas y el paisaje tradicional y usando menos recursos ajenos a la localidad. Estos argumentos parecen suficientes para defender la mayor sustentabilidad ecológica de estos sistemas (5).

Nuestro interés por la incidencia sobre el medio ambiente de los diferentes sistemas productivos, en este trabajo, va un poco más allá. Dado que el impacto económico se puede medir parcialmente a partir de indicadores monetarios, creemos que el ecológico puede ser medido en función de los recursos bioproductivos empleados que proceden de diferentes ecosistemas. Estos recursos serán posteriormente traducidos a hectáreas.

En este sentido, nos hemos propuesto un sencillo ejercicio y hemos calculado la huella ecológica de las dos explotaciones del estudio de caso para producir 1000 litros de leche y de esta manera, conocer cuál de las dos está empleando una mayor cantidad de estos recursos.

5 ► ANÁLISIS DEL IMPACTO SOCIO - ECONÓMICO

El análisis del impacto socio-económico revela que la explotación convencional está obteniendo peores resultados que la ecológica en términos monetarios. Como se puede observar a través de algunos indicadores económicos clave (ver cuadros 1 y 2), la margen bruta (ingresos menos costes variables) es 166,81 €/1000 litros superior en la explotación ecológica. Esto se debe a que los ingresos obtenidos superan en 132,32 €/1000 litros a los convencionales, sobre todo porque el precio pagado por el producto ecológico es superior - unos 100 € por cada 1000 litros respecto al convencional - y a que los costes variables derivados de la compra de insumos externos a la explotación es 34,45 € superior en el caso de la convencional por cada 1000 litros.

Dentro de los costes variables se incluyen todos los costes derivados de la compra de insumos externos. La diferencia es especialmente importante en el caso de la alimentación comprada, 12,56 €/1000 litros superior en el caso de la convencional. Esto se debe a que, a pesar de que el precio del concentrado ecológico es superior al del convencional (5 € por cada kilo), la cantidad comprada es muy inferior ya que el animal se alimenta fundamentalmente de pastos. En el caso de la explotación convencional cada vaca consume unos 3000 kilos de concentrado al año, además de silo de hierba, maíz y heno, mientras que en el caso de la ecológica cada vaca consume unos 1500 kilos de concentrado ecológico y solamente silo de hierba.

Asimismo, el alquiler de maquinaria, derivado sobre todo de la recogida de hierba para hacer los silos, es mucho menor en el caso de la ecológica (12 €/1000 litros). El gasto en fertilizantes es otro punto a destacar: casi 6 € por cada 1000 litros en el caso de la convencional frente a cero en el caso de la ecológica, amén de 2,5€ por hectárea recogida de hierba y maíz en agrotóxicos.

Cuadro 1. Impacto socio-económico en convencional y ecológico para 1000 litros de leche

RESULTADOS POR 1000 LITROS LECHE	CONVENCIONAL	ECOLÓGICA	ECO-CONV
TOTAL INGRESO	336,76	469,11	132,35
ALIMENTACIÓN COMPRADA	91,79	84,30	-7,48
SANIDAD Y REPRODUCCIÓN	12,47	12,99	0,52
PRODUCTOS DE LIMPIEZA	1,00	3,99	2,99
LUZ ELÉCTRICA	8,36	6,12	-2,24
COMBUSTIBLES Y ACEITES	2,26	3,11	0,85
MAQUINARIA: ALQUILER Y REPARACIÓN	29,01	19,32	-9,69
SEMILLAS	3,24	0,00	-3,24
FERTILIZANTES	5,92	0,00	-5,92
OTROS COSTES	37,45	27,21	-10,24
TOTAL COSTES VARIABLES	191,50	157,05	-34,45
AMORT. CONSTRUCCIONES	9,69	2,46	-7,22
AMORT. MAQUINARIA	8,72	2,25	-6,47
OTROS	14,67	24,32	9,65
TOTAL COSTES FIJOS	33,08	29,04	-4,04
COSTES TOTALES	224,58	186,09	-38,49
MARGEN BRUTA	145,26	312,07	166,81
MARGEN NETA	112,18	283,03	170,85

Otra partida interesante por cuanto nos da una idea de la autonomía financiera de la explotación es el dato sobre el grado de endeudamiento. En este caso los préstamos del año 2003 de la explotación ecológica ascendieron a 48 €/1000 frente a cero de la ecológica. Parte de estos préstamos se deben al pago de las amortizaciones de maquinaria y construcciones, que como era de esperar, son muy inferiores en el caso de la explotación ecológica, en concreto 6,47 y 7,22 €/1000 litros respectivamente. El mayor rendimiento económico de la explotación ecológica ha permitido a su titular contratar a dos personas a tiempo completo, mientras que en el caso de la convencional es el titular el que se encarga de todas las tareas, ayudado puntualmente por su mujer y/o sus padres. Así, desde un punto de vista social, la explotación ecológica está contribuyendo a generar más empleo, cosa que no puede hacer la convencional.

Cuadro 2. Información técnica de la explotación convencional y de la ecológica

	CONVENCIONAL	ECOLÓGICA	ECO-CONV
LECHE / VACA	8.343,30	5.635	-2.708,63
PRECIO LECHE (100 l)	30,90	41,129	10,23
ALIMENTACION			
CONCENTRADO / VACA (kg)	3.057,87	1.531	-1.526,61
PRECIO CONCENTRADO (100 kg)	22,86	27,847	4,99
S.A.U. (Ha.)	13,50	36,00	22,50
S.F. (Ha)	13,50	36,00	22,50
% MAÍZ EN SF	0,41	0%	-0,41
% Prado EN SF	0,59	100%	0,41
NUMERO DE VACAS	49,33	62,33	13,00
UGM	61,01	72,08	11,07
VACAS / Ha SF	3,65	1,73	-1,92
UGM / Ha SF	4,52	2,00	-2,52
AGROTÓXICOS POR HA RECOLECTADA	2,41	0,00	-2,41

Por otro lado, en cuanto a las características técnicas la explotación convencional es mucho más intensiva que la ecológica como lo demuestran los 8.343 litros de leche por vaca y año frente a los 5.635 litros de la ecológica. Además, la menor superficie (13,5 hectáreas de SAU frente a 36 de la ecológica) hace que a pesar de que tiene menos vacas (49 frente a 62) la carga ganadera por hectárea sea muy superior: 3,65 vacas por hectárea de superficie forrajera frente a 1,73 (con el consiguiente impacto ambiental que esto supone para la contaminación del suelo debido a los purines y para el agua a través de la filtración a los acuíferos).

6 ► IMPACTO ECOLÓGICO

El manejo de la explotación ecológica está respetando la interacción entre diferentes ecosistemas (animal, forestal, cultivo) interrelaciones que la convencional, centrada en obtener la máxima productividad por vaca, está obviando. El ganadero aclaró en la entrevista que en realidad el manejo ha sido el mismo desde 1980, cuando adquirió la explotación, aunque la

certificación ecológica es del año 2002. En realidad, el único cambio significativo se produce en el concentrado que es ecológico y en la obligatoriedad de no usar agrotóxicos, aunque estos no eran frecuentes antes. Al igual que otros ganaderos ecológicos entrevistados, afirma que los pastos apenas precisan cuidados y que se regeneran por sí solos sobre todo con trébol blanco autóctono, sin necesidad de replantar “raygrass” u otras variedades más que para equilibrar la dieta.

El sistema productivo en ecológico se caracteriza por el manejo extensivo con aprovechamiento de la pradera y del bosque circundante. Éste rodea la explotación y las variedades son autóctonas y de crecimiento lento. El ganadero demuestra interés y sensibilidad por el mantenimiento de este ecosistema tal y como está. No quiere esto decir que el convencional no prefiera tener robles a tener eucaliptos, pero el interés no es el mismo en la medida en que la función del bosque, al menos para dar cobijo al ganado en los meses más fríos, o para obtener rastrojos para hacer la cama, se haya perdido en mayor medida o sea inexistente.

Frente al pastoreo que se utiliza en la explotación ecológica, la explotación de leche convencional maneja el ganado con el sistema de estabulación libre y, aunque las vacas pastan algunos días fuera, el alimento está basado en concentrados y silos de hierba, maíz y heno. Dedicar un 41% de su superficie forrajera al cultivo de maíz, inexistente en el caso de la ecológica por los muchos cuidados que requiere en cuanto a plagas y la necesidad de agrotóxicos para combatirlas. No aprovecha el escaso terreno forestal que está dedicado a pino y eucalipto.

Como ya veíamos en el impacto socio-económico, la menor carga ganadera de la explotación ecológica supondrá una menor emisión por hectárea de purines. Aunque no tenemos datos de momento que avalen esta cuestión el ganadero aclaraba que el pasto llevaba años regenerándose por sí sólo y con la exclusiva utilización de abono orgánico que obtenía de los animales. Además el no uso de agrotóxicos, plaguicidas, pesticidas inherente a la exigencia de la obtención de un producto ecológico lleva inexorablemente a que las praderas estén poco o nada contaminadas.

En términos físicos, la tierra bioproductiva necesaria para hacer frente al consumo de recursos que permitan la actividad, la huella ecológica, nos da una última medida del impacto ecológico de cada una de las explotaciones en términos físicos.

La huella ecológica ha sido calculada aquí siguiendo el método de las componentes ya desarrollado por Chambers *et al.* (2000) y apoyándonos en gran medida en el trabajo de Simón (2003). El impacto ambiental de una actividad se considera una función de sus niveles de consumo de recursos naturales. El análisis de la Huella Ecológica usa el área o superficie bioproductiva como unidad de medida. Lo que hacemos es tener en cuenta los diferentes impactos de distintos recursos utilizados en la actividad y de los residuos generados por ellos. Estos impactos se traducen a hectáreas y se suman para conocer la huella ecológica total final, que en realidad es una suma de huellas parciales (ver cuadro 3).

Cuadro 3. Huella Ecológica (HE) para la explotación de leche convencional (CON) y ecológica (ECO) para una unidad de 1000 litros de leche

IMPACTO ELECTRICIDAD ⁶	Kw_hora		Ha / GW_hora ⁷	HE/1000 l		TIPO TIERRA
	CON	ECO		CON	ECO	
Hidráulica (33,94)	13,31	14,49	75	0,00100	0,00109	Construida
Minihidráulica (1,87)	0,73	0,80	10	0,00001	0,00001	Construida
Eólica (1,6)	0,63	0,68	6	0,000004	0,000004	Construida
Biomasa (0,37)	0,15	0,16	27	0,000004	0,000004	Energética
Residuos (3,42)	1,34	1,46	161	0,00022	0,00024	Energética
Carbón (58,8)	23,05	25,11	198	0,00456	0,00497	Energética
IMPACTO TRANSPORTE ⁸	Unidad (T leche)	Ha/1000Tm_Km	HE/1000 l		TIPO TIERRA	
	1,03	0,07	0,06119	0,00216	Energética	
IMPACTO COMBUSTIBLES ⁹	KgCO ₂ _litro com	Ha/1000Kg CO ₂	HE/1000 l		TIPO TIERRA	
	2,3	0,19	0,00247	0,00340	Energética	
IMPACTO INFRAESTRUCTURA ¹⁰	Litros / vaca_año	Ha/m2	HE/1000 L		TIPO TIERRA	
	8.343	5.635	0,0001	0,00002	0,00014	Cosntruida
IMPACTO ALIMENTACIÓN CON	Kilo/vaca_año	Productividad ¹¹	HE/1000 l ¹³		TIPO TIERRA	
Cebada (236,5)	236,5	0,00041	0,012		Cultivable	
Maíz (1.023,6)	1023,6	0,00025	0,030		Cultivable	
Soja (889,9)	889,9	0,00044	0,047		Cultivable	
Silo hierba (2.638,1)	2638,1	0,00013	0,040		Pasto	
Silo maíz (1.396,9)	1396,9	0,00009	0,015		Cultivable	
Silo de heno (459)	459	0,00013	0,007		Pasto	
IMPACTO ALIMENTACIÓN ¹² ECO	Kilo/vaca_año	Hectáreas/kilos	HE/1000 l ¹³		TIPO TIERRA	
Cebada ecológica (581,9)	581,9	0,00039	0,039		Cultivable	
Habas ecológicas (459,4)	459,4	0,00064	0,049		Cultivable	
Maíz ecológico (229,7)	229,7	0,00023	0,009		Cultivable	
Yeros ecológicos (98)	98	0,00137	0,023		Pasto	
Trigo ecológico (76,6)	76,6	0,00037	0,005		Cultivable	
Silo de hierba (2.036,5)	2036,5	0,00012	0,041		Pasto	
HE / 1000 l Recursos energéticos			0,069	0,012		
HE / 1000 l de alimentación			0,15	0,16		
HE / 1000 l			0,22	0,18		

Cuadro 4. Impacto sobre diferentes ecosistemas

	CONSTRUIDA		PASTOS		ENERGÉTICA		CULTIVABLE	
	CON	ECO	CON	ECO	CON	ECO	CON	ECO
HE RecursosEnergéticos	0,001034	0,001244	0	0	0,0684	0,0108	0	0
HE Alimentación	0	0	0,047	0,064	0	0	0,104	0,102
HE/1000 l	0,001034	0,001244	0,047	0,064	0,0684	0,0108	0,104	0,102

El método de las componentes lo aplicaremos a nuestros sistemas, objeto de estudio. Como en el caso del análisis del impacto socio-económico, se fijará una unidad básica de comparación, para calcular los diferentes impactos parciales del uso de insumos materiales y energéticos: los necesarios para obtener 1000 litros de leche en cada caso. Por lo tanto, la aplicación del método de las componentes exige conocer y cuantificar todas las entradas y salidas que se producen en este sistema. Dada la información disponible en nuestro caso hemos tenido en cuenta el uso de recursos derivados de la alimentación, uso de recursos para la producción de electricidad, uso de combustibles dentro de la explotación, impacto derivado de la infraestructura para los animales y el impacto del transporte del producto a la planta transformadora.

Mostramos por separado la huella ecológica para el caso de recursos energéticos (electricidad, transporte, combustibles fósiles e infraestructuras) y para la alimentación. Lo hacemos así porque la alimentación representa una de las partidas más altas dentro de los costes variables –alrededor de un 50% (Resch, 2002) y es por lo tanto altamente determinante del impacto económico. En el caso que nos ocupa la huella ecológica de la alimentación es mayor para la explotación ecológica (0,16 ha /1000 litros de leche frente a 0,15). Esto se debe, por un lado, a que las productividades de los cultivos de cereales ecológicos son menores. Además, sólo estamos considerando productividades directas y no todo el conjunto de diferencias que habría entre la producción convencional y la ecológica como es el uso de recursos bioproductivos demandados para insumos energéticos como fertilizantes, agrotóxicos, etc, en el caso de la primera, lo que oculta diferencias importantes. Por otro lado, a que el porcentaje de los cereales en la mezcla de concentrado convencional es menor que en el caso de la mezcla ecológica (70% frente a 95%).

La huella ecológica total es, sin embargo, menor en el caso de la ecológica, ya que la explotación convencional necesitaría 0,22 ha para producir 1000 litros de leche frente a los 0,18 ha de la ecológica. Esto se debe al mayor impacto de los recursos energéticos 0,069 ha/1000litros de leche convencional frente a 0,012 ha/1000 litros de leche ecológica. Esto podría llevarnos a concluir que la, en teoría, mayor productividad del sistema convencional es sólo esto, teoría, en el sentido de que se obtiene en base a un mayor uso de recursos bioproductivos.

Atendiendo al impacto sobre los diferentes tipos de ecosistemas que según las categorías⁽¹⁴⁾ de Chambers (2002) podemos dividir en tierra cultivable, para pastos, construida y energética, el cuadro 4 muestra sobre cual de ellas se está ejerciendo una mayor presión. En nuestro ejemplo el impacto es claramente mayor sobre el ecosistema de tierra cultivable.

7 ► CONCLUSIONES

Las conclusiones que se pueden sacar de este análisis comparativo están en relación al enfoque adoptado, claramente diferenciado del clásico o neoclásico al que estamos tan habituados en la práctica económica. Nuestro punto de partida es que los sistemas socio-económicos son subsistemas de otro sistema mayor que es la naturaleza, por lo tanto, cualquier actividad socio-económica depende del buen funcionamiento de los diferentes ecosistemas que integran el medio ambiente.

En el caso concreto que nos ocupa, la explotación de leche ecológica demuestra no sólo mejores resultados en términos ecológicos sino también en el ámbito socio-económico, demostrando que la menor impacto sobre el medio ambiente no está reñido con mejores resultados socio-económicos.

Además el manejo ecológico hace posible una más fácil recuperación del sistema tradicional gallego silvo-pastoril, en la medida en que necesita de la integración de diferentes ecosistemas para alcanzar buenos resultados productivos y finalmente económicos.

Por último, sólo nos queda reconocer que este análisis no está completo ya que no se han tenido en cuenta todos los insumos que forman parte, tanto del proceso productivo, como de la posterior comercialización; pero es un primera aproximación para comprender mejor el funcionamiento y las posibilidades de dos sistemas de manejo tan contrapuestos.

8 ► BIBLIOGRAFÍA

- **CHAMBERS, N., ET AL 2002**

Sharing nature's interest. Earthscan Publications Ltd, London.

- **CHAMBERS N.; SIMMONS C. Y WACKERNAGEL, M. 2000**

Sharing nature's interest. Ecological footprints as an indicator of sustainable. Earthscan Publications Ltd.

- **CIEF 2001. CENTRO. A ECONOMÍA GALEGA. INFORMES 1999/2000**

Serie Informes anuais 15. Centro de Investigación Económica y Financiera. Fundación Caixa Galicia y colaboración de IDEGA. Santiago de Compostela.

- **CIEF 2002. CENTRO. A ECONOMÍA GALEGA. INFORMES 2000/2001**

Serie Informes anuais 16. Centro de Investigación Económica y Financiera. Fundación Caixa Galicia y

colaboración de IDEGA. Santiago de Compostela.

• **DALY, H. 1992**

De la economía del mundo vacío a la economía del mundo lleno. En VVAA (1997): Medio ambiente y desarrollo sostenible. Más allá del informe Brutland. Ed. Trotta.

• **DOMÍNGUEZ, L. Y SIMÓN, X. 2003**

Valorando a potencialidade da cooperación e das estratexias de redución de custos. Para el V Congreso de Economía Agraria. Agricultura, Alimentación y Espacio Rural en transición. Santiago de Compostela 15 – 17 Septiembre de 2004. No publicado.

• **GUZMÁN, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M., SEVILLA, E. 2000**

Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Madrid.

• **IDEGA 1995**

Centro. A economía galega. Informes 1993 / 1994.

Serie Informes anuais 9. Instituto de Desenvolvemento Económico de Galicia (IDEGA) Santiago de Compostela.

• **INEGA**

(Instituto Energético de Galicia). Libro blanco da enerxía de Galicia. En <http://www.inega.es/menug.html>

• **INSTITUTO GALEGO DE ESTADÍSTICA (IGE) 1994**

Enquisa de bovino. Santiago de Compostela.

• **INSTITUTO GALEGO DE ESTADÍSTICA (IGE) 2000**

Enquisa de bovino. Santiago de Compostela.

• **IGE 1994**

Enquisa de Explotacións de vacún. Santiago de Compostela. <http://ige.xunta.es/ga/home.htm>

• **IGE 2000 A**

Enquisa de Explotacións de vacún. Santiago de Compostela. <http://ige.xunta.es/ga/home.htm>

• **IGE 2000 B**

Anuario de estatística agraria, 1999. Santiago de Compostela.

• **MAE - WAN, HO Y LI CHING, LIM 2003**

A GM-Free sustainable world. Institute of Science in Society. London. En red: www.indsp.org

• **MAPA 2002**

Anuario de estadística Agroalimentaria. Anuario 2002. En <http://www.mapya.es/es/estadistica/infoestad.html>

• **RESCH, C. 2002**

Economía de la alimentación del ganado de leche en Galicia. Offset Valladares, S.L.

• **SIMÓN, X. 2003**

La huella ecológica como herramienta de contabilidad ambiental. Una aplicación a la producción láctea. En Encuentro Agroecológico. Octubre 2003. Santa Fé (Granada)

(Footnotes)

(1) Esto es un resultado más del proceso de intensificación difícilmente evaluable en términos pecuniarios.

(2) La producción de leche gallega ha estado durante los últimos años por encima de las cuotas establecidas por la Política Agraria Común (PAC). Dichas ampliaciones no han servido para eliminar los excedentes. Según CIEF (2002) parece que los ganaderos anticipan estos incrementos de cuota, incrementado su producción más o menos en la misma medida. La problemática del mercado de cuotas se puede entender mejor teniendo en cuenta la contradicción que supone por un lado la apuesta desde la esfera política por la intensificación y el

aumento de tamaño de la explotación y por otro lado, el control de la producción mediante este mecanismo de cuotas. Esto se agrava en el caso de Galicia, donde la cuota establecida permite sólo alcanzar una media de 65 t de litros de leche por explotación, frente a España y Europa donde la media alcanza 112 t y 182 t de litros respectivamente (CIEF,2002).

(3) Queremos dejar claro que nuestro análisis va a ser necesariamente parcial, debido a la imposibilidad de abarcar todos los aspectos envueltos en cada una de las dimensiones ambiental, social y económica, que forman parte de nuestro objeto de estudio.

(4) Los resultados que se presentan han sido obtenidos a partir de entrevistas con los ganaderos y de datos técnico-económicos cedidos por la Cooperativa Os Irmandiños, situada en Lugo. Aprovechamos esta breve nota para agradecer a sus técnicos la ayuda y atención prestadas, especialmente a Rubén García Paz por los datos de gestión y el contacto con los ganaderos y a Ángel Miranda por los de alimentación.

(5) En este trabajo no vamos a considerar cuestiones críticas como que el producto debe recorrer a veces una gran distancia para llegar al consumidor, con lo que la mejora medioambiental se ve reducida por el impacto del transporte. Esta crítica es no obstante extensible a la leche convencional. Otra crítica habitual a la producción ecológica que no trataremos en este trabajo es que el precio de estos productos es tan alto que sólo es accesible a una pequeña parte de la población. Nuestra opinión es que éstas son críticas generales al sistema de mercado en el que nos tenemos que mover, más que a la producción ecológica en sí.

(6) El impacto de la electricidad se ha calculado teniendo en cuenta diferentes orígenes para su producción. Para ello se han considerado los porcentajes que señalan este origen en la producción de electricidad de la comunidad autónoma gallega y se han aplicado al consumo real de cada una de las explotaciones que estamos analizando. La explotación convencional gasta una media de 39,2 kw_hora por 1000 litros de leche, mientras que la ecológica gasta 42,7/1000 litros. El consumo medio anual es de 16.140 Kw para la convencional y 15.000 Kw para la ecológica.

(7) Los conversores para calcular cuantas hectáreas de tierra bioproductiva se necesitan para absorber los kilos de CO₂ por kilos de combustible, las hectáreas por Tonelada de leche y los kilowatios de electricidad han sido obtenidos a partir de Chambers et al. (2000). La estructura del origen de los diferentes modos de obtener electricidad están en INEGA: <http://www.inega.es/menug.html>

(8) Kilómetros recorridos de la explotación a la lechería: 245 en el caso de la convencional, 30 en el caso de la ecológica

(9) Combustible consumido (gasoil) por cada 1000 litros de leche: 5,5 en el caso de la convencional, 7,6 en el caso de la ecológica

(10) Superficie media por vaca (m²): 15,4 en el caso de la convencional y 8,06 en el caso de la ecológica

(11) Las productividades para los diferentes cultivos han sido obtenidas de la publicación del MAPA (2002) como una media para el periodo 1981 — 2001.

(12) Las productividades de cereales ecológicos en este caso están calculadas en base a los datos de un trabajo de Mae-Wan Ho y Lim Li Ching (2003)

(13) Sabemos cual es la producción media por vaca al año (8.343 litros), por lo tanto el factor para transformar los resultados a la unidad de análisis de este ejercicio (1000 litros de leche) será: $1000/8.343 = 0,12$.

(14) Tierra cultivable es aquella en la que crecen la mayoría de los alimentos que consumimos. La tierra para pastos está dedicada al cultivo de variedades para alimentación del ganado. La tierra construida es la ocupada por las infraestructuras y la tierra energética es la requerida para capturar el impacto ambiental de las emisiones de CO₂ producidas por el consumo de energía fósil. En nuestro ejemplo, para el caso de las infraestructuras, transporte y ciertos modos de producción de energía eléctrica consideramos tierra energética, aunque una parte correspondería a tierra construida.

PRODUCCIÓN DE CARNE DE VACUNO ECOLÓGICA

Distintos sistemas de alimentación durante el cebo

EGUINOA ANCHO, PAOLA

Instituto Técnico y Gestión Ganadero
Avda. Serapio Huici, 22. Edificio Peritos. 31610 Villava (Navarra)

RESUMEN

En los últimos años el objetivo tradicional de conseguir la máxima producción se ve enfrentado con la mayor preocupación por el mundo rural, el medio ambiente y la calidad y seguridad de los alimentos. En este contexto no es sorprendente que cada vez mas gente, dentro y fuera de la agricultura, se plantee el cambio hacia una producción ecológica. En el presente trabajo se ha llevado a cabo un estudio sobre la producción de carne de vacuno en ecológico controlando el cebo de terneros con distintos sistemas de alimentación ecológica (basados en la oferta forrajera de distintas zonas), vs. un lote de terneros cebados en convencional.

Para ello se ha controlado la velocidad de crecimiento y consumo de alimento durante el cebo. Una vez llegado el momento de sacrificio (12 meses de edad) se han controlado parámetros de calidad de canal y medidas zoométricas de la canal. También se ha realizado un estudio económico sobre la rentabilidad de cada uno de los lotes.

Como conclusiones señalar que los sistemas de alimentación ecológica son económicamente menos eficientes a la hora de obtener kg canal. Las canales obtenidas tienen peores conformaciones, engrasamientos escasos, y menor perímetro de pierna lo cual hace que no sean tan buenas desde el punto de vista carnicero al presentar menor porcentaje de partes nobles. Por ello, se ve necesario incrementar el período de cebo para mejorar la calidad de la canal aún sabiendo que se va a eliminar la espina dorsal. Para obtener minimamente el mismo margen bruto que en convencional es necesario un precio/kg canal superior que valore los aspectos positivos de este tipo de producción.

PALABRAS CLAVE: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN, SALUBRIDAD Y RENTABILIDAD

1 ► INTRODUCCIÓN

Las subvenciones a la producción y el aumento de la productividad han llevado a Europa a la autosuficiencia en la producción y a la acumulación de excedentes. Ello ha supuesto por un lado graves impactos ambientales tales como la contaminación edáfica y de las aguas superficiales o la pérdida de especies, y por otro lado este incremento de producción ha provocado un insostenible aumento del coste de la política Agraria Común (PAC). En este sentido, como iniciativa para la reforma de la PAC, en 1991 el Consejo aprobó el reglamento CEE nº 2092/91 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimentarios. Este reglamento ha sido completado varias veces y en una de ellas, en 1999, el Consejo incluyó la cría de animales en su ámbito de aplicación (Reglamento 1804/99). La aprobación del citado reglamento supuso la creación de un marco legal en el que se determina los requisitos que debe cumplir un producto agrícola o un alimento para poder llevar algún tipo de referencia al método de producción ecológica.

Paralelamente está aumentando la demanda de productos ecológicos porque el consumidor los relaciona con seguridad alimentaria, respeto al medio ambiente, bienestar de los animales, etc. No obstante, la oferta es insuficiente en determinados mercados (cereales) mientras que en otros no tiene una clara comercialización (carnes en general, leche, ...). Así pues, la comercialización es uno de los aspectos a mejorar, quizás hoy en día sea el más importante para impulsar definitivamente este tipo de producción.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Material animal

Los 24 animales utilizados en la experiencia procedieron de una explotación extensiva de vacuno de carne (raza Pirenaica, autóctona de la zona), y fueron alimentados con leche materna durante al menos 5 meses. Una vez destetados (primeros de septiembre) se alimentaron con heno de pradera ecológico y pienso de arranque en forma de harina. En octubre de 2002 pasaron al cebadero de Roncesvalles y se les suministró durante 10 días paja convencional y pienso de crecimiento comercial a razón de 4 kg/día. Una vez transcurrido este periodo de adaptación los animales se pesaron y se distribuyeron en 4 lotes similares para iniciar la experiencia, uno de ellos en convencional y los otros tres en ecológico:

- **Lote 1 control:** cebo tradicional de terneros, sacrificados a los 12 meses de edad. Se alimentaran a base de paja y concentrado comercial, ambos “ad libitum”.
- **Lote 2:** cebo en base a paja y concentrado ecológico (imitando el convencional). Sacrificar a los 12 meses de edad.

- **Lote 3:** cebo en ecológico en base a ensilado de maíz y concentrados producidos en ecológico. Sacrificio a los 12 meses de edad.
- **Lote 4:** Cebo lento en base a heno-silo de pradera y concentrado ecológico. Sacrificio a los 12 meses de edad.

En producción ecológica las raciones diarias (sobre materia seca) debén estar compuestas por un 60% mínimo de forraje. En base a ello, las raciones diarias se calcularán para un consumo de forraje del 60% (m.s.) y el resto concentrado ecológico cuya composición, así como la del resto de alimentos utilizados durante el cebo, se recogen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición del pienso y de los forrajes empleados (en% sobre m.s.)

	PAJA ECOLOG.	SILO PRADERA	SILO MAIZ	PIENSO ECOLOG.	PAJA CONVENC.	PIENSO CONVENC.
% M.S.	89,57	79,62	26,42	89,9	90,45	90,6
Cenizas	6,00	8,15	5,93	5,65	5,76	6,85
Proteína	2,90	16,65	8,69	16,0	4,08	16,85
FB	47		23,98	6,16	44,85	6,32
FADM	53,44	39,07			48,06	
FND		59,74	47,37			
Almidón			21,67	45,37		31,80
Fósforo				0,34		0,40
Cálcio				1,19		1,08

Metodología

Se ha realizado un seguimiento de la fase de cebo controlando parámetros referentes a la velocidad de crecimiento y consumo de alimento.

Una vez llegado el momento de sacrificio los animales se pesaron en vivo (PVS). Tras su sacrificio se controlaron los siguientes parámetros de calidad de canal:

- Peso canal tras 24 hr oreo (PC) (kg)
- Estado de engrasamiento (EE) (Reglamento CEE 2930/81)
- Estado de conformación (EC) (Reglamento CEE 2237/91)

- Recubrimiento del riñón (1: poco graso - 9: muy graso)
- Color de la carne (1: rosa claro - 3: rojo oscuro)
- Color de la grasa (1: blanco - 3: amarillo)
- Medidas de la canal (cm): longitud canal, longitud pierna, anchura pierna, longitud lomo y profundidad pecho.

Igualmente se ha hecho un pequeño estudio económico sobre la rentabilidad de cada uno de los lotes. Para el tratamiento de los datos se hizo un ANOVA usando el paquete estadístico SPSS (10.0) (1998). Se vió el efecto del sistema de alimentación según el modelo $y_{ij} = \mu + Li + e_{ij}$

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cálculo del índice de conversión

En el gráfico 1 se pueden observar los IC de los kg totales de alimento consumido durante el cebo para cada uno de los lotes, siendo el mejor IC el correspondiente al lote Convencional que ha sido el que menos kilos totales de alimento ha necesitado para engordar un kilogramo: 4,79 kg de forraje + pienso frente al lote de Paja Ecológica que ha necesitado 8,31 Kg de alimento.

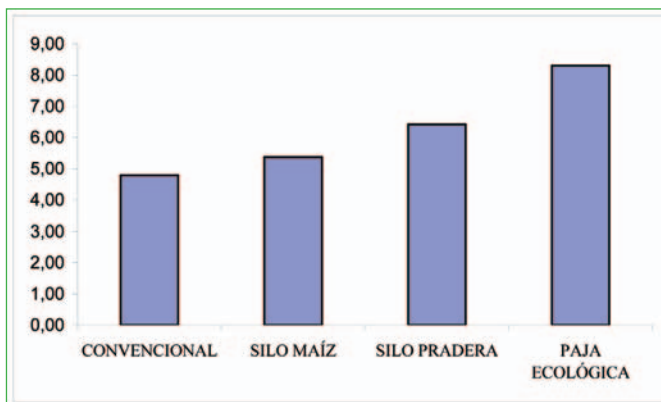


Gráfico 1. Índices de Conversión (I.C.) medio de cada lote.

Teniendo en cuenta que los costes de alimentación de un kg de peso ganado (Cuadro 2) para cada uno de los lotes han sido: 0,90 € Convencional; 1,16 € Silo de Maíz; 1,37 € Silo

de Pradera; y 1,87 € Paja Ecológica, podemos decir que el lote más eficiente en términos económicos en la conversión del alimento en Kg de peso vivo ha sido el lote Convencional, seguido del de Silo de maíz y el de Silo de pradera para acabar con el de Paja ecológica que fué el menos eficiente.

Cuadro 2. Cálculo del coste de alimentación (euros) por kg de peso vivo ganado para cada lote

	CONVENCIONAL	SILO MAÍZ	SILO PRADERA	PAJA ECOLÓGICA
Coste total alimentación	1081,00	981,15	939,97	679,81
Kg de PV ganados	1201,02	844,98	684	375
Coste alimentación/kg PV ganado	0,90	1,16	1,37	1,81

Cálculo de la ganancia media diaria

En el estudio también se ha calculado la ganancia media diaria (GMD) de cada lote durante todo el período de cebo. Como se puede ver en el Cuadro 3 la mayor GMD ha correspondido al lote Convencional, siendo más del doble que la más baja que corresponde al lote de Paja Ecológica.

Cuadro 3. Peso medio al inicio del cebo, peso medio al finalizar el cebo y GMD durante el período de cebo de los terneros cebados en convencional, con silo de maíz mas pienso ecológico, con silo de pradera mas pienso ecológico, y con paja ecológica mas pienso

	PESO INICIAL	PESO FINAL	GMD
CONVENCIONAL	251,17	451,33	1,35
SILO MAÍZ	256,83	397,67	0,95
SILO PRADERA	262,67	376,67	0,77
PAJA ECOLÓGICA	256,67	345,33	0,60

Señalar que las GMD obtenidas son inferiores a las que Alberti *et al.* (1995 a, b, c) obtuvo en sus estudios sobre el cebo de terneros Pirenaicos, quien obtuvo unas GMD de 1,7 para terneros convencionales, 1,58 para los que se alimentaron con silo de maíz y pienso y 1,42 para los de heno y pienso, siendo todas ellas superiores a las obtenidas

en este estudio. También estas GMD obtenidas son menores que las que ASPINA (2002) publica en el libro “La Raza Pirenaica” dando un valor medio de GMD de 1,51 para terneros cebados en sistema convencional. El hecho de haber obtenido en nuestro estudio menores GMD durante el período de cebo que lo encontrado en bibliografía podría deberse por un lado, a que partíamos de animales con un formato inferior a la media de la raza Pirenaica lo que queda reflejado en el lote convencional, y por otro lado, a la baja calidad y poca disponibilidad de cereales y leguminosas grano ecológicos, lo cual dificulta obtener buenos concentrados en ecológico.

Edad, peso vivo al sacrificio y peso canal

Como se puede observar en el Cuadro 4 con respecto a la edad de sacrificio de los terneros se hallaron diferencias entre los lotes Convencional, Silo de pradera y Paja ecológica ($p < 0,05$), siendo la edad media al sacrificio de los terneros convencionales 16 días menor que los terneros alimentados con paja ecológica más pienso, y 13 días menor que los alimentados con silo de pradera más pienso.

Cuadro 4. Edad, peso vivo de sacrificio (PVS) y peso canal (PC) de los terneros cebados en convencional, con silo de maíz, con silo de pradera y paja ecológica

	CONVENCIONAL	SILO MAÍZ	SILO PRADERA	PAJA ECOLÓGICA	N.S.
EDAD	348a	354ab	361b	364b	*
PVS	442a	394b	377bc	349c	**
PC	270a	231b	216b	189c	***

Diferencias entre lotes: *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$. Letras iguales no existen diferencias, letras distintas existen diferencias.

Respecto al peso vivo de sacrificio, el lote que se sacrificó con un mayor peso fue el lote Convencional mientras que el que llegó con un menor peso al matadero fue el lote de Paja Ecológica ($p < 0,01$). Igualmente, los terneros del lote Convencional presentaron mayores canales que el resto de terneros. A una misma edad de sacrificio, los terneros convencionales tuvieron 40 kg canal más que los de silo de maíz. Con 13 días de edad al sacrificio menos que los de silo de pradera, presentaron 54 kg canal más los terneros convencionales. Y con 16 días menos de edad al sacrificio que los del lote de paja ecológica, las canales convencionales pesaron de media 81 kg más.

A partir del PVS y PC se ha calculado el rendimiento canal (RC) medio para cada uno de los lotes tal y como puede verse en el Gráfico 2.

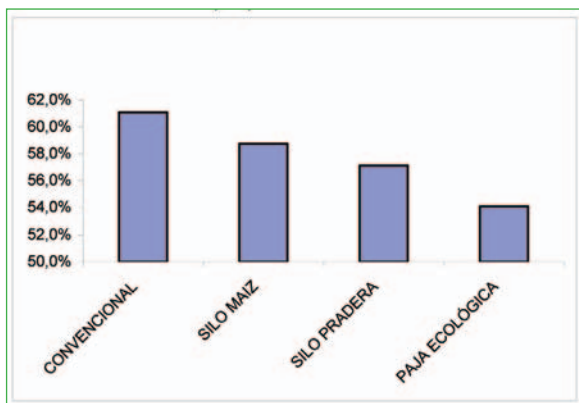


Gráfico 2. Rendimiento canal (RC)

En dicho gráfico queda de manifiesto que los animales cebados según el sistema convencional han presentado mayores RC (61%), seguidos de los alimentados con silo de maíz más pienso (59%), silo de pradera más pienso (57%), y por último están los animales alimentados con paja ecológica y pienso ecológico con un RC medio de 54% ($p < 0,001$). Estos resultados son un poco más altos que los publicados por Alberti *et al.* (1995 a,b,c) donde los RC variaban entre 56,4% y 57,6%, pero menores que los publicados por ASPINA (2002) en el libro sobre la Raza Pirenaica donde dan un valor medio de RC del 64%.

Características de la canal

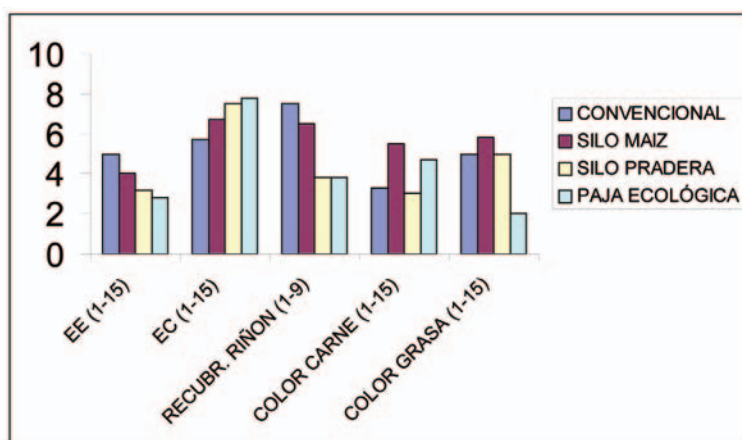


Gráfico 3. Estado de engrasamiento (EE), conformación de la canal (EC), recubrimiento del riñón, color de la carne y de la grasa de las canales pertenecientes lotes cebados en convencional, con silo de maíz, con silo de pradera y paja ecológica.

En el Gráfico 3 se observa que el mayor estado de engrasamiento corresponde al lote Convencional con una valoración de 2 según el modelo comunitario para el estado de engrasamiento, mientras que el de menor engrasamiento correspondería al lote de Paja Ecológica con un 1+; los dos lotes de Silo tendrían un estado de engrasamiento de 2- ($p < 0,001$). Con respecto a la conformación de la canal, se observa que el lote Convencional es el que obtiene las mejores puntuaciones, U/U+ según el modelo comunitario (“EUROP”), seguido por el lote alimentado con Silo de Maíz con una puntuación de U- y después estarían los lotes de Paja Ecológica y Silo de Pradera con R+/R ($p < 0,001$).

Observando los datos obtenidos para el parámetro recubrimiento del riñón se puede observar que los lotes que presentaron mayor recubrimiento del riñón fueron el Convencional y el de Silo de Maíz con un valor medio de 2+/3-, mientras que los lotes de Silo de Pradera y Paja Ecológica estarían en un recubrimiento del 1+ ($p < 0,001$). De acuerdo al Estado de Engrasamiento y al Recubrimiento del Riñón de los animales cebados en ecológico, señalar que a esta edad de sacrificio los animales están escasos de grasa viéndose necesario incrementar el período de cebo para poder obtener canales mejor engrasadas.

En relación a los datos obtenidos para el color de la carne, al lote Convencional y al de Silo de Pradera les correspondería un color de carne de 1+ (rosa pálido) y los lotes de Silo de Maíz y Paja Ecológica con un color entre 2- y 2 (rosa) ($p < 0,001$). Al observar los valores obtenidos para el color de la grasa se aprecia que el único lote que presentó una tonalidad distinta fué el lote de paja ecológica con un color de grasa de 1 (blanco) mientras que los otros tres obtuvieron una puntuación de 2 (blanco cremoso) ($p < 0,001$).

Por último, y en referencia a los pH medidos en la canal tanto a los 45 min. (pH 6,3) como a las 24 h (pH 5,5) señalar que no se encontraron diferencias entre lotes ($p > 0,05$). Todos los valores obtenidos estuvieron dentro de la normalidad no existiendo ninguna canal DFD, y por tanto, todas ellas fueron aceptadas dentro de la IGP Ternera de Navarra.

Medidas zoométricas de la canal

Como se puede observar en el Gráfico 4 en relación a las medidas zoométricas realizadas sobre la canal no se encontraron diferencias significativas entre los lotes estudiados a excepción del espesor de la pierna donde los animales pertenecientes al lote Convencional presentaron mayor espesor de pierna que los animales criados en ecológico ($p < 0,001$), lo que coincide con los mayores índices de crecimiento de dicho lote.

Costes de alimentación

Como puede apreciarse en el Cuadro 5 los costes de alimentación por lote están correlacionados con la cantidad de pienso empleada en el cebo.

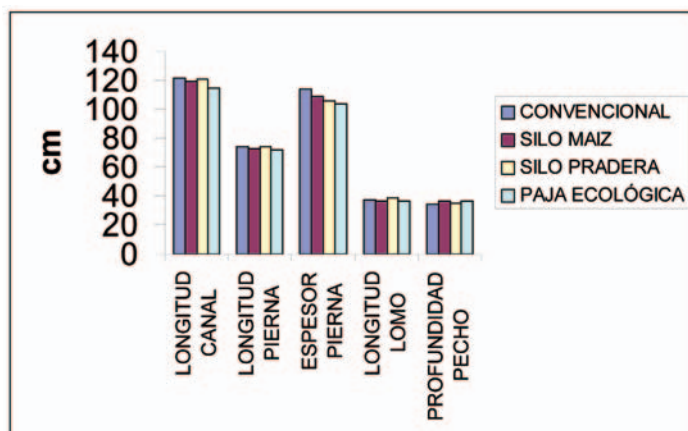


Gráfico 4. Longitud de la canal, longitud de la pierna, espesor de la pierna, longitud del lomo y profundidad de pecho de las canales pertenecientes a los animales cebados en convencional, con silo de maíz, con silo de pradera y con paja ecológica.

El lote Convencional que recibió alimento concentrado y paja *ad libitum* presentó los mayores gastos de alimentación. Comparando los tres lotes de cebo ecológico, se ve que los de maíz y pradera han consumido igual cantidad de pienso y cantidades similares de forraje (kg m.s.) por lo que la escasa diferencia encontrada en los costes totales de alimentación de debe en la diferencia en un céntimo de euro que existe entre el coste del silo de maíz y el de pradera. El lote de cebo más económico en cuanto a costes de alimentación ha sido el de paja ecológica, el cual se ha visto limitado en consumos por la baja calidad del forraje que no le ha permitido incrementar la ingesta total de m.s. y por tanto, la ingesta de concentrado.

Cuadro 5. Costes totales de alimentación de cada lote

	CONVENCIONAL	SILO MAÍZ	SILO PRADERA	PAJA ECOLÓGICA
Forraje				
Precio Kg		0,12	0,11	0,07
Kg		2467,27	2317,15	1339,00
Total Forraje	31	296,07	254,89	93,73
Pienso				
Precio Kg	0,21	0,33	0,33	0,33
Kg	5000	2076,00	2076,00	1776,00
Total Pienso	1050,00	685,08	685,08	586,08
TOTAL	1081,00	981,15	939,97	679,81

Si analizamos estos costes de alimentación en base a los kg de peso ganados, estas tendencias cambian (Gráfico 5).

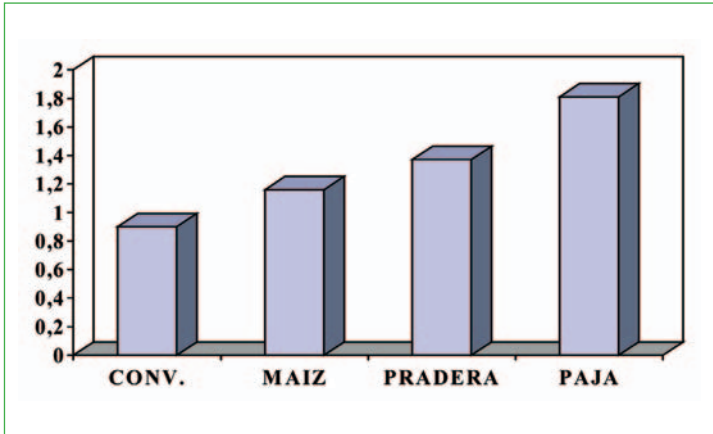


Gráfico 5. Coste de alimentación/kg peso vivo ganado para cada lote.

Estimación precio kg canal

Cuadro 6. Estimación del precio del kg canal (euros) para que los sistemas de cebo ecológicos sean rentables

	CONVENCIONAL	SILO MAÍZ	SILO PRADERA	PAJA ECOLÓGICA
Total Kg canal	269,75	231,17	215,58	188,58
Precio/Kg Canal	3,45	3,27	2,80	2,80
Ingresos Animal	930,64	755,92	603,63	528,03
Prima bovino macho	210,00	210,00	210,00	210,00
Prima sacrificio	80,00	80,00	80,00	80,00
Ingresos Animal con subvención	1220,64	1045,92	893,63	818,03
M.B./ animal sin subvención*	60	60	60	60
Precio/Kg Canal para mismo MB sin subv.	3,45	3,95	4,21	4,58
Porcentaje de incremento necesario respecto al precio convencional	0%	15%	19%	27%

*MB obtenido para los terneros convencionales teniendo en cuenta coste de los terneros, alimentación y veterinario

Como se puede observar en el cuadro 6, el precio al que se han pagado las canales de los terneros cebados en sistema ecológicos no son suficientes para hacer que las explotaciones sean rentables. Se observa que para obtener los mismos márgenes brutos que con terneros cebados en sistema convencional (60 euros/animal), el precio del kg canal para los terneros cebados con silo de maíz ecológico y pienso ecológico debería tener un incremento del 15% respecto al precio del convencional, un 19% para los de silo de pradera y un 27% para los de paja ecológica.

4 ► CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que los sistemas de alimentación ecológicos son económicamente menos eficientes a la hora de obtener kg canal, siendo el menos rentable el de paja ecológica más pienso y el más rentable de los estudiados es el de silo de maíz más pienso. El cumplimiento de la reglamentación ecológica establecida en cuanto a la alimentación (60% forraje – 40% máximo de concentrado) para el cebo de terneros tipo añojo nos da menores GMD que las obtenidas para terneros cebados en un sistema convencional y a su vez las canales están poco engrasadas, lo cual indica que sería necesario alargar el período de cebo para obtener un producto adecuado al mercado actual. Además, las canales obtenidas en ecológico tienen peores conformaciones y menor perímetro de pierna lo cual hace que no sea tan buenas desde el punto de vista carnicero como las canales provenientes de los animales convencionales, ya que tienen menor porcentaje de partes nobles. Así pues, hemos podido comprobar que en la producción de carne en ecológico es complicado obtener canales bien aceptadas en el mercado actual del vacuno sacrificando animales con menos de 12 meses. Creemos que es necesario incrementar el período de cebo para mejorar la calidad de la canal aún sabiendo que se va a eliminar la espina dorsal (residuo MER en animales de más de 12 meses).

Por último, y en cuanto a la rentabilidad de los distintos sistemas se ha visto que para obtener el mismo margen bruto en ecológico que en convencional es necesario que el precio/kg canal sea incrementado respecto al convencional, por un lado debido a que los costes del alimento ecológico son mayores y por otro lado a que la eficiencia productiva es menor. Además este incremento del precio/kg canal va a depender del sistema de alimentación elegido (lo va a marcar la localización de las explotaciones principalmente a través de su oferta forrajera), siendo mayor para el cebo en base a paja ecológica (4,58 €), seguido del de silo de pradera (4,21 €), y el que más se aproxima al convencional es el de silo de maíz (3,95 €).

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- ALBERTI, P.; SAÑUDO, C. Y SANTOLARIA, P. 1995 A

El cebo de terneros con pienso. Bovis 63: 43-52.

- **ALBERTI, P.; SAÑUDO, C. Y SANTOLARIA, P. 1995 B**

El cebo de los terneros con heno de alfalfa suplementado con pienso. Bovis 63: 53-63.

- **ALBERTI, P.; SAÑUDO, C. Y SANTOLARIA, P. 1995 C**

El cebo de terneros con silo de maíz complementado con pienso. Bovis 63: 65-74.

- **ASPINA 2002**

La raza Pirenaica.

- **CEE 1991**

Reglamento n° 2092/91 del Consejo de 24 de junio de 1991 sobre producción ecológica. Modificado por el Reglamento 1804/99 en temas de ganadería.

- **CEE 1991**

Reglamento n° 2237/91 de la Comisión de 27 de julio de 1991 sobre conformación de las canales de vacuno.

- **CEE 1981**

Reglamento n° 2930/81 de la Comisión de 21 de octubre de 1981 sobre clasificación de canales bovinas.

- **SPSS 10.0 1998**

Statistical Packages for the Social Sciences. Advanced statistics, version 10.0 for Windows. SPSS, Inc., Chicago.

CUNICULTURA ECOLÓGICA

Estudio comparativo entre un pienso granulado y otro sin granular, formado por una mezcla de cereales y leguminosas

GARCÍA - MENACHO, V.⁽¹⁾; VILLARROYA, R.⁽¹⁾; BALLESTER, R.⁽¹⁾ Y TORRES, A.⁽²⁾

⁽¹⁾ Estación Experimental Agraria Carcaixent
Partida barranquet, s/n. 46740 Carcaixent (Valencia)

⁽²⁾ Dpto. de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia
Camino de Vera, 14. 46071 Valencia

RESUMEN

La investigación en cunicultura ecológica se encaminó inicialmente a la administración en la ración alimenticia del grano entero, y el forraje henificado. Para poder observar la influencia de la tendencia a desequilibrar las raciones se diseñó este experimento, que comenzó en marzo de 2003 y finalizó en noviembre del mismo año, en el que se comparan los resultados reproductivos y pesos de los animales de dos tipos de pienso, suministrados *ad libitum* de idéntica composición nutritiva y de materias primas, variando la forma de presentación: entero y granulado. En ambos casos la alfalfa se añade a la ración en forrajeras, también *ad libitum*.

Para la realización del experimento se cuenta con 20 hembras a 10 de las cuales se les administra grano entero y a las otras 10 granulado, y tres machos. El cebo se alimenta en función de la alimentación administrada a su progenitora.

Los resultados obtenidos muestran tras su análisis estadístico que la alimentación a base de pienso granulado, incrementa el peso de los animales, y sin embargo los parámetros reproductivos son similares en ambos casos.

1 ► CONTEXTO DEL PROBLEMA

La Ganadería Ecológica consiste en desarrollar sistemas sostenibles de producción ganadera que tienen como objetivo fundamental producir, para la población, alimentos de más alta calidad, obtenidos de animales ligados a la tierra, que hacen uso racional de los recursos del campo, que incrementan la fertilidad natural del suelo y en cuyo manejo no se emplean ni sustancias químicas de síntesis ni otras que puedan tener efectos tóxicos reales o potenciales para la salud pública.

Como consecuencia de los escándalos alimentarios sucedidos en las últimas décadas en el sector ganadero (encefalopatía espongiiforme bovina, dioxinas, etc.), por temor de los consumidores, o simplemente por concienciación (bienestar animal,...), interesa cada vez más la calidad y conocer el origen de los alimentos, aumentando la demanda de los productos de origen ecológico.

La cunicultura ecológica tiene como objetivo producir conejos en un sistema semi-extensivo, dada la imposibilidad de hacerlo según un sistema extensivo, sobre suelo, en naves cubiertas pero no cerradas, con unos espacios mínimos que aseguren el bienestar animal, y cuya alimentación está compuesta únicamente de materias primas de origen ecológico, en la que no pueden emplearse sustancias químicas de síntesis.

En diciembre del año 2000, comienza la experimentación en cunicultura ecológica, con la llegada e instalación de los reproductores a la granja experimental de la “Masía d’Agricultura i Ramaderia Ecològica” del Teularet (Enguera, Valencia), proyectada y construida según las normas técnicas de cunicultura ecológica aprobadas por el Comité de Agricultura Ecológica de la Comunidad Valenciana y el Reglamento nº 1804/1999 del Consejo de 19 de julio de 1999, que complementa al Reglamento nº 2092/1991, sobre producciones animales.

Durante los dos primeros años de existencia de la granja ecológica experimental, se realiza un seguimiento de la misma para comprobar el funcionamiento, los resultados técnicos básicos y el comportamiento de los animales con el objetivo de estudiar la viabilidad del sistema de producción.

Planteamiento, justificación y objetivos

Una de las primeras conclusiones que se observaron en esos dos años fue que había algunos problemas en la administración del grano entero en las tolvas, dada la tendencia de los animales a elegir, lo que provocaba un desequilibrio en las raciones. Para estudiar este efecto se diseñó este experimento, en el que se comparan los resultados reproductivos, de consumo y pesos de los animales, de dos tipos de pienso suministrados *ad libitum*, de idéntica composición nutritiva y de materias primas, variando la forma de presentación:

entero y granulado. En ambos casos la alfalfa se añade a la ración en forrajeras, también *ad libitum*.

El objetivo es comprobar si se produce un desequilibrio en las raciones debido al autorraционamiento de los animales al utilizar granos enteros y si el pienso granulado produce algún efecto en los parámetros productivos de los animales. Las consecuencias prácticas que se pueden obtener son muy interesantes, porque permitiría reajustar las raciones en producción ecológica.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Material animal

Se han utilizado animales procedentes de la granja de selección de la Universidad Politécnica de Valencia.

El plantel reproductor esta compuesto por veinte hembras cruce de dos líneas, seleccionadas por prolificidad y rusticidad, cuya edad está comprendida entre uno y tres años, y tres machos, seleccionados por su elevada velocidad de crecimiento y capacidad de ingestión de alimentos, de tres años de edad. La descendencia de estos animales es la que se destinaba a cebo exclusivamente.

Equipos e instalaciones

Para albergar a los animales se cuenta en la explotación con dos naves, una de ellas de maternidad y otra de engorde, diseñadas de acuerdo a las normas de la cunicultura ecológica. La nave de maternidad cuenta con 23 cubículos de 2 m², cada uno de los cuales alberga un reproductor.

Cada uno de los cubículos de maternidad contiene un nidal, un rastrillo forrajero, una tolva y un bebedero automático de nivel constante (fotografía 1). La nave de cebo cuenta con 16 cubículos de 2 m², con capacidad para albergar hasta 8 gazapos de engorde.

Cada uno de los cubículos de cebo contiene un rastrillo forrajero, una tolva y un bebedero automático de nivel constante. Tanto la nave de maternidad como la de engorde cuentan con una pared abierta totalmente al exterior, que ofrece ventilación e iluminación natural. Esta pared puede cubrirse con un toldo de plástico, instalado en el exterior, en caso de lluvia, frío o fuerte viento. La nave está cubierta pero no cerrada. Además posee luz artificial en ambas naves.

En los reproductores está permitido complementar hasta 17 horas de luz en los días cortos. En las naves se dispone de agua corriente, y de tres depósitos de agua de 100 litros, uno en la nave de reproductores y dos en la nave de cebo, con una doble instalación, por si hubiera que administrar algún tipo de tratamiento.



Foto 1. Cubículo de maternidad.



Foto 2. Cubículo de cebo.

Recogida de datos

Los controles realizados a las reproductoras son los siguientes:

- Monta: peso de la hembra, fecha y macho que la realiza
- Palpación: a los 10-15 días
- Parto: fecha, tamaño de camada y adopciones
- Control a los 28 días del parto: peso de la camada, tamaño de la camada y peso de la hembra
- Destete a los 35 días: peso de la camada, tamaño de la camada y peso de la hembra
- Tasa de reposición
- Mortalidad: al parto y durante la lactación
- Control semanal del consumo de grano
- Control por ciclo del consumo de heno

Los controles realizados a animales de engorde son:

- Inicio cebo: peso del lote, número de gazapos e identificación de la hembra
- Control a los 30 días de iniciado el cebo: peso del lote y número de gazapos
- Final del cebo: peso del lote y número de gazapos
- Mortalidad durante el cebo
- Control mensual de consumo de grano
- Control mensual de consumo de heno

3 ► DISEÑO DEL EXPERIMENTO

El experimento tuvo una duración de 8 meses, comenzando en Marzo de 2003 y concluyendo en noviembre de ese mismo año. Se organiza de modo que los cubículos están numerados. A las hembras 1 a 10 se les administra grano entero, 11, 12 y 13 son los machos y las hembras 14 a 23 se les administra granulado.

El cebo se alimenta en función de la alimentación administrada a su progenitora, es decir, los animales procedentes de hembras a la que se les suministra granulado, con granulado y a los que proceden de hembras alimentadas con grano entero, también con grano entero. Para ello en cada cubículo de cebo se cuelga una ficha en la que además de otros datos, viene indicada la hembra de la que proceden y se realiza un destete por cubículo. Además la composición de la ración es la misma tanto para reproductores como para cebo.

4 ► ALIMENTACIÓN

Para el cálculo de raciones se han utilizado las tablas de materias primas elaboradas y

actualizadas regularmente por el FEDNA(1999), con las recomendaciones que allí mismo se indican. Las necesidades de conejos se han obtenido de las recomendaciones de de Blas (1989). En la tabla 1 se exponen los valores teóricos calculados.

Tabla 1. Fórmula teórica del pienso

Proteína Bruta	16.5	%
Proteína Digestible conejos	11.8	%
Fibra Bruta	15.3	%
Energía Digestible	2437.8	Kcal/kg
Lisina	0.9	%
Metionina+Cistina	0.4	%
Arginina	0.9	%
Calcio	0.9	%
Fósforo	0.4	%
Almidón	24.3	%
Grasa	2.0	%

Las materias primas utilizadas en el pienso, todas ellas de origen ecológico, son las que se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Materia primas

Cebada 6 carreras	20	%
Heno de alfalfa	47.5	%
Guisante	30	%
Corrector mineral Troumix	2.5	%

Teniendo en cuenta el consumo de grano y heno de las hembras y el cebo, durante todo el periodo, se ha calculado la fórmula real consumida, que se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Fórmula corregida por consumos

	HEMBRAS	CEBO	UNIDADES
Proteína Bruta	16.05	15.98	%
Proteína Digestible conejos	11.67	11.38	%
Fibra Bruta	12.58	14.71	%
Energía Digestible	2524.59	2404.07	Kcal/kg
Lisina	0.86	0.83	%
Metionina+Cistina	0.44	0.44	%
Arginina	0.97	0.91	%
Calcio	1.17	1.25	%
Fósforo	0.68	0.61	%
Almidón	30.04	25.66	%
Grasa	2.08	2.13	%

5 ► ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico, se ha utilizado un modelo de análisis de la varianza con un único factor, para tratar de estudiar si realmente está justificada la utilización de un pienso granulado frente a la administración del grano entero, dado el incremento de coste que supone el primero frente al segundo. El factor considerado, tipo de alimentación, tiene dos niveles: “granulado” y “grano”. Se ha empleado el paquete estadístico Statgraphics, procedimiento ANOVA para bloques desequilibrados, con un nivel de confianza del 95%. Además se han establecido intervalos LSD, para la comparación entre medias, así como el correspondiente análisis de residuos.

6 ► RESULTADOS

Influencia de la alimentación en los pesos de hembras y gazapos en lactación y en los parámetros reproductivos de las hembras

El peso medio de las hembras alimentadas con granulado, en el momento de la monta,

fue significativamente mayor que el peso medio de las hembras alimentadas con grano entero, con valores medios de 4280.71 ± 79.36 g y 3763 ± 93.9 g respectivamente (figura 1). Lo mismo podemos afirmar para el peso de las hembras a los 28 días del parto, con una media de 4396.19 ± 85.35 g para hembras alimentadas con granulado y 3800 ± 92.19 g para hembras alimentadas con grano (figura 1).

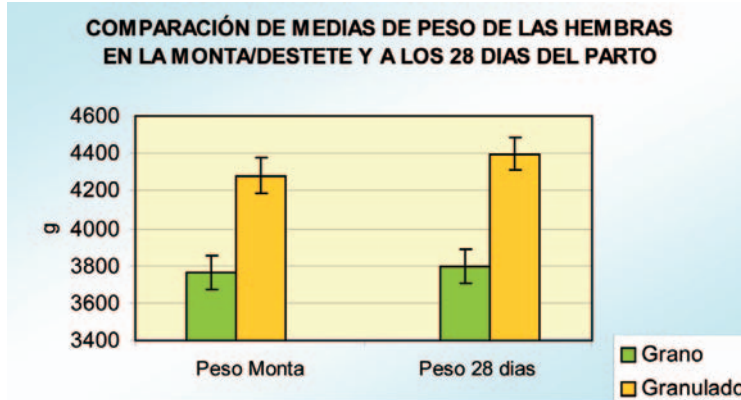


Figura 1. Comparación de la media del peso individual a la monta/destete y a los 28 días, de hembras alimentadas con granulado y con grano.

La fertilidad de las hembras se ha comparado cualitativamente, mediante una tabla de frecuencias cruzada (tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de hembras cuya palpación fue positiva/negativa en función de su alimentación

	GRANO	GRANULADO	
NEGATIVA	1	4	5
	2,08	8,33	10,41
POSITIVA	19	24	43
	39,58	50	89,58
	20	28	48
	41,66	58,33	100

En la figura 2 se muestra el porcentaje de hembras que resultaron positivas y negativas, tanto alimentadas con grano, como con granulado.

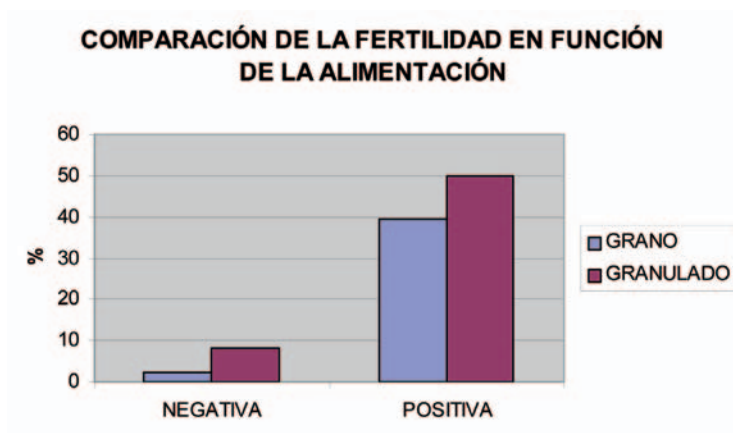


Figura 2. Diferencias de fertilidad de hembras alimentadas con granulado y con grano.

Esta diferencia de fertilidad podría ser debida más a la edad de los animales que al tipo de alimentación recibida, ya que en los cuatro casos de hembras alimentadas con granulado cuyas palpaciones fueron negativas, tres corresponden una misma hembra con tres años de edad. Sin embargo, no existen diferencias significativas respecto al número de gazapos nacidos vivos, aunque la media en el caso de hembras alimentadas con granulado, es mayor que la media de gazapos nacidos vivos de hembras alimentadas con grano entero, siendo estos valores de 9.30 ± 0.39 y 8.21 ± 0.43 respectivamente.

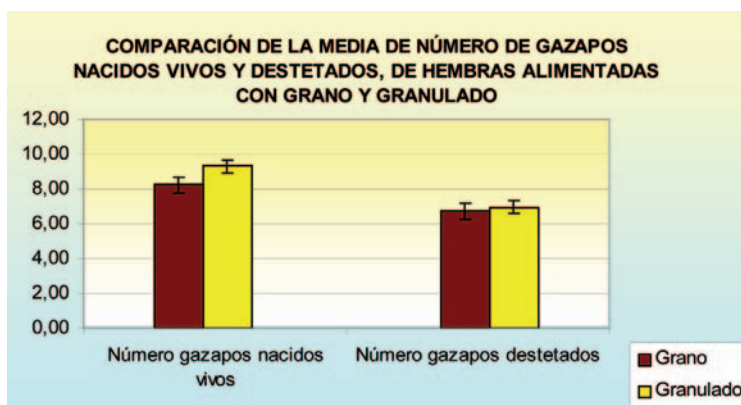


Figura 3. Comparación de la media del número de gazapos nacidos vivos y destetados, de hembras alimentadas con granulado y con grano.

Respecto al número de gazapos a los 28 días y al destete, no solo no presenta diferencias significativas, sino que además, sus valores se mueven en un rango muy próximo.

Siendo la media de número de gazapos a los 28 días de hembras alimentadas con granulado de 7.04 ± 0.35 , frente al número de gazapos a los 28 días de hembras alimentadas con grano de 7.22 ± 0.38 y la media de número de gazapos destetados de hembras alimentadas con granulado de 6.95 ± 0.40 y la media de número de gazapos destetados de hembras alimentadas con grano entero de 6.73 ± 0.44 (figura 3). Se observa una tendencia de aproximación de los valores, siendo en el momento del destete prácticamente iguales.

Los valores de la media son para la mortalidad al nacimiento de gazapos procedentes de hembras alimentadas con granulado, de $4.71 \pm 2.33\%$ y para la mortalidad en gazapos procedentes de hembras alimentadas con grano, de $10.78 \pm 2.57\%$ (figura 4). Hay que destacar que en análisis de residuos aparece un dato que difiere de la media en exceso, en el caso de las hembras alimentadas con grano, y se trató de una hembra que perdió a todos los gazapos. En caso de eliminar este dato, las diferencias no hubieran resultado significativas.

Los valores de mortalidad durante la lactación, no muestran diferencias significativas, siendo el valor de la media de mortalidad en lactación de gazapos procedentes de hembras que consumieron granulado mayor con $22.95 \pm 4.1\%$ frente al valor de la media de mortalidad en lactación de gazapos de hembras que consumieron grano, $17.98 \pm 4.52\%$.

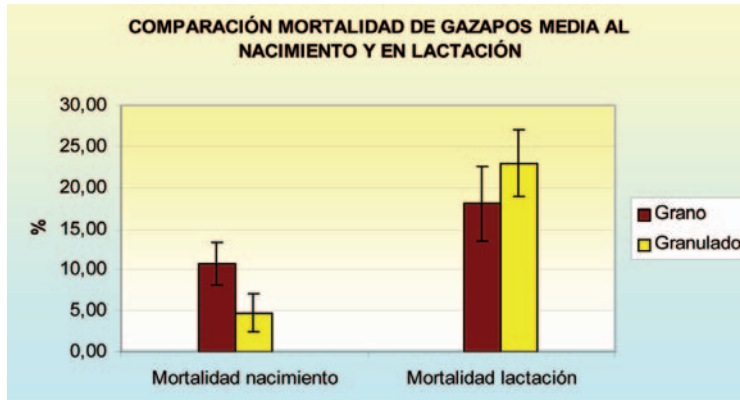


Figura 4. Comparación de la media de mortalidades de gazapos al nacimiento al destete, procedentes de hembras alimentadas con granulado y con grano.

Respecto al peso de los gazapos a los 28 días de vida, fue significativamente mayor en gazapos de hembras alimentadas con granulado, que en gazapos de hembras alimentadas con grano, siendo los valores medios de 487.63 ± 21.54 g y 401.51 ± 23.27 g respectivamente. También el peso de los gazapos al destete, fue significativamente mayor en gazapos de hembras alimentadas con granulado con un peso medio de 703.92 ± 28.18 g, que en gazapos de hembras alimentadas con grano, con un peso medio de 583.68 ± 31.86 g por gazapo (figura 5).

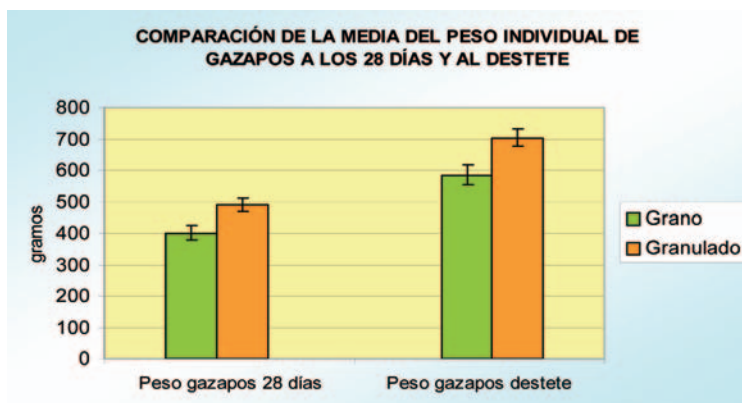


Figura 5. Comparación del peso medio de gazapos a los 28 días del parto y destetados, de hembras alimentadas con granulado y con grano.

Influencia de la alimentación en el cebo

El peso por gazapo al destete difiere de manera significativa, tal como se ha indicado en el punto anterior, por ello, se han corregido los pesos de los conejos en cebo, introduciendo estos como una covariante en el análisis de varianza realizado. A los treinta días de iniciar el cebo, no hay diferencias significativas entre la media de pesos entre los gazapos alimentados con granulado y grano, siendo estos de $1518.52 \pm 65.40\text{g}$ y $1515.49 \pm 67.23\text{g}$ respectivamente. A los 60 días de iniciar el cebo, alcanzan el peso al sacrificio, según la normativa ecológica. Al igual que en el caso anterior, tampoco existen diferencias significativas, entre los animales engordados con granulado y con grano, aunque el peso medio es mayor en el primer caso, siendo de $2503.54 \pm 94.45\text{g}$ y en el segundo de $2328.11 \pm 94.45\text{g}$ (figura 6).

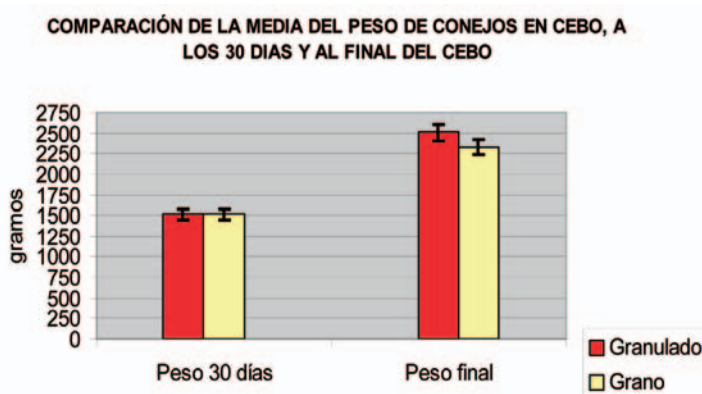


Figura 6. Comparación del peso medio de conejos a los 30 días y al final del cebo, alimentados con granulado y con grano.

Respecto a la mortalidad durante el periodo de cebo, debido a un problema sanitario, continua siendo excesivamente elevada. No existen diferencias significativas entre los gazapos alimentados con granulado y grano, aunque los gazapos alimentados con granulado presentan una media en la mortalidad ligeramente superior que los que están alimentados con grano. La mortalidad media a los treinta días de iniciar el cebo, de gazapos alimentados con granulado es de $43.82 \pm 6.08\%$ y de gazapos alimentados con grano, de $37.12 \pm 6.08\%$. Y la media de la mortalidad total para gazapos alimentados con granulado es de $50.16 \pm 6.01\%$ y de gazapos alimentados con grano, de $44.56 \pm 6.01\%$, representado en la figura 7.

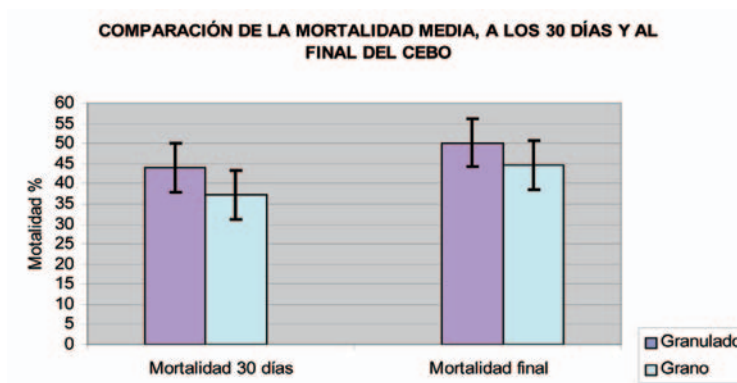


Figura 7. Comparación de la mortalidad media de conejos a los 30 días y al final del cebo, alimentados con granulado y con grano.

Esta elevada mortalidad parece relacionada a un problema sanitario asociado a las explotaciones cunícolas, la *enteropatía mucoide* (sin. *enteropatía epizoótica del conejo*), que en muchas ocasiones cuestiona la viabilidad de éstas.

Los síntomas que presentan los gazapos muertos en el cebo, tras la valoración y los análisis oportunos realizados por un veterinario, apuntan a esta enfermedad como la causante de la mortalidad producida. Esta enfermedad se ha extendido en la explotación, dada la imposibilidad de realizar un tratamiento con antibióticos, al tratarse de producción ecológica, y por no ser suficiente con el tratamiento exhaustivo de higiene y limpieza realizado. Para tratar de controlar la enfermedad además de los agentes patógenos, existen otros factores que influyen en la aparición de la enteropatía mucoide en una población de conejos. En un estudio realizado por Rosell (2003), se llegó a la conclusión que no influye la estación del año.

Puede haber repuntes de la enfermedad durante todo el año, mientras existan poblaciones de riesgo o animales sensibles a la enfermedad y los agentes patógenos que precipiten el proceso, Rosell (2003).

Como factor de riesgo sí se podría incluir el estrés reiterado, producido en los animales, a causa de los cambios bruscos de temperatura recogidos en la granja, y representados en la figura 8.

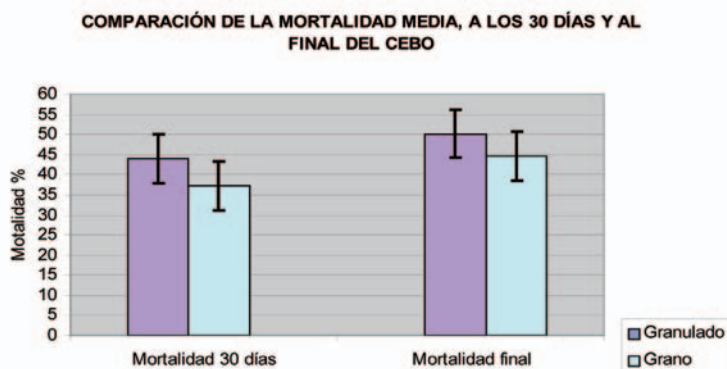


Figura 8. Temperaturas máximas y mínimas registradas en la granja desde el inicio de la experiencia hasta el final.

7 ► CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos en el estudio, se observa que los pesos de las hembras en los diferentes controles realizados, son significativamente mayores en hembras alimentadas con gránulo que con grano. Lo mismo sucede con el peso de los gazapos a los 28 días de edad y al destete, procedentes de estas hembras.

El número de gazapos nacidos vivos, es superior en hembras alimentadas con gránulo que con grano, pero se igualan al destete, lo que significa que la mortalidad en lactación es mayor en hembras alimentadas con gránulo, aunque estas diferencias estadísticamente, no son significativas.

En resumen podría afirmarse que la alimentación a base de pienso granulado, afecta más al peso de los animales, que a los parámetros reproductivos. Cabe destacar que las hembras reproductoras alimentadas con granulado, presentan mejor aspecto físico (pelo, vigor, etc) que las que están alimentadas a base de grano. Sucede lo mismo con los gazapos procedentes de estas madres, que aumentan de peso mucho antes y presentan un aspecto físico mejor. En la fotografía 3 y 4 aparecen dos hembras con la misma edad (tres años), una de ellas alimentada con grano y la otra con granulado. Hay que destacar que en hembras más jóvenes la diferencia no es tan notable, aunque en los gazapos sí es bastante apreciable.



Foto 3. Hembra gránulo.



Foto 4. Hembra grano.

Por otro lado, el destete que está realizándose a los 35 días en el caso de gazapos procedentes de madres alimentadas con granulado, podría realizarse a los 30 días, que es el mínimo que marcan las normas técnicas de cunicultura ecológica.

En el cebo dada la elevada mortalidad producida, no se puede sacar ninguna conclusión relacionada con el estudio de alimentación que nos ocupa, mientras no se solucione el problema de enteropatía que nos afecta.

8 ► BIBLIOGRAFÍA

- **FEDNA. DE BLAS, C.; MATEOS, G. G. Y REBOLLAR, P. G^a. 1999**

Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. <http://www.etsia.upm.es/fedna>

- **BLAS, C. Y COL. 1989**

Necesidades de nutrientes. Alimentación del conejo. 61-98.

- **ROSELL, J. M. 2003**

Enteropatía mucoide del conejo. Incidencia mensual en granjas visitadas durante 1996-2002. En: Proceedings XXVIII Symposium ASESCU de Cunicultura. Alcañiz (Teruel), 2-4 abril 2003. Pp 109-113.

- **GARCÍA - MENACHO, V. 2000**

Normas técnicas de cunicultura ecológica.

ESTUDIO COMPARATIVO DE UNA RAZA HÍBRIDA AUTÓCTONA Y UNA ESTIRPE HÍBRIDA COMERCIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS ECOLÓGICOS

GARCÍA - MENACHO, V.; BALLESTER, R. Y VILLARROYA, R.

Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Generalitat Valenciana
Estación Experimental Agraria Carcaixent. Partida Barranquet, s/n. 46740 Carcaixent (Valencia)

RESUMEN

En avicultura ecológica se estudia el problema de la elección de una raza híbrida autóctona (Castellana x Penedesenca) o comercial (Isa Brown).

Se estudiaron los principales parámetros productivos en 200 gallinas de cada raza con un mismo manejo y alimentación.

El experimento mostró que la CxP es una gallina que se adapta mejor a los cambios climatológicos y de alimentación, lo que nos indica su rusticidad y capacidad de adaptación al medio. La puesta fue similar en ambas razas y el consumo alimento algo superior en la CxP.

1 ► INTRODUCCIÓN

A la hora de poner en marcha una explotación de avicultura de puesta ecológica el avicultor se enfrenta al dilema de qué raza poner. Pues a diferencia de la avicultura convencional, en la ecológica las aves van a vivir en el suelo y se van a enfrentar a las inclemencias climáticas, por tanto serán necesarias aves con unas características de rusticidad que las hagan resistentes.

Actualmente, después de varios años de experiencia en el campo, nos encontramos con una serie de ventajas e inconvenientes tanto al utilizar una raza autóctona como una estirpe híbrida. Entre las desventajas de la raza híbrida está su adaptación a la soja, lo que en agricultura ecológica supone unos costes importantes. Por ello se plantea la posibilidad de suplir la soja por otras leguminosas y comprobar su adaptación, observando la evolución de sus parámetros productivos.

2 ► OBJETIVO

El objetivo del experimento es determinar en cual de los dos tipos de aves Castellana negra x Penedesenca (CxP) o Isa brown se obtienen mejores resultados en producción ecológica, sin la administración de soja en el pienso. Para ello se estudia tanto la puesta, cantidad de huevos, distribución de tamaños, los sucios y rotos; como los consumos de pienso en las dos razas.

3 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Material animal

El experimento se realizó con 200 gallinas de la raza Isa brown y 200 gallinas CxP.

Como especie híbrida se ha elegido la Isa brown, pues de todas las que hay en el mercado es la que mejor se adapta a este sistema de producción, ya que entra en la explotación habiéndose criado en el suelo, a diferencia de las demás que son criadas en jaula. Se trata de una estirpe semipesada de plumaje leonado y cresta roja que da huevos de color marrón. Inicia la puesta a las 21 semanas alcanzando picos teóricos de puesta del 90 por ciento.

Como raza autóctona se ha elegido el cruce de la Castellana negra x Penedesenca que da mejores rendimientos que las razas autóctonas catalanas de las que ya tenemos resultados de otras experiencias, además de proporcionar un mayor tamaño de huevo. Se

trata de un ave de tipo ligero de plumaje negro y cresta roja que produce unos huevos de color blanco. Inicia la puesta entorno a las 23 semanas de vida, alcanzando picos de puesta del 80 por ciento por lo que destaca como ponedora.

Equipos e instalaciones

Los equipos e instalaciones se ubican en la Masia d'Agricultura i Ramaderia Ecològica del Teularet sita en Navalón, Enguera (Valencia). Ricardo Baldoví es el técnico encargado del manejo de la misma.

Para el experimento se contó con un gallinero dividido en dos salas (que se numeraron 1 y 2) con espacio disponible para 200 gallinas en cada una según la norma ecológica. En dichas salas se llevó a cabo la experiencia con dos lotes diferentes, una estirpe híbrida (Isa brown) en la sala 1 y una raza autóctona (CxP) en la sala 2.



Foto 1. Gallina Castellana Negra x Penedesenca Negra.



Foto 2. Gallina Isa Brown.

El gallinero cuenta con los comederos, bebederos, ponaderos y aseladeros necesarios para criar 200 gallinas en este tipo de producción.

Además cada sala tiene acceso a dos parques en el exterior. También se dispone de luz artificial regulada por un temporizador.

Recogida de datos

Los controles que se han realizado, según el objetivo de la experiencia, han contemplado tanto la producción de los huevos como el manejo y comportamiento de las aves durante todo el periodo de puesta (1 año), y han sido los siguientes:

- ▶ **Bajas diarias.** Anotando las causas (en especial por picaje).
- ▶ **Temperaturas.** Para evaluar su influencia sobre el consumo de pienso de ambos tipos de ave.
- ▶ **Número de huevos diarios.** Con este dato y el de las bajas (saber en cada momento cuantas gallinas tenemos en producción) se calcula el porcentaje de puesta semanal y mensual, según las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ puesta} = \text{n}^\circ \text{ de huevos al día} / (\text{días de la semana o del mes} \times \text{n}^\circ \text{ de aves})$$

Con el porcentaje de puesta se obtiene la curva de puesta, necesaria para poder evaluar la producción de cualquier lote de gallinas.

- ▶ **Clasificación de los huevos.** Para ver si hay alguna influencia del incremento de peso en la disminución del número de huevos, o viceversa mediante gráficas comparativas de la puesta y el peso de los huevos. También se clasifican según los calibres comerciales:

- **XL:** Supergrandes (> 73 g)
- **L:** Grandes (63-73 g)
- **M:** Medianos (53-63 g)
- **S:** Pequeños (< 53 g)

- ▶ **Consumo de pienso.** Este dato sirve para determinar el índice de conversión (g pienso / g huevo). Además sirve para detectar posibles anomalías en la salud de las aves (por ejemplo un descenso brusco del consumo indica estrés).

- ▶ **Comportamiento de las aves.** Salida a los parques, picaje, mejor aprovechamiento de la vegetación de la zona, puesta en el exterior del gallinero y porcentaje de cluecas.

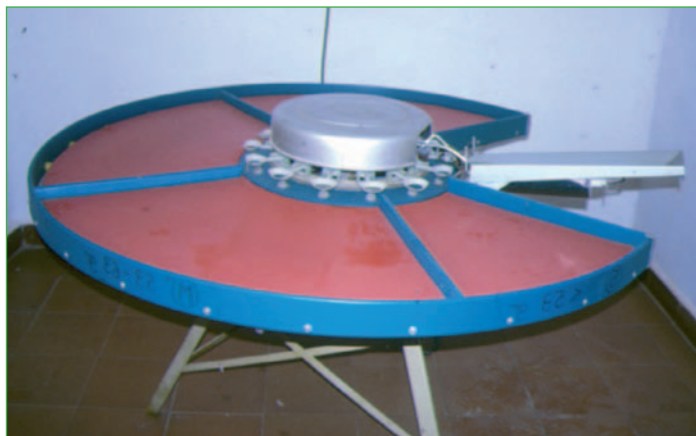


Foto 3. Clasificadora automática.

4 ▶ DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Las CxP entraron el 17 de Enero de 2003 en la explotación con 15 semanas de vida y las Isa brown el 28 de Enero de 2003 con 17 semanas de vida, para tener los dos lotes de la misma edad y han permanecido en la explotación alrededor de un año. Las CxP iniciaron la puesta el 13 de Marzo y la Isa brown el 17 de Febrero.

El manejo a su llegada ha sido el mismo para ambos lotes: se eliminó la luz artificial hasta las 18 semanas de vida (para no adelantar el arranque de la puesta), se cerraron los ponederos (para que se acostumbraran a dormir en los aseladeros) y se cerraron las salidas a los parques (para fomentar el consumo de pienso). Durante este tiempo, ambos lotes fueron alimentados con un pienso ecológico sin soja que se fabricó en la propia explotación, cuya fórmula es la siguiente:

Tabla 1. Materias primas de origen ecológico que constituyen la ración

ALIMENTO	PROPORCIÓN %
Cebada	30
Maíz	30
Girasol	10
Guisante	20
Veza	10

Tabla 2. Nutrientes de la ración

NUTRIENTES					
PB%	E.M. Kcal/kg	Lis%	Met%	Ca%	P%
14.6	2461	0.71	0.24	3.7	0.65

Esta ración se complementó con dos productos autorizados por la normativa ecológica:

- **BIOVET:** coccidiostático homeopático (50 g/100 kg de pienso) desde su llegada hasta las 18 semanas de vida.
- **AGRYMÓS:** complemento a base de lisiados de pescado para mejorar el aporte de aminoácidos.

Durante la primera semana se administró el pienso *ad libitum* y pasada ésta, se racionó a 70 g/gallina y día durante tres semanas. De la quinta hasta el final se suministró de nuevo *ad libitum*.

Según el manejo ecológico autorizado, el máximo de horas que se le puede dar a una ponedora es de 16 horas entre la natural y la artificial. Por lo tanto, se suministró progresivamente las horas de luz artificial complementando la natural, hasta alcanzar las 16 horas para el inicio de la puesta. Para ello se comenzó a aumentar 1 hora de luz al mes desde las 18 semanas hasta las 23 (que es cuando se espera que inicie la puesta). Durante todo el periodo de la puesta se les mantuvo a ambos lotes las 16 horas de luz.

5 ▶ RESULTADOS

El la figura 1 se muestra la comparación de la curva de puesta semanal entre las dos razas de gallinas y las diferencias entre la temperatura máxima y mínima a lo largo de la puesta. El arranque de puesta es más progresivo en la Isa comenzando en la semana 21 (Marzo de 2003), sin embargo la CxP comienza en la semana 25 pero de forma repentina alcanzando el primer pico de puesta en menos tiempo y a nivel semejante alrededor de un 60%.

La media de puesta se mantiene alrededor del 22% en ambas razas. Las curvas de puesta siguen una tendencia similar observándose que los descensos en la puesta son más acusados en la Isa que en la CxP y que una vez se ha descendido a la cota más baja la CxP recupera mejor los niveles que la Isa. Estos descensos se corresponden a diferencias térmicas acusadas.

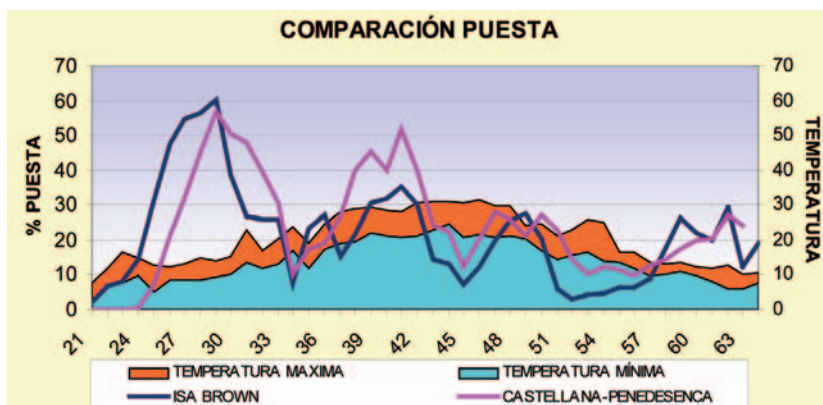


Figura 1. Curva de puesta semanal y cambios de temperatura.

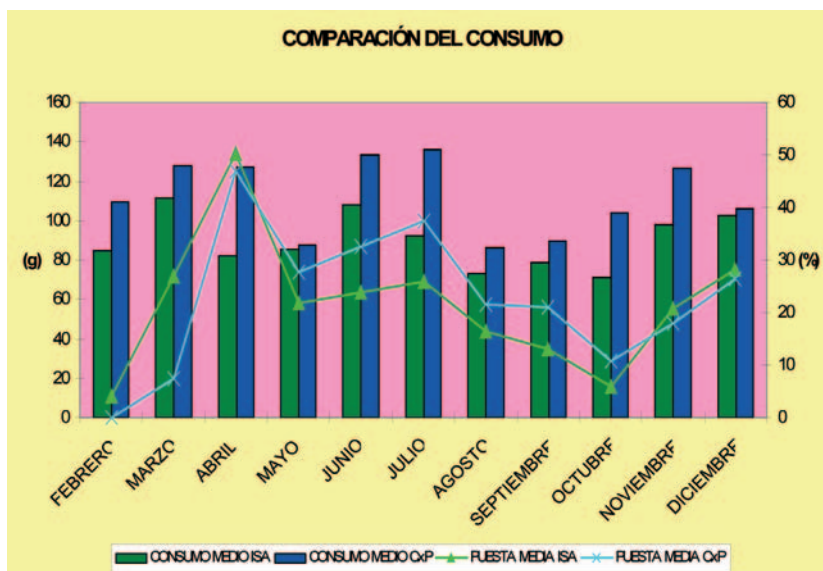


Figura 2. Consumo medio mensual y puesta mensual.

A lo largo de todos los meses el consumo de pienso ha sido más elevado en la CxP que en la Isa. Dado que la curva de puesta se mantiene prácticamente igual en ambas razas podemos traducir este incremento en el consumo de la CxP debido a su mayor actividad y aprovechamiento de los parques, al contrario que la Isa que permanece más en el interior del gallinero.

Resulta significativo el mayor consumo medio de pienso de la CxP $112,09 \pm 5$ g/día frente a los $89,83 \pm 5$ g/día de la Isa Brown (Figura 3).

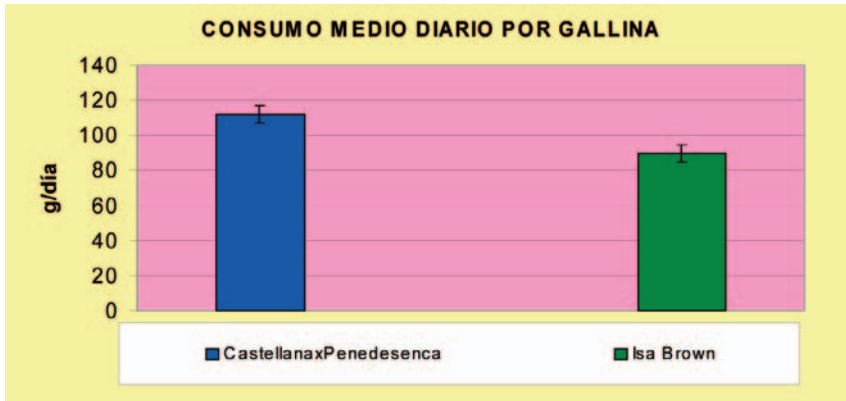


Figura 3. Consumo medio diario por gallina.

En las figuras 4 y 5 se muestra la distribución de tamaños y de huevos rotos a lo largo de la puesta, representados estos últimos de color gris en la figura, que es la diferencia hasta el 100% de la puesta. Como era de esperar, el tamaño del huevo aumenta con la edad de las gallinas. En las figuras se puede apreciar como aumenta la proporción de huevos de mayor tamaño (XL y L) conforme avanzamos en la puesta, tanto en las CxP como en las Isa Brown, a la vez que disminuye la proporción de huevos de tamaño medio (M) y pequeño (S).

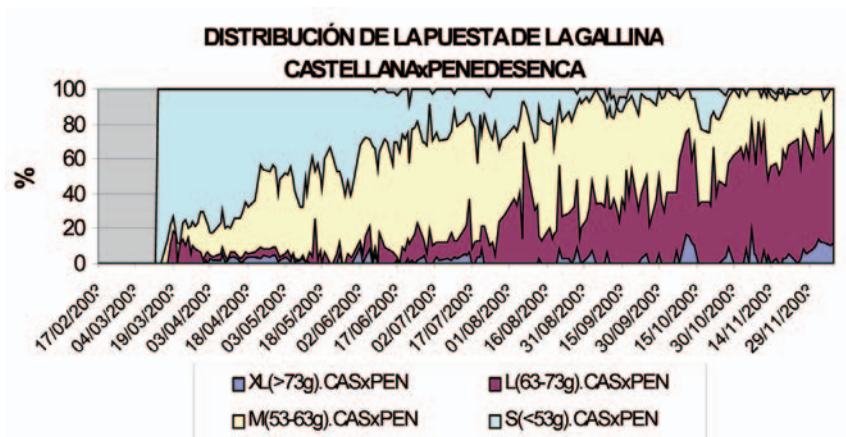


Figura 4. Distribución de la puesta de la Castellana x Penedesca.

Respecto a las diferencias entre las dos razas las CxP han mantenido una mayor proporción de huevos de tamaño L y XL a lo largo de la puesta. Se observa en septiembre un aumento de la proporción de huevos rotos debido a que se acabó el bicarbonato cálcico, esto provocó que las gallinas se comieran los huevos debido probablemente a una carencia de minerales.

En el gallinero de las Isa Brown se acusó más como se observa en la figura 5.

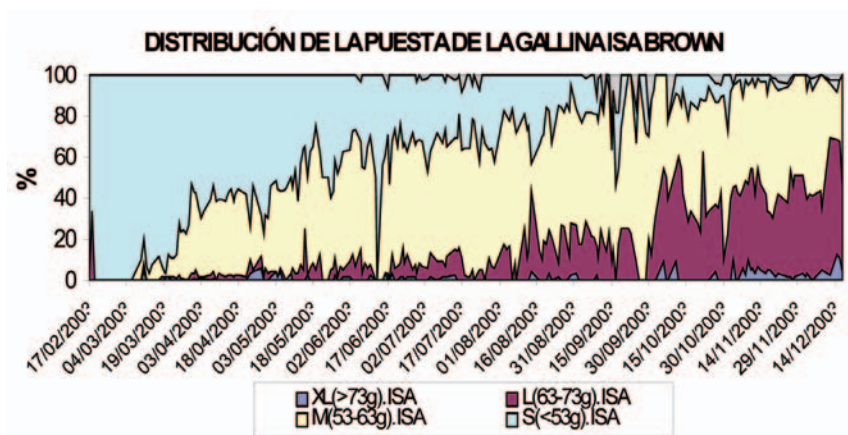


Figura 5. Distribución de la puesta de Isa Brown.

6 ► CONCLUSIONES

La puesta muestra una tendencia similar tanto en la CxP como en la Isa Brown pero se observa que la híbrida autóctona es menos sensible a determinados cambios climatológicos y de alimentación, lo que nos indica su rusticidad y capacidad de adaptación al medio.

En cuanto a la distribución de los tamaños comerciales la CxP muestra un 10,4% de huevos del tamaño L (63-73 g) más que la Isa Brown. En cambio la Isa Brown tiene una diferencia a su favor del 2% en la categoría M (53-63 g). En cuanto a la categoría S la Isa Brown tiene un 8,2% más que la CxP. Lo cual, indica que la puesta de la CxP es de mayor tamaño comercial que la Isa Brown, lo que podría tener cierta importancia a nivel de ventas.

En cuanto a los consumos medios de pienso la Isa Brown y la CxP tienen unos valores bajos 89,85 y 112,09 gramos/gallina y día, respectivamente.

Las medias de puesta de la Isa Brown ha sido de un 21,5% y la CxP un 22,71%, ambos porcentajes de puesta son tan bajos que hacen inviable una explotación de gallinas sin la aportación de soja en la ración.

Durante cinco años se ha estado intentando en los experimentos planteados en la Masia d'Agricultura i Ramaderia Ecològica del Teularet que los niveles de puesta fueran aceptables con raciones sustituyendo la soja por otras leguminosas tradicionales como aporte proteico a la ración. Dado que las cadenas de aminoácidos de las leguminosas tradicionales empleadas

no tienen la misma cuantía porcentual que la soja, esta diferencia se manifiesta en los bajos resultados de la puesta.

A la vista de los experimentos realizados a lo largo de estos cinco años se ha tomado la decisión de plantear los experimentos de los próximos cinco años con diferentes niveles de soja ecológica en la ración.

ESTUDIO COMPARATIVO DE VARIOS PIENSOS EN UNA RAZA HÍBRIDA AUTÓCTONA DE GALLINA PARA LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS ECOLÓGICOS

GARCÍA - MENACHO, V.; BALLESTER, R. Y VILLARROYA, R.

Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Generalitat Valenciana
Estación Experimental Agraria Carcaixent. Partida Barranquet, s/n. 46740 Carcaixent (Valencia)

RESUMEN

El objetivo del experimento realizado en ponedoras ecológicas es evaluar la puesta con cuatro piensos diferentes, con un contenido similar en proteína.

Se formularon los piensos uno de ellos con soja, otros dos con leguminosas diferentes a la soja y como testigo se utilizó un pienso campero convencional. Se evaluó la curva de puesta, la distribución de tamaño de los huevos y los consumos con cada uno de los piensos. El resultado más favorable es el del pienso campero convencional, seguido del pienso con soja y como menos favorable el de los piensos con otras leguminosas.

Por otra parte se estudiaron distintos tipos de ponederos, evaluando la proporción de huevos sucios, limpios y rotos. Se utilizaron dos tipos de ponederos, de obra y escamoteadores de plástico.

Dieron mejores resultados los de obra, dada la suciedad que se acumula en los nidales escamoteadores de plástico.

Las conclusiones que se obtienen de este estudio son que no se puede prescindir de la soja en avicultura de puesta ecológica y que para optimizar los tiempos de recogida de huevos, la utilización de nidales escamoteadores de plástico no es útil, dado que se pierde producción debido a la suciedad que estos acumulan.

1 ► INTRODUCCIÓN

Durante varios años se ha alimentado a las gallinas de la explotación con un pienso realizado en la misma a base de cereales y leguminosas, evitando en lo posible la utilización de la soja para ahorrar costes y conseguir una independencia de la explotación de esta leguminosa. Actualmente, en vista de los resultados obtenidos en anteriores experiencias, se han evaluado las diferencias en producción de la raza castellana x penedesenca con la administración de diferentes piensos uno campero convencional, y otros tres piensos ecológicos elaborados en la explotación. El primero de ellos con un porcentaje de soja y los otros dos con diferentes proporciones de leguminosas pero sin soja. Se realizó este experimento con el fin de observar si la soja limita el porcentaje de puesta, a pesar de tener los pienso unas proporciones de proteína bruta y energía metabolizable similares.

2 ► OBJETIVO

El objetivo del experimento es evaluar la puesta de las gallinas con los diferentes piensos, estudiando para ello tanto la puesta, en cantidad de huevos y distribución de tamaños, así como los consumos que se han hecho de cada pienso. También se va a tener en cuenta la proporción de huevos rotos y sucios en función del tipo de nidal.

3 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Material animal

El experimento se realizó con 40 gallinas de la raza Castellana negra x Penedesenca (CxP). Como raza autóctona se ha elegido el cruce de la Castellana negra x Penedesenca pues parece que da mejores rendimientos que las razas autóctonas catalanas de las que ya tenemos resultados de otras experiencias, además de proporcionar un mayor tamaño de huevo.

Se trata de un ave de tipo ligero de plumaje negro y cresta roja que produce unos huevos de color blanco. Inicia la puesta entorno a las 23 semanas de vida, alcanzando picos de puesta teóricos del 80 por ciento por lo que destaca como ponedora, además de dar un buen tamaño al huevo (entorno a los 60 gramos). Las CxP entran el 17 de Enero de 2003 en la explotación con 15 semanas de vida y permanecen en experimentación alrededor de un año.

Inician la puesta el 13 de Marzo de 2003, con 24 semanas de vida y se trasladan a los gallineros experimentales el 22 de Mayo con 35 semanas, tras superar el primer pico de puesta.

Introducción de las aves

El manejo a su llegada fue el siguiente: se eliminó la luz artificial hasta las 18 semanas de vida (para no adelantar el arranque de la puesta), se cerraron los ponederos (para que se acostumbraran a dormir en los aseladeros) y se cerraron las salidas a los parques (para fomentar el consumo de pienso).

Durante este tiempo, fueron alimentadas con un pienso ecológico sin soja que se fabricó en la propia explotación, cuya fórmula es la que se muestra en la tabla 1 a continuación:

Tabla 1. Materias primas que componen la ración de arranque

MATERIAS PRIMAS	%
Cebada	30
Maíz	30
Girasol	10
Guisante	20
Veza	10

El valor nutritivo de este pienso se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Nutrientes de la ración de arranque

NUTRIENTES					
PB%	E.M. Kcal/kg	Lis%	Met%	Ca%	P%
14.6	2461	0.71	0.24	3.7	0.65

Esta ración se complementó con dos productos autorizados por la norma:

- **BIOVET:** coccidiostático homeopático (50 g/100 kg de pienso) durante tres semanas desde que llegaron.
- **AGRYMÓS:** complemento a base de lisiados de pescado para mejorar el aporte de aminoácidos.

Durante la primera semana de llegada a la explotación se administró el pienso *ad libitum* y pasada ésta, se racionó a 70 g/gallina y día durante tres semanas. De la quinta hasta el final se suministró de nuevo *ad libitum*.

Según el manejo ecológico autorizado, el máximo de luz que se le puede dar a una ponedora es de 16 horas entre la natural y la artificial. Por lo tanto, se suministró progresivamente las horas de luz artificial complementando la natural, hasta alcanzar las 16 horas para el inicio de la puesta. Para ello se comenzó a aumentar 1 hora de luz al mes desde las 18 semanas hasta las 23 (que es cuando se espera que inicie la puesta). Durante todo el periodo de la puesta se les mantuvo a ambos lotes las 16 horas de luz.



Foto 1. Gallinero experimental. Vista exterior.

Equipos e instalaciones

Los equipos e instalaciones se ubican en la Masía d'Agricultura i Ramaderia Ecològica del Teularet sita en Navalón, Enguera (Valencia). Ricardo Baldoví es el técnico encargado del manejo de la misma.

Para el experimento se cuenta con un gallinero dividido en cuatro salas numeradas con espacio disponible para 10 gallinas en cada una según la norma ecológica.

Cada sala cuenta con una tolva de administración de pienso de 25 Kg, un bebedero automático, un aseladero para 10 gallinas y nidales de obra en la sala 2 y 4 (ver foto 3) y escamoteadores de chapa y plástico en la sala 1 y 3 (ver foto 2).



Foto 3. Nidal de obra.



Foto 2. Nidal escamoteador.

Además todas las salas tienen acceso a parques en el exterior, las salas 3 y 4 a parques únicos de grandes dimensiones y las salas 1 y 2 a dos parques, para cada sala, de dimensiones inferiores que se van rotando en función de la vegetación existente en ellos. También se dispone de luz artificial regulada por un temporizador.

Recogida de datos

Los controles que se han realizado, según el objetivo de la experiencia, han contemplado tanto la producción de los huevos como el manejo y comportamiento de las aves durante el periodo de puesta (7 meses) y han sido los siguientes:

► **Bajas diarias.** Anotando las causas (en especial por picaje).

► **Número de huevos diarios.** Con este dato y el de las bajas (saber en cada momento cuantas gallinas tenemos en producción) se calcula el porcentaje de puesta semanal y mensual, según las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ puesta} = (\text{n}^\circ \text{ de huevos al día} / (\text{días de la semana o del mes} \times \text{n}^\circ \text{ de aves})) * 100$$

Con el porcentaje de puesta se obtiene la curva de puesta, necesaria para poder evaluar la producción de cualquier lote de gallinas.

► **Clasificación de los huevos.** Para ver si hay alguna influencia del incremento de peso en la disminución del número de huevos, o viceversa mediante gráficas comparativas de la puesta y el peso de los huevos. También se clasifican según los calibres comerciales:

- **XL:** Supergrandes (> 73 g)
- **L:** Grandes (63-73 g)
- **M:** Medianos (53-63 g)
- **S:** Pequeños (< 53 g)

► **Consumo de pienso semanal**

4 ► DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Se introducen en el gallinero experimental 40 aves de la raza CxP en lotes de 10 gallinas la última semana de Mayo de 2003 y permanecieron en la explotación hasta Diciembre de 2003. Cada lote se introduce en una sala. Durante este tiempo, cada lote tuvo una alimentación diferente:

- **Sala 1:** pienso elaborado en la propia explotación con materias primas ecológicas, sin soja en su composición y con un porcentaje de proteína bruta del 16.25%.
- **Sala 2:** pienso elaborado en la propia explotación con materias primas ecológicas, sin soja ecológica en su composición y con porcentaje de proteína bruta del 15.56%.
- **Sala 3:** pienso elaborado en la propia explotación con materias primas ecológicas y con soja ecológica en su composición.
- **Sala 4:** pienso convencional para gallinas camperas.

La composición en materias primas de los piensos es la que se muestra a continuación en la tabla 3, y el valor nutricional de cada uno de ellos se muestra en la tabla 4:

Tabla 3. Materias primas de origen ecológico que constituyen las raciones

ALIMENTO	PIENSO 1 %	PIENSO 2 %	PIENSO 3 %
Trigo duro	29.5	9	46.5
Maíz	31.5	49.5	25.5
Girasol	14.7	15	7
Guisante	14.3	19	-
Veza	1.7	-	-
Soja	-	-	13.4
Cor. Mineral	7.3	7.5	7.6

Tabla 4. Nutrientes de las raciones

PIENSO	PB%	E.M. KCAL/KG	LIS%	MET%	CA%	P%
1	16.25	2630	064	0.29	0.26	0.50
2	15.56	2667	0.65	0.29	0.26	0.48
3	16.55	2856	0.65	0.28	0.27	0.51
4	15.20					

5 ▶ TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se ha utilizado un modelo de análisis de la varianza con un único factor para observar las diferencias de puesta de los diferentes gallineros, peso de las gallinas, el consumo y el porcentaje de huevos sucios en función del ponedero (escamoteador o de obra).

Cada factor considerado se ha estudiado a cuatro niveles:

“Gallinero 1”, “Gallinero 2”, “Gallinero 3”, “Gallinero 4”.

Se ha empleado el paquete estadístico Statgraphics, procedimiento anova con un nivel de confianza del 95%. Además se han establecido intervalos LSD para la comparación entre medias, así como el correspondiente análisis de residuos.

6 ▶ RESULTADOS

En la figura 1 se representa la curva de puesta de las gallinas de los 4 gallineros experimentales a lo largo de la estancia en ellos (Junio-Diciembre), por tanto no se recoge la primera parte de la curva, la subida de la puesta hasta el pico de la misma, que la hicieron en el gallinero de mayores dimensiones de la explotación, que viene representada en la memoria correspondiente.

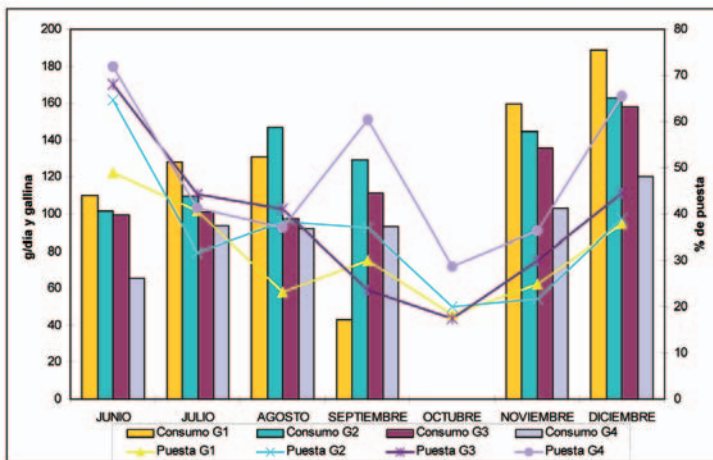


Figura 1. Curva de puesta y consumos mensuales por gallina.

En la figura 1 se puede observar una tendencia dispar de las curvas de puesta durante los cuatro primeros meses, donde los niveles de puesta de los gallineros oscilan de manera diferente. En cambio, a partir de octubre la tendencia creciente en los cuatro gallineros es similar.

El gallinero 4 alimentado con pienso convencional ha mostrado una ligera superioridad frente al resto, en la mayor parte del ciclo, sólo superada la puesta del gallinero 4 la del gallinero 3 (alimentado con soja) en los meses de julio y agosto, a pesar que la tendencia de este último fue a ir disminuyendo hasta alcanzar el nivel de puesta menor que el resto de los gallineros 17,42% en todo el ciclo, posteriormente recuperó la puesta mejor que los alimentados sin soja (gallinero 1 y 2).

El consumo se ve afectado además de por el nivel de puesta por otros factores como los climáticos, así se observa que a pesar del descenso de puesta en los meses de verano el consumo aumentó, y cuando aumenta el nivel de puesta coincidiendo además con la llegada del frío el consumo crece mucho. En octubre no se tienen datos de consumo debido a un problema en la toma de los mismos, en el gallinero 1 el problema se dio además en septiembre, de aquí el valor tan reducido de consumo.

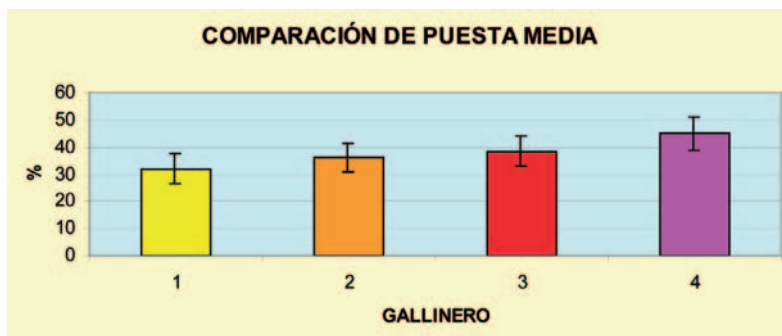


Figura 2. Comparación de la puesta media.

En la puesta no se presentan diferencias significativas entre los 4 gallineros siendo la puesta media más baja la del gallinero 1 con un 32.0% de puesta. El gallinero 4 es el que mejor media de puesta tiene con un 44.88%. Los gallineros 2 y 3 tienen unas medias de puesta similares 36.03 y 38.38, respectivamente.

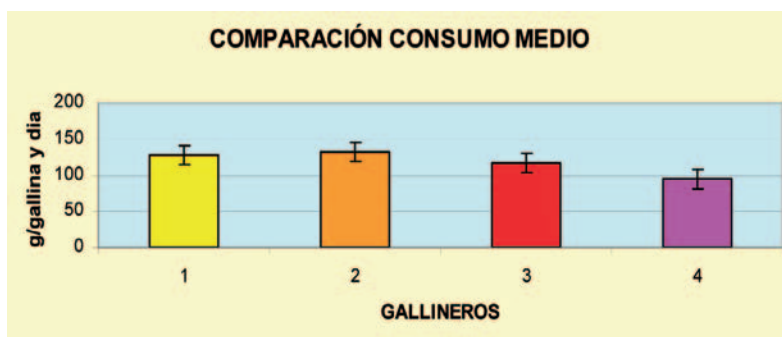


Figura 3. Comparación del consumo medio.

En cuanto al consumo se observan diferencias significativas entre el gallinero 1 (pienso con mayor proporción de maíz y sin soja) y el 2 (menor proporción de maíz y sin soja) con el 4 (pienso campero convencional), siendo las diferencias medias de consumo de más

de 25 gramos por gallina y día. El consumo de pienso con soja del gallinero 3 no mostró diferencias significativas con el resto. A pesar de ser el gallinero 4 el que menos pienso consume por gallina se observa como veremos en la figura siguiente que es el que tiene las gallinas más pesadas y como se ha observado en la figura 2 el que mayor puesta y tamaño (figura 1.7) de la misma posee, esto hace pensar que a pesar de ser el pienso que consumen estas gallinas el de menor proporción de proteína es la que mejor aprovechan.

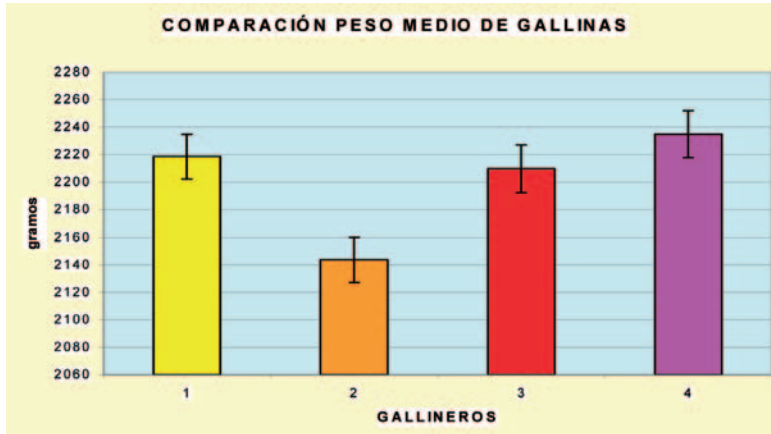


Figura 4. Comparación del peso medio de las gallinas

Las gallinas de los gallineros 1, 3 y 4 no muestran diferencias significativas entre sí, oscilando su peso de 2209 g a 2243 g. En cambio, los tres gallineros anteriores sí que muestran diferencias significativas con el gallinero 2 donde el peso medio de las gallinas es de 2143 g.

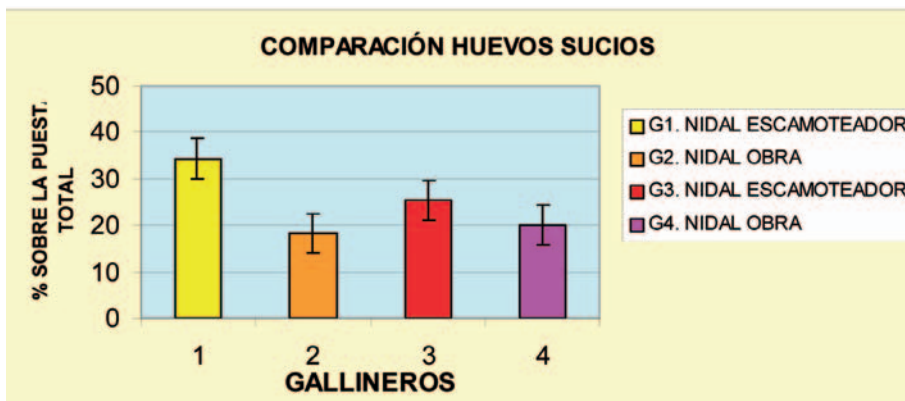


Figura 5. Comparación de la proporción de huevos sucios.

Hay una mayor proporción de huevos sucios en los nidales escamoteadores que en los de obra como se observa en la figura 5, resultando sólo significativa la diferencia entre el gallinero 1 y el resto. La limpieza que se realizó de los nidales escamoteadores y los de obra fue deficiente, al igual que la colocación de los primeros con una inclinación indebida. Por ello, el elevado número de huevos sucios entre un 18% y un 34%. En la figura 6 se muestra la proporción de huevos limpios, sucios y rotos a lo largo de la puesta se observa mayor porcentaje de huevos sucios en los gallineros 1 y 3 donde estaban los ponederos escamoteadores, como se ha comentado anteriormente. Se aprecia mejor como un mal mantenimiento como el que se hizo en el mes de septiembre incrementó el porcentaje de huevos sucios, además de un cambio de operario quien tuvo una percepción diferente, al ser la suciedad en el huevo una medida subjetiva. En cuanto al porcentaje de huevos rotos es una proporción muy pequeña y similar a los cuatro gallineros, no superando en ningún caso el 5%.

La figura 7 muestra la distribución de tamaños comerciales a lo largo de la puesta en los cuatro gallineros, se aprecia que en el gallinero 4 las gallinas ponen el mayor tamaño de huevo con una mayor proporción de huevos XL y L, mientras en el gallinero 2 se ponen los huevos de menor tamaño, no habiendo huevos XL. Los gallineros 1 y 3 tienen una puesta bastante similar en cuanto a su distribución, a pesar que en los dos últimos meses de la puesta el tamaño en el gallinero 3 es superior. Esta distribución de tamaños coincide con las diferencias encontradas en el peso de las gallinas donde las del gallinero 4 eran las más pesadas y las del gallinero 2 las más ligeras, siendo las del gallinero 1 y 3 bastante similares.

7 ► CONCLUSIONES

Para mejor comprensión, los resultados se pueden contemplar en el cuadro 5.

Tabla 5. Cuadro resumen, conclusiones

	GALLINERO 1	GALLINERO 2	GALLINERO 3
PB (%)	16.25	15.56	16.55
EM kcal/kg	2630	2667	2859
EM/PB	162	171	173
Puesta	La menor	Mayor que 1	Mayor que 1, 2
Distribución tamaño	Menor 3	Menor que 1 y 3	Similar a 1
Consumo	Menor que 2	El mayor	Menor que 1 y 2
Peso gallinas	Similar a 3	La menor	Similar a 1

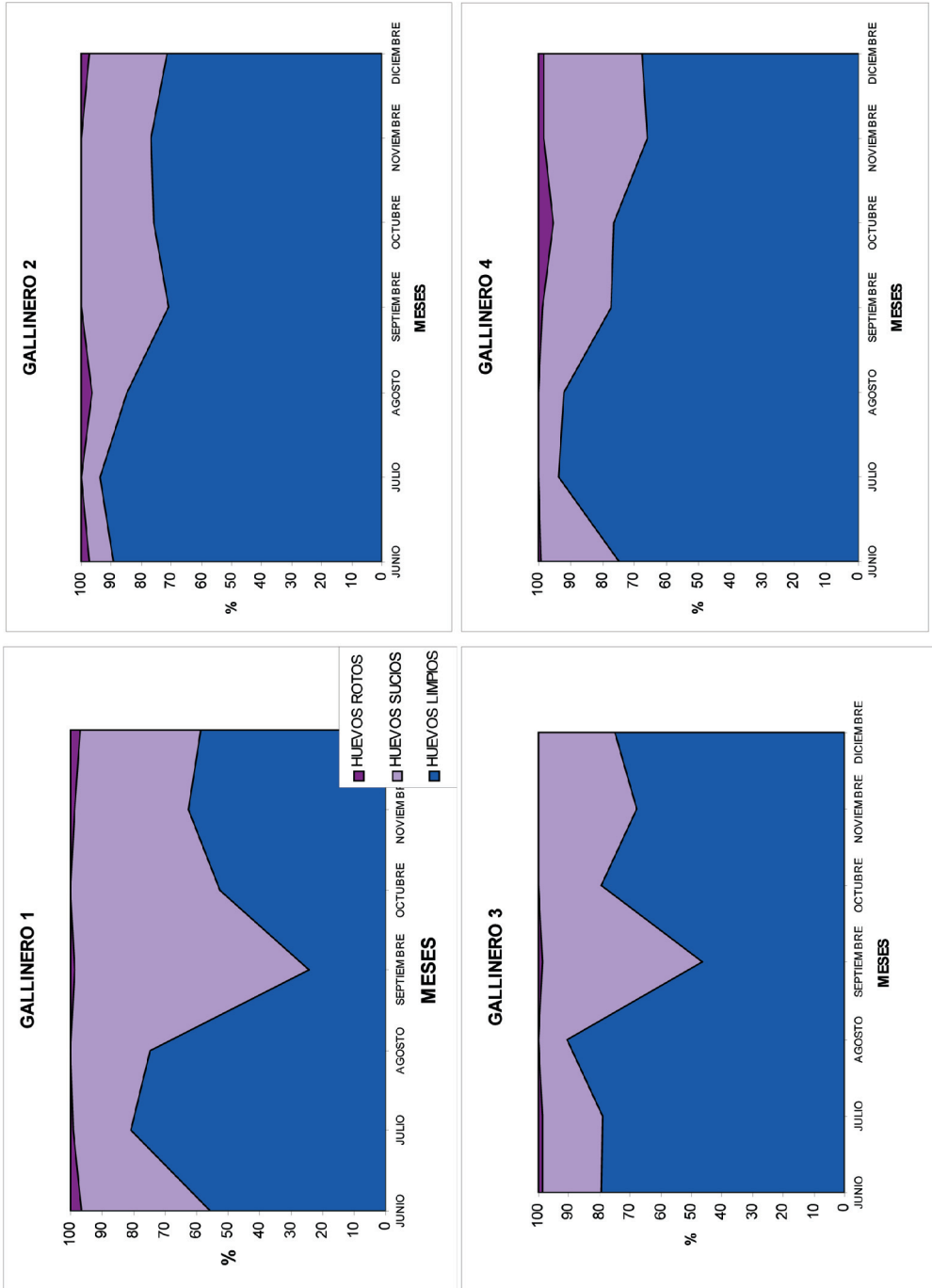


Figura 6. Distribución de huevos rotos, sucios y limpios en los gallineros experimentales a lo largo de la puesta.

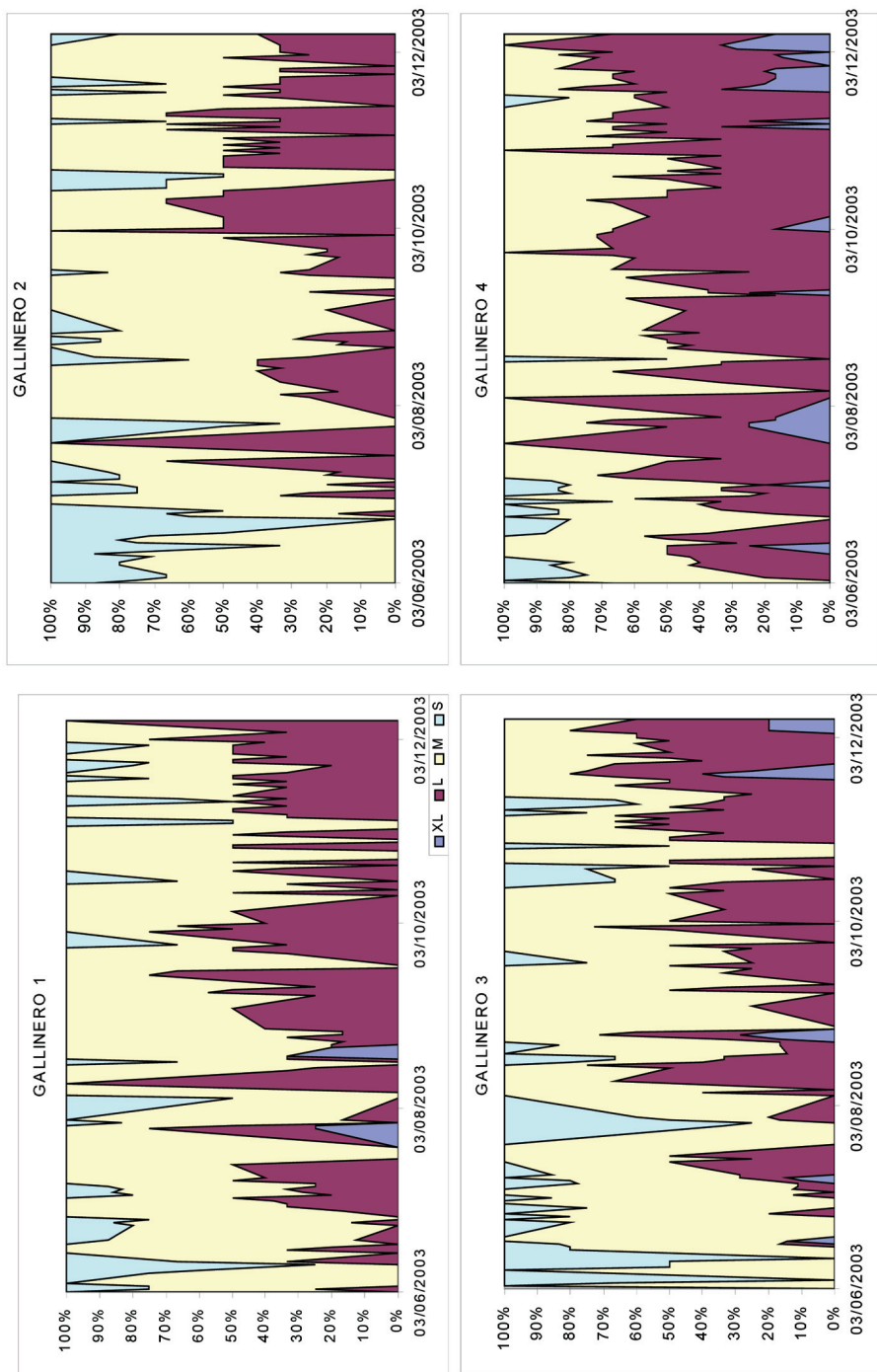


Figura 7. Distribución de puesta por tamaños comerciales en los gallineros experimentales

El pienso del gallinero 1 ha dado unos resultados productivos intermedios, es un pienso cuya relación EM/PB es la más baja. Se obtiene una distribución de tamaño de puesta ligeramente menor que en el gallinero 3 pero su puesta es inferior, siendo su consumo más elevado

El pienso del gallinero 2 con el porcentaje de proteína más bajo de los elaborados en la explotación ha sido el que peor resultado productivo ha conseguido, siendo su puesta ligeramente superior al gallinero 1, pero el consumo de pienso ha sido el más elevado y su distribución de puesta comercial la de menor tamaño de huevo.

El gallinero 3 es el que ha recibido la ración más energética y la más proteica con el valor de la relación entre ambas más elevado, con ello se ha conseguido una mejor puesta y una mejor distribución de tamaños comerciales con huevos más grandes, a su vez ha habido un menor consumo.

Por tanto, estos resultados por un lado ponen de manifiesto que el pienso convencional para gallinas ponedoras tiene un equilibrio proteico mejor que los piensos elaborados en la explotación, ya que aún siendo inferior el contenido en proteína bruta tiene mejores valores productivos. Así que en futuras experiencias se tenderá a incrementar el contenido en proteína bruta en la ración para buscar el equilibrio de aminoácidos.

Por otro lado, el pienso con soja tiene mejores valores productivos que los piensos elaborados con guisante o guisante y veza, con lo que este próximo año se continuará experimentando con pienso con distintas proporciones de soja, que parece ser la leguminosa que aporta mejor equilibrio a la ración, lo que repercute directamente en los parámetros productivos (puesta, distribución y consumo)

Por último, la limpieza de los nidos, bien sean escamoteadores o de obra es fundamental para mantener un porcentaje bajo de huevos sucios. Es también importante para limpieza de los huevos, la recogida diaria de los mismos.

ANÁLISIS DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE LA GANADERÍA ECOLÓGICA EN ESPAÑA

GARCÍA TRUJILLO, ROBERTO

Centro de Investigación y Capacitación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural de Granada (CIFAED)

C/ Camino de El Jau, s/n. Apartado 113. 18320 Santa Fé (Granada)

Telf.: 958 513195 / Fax: 958 513196

E-mail: concifaed@hotmail.com

RESUMEN

Se realizó un inventario del ganado clasificado como ecológico mediante una encuesta enviada a todos los organismos de certificación de agricultura ecológica en España. La información se recibió entre octubre de 2003 y mayo de 2004. Los resultados del inventario arroja que, el ovino de carne y de leche ecológica, son el ganado más abundante y representan el 0,63% del rebaño nacional. Las vacas de carne ecológicas con 32.422 reproductoras son el 1,58% del rebaño nacional y el ganado caprino ecológico con unas 11.200 reproductoras el 0,52%. Las gallinas ponedoras alcanzan la cifra de 41.453 animales y las colmenas de 13.057. Las Comunidades Autónomas con mayor número de animales son Extremadura, Andalucía y Cataluña. Sobre la base de las reproductoras que están calificadas como ecológicas, se estimó el potencial de producción de la cabaña ecológica y la cantidad de personas que pudieran cubrir sus requerimientos de proteína animal. El número de personas que pudieran obtener los requerimientos de proteína animal ecológica anualmente a partir de las producciones potenciales es de 169.503, lo que constituye el 0,41% de la población española. Se hacen recomendaciones para unificación de criterios para elaborar estadísticas sobre la ganadería ecológica.

PALABRAS CLAVE: GANADERÍA ECOLÓGICA, POTENCIAL PRODUCCIÓN E INVENTARIO NACIONAL

1 ► INTRODUCCIÓN

La información estadística de ganadería ecológica que circulan en el Estado Español es las brindadas por el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación en un informe anual y que se compila a partir de la información que envían a esta entidad los diferentes órganos de certificación de AE. Esta información que brinda el MAPA (2003) solo se refiere al número de explotaciones según el tipo de animal, pero no hace referencia al número de animales que existe en cada explotación. Inclusive de la forma en se computa la información se distorsiona el número de explotaciones por comunidad, pues en algunos casos las explotaciones se cuentan doble o triple de acuerdo a las especies que existan por explotación.

Por tal motivo se realizó una encuesta a los órganos de certificación de todo el estado para conocer el número de efectivos, las características de los rebaños y evaluar el potencial de producción de la ganadería ecológica.

2 ► RESULTADOS

El censo de animales criados bajo normas de manejo ecológico

El número de animales por categoría criados bajo las normas ecológicas para todo el Estado Español arroja que, la especie más abundante es el ovino dedicado a la producción de carne, seguido por las gallinas ponedoras y el vacuno de carne, grupos que abarcan el 80% del total de los animales inscriptos como ecológico (Tabla 1). El porcentaje que el ganado ecológico representa del rebaño nacional es aún muy bajo y no sobrepasa el 1% de cada categoría, con excepción del ganado reproductor bovino de carne (Tabla 1).

Por Comunidad Autónoma, Extremadura es la que mayor cantidad de ganado ecológico presenta con casi el 40% del total (no incluye colmenas), seguido por Andalucía (17,6%) y Cataluña (13,6%). En cuanto al número de colmenas, es Castilla León la comunidad con mayor número alcanzando el 30,6% del total, seguida por la Comunidad Valenciana, Asturias y Extremadura, que entre las tres suman un 31% del total.

Tabla 1. Número de animales inscripto como ecológico en el Estado Español y relación con el censo ganadero total (finales 2003 inicio 2004)

Los datos del Censo ganadero corresponden para bovinos, ovinos, caprinos y porcino diciembre de 2003 y para ponedoras y colmenas 2001, según estadísticas del MAPA (2004).

Los porcentajes se han calculado sobre la base de los animales adultos en cada categoría.

Extremadura presenta el mayor número de vacuno reproductor de carne con el 44%, a pesar del gran descenso que han registrados sus explotaciones ecológicas (MAPA, 2003). En el caso de las vacas lecheras, son Galicia, Madrid y Asturias las Comunidades con mayor efectivo de esta categoría (Tabla 2).

En cuanto al ovino de carne, es también Extremadura la Comunidad con mayor número y que acapara el 63% del total de reproductores, mientras que el ovino lechero, con un rebaño muy pequeño se concentra principalmente en Castilla-La Mancha con el 70% de los animales.

El caprino ecológico de carne predomina en Extremadura con el 37% del rebaño, mientras que el caprino ecológico de leche lo es en Andalucía, donde se encuentra el 66% del total nacional. En el caso de las aves, Andalucía es la Comunidad que concentra la mayor cantidad de gallinas ponedoras con el 44% del total, seguida por Galicia y Cataluña que entre ambas comunidades tienen un 25% del total de gallinas ponedoras. Los pollos de ceba se concentran en Andalucía, Cataluña y Galicia, que tienen entre ellas el 75% del total.

Tabla 2. Animales criados en sistemas ecológicos en diferentes Comunidades Autónomas

Los cerdos reproductores se concentran principalmente en Extremadura con el 48% del total, seguidas por Andalucía e Islas Baleares que concentran otro 46%, sin embargo la mayor cantidad de cerdos ecológicos en ceba lo tenemos en Castilla- León, donde no existen reproductoras, lo que muestra claramente una especialización entre Comunidades.

El tamaño medio de las explotaciones

El tamaño medio real de las explotaciones y sus desviaciones no fue posible conocerlo a partir de los valores individuales de cada una de las explotaciones, por lo tanto se calculó el tamaño medio de los rebaños por Comunidad Autónoma, tomando como información para esto, los datos del número total de animales informados por los órganos reguladores para este trabajo y el número de explotaciones informadas por el MAPA para el 2003.

El tamaño medio calculado de la forma antes señaladas y los valores mínimos y máximo medios encontrados por Comunidad Autónoma, se ofrece en la Tabla 3. La información que brinda esta tabla señala una gran variación del tamaño de los rebaños de las diferentes especies de ganado ecológico, lo cual refleja diferentes estrategias de la producción. Debemos señalar que el valor máximo corresponde a la media de las Comunidades, pues

sabemos, por ejemplo, que en Andalucía existen rebaños de cabras lecheras ecológicas con alrededor de 800 reproductoras. Esto mismo ocurre seguramente en todas las categorías.

En unos casos podemos intuir (caso de las explotaciones grandes), que son explotaciones especializadas en mayor o menor grado, que destinan sus producciones al comercio y otras reflejan que son explotaciones diversificadas por lo general pequeñas, con diferentes animales en la misma explotación o grupos de animales pequeños que acompañan a una ganadería principal. Realmente para poder conocer la distribución de la frecuencia de tamaño de los rebaños por especie y propósito productivo, sería necesario disponer de los datos individuales por explotación, aspecto que no está fuera de las posibilidades de ser obtenido en los órganos de certificación.

Tabla 3. Tamaño medio de los rebaños ecológicos como media del Estado Español

El potencial de producción de alimentos del rebaño ecológico

En la actualidad no existe ningún sistema que colecte la información sobre la producción animal ecológica en el Estado Español, por lo tanto no se conoce los productos animales ecológicos que se produce, ni el destino que tiene esta producción. Se sabe que una parte de la producción animal ecológica, quizás importante, se comercialice a través del mercado convencional.

Por tal motivo, hemos realizado un cálculo del potencial de producción de productos procedente de la ganadería ecológica, basándonos en el número de reproductoras que nos han informado los órganos de certificación y una serie de supuesto de eficiencia reproductiva, producción y otros, que hemos asumido.

Los indicadores que hemos empleados para calcular la producción de los animales, se muestran en la Tabla 4. En adición a estos indicadores se ha asumido una reposición anual para las especies mayores de 15% y para las menores de 100%.

A partir de estos indicadores y el número de reproductoras, se estimó la producción animal expresada en peso vivo, carne comestible, leche, huevos y miel (Tabla 5). No se consideró en este caso los animales vacunos y porcinos en ceba, para no aumentar los valores de producción estimados, ya que con excepción de los pollos para ceba, el total de animales para sacrificio se calculó a partir de las reproductoras.

Para especies mayores, el número de animales a sacrificio (AS) se calculó de la forma siguiente:

$$AS = (R \times N \times TS) - (R \times TR) + (R \times TR \times TDA)$$

Donde:

R = reproductoras

N = natalidad

TR = tasa de reposición anual

TS = tasa de sacrificio

TDA = tasa de desecho de animales anuales

En el caso del ovino y caprino se considero que las reproductoras que se reponen no se emplean para el consumo, en el caso de vacuno y cerdos se considero un TDA de 50% y en el caso del equino de un 70%.

La producción de carne comestible (CC) se obtuvo multiplicando los animales al sacrificio por el peso vivo (PV) de matanza y por el índice de carne comestible (ICC), este último tomado de Ensminger *et al.* (1994).

$$CC = AS \times PV \times ICC$$

Debemos destacar, que al comparar la información de los animales que se ceban tanto en vacunos como en porcinos (Tabla 1), con los animales que potencialmente se pudieran cebar (Tabla 5), estos últimos solo representan el 6,8% y 7,2% del potencial de las categorías antes señaladas respectivamente.

Tabla 4. Indicadores tomados para calcular la producción animal

La mayoría de los indicadores han sido tomados de García Trujillo, (1996) y Ensminger *et al.*, (1994)

Tabla 5. Producciones estimadas por especie y propósito productivo

El aporte de proteína total se estimó a partir de las producciones (carne comestible, leche, huevos) obtenida en la Tabla 4 y multiplicada por el contenido de proteína de estos productos tomados de Ensminger, *et al.* (1994), lo cual se ofrecen en la Tabla 6. Se debe destacar que el mayor potencial de suministro de proteína, con los animales calificados como ecológico actualmente, lo constituye la carne de vacuno que pudiera aportar el 46% del total, seguido de los cerdos, la producción de leche vacuna y la carne de ovino.

La cantidad de personas que pueden ser alimentadas con este potencial de producción de proteína, se calculó en base aun requerimiento por persona de 10 Kg proteína de origen

animal anual (Tabla 6). Este cálculo se basa en un requerimiento diario de proteína por persona de 70 g de los cuales unos 28 g/día deben provenir de proteínas de origen animal, estimaciones realizadas a partir de FAO (1988).

Tabla 6. Potencial de producción de proteína y personas que pueden obtener el requerimiento de proteína de origen animal a partir del rebaño ecológico del Estado Español

La cifra de personas que se puede alimentar anualmente a partir del potencial de producción de proteína según las reproductoras que están calificadas como ecológicas actualmente y las estimaciones realizadas, son de 169,503, lo que constituye el 0,41% de la población española¹.

La información que se ha brindado, especialmente la relativa al número de animales, es solo una fotografía de lo que ha sucedido en un periodo que va desde octubre de 2003 a mayo de 2004, que fue el tiempo necesario para recopilar la información. Como se explicó en la introducción no existe ningún sistema nacional para recopilar esta información e inclusive, no hay homogeneidad en la información que brindan los órganos de control. Por otro lado, algunas especies no se identifican clasificándolas como otras, lo cual limita la información.

Por tal motivo, y la necesidad de conocer las características de la producción animal ecológica y su evolución, tanto por los planificadores como por la comunidad científica que trabaja en este sector, se propone un sistema para recopilar tal información por los órganos de control que operan en las diferentes comunidades.

3 ► PROPUESTA DE CONTROL

En cuanto a las especies y categorías de animales

La propuesta para el control estadístico del ganado ecológico se basa en las categorías que establece el MAPA en sus censos, pero hemos ampliado algunas de ellas para lograr conocer los destinos de los animales o identificar algunas explotaciones como las que se dedican solamente a la ceba de vacuno y equino. Este censo ganadero es posible hacerlo en las visitas de inspección que los órganos de controles realizan al menos una vez al año a cada explotación. Las categorías censales que se propone son las siguientes:

Ganado Vacuno

Ganado Ovino y Caprino (cada especie por separado)

* Un rebaño se considera lechero cuando la especie que se informe, parte o toda la leche que produzca se dedique a la venta o la producción propia de derivados y de carne cuando la totalidad de la leche que produzcan las reproductoras ovinas o caprinas la consuman los lactantes. Las pequeñas cantidades de leche que el propietario use para autoconsumo, no afectarán las clasificaciones anteriores.

Porcino

** Se ha llamado en parques a aquellas explotaciones que cumpliendo la normativa ecológica sus reproductoras y el resto de las categorías tienen solamente acceso a áreas de ejercicio funcional o patios. Si en una explotación extensiva algunos animales se encuentran en parques, el total se considera como extensivo, pero si dentro de una unidad extensiva toda la ceba se realiza en parques si se considerará como una sub.-unidad y se informará separadamente

Equinos

Conejos

Aves

*** En el caso de los pollos de ceba, es necesario conocer el número que se ceban anualmente. Conociendo la capacidad y los ciclos que da el productor anualmente se puede hacer una estimación de la misma.

En el caso de las colmenas, se informará el número total y en el caso de los ciervos al igual que los equinos.

Las producciones

La producción animal que se comercializa como ecológica puede ser obtenida por los órganos de controles a partir de la declaración trimestral de venta que todo productor debe informar al órgano de control. La información necesaria sería la siguiente.

Para productos directos

Para los productos procesados

4 ▶ AGRADECIMIENTOS

Se le agradece a todos los directores de los Comités de Certificación de Agricultura Ecológica de las diferentes Comunidades Autónomas y a los técnicos que recopilaron la información por su cooperación.

5 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **ENSMINGER, A. H.; ENSMINGER, M. E.; KONDALE, J. E. Y ROBSON, J. R. K. 1994**

Food and Nutrition Encyclopedia. Vol I, 2 Edition, CRS Press. California.

- **FAO 1988**

Production Yearbook. Roma, Italy, Vol. 32. pp 31

- **GARCÍA TRUJILLO, R. 1996**

Comportamiento productivo de los animales de granja. En: Los Animales en los Sistemas Agroecológicos. ACAO- Pan Para el Mundo, La Habana pag. 21.

- **MAPA 2003**

Estadísticas de Agricultura Ecológica, editada por la Subdirección General de Sistemas de Calidad Certificada, de la Dirección General de Alimentación, perteneciente a la Secretaría General de Agricultura y Alimentación y se editan anualmente

- **MAPA 2004**

Estadísticas ganaderas. <http://www.mapya.es/estadistica/pag/> (consultada junio 2004)

(Footnotes)

¹ Se ha calculado a partir de la población informada en el censo del INE 2001 de 40,847,371 habitantes. (www.ine.es/censo)

EL USO DE LA ENERGÍA EN LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS GANADEROS

GARCÍA TRUJILLO, ROBERTO

Centro de Investigación y Capacitación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural de Granada (CIFAED)
C/ Camino de El Jau, s/n. Apartado 113. 18320 Santa Fé (Granada)
Telf.: 958 513195 / Fax: 958 513196
E-mail: concifaed@hotmail.com

RESUMEN

Se realiza una evaluación Energética y económica de varios sistemas de producción ganaderos en Andalucía. Se explica la metodología de evaluación energética y se aplica a casos concretos comparándolos con otros de la literatura. Se observa que los sistemas extensivos y ecológicos pueden ser capaces de combinar sustentabilidad y rentabilidad, lo que no es probable en los intensivos en el uso de químicos y energías no renovables. No siempre los sistemas ecológicos presentan buenos indicadores de sustentabilidad, lo que indica que en el diseño de estos deben considerarse variables medioambientales y de eficiencia energética.

PALABRAS CLAVE: EMERGÍA, SUSTENTABILIDAD Y GANADERÍA

1 ► INTRODUCCIÓN

La evaluación energética de los sistemas económicos se emplea, cada vez más, como un método para medir la sustentabilidad de los mismos, debido a que la energía es la base que sustenta las economías y las organizaciones sociales que sobre ellas se instrumentan. Además la evaluación energética de los sistemas socioeconómicos toma gran relevancia actual, debido a que estos se basan en el uso intensivo de energías no renovables produciendo además un fuerte impacto sobre los recursos naturales renovables. Brown y Ulgiati (1999) han estimado que en la economía global el uso de energías no renovables ha pasado de un 32% en 1950 a un 68% en la actualidad, que puede llegar hasta el 85% si se incluye la energía nuclear. Según estos autores, el índice de sustentabilidad de la economía global ha decaído en un 710% pasando de 7,82 a 0,73 en el periodo señalado.

El sistema de evaluación que se emplea en este trabajo, se conoce como Emergía desarrollada por Odum (1986) y se caracteriza por medir el trabajo que realiza la naturaleza para producir una unidad de energía útil. Por tanto lo que se mide son flujos de energía en términos de energía solar equivalente.

La aplicación del análisis Emergético a varios sistemas de producción ganadero con diferentes grados de intensificación, constituye un esfuerzo en la introducción de sistemas de evaluación que permitan de forma sintética medir la sustentabilidad, desarrollar sistemas productivos viables y políticas para su fomento.

2 ► METODOLOGÍA

Se hace necesario realizar una explicación de las bases del método de evaluación energético que se usará en este trabajo, conocido sistemas de Cuentas Emergética o simplemente Emergía.

Principios del sistema Emergético

El sistema Emergético es producto de la fusión de los conocimientos del funcionamiento de los ecosistemas naturales, la termodinámica y la teoría de sistema (Odum 1993), para dar origen a lo que llaman Ingeniería Ecológica, que según Mitsch (1995) es la ciencia que estudia la integración entre los sistemas naturales y humanos para el beneficio de ambos o en otras palabras el estudio de los ecosistemas dominados por los humanos (Ortega 1998).

La Emergía se diferencia de otros sistemas energéticos que miden la energía contenida en los materiales en forma de calorías o Jules o empleando un material de referencia como el petróleo. La Emergía expresa la energía solar necesaria para producir un producto o servicio cualquiera, lo cual nos permite contabilizar no solamente el trabajo humano sino

también el trabajo realizado por la naturaleza (Odum 1986). Esto quiere decir que no solo mide la energía presente en un producto o servicio sino toda la energía pasada, lo que Scienceman (1987) denominó memoria energética. Por tanto, la Emergía se expresa en Jules solares denominado emjules (sej), para diferenciarla de la energía actual contenida en un producto. La conversión de la energía actual o útil de un producto en emjules se realiza por el coeficiente de transformación, que nos expresa cuantos Jules solares contiene un producto por jul actual y se expresa en emjules/J (sej/J).

El sistema de cuentas emergéctica es una técnica de análisis cuantitativo que nos permite medir los recursos no monetarios y monetarios, los servicios y las mercancías en una misma unidad, los emjules (Brown y Ulgiati, 1999). Especialmente, y como se había mencionado anteriormente, permite reconocer el trabajo de la naturaleza y valorizarlo en el mercado, lo cual nos revela las bases del intercambio desigual entre el campo y la ciudad y entre el norte y el sur (Odum, *et al.* 1998, cap. 29) y por tanto permite emplear este sistema para el desarrollo de políticas públicas, tendientes a la equidad y la sustentabilidad (Odum, 2000).

El análisis Emergético parte del conocimiento de la organización del sistema a estudiar, los flujos de energía y las magnitudes de estos, diferenciando los recursos provenientes de las fuentes renovables y no renovables, los servicios ambientales, la economía y la sociedad. Un diagrama simplificado de los flujos en la biosfera, tomado de Brown y Ulgiati, (1999), nos muestra las bases del sistema de análisis empleado (Figura 1).

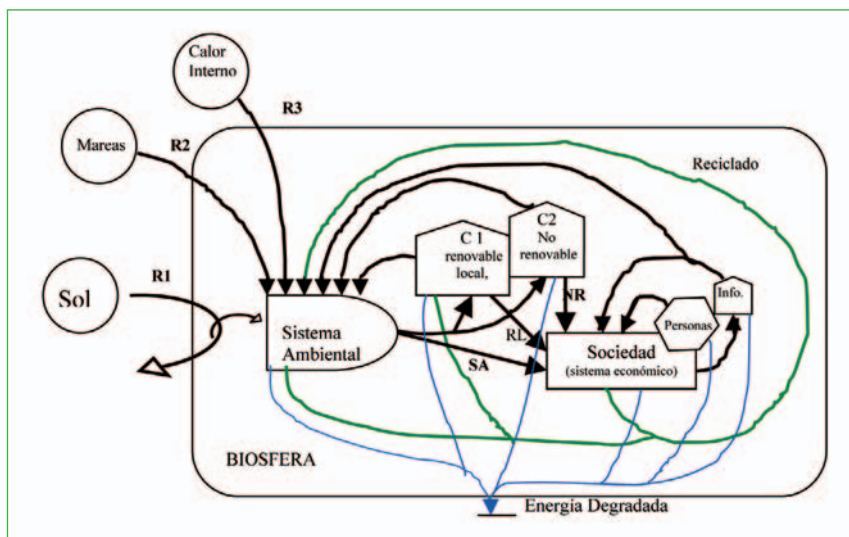


Figura 1. Diagrama del sistema biosfera mostrando los flujos de energía renovable (R1, R2, R3), los servicios ambientales (SA), energía no renovable de rápida y media velocidad de reposición (RL), las no renovable y de muy lenta reposición (NR), los reciclados de materiales, la retroalimentación de energía e información y las pérdidas de energía del proceso.

En este diagrama se expresan los principios energéticos que se emplean; se observa el flujo y conservación, como un todo, de la energía (primera ley de la termodinámica), pero también la transformación en trabajo y la dispersión de la energía que ello conlleva (entropía). La energía puede procesarse y almacenarse, lo cual ocurre en forma de capital natural (suelo, floresta, petróleo, carbón, etc.) o en forma de capital construido (edificios, maquinaria, etc.). Las estructuras y los almacenamientos de energía que funcionan en nuestra sociedad (humanos y medio ambientales) son sostenidos por la depreciación y por tanto la disipación de la energía (entropía), debido a que es necesario el uso de insumos para reemplazar y mantener tales estructuras y almacenamientos. Los servicios ambientales son aquellos flujos de la naturaleza de los cuales nos beneficiamos (SA en figura 1), como por ejemplo el control natural biológico, lluvias, el paisaje, etc., y se diferencia de los recursos naturales o capital natural que se representan en la figura 1 por C1 y C2. El almacenamiento C1, son recursos naturales de que se renuevan en un periodo relativamente corto de tiempo como la biomasa, la materia orgánica del suelo, los animales y el agua del subsuelo, mientras que C2 son los recursos no renovables como las energías fósiles, los minerales, etc. Los flujos que la sociedad libera de estos dos depósitos hacia el sistema económico se identifican como RL y NR en la figura 1.

Este diagrama contiene el principio de “Máxima Empotencia” que es una nueva forma del principio de máxima potencia de Alfred Lotka. El principio de la Máxima Empotencia consiste en la capacidad de auto-organización de los sistemas para maximizar el trabajo con las fuentes de energía existentes, mediante el reforzamiento de los procesos productivos, lo cual se expresa en los procesos de retroalimentación y reciclado que aparecen en los sistemas, incrementando los flujos de energía útil. La máxima de este principio es, que los sistemas que sobreviven en la naturaleza y la economía, son aquellos que se auto-organizan para aumentar al máximo el flujo de energía en cada una de las etapas del sistema (Odum 2001).

Otro principio del sistema Emergético, es la organización jerárquica de la energía (Odum, 1998). La auto-organización de los sistemas conlleva a la creación de una red en serie de transformación de la energía, donde la cantidad total de energía decrece en las transformaciones sucesivas, pero su calidad aumenta, lo cual se traduce, en que cada escalón avanzado en la cadena contiene una mayor cantidad de energía por unidad de energía útil, producto o servicio, que a su vez aumenta su capacidad de reforzar otras unidades del sistema.

El sistema emergético ha sido diseñado para trabajar tanto con flujos de energía, materiales como de dinero y en este sentido ha desarrollado sistema de conversión de los flujos de dinero en flujos emergéticos. Realmente en la economía el dinero fluye en dirección contraria a los flujos de energía y por tanto se puede relacionar con estos flujos emergético. En este sentido se ha desarrollado el término “Emdollar”, que se obtiene en las economías nacionales o mundiales, dividiendo el flujo anual de energía entre el Producto Interno Bruto (PIB). El índice obtenido nos permite convertir los flujos de dinero en energía y viceversa y es básico para la inclusión de los servicios y muchos materiales provenientes

de la economía en las cuentas y balances energéticos. Los cálculos de este índice han sido realizados por Brown *et al.* (1995).

Indicadores de sustentabilidad energéticos

La definición de sustentabilidad incluye la noción de tiempo y por tanto lo que puede ser sustentable en un periodo de tiempo dado, como por ejemplo en la actual situación de abundancia de energía fósil, puede no serlo en un periodo o en zonas donde estas fuentes de energía escaseen. Por otro lado, las prácticas que pueden ser sustentables en condiciones de escasez de energías fósiles, porque se basen en un bajo uso de energías NR, pueden ser no competitivas en las fases de crecimiento rápido, como las que se vive hoy en occidente, aunque las externalidades (erosión, contaminación) de dichos sistemas intensivos pueden hacerlos no sustentables inclusive bajo estas condiciones. En la fase de crecimiento rápido, los criterios para el éxito, en todo el sistema, se basan más en la velocidad que en la eficiencia y en la calidad (Brown y Ulgiati, 1999). Por tal motivo para las fases donde escasee las fuentes de energía NR, se necesita incluir varios factores tales como, a) rendimiento neto del proceso, b) la carga ambiental y c) el uso de fuentes NR.

El sistema Energético ha desarrollado un grupo de indicadores para reflejar diferentes aspectos de la sustentabilidad, los cuales se desarrollarán con la ayuda de la Figura 2, que es una simplificación de un sistema económico cualquiera.

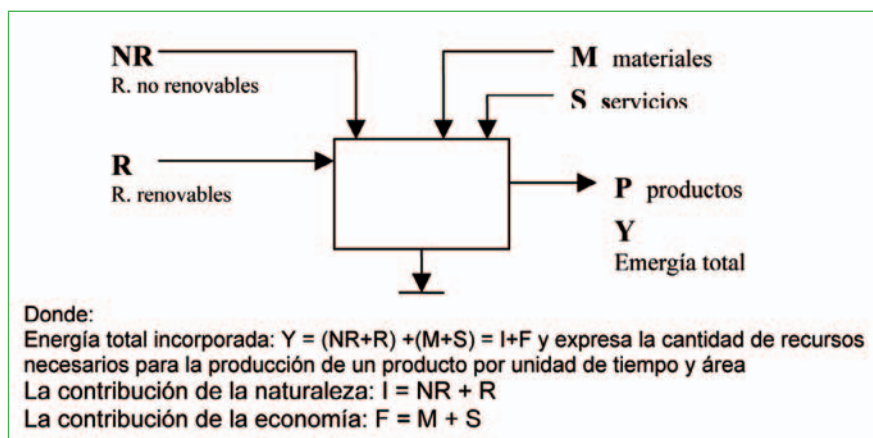


Figura 2. Diagrama resumido de un sistema económico de producción (sistema agrario)
 Tomado de Ortega y Miller, 2001

Los principales indicadores propuestos por Brown y Ulgiati (1999) y Ortega y Miller (2001) son los siguientes:

- ▶ **Porcentaje de uso de Energía Renovable (Ren):** $Ren = R/(R+NR+M+S) = R/Y$; nos indica que porcentaje del total de energía utilizable proviene de recursos renovables. Aunque parte de los recursos que contengan los materiales de la economía sean renovables, al introducirse el sistema económico quedan supeditados por lo general al uso de recursos no renovables. A largo plazo los procesos con un alto Ren son más sustentables
- ▶ **Razón No Renovable / Renovable (NRR):** $NRR = (NR + M)/R$; es una indicador que relaciona la energía no renovables de la naturaleza y los materiales procedentes de la economía con la energía renovable.
- ▶ **Razón de Rendimiento Energético (EYR):** $EYR = Y/F$; mide la incorporación de la energía de la naturaleza para la obtención de energía líquida y se calcula dividiendo la energía incorporada total a un producto entre la proveniente de la economía.
- ▶ **Razón de Inversión Energética (EIR):** $EIR = F/I$; este indicador es una forma de medir el impacto ambiental, pues relaciona la energía procedente de la economía con la que procede del medio ambiente. A mayor valor mayor dependencia de la economía y menos de los recursos internos.
- ▶ **Carga Ambiental (ELR):** $ELR = (NR + F)/ R$; mide la relación entre los recursos no renovables (NR), o producidos con el empleo de recursos no renovables (F) y los recursos renovables empleado en el sistema (R). En la medida que ELR aumenta el sistema es menos sustentable.
- ▶ **Índice Energético de Sustentabilidad (ESI):** Este es un índice que considera el rendimiento energético (EYR), el uso de fuentes renovables (Ren) y la carga ambiental (ELR). Mide el incremento del rendimiento en relación con la carga ambiental y es calculado por la razón entre el rendimiento energético e la carga ambiental. $ESI = EYR/ELR$.

Sistema de cálculo de la energía

El procedimiento de evaluación energética requiere de la identificación de todos los flujos de energía que cruzan las fronteras del sistema escogido para el estudio, así como los recursos almacenados dentro de los límites del sistema que pueden proporcionar bienes o servicios útiles. La confección de un diagrama detallando los componentes del sistema y sus flujos se emplea para facilitar la comprensión del sistema. Cada flujo señalado en el sistema se convertirá en una línea de cálculo en las tablas de evaluación de los flujos de energía (ver ejemplo en Tabla 1).

Tabla 1. Organización para la evaluación emergética de un sistema

COMPONENTES	FLUJOS EN UNIDADES COMUNES (J, Kg, € POR AÑO) (1)	COEFICIENTE DE TRANSFORMACIÓN (SEJ)/ UNIDAD (J, Kg, € POR AÑO) (2)	FLUJOS DE EMERGÍA (SEJ/AÑO) (3)
I = Recursos de la naturaleza			
R = Renovables	a	b	a x b
NR = No Renovables			
F = Recursos de la Economía			
M = Materiales			
S = Servicios			
Y = Total			
P = Producciones del Sistema			

Los flujos determinados en las unidades de medidas usuales (kg, Kcal., J ó €) son registrados en la columna 1 (Tabla 1). Algunos de estos flujos expresados en kg o Kcal. se pueden llevar a Jules previamente, pero en muchas ocasiones el coeficiente de transformación lo puede transformar desde la unidad original. En la columna 2, se colocan los coeficientes de transformación emergética, que son específico para cada flujo y en la columna 3, se estima el flujo emergético producto de la multiplicación de las columnas anteriores.

Se considera recursos renovables la lluvia, los nutrientes procedentes de las rocas, el nitrógeno de la atmósfera, los sedimentos de los ríos, la biomasa de los sistemas naturales, el control biológico natural, el trabajo simple local, etc. Los recursos no renovables procedentes de la naturaleza se considera a la pérdida de suelo, la pérdida de biodiversidad, la pérdida de personas de un sistema, etc.

En los materiales procedentes de la economía se contabiliza los fertilizantes químicos, herbicidas, insecticidas, semillas, alimentos para el ganado comprados, energías (gas oil, electricidad, gas, etc.), maquinaria e implementos (medido como acero y calculando la depreciación anual), bienes de consumo, depreciación, etc. En los servicios se incluye el trabajo especializado, administrativo, y técnico, impuestos, seguro, costos del capital circulante, costos de transportes, almacenamiento y secado, seguridad social, subsidios, etc.

Los coeficientes de transformación, se puede estimar según los sistemas de cálculo propuestos por Odum (1996), que se exponen también por Ortega et al. (2001), aunque una recopilación de estos ha sido realizada por el Laboratorio de Ingeniería Ecológica e Informática

Aplicada de la Universidad de Campinas (www.unicamp.br/fea/ortega/curso/transformid.htm). En nuestro trabajo hemos aplicado estos índices de transformación emergética.

Los sistemas ganaderos

Se emplearon cinco sistemas ganaderos (cuatro de caprino y uno de ovino/cerdos) con diferentes niveles de intensificación. Dos de ellas una de caprino y la de ovino/cerdos se conducen bajo manejo ecológico. Los sistemas caprinos están ubicados en la provincia de Granada y al sur de Córdoba y representan las mejores explotaciones de un estudio en ejecución donde se han analizado 13 unidades convencionales de caprinos (García Trujillo 2004, no publicado). La unidad de ovinos/cerdos ecológica está ubicada en un sistema de dehesa al norte de Córdoba y ha sido descrita por García Trujillo *et al.* (2003).

Las características generales de estas explotaciones se brindan en la Tabla 2. En todas las unidades se realizó un estudio de los principales flujos de materiales, dinero y trabajo, los cuales fueron las bases para el cálculo emergético de los sistemas.

Tabla 2. Características de los sistemas ganaderos estudiados

	1	2	3	4	5
Especies	Caprino Lechero	Caprino Lechero	Caprino Lechero	Caprino Lechero	Ovino/cerdos
Sistema	Estabulado (Int.)	Semi-Intensivo	Semi-Extensivo	Semi-Intensivo	Semi-Extensivo
Tipo Producción	Convencional	Convencional	Convencional	Ecológica	Ecológica
No Animales Totales	413	120	196	1030	192
Reproductoras	310	90	160	850	120/10
Carga ani/ha	41,4	0,12	0,19	3,6	0.66
Suplemento (kg/ani/año)	247	369	136	247	109
Kg leche/lactancia	555	596	232	302	-
Kg PV/reproductora	18,1	14,8	41,7	8,67	90,4

Las contribuciones de la naturaleza, los materiales y servicios considerados en el análisis de estos sistemas ganaderos, así como los métodos de cálculos y los índices de transformación se ofrecen en el Anexo 1. Los índices de transformación han sido tomados de Ortega *et al.* (2001) y Wanda y Ortega (1997). Los valores del Emdollar se tomo de Brown y Ulgiati (1999) y fue la media que calcularon para la economía mundial de 1,1 E12 sej/\$, lo cual se transformó a sej/€ usando la conversión de 1,2 \$/€.

En esta primera evaluación hemos incluido solo algunos servicios ambientales, debido a que para alguno de ellos, como el proporcionado por la biodiversidad, aún no tenemos información adecuada. No obstante muchos de los sistemas estudiados pastan en zonas de vegetación natural y dehesas, que tienen reportan servicios ambientales importantes que debemos cuantificar. En nuestro caso, hemos considerado la mano de obra simple, sea propia o contratada como un recurso renovable, ya que puede reflejar la capacidad de sistema de producir empleo. La contribución de los pastizales, ramones y otros productos de los sistemas naturales se calculó por la diferencia del requerimiento de energía de los animales y la cantidad cubierta por los alimentos comprados o producidos con participación de materiales procedentes de la economía.

3 ► RESULTADOS

Los flujos Energético en cada sistema se ofrecen en el Anexo II. Estos flujos están referidos a una unidad animal, debido a la dificultad en expresarlo por unidad de superficie debido a que uno de ellos es un sistema estabulado.

Los indicadores energéticos calculados (Tabla 3), muestran una diferencia importante entre sistemas. Por un lado tenemos sistemas con diferente nivel de intensificación en cuanto al uso del suelo y materiales proveniente de la economía.

Tabla 3. Indicadores Energéticos de Sustentabilidad de cinco sistemas ganaderos

No. del Sistema	1	2	3	4	5
Tipo de Sistema	Estabulado Cabras Conven.	Sem-linten Cabras Conven.	Semi-Exte Cabras Conven.	Semi-Inten Cabras Eco	Semi- Exten Ovino/cerd. Eco
Transformación energética $Tr=Y/Qp$ (sej/J)	1,46E+06	6,44E+05	2,74E+06	6,65E+05	2,22E+06
Razón de rendimiento energético $EYR=Y/F$	1,14	2,07	2,58	1,52	1,73
Razón de inversión energética $EIR=F/I$ (impacto ambiental)	7,15	0,94	0,63	1,92	1,38
Carga ambiental $ELR=(NR+F)/R$	8,27	1,13	0,67	2,50	1,46
Porcentaje de Energía Renovable $\%R=R/Y$	10,78%	46,98%	59,88%	28,61%	40,68%
Razón No Renovable/Renovable $NRR=(NR+M)/R$	7,67	0,99	0,54	2,16	0,98
Sustentabilidad $ESI = EYR/ELR$	0,14	1,83	3,85	0,61	1,18
Producción/animal (energía útil, J/animal)	1,13E+09	1,26E+09	6,80E+08	7,18E+08	2,45E+08
Razón de Intercambio Energético $EER = Y(sej)/\$$	2,27E+12	3,05E+12	3,06E+12	2,64E+12	3,63E+12
Rentabilidad económica simple (Ventas-Costos)/Costos $RE =$	1,71	0,87	1,79	0,23	1,67

El sistema 1 (Tabla 2) es un sistema de cabras estabulados, muy bien manejado y con alta producción por cabras, que además logra muy buenos ingresos porque gestiona muy bien su mercado. Este sistema se ha clasificado como intensivo. Los sistemas 2 y 4, se han clasificado como semi-intensivos. El primero de caprinos lecheros pastorea de forma extensiva, aunque usa estabulación después del parto (1 mes), emplea una gran cantidad de alimentos concentrado por animal, por lo cual lo hemos catalogado como semi-intensivo a pesar que emplea pocos recursos provenientes de la economía a excepción del concentrado, mientras que el segundo aunque pastorea de forma extensiva en áreas naturales y es un sistema manejado bajo las normas ecológicas de producción, al igual que el anterior, emplea una gran cantidad de recursos proveniente de la economía.

Los sistemas 3 y 5, catalogados de semi-extensivos, usan básicamente los recursos naturales para su alimentación. El primero es un sistema de cabras que se alimenta básicamente en rastrojeras, usa muy pocos recursos provenientes de la economía, tiene una estrategia de diversificar su producción, mediante la producción de chotos con mayor peso que los demás y vender animales como reemplazo de alta calidad. El sistema 5, es una explotación ecológica típica de dehesa, donde predomina el cordero en combinación con los cerdos que utilizan básicamente la bellota. Estos animales fueron los únicos suplementados.

En cuanto a la transformación emergética no hay una clara tendencia entre los grandes sistema, aunque se observa que los sistemas semi-extensivos (3 y 5) emplearon más energía por unidad de energía útil (J), seguido por el sistema estabulado. La razón de rendimiento emergético (EYR), nos indica como los dos sistemas con menos carga animal (2 y 3), presentan los índices mayores, lo cual indica del rendimiento total de energía hubo menos participación de aquella proveniente de la economía (F), seguido por el sistema ecológico de ovino (5), el ecológico de caprino (4), siendo el sistema estabulado el que mayor uso de energía proveniente de la economía empleó, dando por resultado el menor índice de rendimiento emergético.

El porcentaje de energía renovable (%Ren) empleado en el sistema, sigue la misma tendencia que el indicador anterior (EYR). Debe destacarse que los sistemas 2, 3 y 5 presentaron un alto %Ren que varió entre 41 a 60%, mientras que en el sistema estabulado fue de solo 10%. El sistema ecológico de cabra mostró tener un nivel medio de %Ren. Los indicadores que miden impacto ambiental (EIR y ELR), señalan al sistema intensivo (1) como el de mayor impacto, muy alejado del resto, siendo los sistemas de menos carga ganadera (2 y 3) los que aparecen con menor impacto ambiental.

El indicador sintético de la sustentabilidad emergética (ESI) señalan al sistema estabulado intensivo (1) con muy baja sustentabilidad, a los sistemas 2, 3 y 5 con muy alta sustentabilidad y al sistema de cabra ecológico con una sustentabilidad media desde el punto de vista emergético. La producción de energía de energía útil (J) por animal fue mayor en los sistemas 1 y 2 e inferior en 5, sin embargo la rentabilidad simple fue superior en 1, 3 y 5, siendo baja en el sistema de cabras ecológica.

La rentabilidad económica simple, arroja, que solo el sistema de cabras lechera ecológica presenta una rentabilidad baja, lo cual es producto no solo del sistema como tal, sino de la organización empresarial, pues mientras el resto son explotaciones familiares, en este caso no, aumentando mucho el uso de fuerza de trabajo, con relación al rendimiento de las cabras.

4 ► DISCUSIÓN

La metodología de evaluación de la sustentabilidad empleando el sistema emergético ha sido desarrollada para introducir la consideración de la energía como base del funcionamiento de los sistemas ambientales en los análisis de políticas públicas y evaluación de alternativas. Este sistema se ha empleado tanto por sus creadores como por otros autores para realizar evaluaciones a diferentes niveles. Así encontramos el uso de la energía en análisis de la biosfera y el capital natural (Brow y Ulgiati, 1999), en el estudio de políticas públicas en Texas (Odum, Odum y Blisset, 1987), en los sistemas de generación de energía (Odum, 2000), en las perspectivas para el desarrollo sostenible en varias zonas como el caso de Chile (Brown, 1997) o la costa de Nayarit en México (Brown *et al.* 1992), así como en la evaluación de sistemas productivos puntuales como, la evaluación de sistemas de producción de camarones en Ecuador (Odum y Arding, 1989), la de producción de soja en Brasil (Ortega y Miller 2001), la producción de aceite de oliva en Grecia (Kalaf, *et al.* 2000), o la producción de leche en Florida y Brasil (Wada y Ortega, 1998).

Nuestro estudio lo consideramos una aproximación a la evaluación emergética de sistemas ganaderos, con el fin de introducir estos principios en la evaluación de la sustentabilidad de los modelos agropecuarios de producción. Lo consideramos así pues aún no hemos podido incluir todas las variables de los sistemas ambientales posible y algunos indicadores han sido tomados de la literatura y que debemos calcular para nuestra economía como el caso del valor del emdollar.

El análisis de los sistemas ganaderos nos muestra un gran abanico de resultados. Sistemas que tienen niveles alto de rentabilidad, sin embargo sus sustentabilidad emergética es baja, como el caso del sistema estabulado, sistema donde rentabilidad y sustentabilidad presentan altos niveles como son los sistemas semi-extensivos, uno de ellos manejados bajo normas ecológicas. Se debe destacar que no siempre el esfuerzo de trabajar bajo normas ecológicas produce buenos resultados desde el punto de vista económico o desde el análisis de sustentabilidad, aunque hay que decir que el sistema emergético que expone no contabiliza la contaminación de los alimentos, o la garantía de que no contengan sustancias químicas contaminantes o que los animales se encuentren en bienestar. Estas últimas variables son importantes en el análisis multicriterio, pero ante un déficit de energía o un no-reconocimiento del mercado de la calidad ecológica, los sistemas no eficientes desde el punto de vista emergético o económico tendrán dificultades para mantenerse.

Para poder comparar los resultados de este trabajo con los obtenidos por otros autores en sistemas agrícolas y ganaderos, se han confeccionado dos gráficos donde se relacionan los indicadores energéticos obtenidos, y se señalan los espacios de eficiencia para los indicadores estudiados. En la medida que aumenta la contribución de la emergencia proveniente de la economía el EYR es menor, siendo deseable que este indicador que tiene una alta relación con la carga ambiental, sea superior a 2 y la carga ambiental esté por debajo de 2. En la Figura 3 se muestra relación y se indican los diferentes sistemas.

Los sistemas señalados con triángulos o círculos son sistemas ecológicos, extensivos o tradicionales, mientras que los sistemas con alto ELR, pertenecen a soja química, transgénica en Brasil y maíz y lechería intensiva en EEUU.

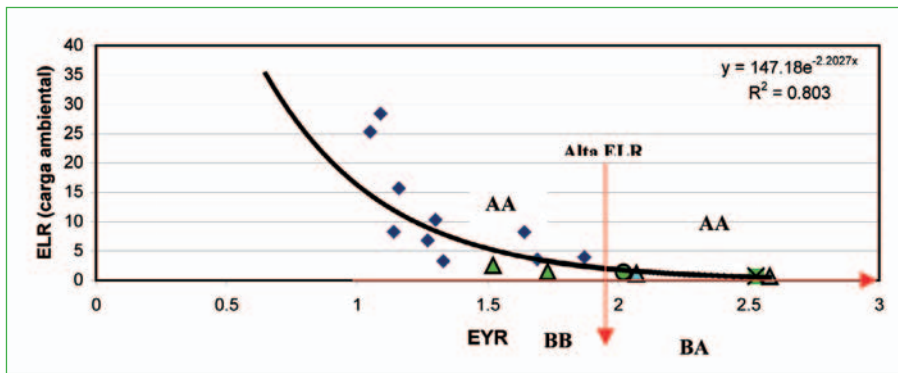


Figura 3. Relación entre la Razón de Rendimiento Energético (EYR) y la Carga Ambiental (ELR).

El índice de Sustentabilidad Energética (ESI), se relacionó con la proporción de energía renovable de los sistemas, dando la evolución que se muestra en la Figura 4.

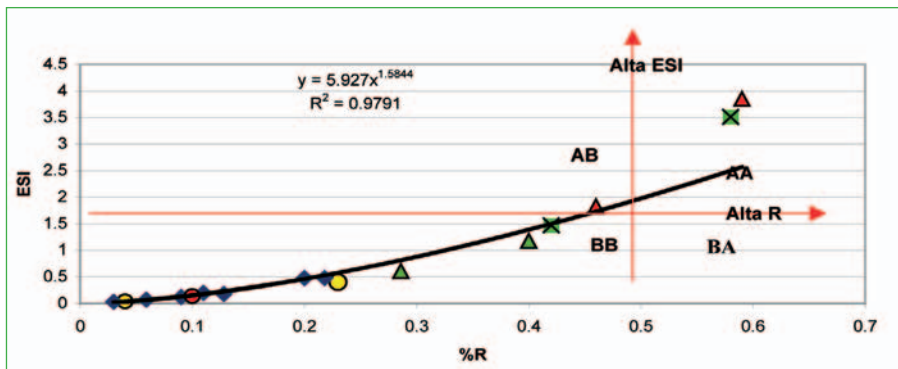


Figura 4. Relación entre el uso de energía renovable y el índice de sustentabilidad energética (ESI).

Los sistemas que tiendan a la sustentabilidad emergética deben tener valores de E_{R} superiores a 0,5 ó 50%, mientras que la ESI sea superior a 1. En la Figura 4 se ha confeccionado un segundo eje de ordenadas donde se indica la situación de cada sistema, observándose que los sistemas ecológicos y extensivos (triángulos y cuadrados) se encuentran en la zona de alta sustentabilidad.

Se concluye que el sistema Emergético es una herramienta fuerte y de un alto grado de síntesis, para medir la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios, no obstante necesita de más desarrollo y por supuesto integrarlo a otros indicadores como el económico, la contaminación ambiental o el bienestar animal, y por tanto empleando lo que se conoce como análisis multicriterio.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

• **BROWN, M. T.; GREEN, P.; GONZÁLEZ, A. Y VENEGAS, J. 1992**

Emergy analysis perspectives, Public Policy Options and development guidelines for the coast zone of Nayarit, Mexico. Volume 2. Emergy analysis and Public Policy Options. Final Report to the Government of Nayarit, Mexico. Center for Wetlands and Water Resources, University of florida, Gainesville, FL, 217 pp.

• **BROWN, M. T. Y ULGIATI, S. 1999**

Emergy evaluation of the biosphere and natural capital *AMBIO* 28(6):468-493

• **BROWN, M. T. 1997**

Emergy evaluation of chile and perspectives for sustainable development. Working paper No. 97-014. Center for Wetlands and Water Resources, University of florida, Gainesville, FL

• **GARCÍA TRUJILLO, R.; FERNÁNDEZ, J.; HABA, T. Y BLÁZQUEZ, P. 2003**

The economy of organic livestock production enterprise in Andalucía, Spain- two case studies. In Socio Economic aspects of animal health and food safety in organic farming systems. Proceeding of the I SAFO workshoop, Florence, Italy. pp 253.

• **KHALAF, D.; ORTEGA, E.; METZIDAKIS, I.; KALAITZIS, P. Y SFAKIOTAKIS, E. 1999**

Emergy analysis of irrigated organic and conventional production of olive and olive oil in Crete, Greece "preliminary study". 19º Scientific meeting of HSHS 25-27 October 1999,. Heraklio Crete.

• **MITSCHE, W. J. 1995**

Ecological Engineering:from Gainesville to Beijingcomparison of approaches in USA and China.In Maximum Power. By Charles A.S. (Editor). University Press of Colorado,CO, pp 109-122

• **ODUM, H. T. 1986**

Emergy in ecosystems. pp. 337-369 in Environmental Monographs and Symposia, ed. by N. Polunin, John Wiley, NY.

• **ODUM, H. T.; ODUM, E. C. Y BLISSETT, M., Eds. 1987**

Ecology and Economy: Emergy Analysis and Public Policy in Texas. LBJ School of Public Affairs and Texas Dept. of Agriculture, Policy Research Publication No. 78, Univ. of Texas, Austin, 178 pp.

• **ODUM, H. T.; ODUM, E. C.; BROWN, M. T.; HART, D. L., BERKSON, C. Y SENDZIMIR, J. 1988**

Sistemas Ambientales y Políticas Públicas. <http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/esp.htm> (revisado

junio 2004)

• **ODUM, H. T. Y ARDING, J. E. 1989**

Emergy Analysis of Shrimp Mariculture in Ecuador. Working paper, Coastal Resources Center, Univ. of Rhode Island, Narragansett, 111 pp.

• **ODUM, H. T. 1993**

Ecological and General Systems. Univ. Press of Colorado, CO, 644 pp.

• **ODUM, H. T.; ODUM, E. C. Y BROWN, M. T. 1998**

Environment and Society in Florida. Lewis Publ., Boca Raton, FL, 449 pp.

• **ODUM, H.T. 2000.**

Emergy evaluation of an OTEC electrical power system. Energy 25:3989-393

• **ODUM, H. T. 2000**

Emergy Accounting. <http://www.unicamp.br/fea/ortega/htodum/emergyaccount.htm> (revisado junio 2004)

• **ORTEGA, E. 1998**

Ecological Engineering and Sustainable Development. <http://www.unicamp.br/fea/ortega/eng-ecol/index.htm> (revisado junio 2004)

• **ORTEGA, E.; MILLER, M.; ANAMI, M. H.; COPA, E.; BESKOW, P. R.; MARGARIDO, L. A. Y GUIMARAES, A. K. 2000**

Manual de Cálculo de Emergía. <http://www.unicamp.br/fea/ortega/curso/manual.htm> (revisado julio 2004)

• **SCIENCEMAN, D. 1987**

Energy and Emergy. pp. 257-276 in Environmental Economics, ed. by G. Pillet and T. Murota. Roland Leimgruber, Geneva, 308 pp.

• **WADA, D. K., Y ORTEGA, E. 1997**

Comparacao dos balancos de emergia de dois sistemas de producao de leite. <http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/C09-Leite-WO.pdf> (revisado junio 2004)

• **ORTEGA, E. Y MILLER, M. 2000**

Sustentabilidade da produção de soja. Planilhas de soja e milho, convencional e agroecologica.. Comparação de Métodos de Produção de soja". (2000). <http://www.unicamp.br/fea/ortega/italia/soybean-comparison.htm> (revisado junio 2004)

ANEXO I. CONTRIBUCIONES CONSIDERADAS PARA EL ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS GANADEROS, MÉTODOS DE CÁLCULO Y COEFICIENTE DE TRANSFORMACIÓN

CONTRIBUCIÓN AMBIENTAL		Método de Cálculo	Unidades	Transformación (sej/l; sej/kg; sej/€)
A1	Potencial químico de la lluvia	$No.Ha^*Lluvia(m^3/m^2*ha^*kgagua/m^3*4940J/kg)$	J/año	1.50E+04
A2	Agua usada	$((no\ cab.^*lts/cab) + agua\ usada/dia)^*365\ dias^*1kg/l^*4940J/kg)$	J/año	4.11E+04
A3	Producción pastos y forrajes	Mba^*1000^*4186	J/año	2.00E+04
A4	Trabajo simple	$Dias\ años^*3200kcal/dia^*4186J/kcal$	J/año	2.53E+06
A5	Pérdida de suelo	$Erosión\ (t/ha)^*g/t\ suelo^*g/MC^*gsuelo^*3,6kcal/gMC^*4186J/kcal$	J/año	6.30E+04
R	Recursos Renovables R	$A01+A02+A03+A4$		
NR	Recursos Nat. No Renovables NR	$A3$		
I	Contribuciones Ambientales I	$R+NR$		
CONTRIBUCIÓN SOCIEDAD URBANA				
E1	Fertilizante completo		Kg/año	3.57E+12
E2	Combustible	$lts\ gas\ oil/1000lts^*4,40E10J/l$	J/año	6.60E+04
E3	Maquinaria	$Peso\ tractor^*\%utilización\ anual$	kg acero/año	6.70E+12
E4	Ración	€/año	€/año	1.32E+12
E5	Producción de alimentos propia	Mba^*1000^*4186	J/año	2.00E+04
E6	Ganado	$PV^*No.\ animal/años\ de\ vida)^*0,2M^*7kcal/g^*4186J/kcal^*1000g/l$	J/año	1.72E+06
E7	Electricidad	$kwh/mes^*12\ meses^*860\ kcal^*4186J/kcal$	J/año	2.00E+05
E8	Electricidad		€/año	1.32E+12
E9	Medicinas		€/año	1.32E+12
E10	Utensilios, respuestas, mantenimiento		€/año	1.32E+12
E11	Bienes de consumo y mantenimiento		€/año	1.32E+12
E12	Bienes (establos+casa+cercas)	$Todos\ los\ bienes/20\ años$	€/año	1.32E+12
S1	Fuerza Técnica, Veterinario	$No\ dia/2500\ kcal/dia^*4186J/kcal$	J	7.26E+06
S2	Servicio de esquila, poda		€/año	1.32E+12
S3	Seguridad Social		€/año	1.32E+12
S4	Seguro e impuestos		€/año	1.32E+12
S5	Subvenciones		€/año	1.32E+12
M	Bienes proveniente economía M	$E1+E2+E3+E4+E5+E6+E7+E8+E9+E10+E11+E12$		
S	Servicios S	$S1+S2+S3+S4+S5$		
F	Contribuciones humanas F (F=M+S)			
PRODUCCIÓN DEL AGROECOSISTEMA				
	Leche	$lts\ leche^*1000g/l^*0,670Kcal/g^*4186J/kcal$	J/año	1.06E+06
	Carne	$Kg\ PV^*Rendimiento\ carne^*M^*5200kcal/kg^*4186J/kcal$	J/año	1.42E+07

ANEXO II. FLUJOS ENERGÉTICOS DE LOS SISTEMAS ESTUDIADOS EXPRESADOS EN SEJ/ANIMAL/AÑO

11

	Estabulado Caprino	Semi- intensivo Caprino	Semi extensivo Caprino	Semi- intensivo Caprino Eco	Semi extensivo Ovino Cerdos Eco
CONTRIBUCIÓN AMBIENTAL					
Potencial químico de la la lluvia	6,28E+12	2,59E+14	2,59E+14	9,52E+13	7,47E+13
Agua usada	3,88E+11	4,32E+11	4,01E+10	3,78E+11	3,96E+11
Producción pastos y forrajes	0,00E+00	1,19E+13	2,09E+13	1,17E+13	8,46E+13
Trabajo simple	5,99E+13	1,09E+14	1,26E+14	2,92E+13	6,44E+13
Perdida de suelo	9,20E+12	3,80E+13	9,49E+12	2,71E+13	7,65E+12
Suma Recursos Naturales Renovables R	6,66E+13	3,80E+14	4,07E+14	1,36E+14	2,24E+14
Suma Recursos Naturales No Renovables N	9,20E+12	3,80E+13	9,49E+12	2,71E+13	7,65E+12
Suma contribuciones emergéticas Ambientales I	7,58E+13	4,18E+14	4,16E+14	1,64E+14	2,32E+14
CONTRIBUCIÓN SOCIEDAD URBANA					
Fertilizante completo	1,73E+13	1,19E+13	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Combustible	2,11E+13	1,94E+12	0,00E+00	9,13E+11	3,03E+13
Maquinaria	9,90E+11	2,18E+13	0,00E+00	2,60E+10	0,00E+00
Ración	2,65E+14	1,16E+14	5,48E+13	1,13E+14	3,14E+13
Producción de alimentos propia	2,32E+13	8,72E+12	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Ganado	1,39E+14	1,39E+14	1,41E+14	1,39E+14	1,27E+14
Electricidad	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Electricidad	5,85E+12	3,96E+12	4,85E+12	2,48E+12	0,00E+00
Fuerza Técnica, Veterinario	8,05E+12	2,53E+12	3,61E+13	9,39E+12	7,91E+11
Servicio de esquila	1,10E+12	0,00E+00	5,89E+11	5,90E+11	8,25E+12
Seguridad Social	3,52E+10	2,77E+13	7,41E+10	0,00E+00	1,73E+13
Gastos en medicinas	4,79E+12	1,39E+13	6,14E+12	4,23E+12	2,48E+12
Gastos en utensilios, respuestos, mantenimiento	2,56E+12	5,50E+11	1,21E+12	1,03E+12	3,44E+11
Bienes de consumo y mantenimiento	2,56E+12	5,50E+11	9,43E+10	7,49E+12	1,03E+13
Bienes (establos+casa+cercas)	1,96E+13	2,20E+13	1,05E+12	1,44E+11	9,01E+12
Seguro e impuestos	5,35E+12	0,00E+00	0,00E+00	2,56E+12	1,65E+13
subvenciones	2,57E+13	2,18E+13	1,69E+13	3,26E+13	6,53E+13
Total de bienes proveniente economía urbana M	5,01E+14	3,39E+14	2,09E+14	2,68E+14	2,11E+14
Total de servicios y mano de obra S	4,03E+13	5,21E+13	5,36E+13	4,51E+13	1,08E+14
Total de contribuciones humanas F (F=M+S)	5,42E+14	3,91E+14	2,63E+14	3,13E+14	3,19E+14
Emergia Total Incorporada Y (Y=I+F)	6,17E+14	8,10E+14	6,79E+14	4,77E+14	5,51E+14
PRODUCCIÓN DEL AGROECOSISTEMA					
Leche	1,16E+15	1,30E+15	6,28E+14	7,41E+14	2,09E+14
Carne	4,94E+14	4,04E+14	1,24E+15	2,60E+14	7,24E+14
Producción Total Agroecosistema Qp /P	1,66E+15	1,71E+15	1,86E+15	1,00E+15	9,34E+14

EXPERIENCIAS DE UTILIZACIÓN DE PLASMA QUINTON COMO SUSTITUTO DE LA SANGRE

GÓMEZ DE RUEDA, J. J.*; MORELL OCAÑA, M.⁽¹⁾; GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, G.; PINEDO GONZÁLEZ, F.⁽²⁾; ÁLVAREZ GONZÁLEZ, C. E.⁽³⁾; GONZÁLEZ GIL, CARLOS JUAN⁽⁴⁾; GONZÁLEZ GARCÍA, C.⁽⁵⁾ Y MILENA ABRIL, A.⁽⁶⁾**

*A título póstumo, como promotor de los experimentos. Miembro corresponsal del Centre International de Recherches Biologiques Genève-Paris. Representante en Europa de la Cruz Roja Mexicana

** A título póstumo, como colaborador de los experimentos. Médico Especialista en Endocrinología

⁽¹⁾ Catedrático de la Facultad de Medicina de la Universidad de Málaga

⁽²⁾ Dr. en Veterinaria. Santa Cruz de Tenerife

⁽³⁾ Científico Titular del Consejo Superior de Investigaciones Científicas

⁽⁴⁾ Profesor de la ETSIA de la Universidad de La Laguna

⁽⁵⁾ Catedrático de la Facultad de Medicina de la Universidad de La Laguna

⁽⁶⁾ Catedrático de la Facultad de Medicina de la Universidad de La Laguna

Correspondencia: Carlos Enrique Álvarez González, Instituto de Productos Naturales y Agrobiología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Apdo. s/n, 36206 La Laguna (Tenerife)
Telf.: 922254762 / Fax: 922260135 / E-mail: carloase@ipna.csic.es

RESUMEN

La sustitución de sangre en perros por plasma Quinton (solución de agua de mar con agua bidestilada o de manantial para alcanzar la isotonía con la concentración salina de la sangre) mostró que la hematopoyesis es reforzada hasta el punto de que los perros tratados recuperaron su dotación sanguínea normal en un tiempo de 7 a 9 días, tras haber sido sangrados hasta provocarles un shock hipovolémico, lo que significó extraer aproximadamente un 75% de la sangre de cada animal. Cuando en este tipo de experiencias se comparó la perfusión de plasma Quinton con la de suero fisiológico, los resultados obtenidos con este último fueron claramente inferiores a los que se consiguieron con el plasma Quinton.

1 ► INTRODUCCIÓN

En 1905, René Quinton publicó los resultados de sus experimentos, que podemos dividir en: a) determinación analítica del medio interno de animales representativos de la escala zoológica, desde los espongiarios hasta los mamíferos; b) inyección aditiva a perros de agua de mar diluida a la isotonía con la sangre; c) inyección sustitutiva del volumen de sangre de perro sangrados al blanco por un volumen equivalente de agua de mar diluida a la isotonía; c) inmersión de glóbulos blancos en solución isotónica con la sangre de diversos animales (desde peces hasta mamíferos, pasando por las aves) de agua de mar, mostrando aquellos un nivel de supervivencia dos veces superior al conseguido con suero fisiológico. Toda esta serie de experiencias dio origen a su Ley de la Constancia Marina: “La vida animal, aparecida en estado de célula en los mares, tiende a mantener las células constitutivas de los organismos para su funcionamiento celular elevado, a través de las series zoológicas, en el medio marino de los orígenes”, así como su Ley de constancia osmótica: “La vida animal, aparecida en estado de célula en los mares, tiende a mantener las células constitutivas de los organismos para su funcionamiento celular elevado, a través de las series zoológicas, en un medio con una concentración osmótica igual a la de los orígenes”. Luego, Quinton (1905) puso en práctica estas leyes en aquellas condiciones en que el medio interior de personas estuviese viciado por diversas circunstancias, aplicando inyecciones de plasma formado por agua de mar y agua de manantial mezcladas hasta obtener la concentración salina del mar original, que es igual a la de la sangre. Estas inyecciones no solamente revitalizaron el medio interior intoxicado, sino que además fueron capaces de curar enfermedades provocadas por dicha intoxicación.

Diversos dispensarios marinos fueron creados para utilizar el plasma Quinton (como se denominó al plasma marino rebajado a la isotonía con la sangre) en la mejora y curación de enfermedades diversas, especialmente para reducir la mortalidad infantil, muy elevada en aquella época. El doctor Jean Jarricot explicó en su libro publicado en 1921 los resultados, documentados con numerosos gráficos y fotografías, obtenidos en su dispensario de Lyon, tratando a niños desnutridos y con retraso en el crecimiento, que volvieron a recuperar su peso y tamaño normales tras ser sometidos a lo que ya se denominaba “método Quinton”, es decir, una metodología en la que se incluía la aplicación de determinadas dosis de plasma Quinton, dependiendo de la enfermedad del infante, junto con una alimentación adecuada.

Los extraordinarios resultados conseguidos por el método Quinton, y referidos posteriormente en 1964 por René Mahé en su libro “Le secret de nos orígenes”, olvidados o desconocidos por la medicina española de los años setenta, impulsó al Dr. Juan José Gómez a realizar experiencias de sustitución de sangre por plasma Quinton en perros, en un esfuerzo de relanzar esta interesante vía terapéutica, colaborando en este esfuerzo el resto del equipo firmante. Los resultados de estos experimentos, realizados en 1974 y 1975 en el Departamento de Fisiología, así como en el Departamento de Endocrinología Analítica de la Facultad de Medicina de la Universidad de La Laguna se exponen en el presente trabajo.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

En 1974, diez perros recogidos de la vía pública, en condiciones deficientes, desnutridos, con alteraciones nerviosas y en la piel (sarna, eczemas), con edades comprendidas entre los 2 y los 5 años, fueron utilizados para las experiencias, en el animalario de la Facultad de Medicina de la Universidad de La Laguna. Una primera serie de experiencias se realizaron en el Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de La Laguna, y una segunda serie de experimentos en el Departamento de Endocrinología de la misma Facultad. Previo a las experiencias, se hicieron análisis hematológicos. Tras ello, se les practicó una sangría, extrayendo 300 ml de sangre en un de los perros, y en los demás la necesaria para provocarles un shock hipovolémico. En la primera serie de experiencias se utilizaron dos de los perros, uno de ellos siendo el que se le extrajeron los 300 ml de sangre. Tanto a uno como a otro se les administró por vía intravenosa plasma Quinton isotónico, preparado según las indicaciones de este autor (Quinton, 1905), y en cantidad similar a la de sangre extraída (750 ml en el caso del otro perro). Tras comprobar una evolución satisfactoria de la recuperación de su dotación sanguínea al cabo de un tiempo menor de dos semanas, se procedió a la segunda serie de experimentos, en la cual cuatro de los ocho perros restantes recibieron plasma Quinton y a los otros cuatro se les aplicó suero fisiológico normal.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primera serie de experiencias

La primera serie de experiencias se llevó a cabo con un perro de 10 kg y edad calculada en 3 años (perro 1), y con uno de 9 kg, con edad calculada en 5 años (perro 2), ambos con las deficiencias indicadas en el apartado de material y métodos.

Los resultados obtenidos de los análisis de sangre llevados a cabo antes de la sangría y en días sucesivos tras la aplicación del plasma Quinton se presentan en la tabla 1.

En ningún momento se aplicaron condiciones de asepsia. La sangría del perro 1 duró treinta minutos y 10 minutos la del perro 2

Tras la sangría, las pulsaciones del primer perro fueron 60 p.m., y el reflejo córneo reapareció durante la perfusión del plasma Quinton. Durante la transfusión, las pulsaciones por minuto llegaron hasta 200, bajando a 170 a los treinta minutos de terminada la perfusión. La temperatura inicial del perro que era de 37.2°C no sufrió cambio. A la hora y doce minutos de haber terminado de inyectar el plasma Quinton, las pulsaciones se estabilizaron en 86 p.m.

Tabla 1. Resultados de los análisis de sangre practicados en los dos perros de la primera serie de experiencias

FECHAS	PERRO 1	FECHAS	PERRO 2
22/10/74 (previo a la sangría)	Hematíes: 4.160.000 Leucocitos: 14.000 Hemoglobina: 84% Valor globular: 1.02 Hematócrito: 39%	12/11/74 (previo a la sangría)	Hematíes: 3.640.000 Leucocitos: 9.000 Hemoglobina: 70% Hematócrito: 35%
23/10/74 (tras la sangría)	Vol. de sangre extraído: 750 ml Hematíes: 1.120.000 Leucocitos: 4.200 Hemoglobina: 24% Valor globular: 1.01 Hematocrito: 11%	12/11/74 (tras la sangría)	Vol. de sangre extraído: 300 ml Hematíes: 2.840.000 Leucocitos: 27.200 Hemoglobina: 53% Hematocrito: 28%
23/1/74 (trece horas y treinta minutos tras la sangría)	Hematíes: 2.180.000 Leucocitos: 20.000 Hemoglobina: 44% Valor globular: 1.00 Hematocrito: 19%	13/11/74 (veinticuatro horas tras la sangría)	Hematíes: 3.600.000 Leucocitos: 17.400 Hemoglobina: 73% Hematocrito: 35%
25/10/74 (setenta horas tras la sangría)	Hematíes: 2.580.000 Leucocitos: 18.400 Hemoglobina: 54% Valor globular: 1.03 Hematocrito: 23%	15/11/74 (setenta y dos horas tras la sangría)	Hematíes: 4.600.000 Leucocitos: 8.200 Hemoglobina: 82% Hematocrito: 30%
26/10/74 (noventa y dos horas tras la sangría)	Hematíes: 2.670.000 Leucocitos: 16.000 Hemoglobina: 57% Valor globular: 1.02 Hematocrito: 24%	18/11/74 (seis días tras la sangría)	Hematíes: 3.300.000 Leucocitos: 9.800 Hemoglobina: 65% Hematocrito: 30%
07/11/74 (diecisiete días tras la sangría)	Hematíes: 3.640.000 Leucocitos: 14.000 Hemoglobina: 75% Valor globular: 1.02 Hematocrito: 33%		

Al cabo de dos horas y tres cuartos, el perro se movió por sí solo y se dio la vuelta, bebiendo 300 ml de agua transcurridas las 10 horas. Para entonces la temperatura era de 37.6°C y las pulsaciones subieron a 120 p.m. La recuperación se hizo entonces rápidamente, y a las 13 horas presentaba buen aspecto, comió 400 g de arroz y carne, y volvió a beber

agua. Sus pulsaciones se situaron en 116 p.m. y la temperatura aumentó a los 38.6°C. Poco después se le dieron 200 ml de leche sin que se presentase ninguna clase de intolerancia. Media hora más tarde el perro ya se levantó y su aspecto, así como sus reflejos pupilares fueron normales. Tras otra media hora tomó 250 ml de leche. Su actividad comenzó a mostrarse, aunque con alguna debilidad.

Al cabo de tres días, el estado del perro era completamente normal, dando muestras de gran actividad. Transcurridas las tres semanas de la sangría y consiguiente transfusión de plasma Quinton practicadas, en el perro se observó una considerable revitalización, presentando la piel y el pelaje un aspecto incomparablemente mejor que el que tenían antes de la operación.

Respecto al Perro 2, el menor volumen de sangre extraído dio lugar a una recuperación muy rápida de la dotación sanguínea, así como de su vitalidad y capacidad de movimiento, siendo todas estas prácticamente normales a las veinticuatro horas de haberle aplicado el plasma Quinton. Los efectos de la perfusión del plasma Quinton sobre este perro, como por ejemplo su revitalización, recuperación de la piel y mejora del pelaje fueron aún más rápidos que en el perro 1, observándose estos tan solo a la semana de realizada la operación.

Segunda serie de experiencias

Dado el éxito de la primera serie de experimentos, se decidió realizar un estudio comparativo del efecto del plasma Quinton respecto al suero fisiológico salino.

Tras hacerle a ocho perros una sangría hasta provocar el shock hipovelémico, se inyectó plasma Quinton isotónico preparado por los Laboratoires Quinton en Pessac (Francia) a cuatro de ellos. Como el plasma Quinton de estos laboratorios se terminó antes de haber logrado terminar las perfusiones, se procedió a fabricarlo por cuenta del equipo investigador, utilizando para ello agua de mar recogida a 10 m de profundidad en ultramar, y diluida al 50% con agua de manantial de monte de Tenerife. A los otros cuatro perros se les aplicó suero fisiológico salino normal.

Los animales tratados con plasma Quinton isotónico, y luego hipertónico, despertaron al cabo de tres a cuatro horas de terminada la perfusión, mientras que los que recibieron suero fisiológico lo hicieron más tarde. Todos presentaron hipotermia al despertar, que cedió al poco tiempo. Es de destacar la abstinencia de sólidos en los días inmediatos al postprocedimiento, si bien bebían grandes cantidades de agua.

En los perros que recibieron el plasma Quinton isotónico y luego el hipertónico, las analíticas posteriores e inmediatas a la transfusión dieron lugar a valores globulares, hematocrito y hemoglobina muy bajos, así como una osmolaridad alta. Estos valores fueron rectificándose y alcanzando parámetros superiores a los del inicio de la experiencia. Al cabo

de veinte días, los problemas dermatológicos habían desaparecido, el pelaje comenzaba a crecer y el estado nervioso había remitido, siguiendo una conducta alimentaria normal.

En los perros tratados con suero fisiológico, también se observó la evolución descrita, si bien hay que destacar que esta fue mucho más retardada.

4 ► CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, tanto en la primera como en la segunda serie de experiencias, destacan el valor del plasma Quinton para reemplazar plasma sanguíneo, con notables ventajas respecto al suero fisiológico, así como su indudable valor terapéutico, reflejado en la recuperación de las afecciones que sufrían los perros sometidos a los experimentos que se han descrito.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **JARRICOT, J. 1921**

Le Dispensaire Marin, un organisme nouveau de puericulture. Masson Editeurs. Paris.

- **MAHÉ, R. 1962**

Le secrét de nos origines. Ed. La Colombe.

- **QUINTON, R. 1905**

L'eau de mer, milieu organique. Masson Editerus. Paris.

Documento refrendado en La Laguna, a 29 de Mayo de 2003.

PLASMA MARINO SUSTITUTO DEL PLASMA SANGUINEO

Usos del agua de mar como nutrición orgánica celular

GRACIA, ANGEL

Doctor en Veterinaria por la Universidad Complutense de Madrid, España. Doctor en Medicina Veterinaria por la Universidad Central de Caracas, Venezuela. Certificado como Philosophy Doctor in Veterinary Sciences (Ph.D.) en USA. Miembro certificado de la American Association of Nutritional Consultants (CNC), USA. Especialista en Tipificación de Productos Cárnicos y Lácteos por la Universidad Complutense de Madrid. Codirigió los Primeros Transplantes Mundiales de las Córneas de un Perro a un Humano en los Dos Ojos. Descubrió 5 especies nuevas de Acantocéfalos para la ciencia. Publicó 23 trabajos científicos. Autor del libro "Ciencia, Deporte y Aeróbicos". Coautor del libro "El Poder Curativo del Agua de Mar. Nutrición Orgánica". Secretario del Comité Científico del Primer Congreso Iberoamericano de Periodismo Científico, celebrado en Caracas. Premio Nacional de Divulgación Científica en Venezuela. Miembro del Comité Científico de la Fundación Aquamaris, Badalona, y vicepresidente de PRODIMAR INT. (Dispensarios Marinos)

RESUMEN

René Quinton (1867-1925) publicó en 1904 su libro *El Agua de Mar, Medio Orgánico*, en donde demostró que el medio interno de los vertebrados es agua de mar isotónica de 9gr de sales por 1.000, incluidos los humanos y los peces, aunque éstos viven en un ambiente hipertónico de 35gr. por 1.000. La primera célula se originó en el mar cuando su agua tenía una concentración de 9gr. por 1000. Quinton demostró con su experimento <Hipovolemia Quirúrgica Total en Perro>, que el agua de mar isotónica, o plasma marino, es sustituto del plasma sanguíneo. Experiencia que hemos repetido nosotros con caninos, en Tenerife y en otros lugares, pero con agua <hipertónica> de 35gr. por 1.000 que contiene todos los elementos de la tabla periódica en su forma orgánica y biodisponible. Pilares de la nutrición celular que permiten conservar la salud, prevenirla contra las enfermedades y curar. Los 3 ejes fundamentales de la acción del agua de mar son: recarga hidroelectrolítica, reequilibrio de la función enzimática y la consiguiente regeneración celular, tanto en animales como en humanos.

PALABRAS CLAVE: NUTRICIÓN, AGUA, MAR, HIPERTÓNICA, BIODISPONIBLE Y PLASMA

1 ► INTRODUCCIÓN

René Quinton publicó en 1904 su obra “El Agua de Mar, Medio Interno”. Es todo un tratado de Biología y Fisiología Comparadas. No excluyó ninguna especie de vertebrados, invertebrados, tanto marinos como terrestres. El por qué las aves vuelan fue tema de especial interés para Quinton y utilizó como denominador común de sus investigaciones el agua de mar isotónica de donde surgió la primera célula. Su modelo a comparar fué el hombre. Hasta el presente, el agua de mar hipertónica, como fuente de nutrición orgánica, ha sido utilizada y explotada tímidamente, aunque Quinton reporta que se utilizó como sustituto del plasma sanguíneo en los hospitales militares durante la I Guerra Mundial. Por lo tanto, hubo excepciones. Nos estamos refiriendo al período comprendido entre 1964-2003. Los perjuicios causados por la falta de conocimientos sobre el agua de mar, en la mayoría de los centros científicos y universitarios, ha hecho que la casi totalidad de los científicos, médicos y sanitaristas vean la popularización del uso del agua de mar como un peligro. Hemos comprobado como una gran cantidad de profesionales de las Ciencias Biológicas confunden la sal común, ClNa, con las sales orgánicas de la tabla periódica que en su totalidad se encuentran en el agua de mar. La cantidad de Cl en el agua de mar es de 29%, mientras que la Na es solamente del 18%, dentro de los 35gr. por 1.000 que alcanza la salinidad total. No es lo mismo sal que sales.

El desconocimiento, casi generalizado, del tema de la Osmolaridad Comparada (Elsner, 1983, 1999; Haldiman y Tarpley, 1993), especialmente cuando se compara al hombre con otros mamíferos, tanto marinos como terrestres, motiva parte del presente trabajo. Los hechos demuestran que el agua de mar hipertónica es tolerada por todos los mamíferos, incluido el hombre (miles de personas la ingieren hipertónica en Iberoamérica) para los que constituye su mejor fuente natural de nutrición orgánica y alcalina. Por lo tanto, su uso no tiene absolutamente ningún peligro, por el contrario, ofrece una cantidad de beneficios incalculables para la nutrición de todas las especies. El tema de la contaminación del agua de mar por los microbios accidentales de procedencia terrestre (cloacas, desembocaduras y bañistas), muy distinto al de la polución, es verdaderamente controversial por culpa de los paradigmas que, inconscientemente, hemos ido asimilando en el transcurso del aprendizaje que comenzamos en la escuela de pábulos, continuó en las universidades y terminó en los centros académicos y científicos de mayor prestigio mundial. Nos consta que la inmensa mayoría, hay excepciones, de los profesionales de las Ciencias Biológicas, cultivan paradigmas contrarios al uso del agua de mar basados en el desconocimiento del significado que tiene, como el alimento más completo de la Naturaleza que es, un nutrimento que ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra.

En cada litro de agua de mar hay diez mil millones de virus y nueve mil millones de bacterias (Furhman, 1999; Fenical, 1996), lo que significa que los microbios conforman la mayor biomasa del planeta que habitamos. El agua de mar es biógena y patogenicida. Pasteur, en su lecho de muerte, se arrepintió de haberse ocupado más de nuestros inofensivos compañeros de viaje por esta vida, los microbios, que del territorio que ocupan.

Confusión bacteriana: los términos bacteria, bactericida, bacteriostático, antibiótico, antibiotismo, germen; floras saprofita, accidental, permanente e intestinal; patógeno, no patógeno; activado, inactivado; neutralizado y similares, los sometemos a cuestionamiento bajo el prisma del agua de mar como desactivador de la flora bacteriana accidental; poder que es inocuo para la infinidad de microbios que viven en el agua de mar como flora permanente imprescindible en la remineralización, y sin la que sería imposible la vida en el planeta. Cada gota de agua de mar contiene un millón de bacterias inofensivas para la vida animal y humana. No hay gérmenes patógenos per se. La supuesta patogenicidad de los gérmenes no son la causa de las enfermedades, son su consecuencia.

Hay dos temas controversiales sobre el por qué de los usos comparados del agua de mar: uno es la contaminación, y el otro la insuficiencia renal. La ingesta oral, o la vía parenteral en los vertebrados no ofrece ningún peligro. Por el contrario, es la mejor fuente de la nutrición celular, tanto desde el punto de vista de la prevención de la enfermedades, como del curativo. La contaminación microbiana del agua de mar por los gérmenes accidentales de procedencia terrestre es imposible. Muchos científicos que se ocuparon del tema lo demostraron, entre ellos Zobell (1936) en USA; Carpentier (1938), Balzac, Bertozzi y Goudin (1946) en Francia; y Robert E. Stewart, Hugh D. Putman, y Richard W. Jones (1968-1969) en Miami. Además de las investigaciones hechas por nosotros en Miami, Gracia y Bustos (2003), a propósito de la rotura de una cloaca de metro y medio de diámetro en la bahía de Biscayne, el día 20 de junio del 2000 que, antes de llegar a la planta de tratamiento, estuvo expulsando aguas negras a razón de cuatro millones de litros por hora, durante casi tres días. De esas aguas se tomaron 435 muestras, en 52 puntos diferentes, en una superficie de más de cien kilómetros de costas que, después de ser analizadas por las autoridades americanas de salud (US Public Health Service) vinieron a confirmar que el agua de mar es imposible que sea contaminada con los gérmenes accidentales de procedencia terrestre que la invadan. Sin embargo, prevalece la falsa creencia de que el mar está lleno de <<gérmenes patógenos>> que se multiplican exponencialmente y que sus aguas se contaminan con los residuos orgánicos procedentes de la Tierra (Overstreet, 1990,1992; Geraci y col.,1999; Gracia y Bustos, 2003). Científicos de la Universidad de Valencia, España, se expresan así: “los efectos de los parásitos en el hospedador, generalmente, tienen poca relevancia” (Raga y col. 2001). Solamente tienen relevancia cuando los mamíferos marinos son sometidos al estrés inducido por la civilización.

Otra cosa es la polución industrial y auditiva que agrede a las especies marinas que habitan cerca de las costas (O’Shea, 1999; Reijders, P.J.H y col.1999). Polución (no contaminación) inmunosupresora que les lleva a ser víctimas del estrés mental que, a su vez, origina el estrés celular causa de enfermedades somáticas que no padecen en alta mar, su habitat natural. Existen investigaciones comparadas, en humanos y ballenas, sobre la respuesta fisiológica a la ingesta de un litro de agua de mar hipértónica (Costa, 2001). Daniel Costa, de la Universidad de California, Santa Cruz, con sus trabajos comparados, confirma que nuestras experiencias empíricas en humanos y animales, que recibieren diariamente medio litro de agua de mar hipertónica, están dentro de la realidad científica. Son hechos, no hipótesis.

Resultados semejantes han obtenido los Dispensarios Marinos distribuidos en varios países de Europa, África y América. Le toca a la ciencia desvelar los misterios del agua de mar. Por qué elimina a los gérmenes invasores, y respeta y convive pacíficamente con la mayor biomasa del planeta, los microbios marinos.

INGESTA DE 1 L DE GUA DE MAR, H ₂ O _M (COSTA 2001)				
	Consumo H ₂ O _M	Cl- Concentración Mmol x l	Vol. (ml)	H ₂ O
BALLENA	1.000 ml	535	650	+350 ml
HUMANO	1.000 ml	535	1350	-350 ml

2 ▶ LOS MAMÍFEROS Y EL AGUA DE MAR HIPERTÓNICA

Los mamíferos marinos (ballenas, delfines, manatíes, focas, osos polares, nutrias, leones marinos y otros), beben agua de mar hipertónica, mientras su medio interno permanece isotónico. Otras especies como la anguila, el salmón y el delfín amazónico, beben agua dulce y marina, indistintamente. Y todos producen agua, H₂O, en el proceso metabólico de las grasas, hidratos de carbono y proteínas. La carencia de investigaciones sobre el tema, la falta de sensibilidad hacia ciertas situaciones sociales, el interés de la ciencia pura “aplicada” para beneficio de ciertos intereses y otros factores, impiden que se popularice el interés por algo tan simple como lo es el hecho de que un mamífero humano beba agua de mar. Tema que produce sorpresa y perplejidad. El filósofo de la ciencia Karl Popper tiene la explicación de este tipo de fenómenos. Entre ciertos investigadores hay una estrategia aparentemente contradictoria, pero coincidente, como lo dan a entender Perrin, Wersug y Thewisen (2001) en el prefacio de su obra, “Mamíferos Marinos”, donde dicen: “Algunos de los científicos que colaboran con nosotros se contradicen. No es un accidente.

Tal como en cualquier campo científico, los especialistas en mamíferos marinos tienen diferentes perspectivas sobre muchos aspectos técnicos en los que sus desacuerdos son indiscutibles e intransigentes”. A ciertos investigadores les preocupan “las influencias políticas, sociales y económicas que les rodean”, tal como lo dijo Karl Popper.

3 ▶ MAMÍFEROS HUMANOS Y MAMÍFEROS MARINOS

Según Elsner (2001), de la Universidad de Alaska, Fairbanks, los estudios sobre la fisiología de los cetáceos, especialmente de las grandes ballenas, son escasos. Los comentarios de Popper

y Perrin nos hacen llamar la atención para que se investiguen a fondo las adaptaciones de los cetáceos al ambiente marino, dados los beneficios que aportarían a la Humanidad. De paso, tendríamos un mejor conocimiento de estas especies, tan mamíferas como nosotros. Las propiedades físicas del agua les obligan a ciertas adaptaciones debidas a que el agua es 1.000 veces más densa que el aire, 60 veces más viscosa, el calor se transmite 25 veces más rápidamente que en el aire, la penetración de la luz es mucho más reducida en el agua, y la concentración de sales en el agua de mar es varias veces mayor que el medio interno de los cetáceos. ¿Qué tan lejos estamos los humanos de estas adaptaciones?

Hay que romper las barreras entre los hechos que se observan en el ecosistema marino y las investigaciones que realizan los científicos en los laboratorios, para coordinar mejor estos estudios y llegar a conclusiones más provechosas para la Humanidad. Sobre muchas de las características anatómicas, fisiológicas, de navegación y otras de los cetáceos, existe una gran especulación que, a muchos, lleva a sacar conclusiones que poco tienen que ver con la realidad de los hechos. La ciencia pura arrastra más que la aplicada. Muchos científicos ignoran lo que sus vecinos de piso investigan en el laboraotorio de al lado, especialmente en los grandes centros.

4 ▶ OSMOREGULACIÓN

Es un hecho que cuando los mamíferos marinos consumen cantidades considerables de plancton, especialmente de fitoplancton, ingieren agua hipertónica y H_2O . Igualmente ingieren agua de mar isotónica cuando su alimentación es a base de otras especies de vertebrados. Aunque se desconoce mucho de la composición de la sangre de los cetáceos, se supone que es muy similar a la de los humanos. La ingesta del agua hipertónica desencadena un proceso de osmorregulación del organismo en el que la concentración de sales en la orina juega un papel fundamental, todavía no bien conocido (Depocas y col., 1971; Hui, 1981; Costa, 1982).

La capacidad de los cetáceos de metabolizar y ahorrar agua, H_2O , no es ajena a los humanos, ni a otros mamíferos terrestres, tales como las ratas del desierto (Elsner y Gooden, 1983).

5 ▶ ISOTONIZACIÓN Y AGUA, H_2O , METABÓLICA

La concentración osmótica del agua de mar es casi cuatro veces mayor que la de los mamíferos. Estos, en el mar, para mantener un equilibrio fisiológico perderían fluidos y peligrosamente, en algunos casos, no en todos, podrían aumentar la concentración de sales en su organismo, si no utilizaran ciertos mecanismos para metabolizar o producir agua, H_2O , y ahorrarla. Para ello, según Geraci y colaboradores (2001) se valen de:

► La superficie externa de los mamíferos marinos es impermeable al agua de mar. Algo que no se puede tomar como una regla, aunque Geraci y col.(2001) así lo afirman. Por el contrario, en los peces el balance del agua total de su cuerpo es determinado por factores osmóticos e hidráulicos a través de las agallas, los epitelios, renal e intestinal y la piel (Olson y Duff,1987). La piel es permeable en los peces. El equilibrio homeostático de las células depende del agua y los electrolitos que entran y salen en un organismo. Mientras Geraci dice que la piel de los mamíferos marinos es impermeable, Costa (2001) le contradice y señala que la foca evapora agua por la piel. He aquí un esquema sobre de absorciones y excreciones del agua y los electrolitos:

- **Absorción agua:** metabolismo, bebida y comida
- **Excreción agua:** leche, heces, orina, respiración y piel (contradicciones)
- **Absorción electrolitos:** bebida, comida
- **Excreción electrolitos:** leche, heces, orina, piel (glándulas sudoríparas)

► Los riñones de los mamíferos marinos concentran la orina eficientemente. Hay diferentes interpretaciones sobre este tema. Se enfatiza en que la lobulación de los riñones sería la causa y que la longitud del asa de Henle tendría que ver con este fenómeno, así como el tamaño de los riñones. Sin embargo, no está todo muy claro y lo complica todavía más el hecho de que las ratas del desierto llegan a concentraciones en su orina de hasta 8.000 mosM. El agua de mar tiene una concentración de 1000 mosM (Abdelbaki y col., 1984; Beuchat, 1996). A más poder de concentración de la orina, mayor capacidad de metabolizar el agua de mar hipertónica. De otra parte, los bovinos tienen riñones lobulados y consumen cantidades extras de ClNa; ¿será porque son herbívoros, o porque tienen riñones lobulados, o porque éstos son la consecuencia de que son herbívoros?. Un humano vegetariano necesita cantidades extras de sodio ya que en los vegetales aquél se encuentra en cantidades pequeñas.

	MÁXIMA	OSMORALIDAD
	Concentración Cl- (mEq x 1l)	(mOsM x 1l)
BALLENA	370	1340
HUMANO	400	1230

Los mamíferos marinos no tienen glándulas sudoríparas. Por el contrario, los mamíferos terrestres a través de sus glándulas sudoríparas también pueden perder electrolitos. Por evaporación en la piel y en la respiración, los mamíferos terrestres

pierden H_2O . Los marinos evaporan H_2O con la respiración, pero muy pocos de ellos pierden H_2O a través de la piel (Costa, 2001). Sería bueno que esta contradicción se aclarase.

► En general, los mamíferos marinos beben cantidades reducidas de agua de mar y obtienen la mayoría del agua, H_2O , de los alimentos. Es la versión más generalizada, pero puede que sea, también, la más errónea. Generalmente, la alimentación de los cetáceos está integrada por peces constituidos en un 70% por H_2O isotónica. Pero, también se alimentan con calamares y pulpos que, como todos los invertebrados marinos, tienen su medio interno hipertónico. Al igual que el fitoplancton cuyo contenido, en su 99%, es agua de mar hipertónica. Además, otra fuente de H_2O la constituye el proceso de metabolización de la grasa del subcutáneo. Las proteínas e hidratos de carbono, en el proceso catabólico, también aportan H_2O . La mucosina del agua de mar, a su vez, es una gran fuente de grasa para el tejido subcutáneo de los mamíferos marinos.

6► OXIDACIÓN Y PMA (PRODUCCIÓN METABÓLICA DEL AGUA)

- 1g grasa 1.07g H_2O
- 1g h.carbono 0.59g H_2O
- 1g proteína 0.56g H_2O

Y, se ha comprobado que la aldosterona, hormona segregada por la corteza suprarrenal, promueve la reabsorción del sodio de los riñones con el consiguiente ahorro de H_2O .

Ingesta comparada

	PESO	ml Kg x 1 DÍA	TOTAL H_2O
DELFIN	57 kg	700 ml	17 %
HUMANO	70 kg	858 ml	21 %

Producción y ahorro de H_2O en los mamíferos marinos

► **Evaporación:** aunque no está bien definido el concepto de que la piel de los mamíferos marinos es impermeable, se considera que a través de la sudoración la cantidad de agua que puedan perder es mínima. Hay otros mecanismos que

combinan la respiración y la temperatura del cuerpo para permitir la evaporación, así como hay otros que permiten la posibilidad de la condensación del aire, y su absorción consiguiente, para aumentar el ahorro de agua (Hunteley y col., 1984).

▶ **Piel:** Transpiración mínima en H_2O

▶ **Respiración:**

RESPIRACIÓN APNÉICA		
FOCA 10°	Humedad 100%	10 mg H_2O x 1 l aire
HUMANO 10°	Humedad 100%	40 mg H_2O x 1 l aire
TERRESTRES		4% O_2 x inspiración
HUMANO		8% O_2 x inspiración
APNEA MARINOS → MENOS INSPIRACIONES + O_2 + AHORRO H_2O		

▶ **Mecanismos de ahorro de H_2O :**

- Respiración cecana a la apnea.
- Relajación para combatir el estrés.
- Metabolismo relentizado.
- Absorción en mucosas nasales de H_2O inspirada.
- Glándulas salivales producen 2.5 L de H_2O x día.
- Control intestinal del SO_4Mg
- Baja producción de orina
- Oxidación grasas ($H_2O - CO_2$). Proteínas ($H_2O - CO_2 + urea$)

Ciencia Aplicada Comparada. Usos inmediatos

▶ **Hipertensión:**

El agua de mar, H_2OM , es Diurética y Regula la Tensión Arterial. Pérdida de 175cc. de H_2O por cada medio litro ingerido. No está reportada la pérdida intestinal por el SO_4Mg .

▶ **Obesidad:**

La ingesta de H_2OM en un obeso que beba el mínimo posible de agua potable, obligará a su metabolismo a obtener H_2O de la grasa, con el adelgazamiento consiguiente si se acompaña de un cambio en estilo de vida.

► **Estreñimiento:**

El H₂O_M agua de mar contiene SO₄Mg que, racionalmente administrada a los humanos, les cura el estreñimiento. Los mamíferos marinos controlan el SO₄Mg, para ahorrar H₂O.

► **Náufrago:**

Si un náufrago bebe H₂O_M y aplica los mecanismos de ahorro de agua empleados por los mamíferos marinos, podrá sobrevivir por largo tiempo.

► **Mamíferos Marinos:**

Los riñones de las especies que los tienen lobulados, procesan volúmenes grandes de orina a altas concentraciones.

7 ► **VOLUMEN SANGUÍNEO**

Los mamíferos marinos tienden a almacenar grandes volúmenes de oxígeno para ser utilizado en sus inmersiones que en la ballena llegan a un promedio de 16 minutos a unos 300-500m de profundidad (Elsner y Gooden, 1983; Schreer y Kovacs, 1997). El volumen sanguíneo es dos a tres veces superior al de los humanos calculado en 70mL x 1Kg. Los mayores reservorios de oxígeno han llegado, en los elefantes marinos y ballenas, a cantidades de 200-260mL x 1K. (Kooyman y Ponganis, 1998; McFarland, Jacobs y Morgane, 1979).

8 ► **SALUD COMPARADA**

La adaptación de los mamíferos al mar conlleva ajustes en cuanto al control de la temperatura, el pH, el balance de sales y agua, la nutrición y las inmersiones (Geraci y col., 2001). Mientras se mantengan en equilibrio estas constantes, la salud de los mamíferos marinos está garantizada, siempre que vivan en alta mar. La influencia nefasta del hombre sobre los cetáceos es la causa de la rotura del equilibrio fisiológico y de la pérdida consiguiente de su salud. La polución causada por los residuos industriales y sonidos indeseados conduce al estrés mental de los animales. Y el estrés mental, inexorablemente, acarrea el estrés celular. Algo que es muy difícil entiendan muchos científicos. Especular con las enfermedades de los animales, provocadas por los intereses económicos insaciables de los humanos que ocasionan el estrés piscícola, es la base sobre la que se cimentan los prejuicios y pre-conceptos que se enseñan dogmáticamente en la mayoría de las universidades. No en todas. Ciertos científicos, intoxicados por el dogmatismo pasteuriano del origen de las enfermedades (gérmenes), no aceptan los hechos ni el concepto difundido por Overstreet (1992), y tácitamente aceptado por Geraci y colaboradores (2001), de que los parásitos, protozoos, hongos, bacterias y virus son compañeros de viaje de todas las

especies animales, marinas y terrestres. Se han publicado cantidad de trabajos sobre la salud de los peces que, si se investigan, se comprobará que siempre están basados en peces estresados. Peces que no viven en su medio natural. Peces que han sido agredidos por la civilización. Los mamíferos marinos, sin ser peces, son los que pagan la cuota más alta por estas agresiones al ecosistema marino. Nos estamos refiriendo a la polución. Aspecto muy distinto al de la contaminación, como ya apuntamos .

9 ► DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Se han dado referencias con pruebas de que el agua de mar hipertónica es tolerada tanto por los mamíferos humanos como marinos. Y que, además, la ingesta racional del agua de mar hipertónica no ofrece ningún peligro para la salud. Por el contrario, contiene todos los elementos imprescindibles para la nutrición y regeneración celular. Además de ser la cura específica de varias epidemias contemporáneas. Hacemos un llamado a los Centros de Investigación de la Ciencias de Mar para que apoyen nuestra propuesta de <<Ciencia Aplicada al Agua de Mar>> en beneficio de la masificación del consumo de agua de mar hipertónica entre los humanos con fines nutricionales, sociales y de ahorro del agua dulce.

0 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ABDELBAKI, Y. Z.; HENK, W. G.; HALDIMAN, J. T.; ALBERT, T. F.; HENRY, R. W. Y DFFIELD, D. W. 1984**
Macroanatomy of the renicula of the bowhead whale (*Balaena mystecitus*), *Am. J. Physiol.* 271).
- **BEUCHAT, C. A. 1996**
Structure and concentrating ability of the mammalian kidney. Correlations with habitat. *Am. J. Physiol.* 271, R157-R179.
- **COSTA, D. P. 1982**
Energy, nitrogen, and electrolyte flux and seawater drinking in the sea otter *Enhydra lutris*. *Physiol. Zool.* 55, 35-44.
- **COSTA, D. P. 2001**
In "Marine Mmals", *Osmoregulation*, pp. 837-842.
- **DEPOCAS, F., HART, J. S. Y FISHER, H. D. 1971**
Sea water drinking and water flux in starved and in fed harbor seals, *Phoca vitulina*. *Can. J. Physiol. Pharma.* 49, 53-62.
- **ELSNER, R. W. Y GOODEN, B. 1983**
"Diving and Apxhysia: A Comparative Study of Animals and Man". Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- **ELSNER, R. 1999**
Living in water: solutions to physiological problems. In "Biology of Marine Mammals" (J.E. Reynolds and S.A. Rommel, eds.), pp. 73-116. Smithsonian Intitution Press. Washington, DC.
- **ELSNER, R. W. 2001**

In "Marine Mammals", Cetacean Physiology Overview , pp. 225-228.

• **FENICAL, W. 1996**

Marine Biodiversity and the Medicine Cabinet, The Status of New Drugs from Marine Organisms. *Oceanography*; 9(1),23-27.

• **FENICAL, W. Y WAND HAY, M. E. 1996**

Chemical Ecology and Marine Biodiversity: Insights and Products from the Sea. *Oceanography*; 9(1), 10-20.

• **FUHRMAN, J. A. 1999**

Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects. *Nature*, (London) 399; :541-548

• **GERACI, J. R. Y LUNDSBURY, V. J. 1993**

"Maine mammals Ashore:A Field Guide for Strandings." Texas A&M University Sea Grant Publication, Galveston, TX.

• **GERACI, J. R. Y ST. AUBIN, D. J. 1987**

Effects of parasites on marine mammals. *Int. Journal Parasitol.* 17,407-414.

• **GERACI, J. R.; HARWOOD, J. Y LUNDSBURY, V. J. 1999**

Marine Mammals die-offs: Causes, investigation, and issues. In "Conservation and Management of Marine mammals" (J.R. Twis, Jr., and R.R. Reeves, eds.), pp.367-395. Smithsonian Institution Press. Washington, DC.

• **GERACI, J. R. Y LUNDSBURY, V. J. 2001**

En "Marine Mammals", pp.839-840.

• **GRACIA, A, Y BUSTOS - SERRANO, H. 2003**

En "Agua de Mar Nutrición y Curación Orgánica", pp. 29-31.

• **HALDIMAN, J. T. Y TARPLEY, R. J. 1993**

Anatomy and physiology. In, "The Bowhead Whale", pp.71-156.Special Publ.. No.2, Soc. Mar. Mammalogy

• **HUI, C. A. 1981**

Seawater consumption and water flux in the common dolphin *Delphinus delphis*. *Physiol. Zool.* 54, 430-440.

• **HUNTELEY, A. C.; VOSTA, D. O. Y RUBIN, R. D. 1964**

The contribution of nasal countercurrent heat exchange to water balance in the northern elephant seal, *Mirounga angustirostris*. *J. Biol.* 113, 447-454.

• **KOORYMAN, G. L. Y PONGAMIS, P. J. 1998**

The physiological basis of diving to depth: Births and mammals. *Anna. Rev. Physiol.* 60, 19-32

• **HIGGINS, R. 2000**

Bacteria and fungi on marine mammals. A review. *Can. Vet. J.* 41, 105-116.

McFarland, W.L., Jacobs, M.S., and Morgane, (1979)

• **OLSON, K. R. Y DUFF, D. W 1992**

Cardiovascular and renal effects of eel and rat atrial natriuretic peptide in rainbow trout. *Journal of Comparative Physiology.*

• **O SHEA, T. J. 1999**

Environmental contaminated and marine mammals. In "Biology of Marine Mammals" (J.E. Yeynolds III and S. A. Rommel, eds.), pp.485-563. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.

• **OVERSTREET, R. M. 1990**

Antipodean aquaculture agents. *Int. J. Parasitol.* 20(4):551-564.

• **OVERSTREET, R. M. 1992**

Pathobiology of Marine and Estuarine Organisms. Parasitic diseases of fishes and their relationship with toxicants and other environment factors.pp. 111-156.

- **PERRIN, W. F.; WURSIG, B. Y THEWISSEN, J. G. M. 2001**

In "Marine Mammals", pp.XXXV.

- **QUINTON, R. 1904**

L' eau de Mer Milieu Organique. Collection Sciences du Vivant. Dirigée. Encre. Sté Arys, 1995.

- **RAGA, J. A.; AZNAR, F. J.; BALBUENA, J. A. Y FERNÁNDEZ, M. 2001**

En "Marine mammals", pp. 867-876.

- **REIJDEERS, P. J. H.; AGUILAR, A. Y DONOVAN, G. P. 1999**

Chemical pollutants and Cetaceans. J. Cet. Rev. Manage. Special issue 1.

- **SCHREER, J. F. Y KOVACS, K. M. 1997**

Allometry of diving capacity in air-breathing vertebrates. Can. J. Zool. 75, 339-358.

MUDA INDUCIDA Y VIABILIDAD DE UN SEGUNDO AÑO DE PUESTA EN GALLINAS EN PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

PONT ANDRÉS, JUAN

Noguera A.D.R. Coop. V.
Mas de Noguera. 12440 Caudiel (Castellón)
Telf. y Fax: 964 144074
E-mail: juan@criecv.org

RESUMEN

Se han criado cuatro lotes de gallinas ponedoras según el reglamento 2092/91 entre los años 1999 y 2003, manteniéndose cada lote durante dos años de puesta, dos de ellos con muda natural y dos realizando una inducción de la muda tras el primer año. A partir de los datos obtenidos se han calculado los costes de producción y se han comparado los resultados entre la muda natural y la inducida. Se ha concluido que resulta económicamente interesante mantener los animales durante el segundo año de puesta, realizando una muda inducida entre las 65 y 70 semanas de vida, pues se obtiene una reducción significativa de los costes por huevo obtenido y una mejora de los calibres.

PALABRAS CLAVE: AVICULTURA ECOLÓGICA Y MUDA INDUCIDA

1 ► INTRODUCCIÓN

El interés por la utilización de variedades y razas autóctonas se hace más evidente en la producción ecológica, especialmente por sus cualidades de rusticidad y adaptación a técnicas de manejo de bajos insumos. Estas variedades y razas deben conservarse, independientemente de su capacidad de producción, por el patrimonio genético y cultural que representan.

Sin embargo, dicha conservación no puede recaer en los agricultores y ganaderos sin unas garantías mínimas de rentabilidad económica. Desde instancias públicas se pueden conservar poblaciones limitadas, pero no hay duda que la mejor forma de garantizar su supervivencia es logrando su aceptación por las empresas y los profesionales.

Por otra parte, en la producción ecológica de huevos se han tomado algunos parámetros técnicos de la producción intensiva, como la edad de reposición a los 11 o 12 meses de puesta o la composición de los piensos, sin que se haya comprobado que con este tipo de manejo dichos parámetros sigan siendo válidos.

Con estas motivaciones se inició en el año 1999 una experiencia de comparación de la raza Ampurdanesa Roja con el híbrido Hisex Brown, la cual finalizó en el otoño de 2001, después de dos años de producción con muda natural de las plumas. Ese mismo verano, antes de finalizar dicha experiencia, se inició la cría de dos nuevos lotes de animales, de las mismas razas, con el fin de repetir la experiencia con la variación de inducir la muda antes del segundo año de puesta, de los que se realizó su seguimiento hasta el otoño de 2003.

2 ► METODOLOGÍA

Para la realización de este estudio se ha partido de los datos obtenidos durante la cría de cuatro lotes de gallinas, cuyos resultados productivos se recogen en García-Menacho *et al*, 2002. Los dos primeros lotes, formados por 112 gallinas de raza Ampurdanes Roja y 76 animales de raza Hisex Brown se entraron en la granja en el otoño de 1999, con 14 semanas de edad, y se mantuvieron en producción, con muda natural, hasta las 120 semanas de edad. Los otros dos lotes, formados por 150 gallinas de cada una de las razas indicadas, fueron traídos al gallinero en el verano de 2001, con 8 semanas, realizando su seguimiento hasta las 118 semanas de vida, realizando una muda inducida de la pluma entre los dos periodos de puesta.

Consideramos que los sistemas de muda forzada, tanto los tradicionales como los utilizados actualmente en la avicultura intensiva, no son admisibles dentro del sistema de producción ecológica, aunque el reglamento 2092/91 no hace ninguna indicación al respecto. Por ello, hemos ensayado una técnica que acelere la muda sin privar de alimento a los animales, no

provoque carencias nutritivas y no suponga una intoxicación. A esta técnica preferimos llamarle muda inducida, para diferenciarla de los sistemas de muda forzada indicados.

Así, optamos por emplear un sistema basado en suministrar un alimento que cubra las necesidades de mantenimiento de las aves pero impida la producción de huevos, debido a su bajo contenido en proteína. Como este ensayo se ha realizado conjuntamente con la segunda experiencia comparando la producción de las razas Ampurdanesa Roja e Hisex Brown ha habido algunas diferencias con la técnica empleada entre ambas razas. La muda se inició un poco antes del momento en que se había detectado el coste mínimo durante el primer año de puesta en la experiencia anterior que hicimos con estas razas, es decir a las 65 semanas de edad de la Ampurdanesa y a las 70 semanas de la Hisex.

El primer día del programa de inducción de la muda se suprimió el aporte de luz artificial, manteniéndolas únicamente con luz natural hasta el arranque de la segunda puesta, y se reemplazó el pienso. Con la raza Ampurdanesa nos atrevimos a que dicho pienso fuera avena en grano suministrada a voluntad, siguiendo las indicaciones de la veterinaria Sara Lorda, como vimos que no se reducía la puesta racionamos dicho aporte, empezando por 40 g/ave/día e incrementándolo hasta suministrarlo a voluntad. A la raza Hisex no podíamos suministrarle este alimento, pues el elevado contenido en fibra de la avena habría originado con total seguridad una fuerte diarrea, por lo que elaboramos una mezcla de cereales molidos que se suministró racionada, tal como se ha indicado para la Ampurdanesa.

A los 20 días de iniciar el programa con la Ampurdanesa y a los 15 días con la Hisex, momentos en que la puesta se había reducido por debajo del 10% en la primera raza y se había anulado casi por completo en la segunda, cambiamos el pienso por otro diseñado para mejorar la retención de calcio en el cuerpo, proveer ingredientes que preparen a las aves para la producción de huevos y para aumentar el crecimiento de las plumas, de idéntica composición para las dos razas, y suministrado a voluntad durante 15 días.

Pasado este tiempo se inició un programa de arranque de puesta, similar al utilizado con las pollitas al iniciar el primer ciclo de puesta. Dicho programa consistió en aumentar progresivamente el aporte de luz artificial, hasta alcanzar las 15-16 horas diarias de luz total, y el suministro de un pienso apropiado para la puesta, con un contenido medio del 17% de proteína bruta.

3 ► RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

Para valorar los efectos de la muda inducida hemos procedido de dos formas: comparando la puesta de los lotes en los que se efectuó muda inducida con la de los anteriores, en los cuales se realizó la muda sin ninguna intervención, y valorando los costes de producción a lo largo del tiempo.

En el primer caso la muda inducida ha supuesto un incremento en la puesta acumulada desde el inicio de la muda hasta las 118 semanas superior en promedio al 25% respecto al mismo periodo con muda natural. En concreto durante el segundo periodo de puesta, comprendido entre las 72 y las 118 semanas de edad, se pasó de 125,8 a 170,9 huevos por ave en la raza Ampurdanesa y de 140,6 a 162,2 en la Hisex.

Para el análisis económico se ha calculado para cada lote una curva de costes en función de la edad de reposición. En todos los casos se obtienen para cada lote dos mínimos relativos, uno para cada periodo de puesta. En el caso de la muda natural el mínimo absoluto se presenta a finales del primer periodo, en concreto a las 66 semanas de vida en la raza Ampurdanesa y a las 72 semanas en la Hisex. El mínimo durante el segundo periodo es de valor muy similar pero ligeramente superior, en concreto un 4,8% y un 3,7% respectivamente para ambas razas. Este segundo mínimo se produce de forma muy temprana, hacia las 105 semanas de edad, pues a partir de este momento la puesta baja a niveles inferiores al 50%.

Al realizar la muda inducida, el mínimo del primer periodo viene dado por el momento de iniciar la misma, pues la caída de puesta provocada origina un aumento de los costes. El mínimo del segundo periodo fue el mínimo absoluto en ambas razas, en concreto supuso una reducción del 13,9% en la raza Ampurdanesa y del 2,7% en la Hisex.

Una parte importante de esta reducción de los costes se debe a que tras la muda inducida se redujo sensiblemente el índice de conversión, esto es la cantidad de pienso consumido por unidad de huevos comerciales producidos, entre un 10 y un 12%. Otra evolución favorable es el mayor calibre de los huevos obtenidos durante el segundo año de puesta, hecho que se produce tanto con la muda inducida como con la natural.

4 ► CONCLUSIÓN

Mantener la producción durante el segundo año de vida de las gallinas, tras una muda inducida, es una técnica recomendable tanto desde el punto de vista económico y comercial como para el balance de nutrientes de la granja, pues se reducen los costes de producción, se incrementa el calibre de los huevos y se mejora el índice de conversión.

5 ► AGRADECIMIENTOS

Esta experiencia se ha realizado con la financiación del programa de Innovación, Desarrollo e Investigación de la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **GARCÍA - MENACHO, V.; PONT, J.; RIVAS. P. Y MARTÍ, J. 2002**

Experiencias sobre producción ecológica de huevos de gallina en la Comunidad Valenciana. En E. Dapena y J.L. Porcuna (eds) "La agricultura y ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario", ponencias del V Congreso de la SEAE – I Congreso Iberoamericano de Agroecología, Gijón, 16-21 de septiembre, pp. 1263-1271.

CARACTERIZACIÓN DE LA RAZA GUIRRA EN PRODUCCIÓN ECOLÓGICA Y COMPARACIÓN EN LA ALIMENTACIÓN DE LOS CORDEROS

11

PONT ANDRÉS, JUAN

Noguera A.D.R. Coop. V.
Mas de Noguera. 12440 Caudiel (Castellón)
Telf. y Fax: 964 144074
E-mail: juan@criecv.org

RESUMEN

En un rebaño de ovejas de raza Guirra, manejado y alimentado según el reglamento 2092/91, se ha realizado el seguimiento de tres parideras, en las que se han observado las características de las ovejas y se ha comparado la alimentación de los corderos entre pienso de producción ecológica y pienso convencional. En el primer aspecto se han observado algunas diferencias respecto a lo indicado en la bibliografía sobre esta raza, en particular una menor prolificidad y un mayor peso al nacimiento de los corderos, pero que no pueden ser atribuidas al manejo ecológico. En lo que se refiere al cebado de los corderos se ha obtenido un mayor crecimiento de aquellos alimentados con pienso convencional, especialmente en lo que se refiere al incremento de peso diario (IPD) entre los 30 y 70 días (202 g/día frente a 169 g/día), aunque con índices de conversión ligeramente mejores para los corderos alimentados con pienso ecológico.

PALABRAS CLAVE: GANADERÍA ECOLÓGICA, OVINO, GUIRRA, PIENSO ECOLÓGICO Y ALIMENTACIÓN

1 ► INTRODUCCIÓN

El ganado ovino permite sistemas de producción con un aprovechamiento óptimo de los recursos locales, especialmente por su capacidad de aprovechar los pastos arbustivos, existentes en la mayoría de las comarcas de interior valencianas, y subproductos como el rastrojo de los cultivos extensivos. Esta capacidad, sin embargo, se está abandonando con la estabulación cada vez más habitual de los rebaños. Dicha adaptación se hace patente también por la importante valoración que se hace en producción ecológica de un subproducto como el estiércol y el potencial de este ganado en diversificar su producción en carne, leche y lana.

Además, la intensificación ganadera en ovino ha llevado a la elección de razas cada vez más productivas, normalmente foráneas e incapaces de aprovechar los recursos locales, desplazando así a las razas autóctonas. Esta dinámica, junto con otros factores, ha hecho casi desaparecer de nuestras tierras a la oveja de raza Guirra.

Por ello se ha realizado esta experiencia de producción ecológica de ovino en las comarcas del interior de la Comunidad Valenciana, con el fin de desarrollar un modelo en el que se obtengan productos de calidad, respetuoso con el medio y con los propios animales de la granja. En ella se han estudiado, por una parte, las principales características de la raza Guirra en producción ecológica y, por otra, se ha comparado la utilización de diferentes piensos para el cebado de los corderos, en concreto piensos de origen convencional frente a piensos de producción ecológica, para en un futuro abordar el estudio de otros tipos de productos.

2 ► METODOLOGÍA

Se ha partido de un rebaño existente, compuesto inicialmente por 136 ovejas y tres machos, todos ellos adultos y de raza Guirra. El rebaño se ha dividido en tres grupos aproximadamente iguales, de 35 a 40 ovejas, con el fin de obtener un total de entre cuatro y cinco partos al año, distribuidos regularmente a lo largo del mismo. Estos grupos se han creado por la propia dinámica de ovejas que quedaban cubiertas tras estar durante un mes con los machos, utilizando para la sincronización de los celos el efecto flushing y el efecto macho. En todo momento tanto la alimentación como el manejo de las madres se han ajustado a la normativa de la ganadería ecológica (reglamento CE 2092/91).

Se ha realizado el estudio de tres parideras, las cuales han tenido lugar en septiembre de 2002 (EXP.1), junio de 2003 (EXP.2) y octubre del mismo año (EXP.3). En el momento del nacimiento, los corderos han sido identificados, mediante una anilla numerada que ha sido relacionada con el número de crotal de la madre, pesados y diferenciados en dos lotes, mediante collares de colores para facilitar su manejo, cuidando en todos los casos

que dichos lotes fueran homogéneos respecto a las variables independientes que pudieran incidir en la experiencia (peso de nacimiento, sexo, corderos procedentes de partos dobles o de ovejas primerizas, orden de nacimiento).

El destete se ha realizado en todos los casos cuando la totalidad de los corderos tenía más de 45 días de edad. En el momento de iniciar el suministro de pienso, a partir de los 10 a 40 días de edad, se han separado físicamente los lotes, recibiendo cada uno un tipo: uno de producción convencional y el otro con pienso ecológico, ambos comerciales. Las principales características de estos piensos se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales características de los piensos utilizados en el cebado de los corderos

PARÁMETROS	ECOLÓGICO		CONCENCIONAL	
	EXP. 1	EXP. 2 Y 3	EXP. 1	EXP. 2 Y 3
Proteína bruta	15%	15%	16,5%	17,2%
Materias grasas brutas	3,7%	3,3%	3,5%	3,4%
Celulosa bruta	4,2%	4,3%	4,9%	5,3%
Cenizas brutas	6,1%	6,1%	7,0%	5,5%
Precio (incluidos portes)	0,413 €/kg	0,422 €/kg	0,284 €/kg	0,241 €/kg

Se ha medido quincenalmente el peso de los corderos y el consumo de alimentos. Así mismo se ha realizado un seguimiento de los jornales necesarios para su manejo, las incidencias sanitarias y cuantos aspectos se han considerado relevantes.

Los corderos se han retirado por grupos homogéneos cuando superaban los 22 kg de peso vivo, pues es el valor que se toma como referencia para el sacrificio de los animales en la zona, finalizándose cada experiencia cuando quedaba un número bajo de corderos con un peso inferior a éste.

A partir de la información recogida se han determinado los siguientes parámetros: índice de fertilidad, índice de prolificidad, índice de conversión de los corderos según el tipo de alimentación, incremento de peso diario entre los 10 y 30 días de edad (IPD 10 a 30), entre los 30 y 70 días (IPD 30 a 70) y desde el nacimiento al sacrificio (IPD 0 a sacrific.), peso y edad al sacrificio de los corderos según el tipo de alimentación, edad a la que alcanzaban 22 kg de peso vivo y costes de producción para cada tipo de alimentación, considerando para este último parámetro manejos idénticos y, por tanto, diferenciando únicamente que el alimento de los animales sea de producción ecológica o de origen convencional.

3 ▶ RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar se han estudiado algunos parámetros productivos del rebaño, independientes de la variable introducida en el estudio, como son la fertilidad, prolificidad y peso de los corderos al nacer, cuyos resultados se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2. Características productivas independientes de las variables establecidas en la experiencia

CARACTERÍSTICAS	EXP. 1	EXP. 2	EXP. 3	MEDIA	
Fertilidad	?	51,3%	44,4%	47,9%	
Prolificidad	118%	116%	115%	116%	
Peso de nacimiento	Medio	4,5	4,3	4,5	4,4
	Máximo	6,5	6,0	6,0	6,2
	Mínimo	2,6	3,0	2,5	2,7

La fertilidad no se pudo determinar en la primera paridera (EXP.1), al desconocer el número de ovejas que se encontraban gestantes en el momento de la cubrición. Pero actualmente disponemos de más datos que los reflejados en la tabla, al haber continuado el seguimiento del rebaño una vez finalizado este estudio, obteniendo una fertilidad media del 53,9% en cinco parideras. Este valor es suficiente para garantizar el objetivo productivo de tres partos cada dos años mediante el sistema de manejo descrito, sin necesidad de más técnicas para la estimulación y sincronización de los celos que el efecto flushing y el efecto macho

Los valores de prolificidad y peso de nacimiento son sensiblemente diferentes a los indicados en la bibliografía para esta raza. Así, en ésta, se indica una prolificidad entre el 125% y 131% (Sánchez Belda y Sánchez Trujillano, 1979, Esteban y Tejón, 1980 y Cifre, Soutullo y Oficial, 1997) y un peso al nacimiento entre 3,5 y 4,0 kg (Cifre, Soutullo y Oficial, 1997).

En lo que se refiere a la variable objeto de estudio en esta experiencia, los principales resultados obtenidos se resumen en la Tabla 3. Se ha realizado un análisis ANOVA del efecto de diferentes variables sobre los parámetros productivos objeto del estudio. Las variables consideradas han incluido tanto la que era objeto del estudio, el tipo de pienso, como aquellas variables independientes que podían tener incidencia en el resultado: sexo del cordero, si la madre era primeriza, corderos procedentes de partos dobles, paridera, peso de nacimiento, edad a la que empezaban a disponer de pienso e incremento de peso entre los 10 y los 30 días de edad. Los resultados de este análisis se recogen en la Tabla 4 para las variables cualitativas y en la Tabla 5 para las cuantitativas.

Tabla 3. Principales resultados obtenidos en las experiencias sobre producción de carne

		EXP. 1	EXP. 2	EXP. 3	MEDIA
Peso de los corderos a los 30 días de edad	Eco.	10,2 62,3 a	9,9 62,1 a	9,7 61,5 a	9,9 62,0
	Conv.	10,4 61,9 a	10,3 62,5 a	10,3 62,3 a	10,3 62,2
Peso de los corderos a los 70 días de edad	Eco.	17,3 63,7 a	16,2 64,2 a	16,9 62,6 a	16,8 63,5 *
	Conv.	18,5 64,2 a	18,3 65,1 a	18,7 64,3 a	18,5 64,5 *
Edad de los corderos (días) a los 22 kg de peso vivo	Eco.	120 659 a	104 635 ba	97 619 b	106 641 *
	Conv.	86 622 b	94 652 b	87 624 b	89 635 d *
Incremento de peso entre los 30 y 70 días (gramos/día)	Eco.	173 ±57 abc	152 660 b	180 638 c	168 653 *
	Conv.	199 672 a	195 677 a	211 660 a	202 669 *
Índice de conversión a los 80 días (kg pienso / kg incremento p.v.)	Eco.	1,665	1,059	1,173	1,3 60,3
	Conv.	1,613	1,296	1,188	1,4 60,2
Índice de conversión al sacrificio (kg pienso / kg incremento p.v.) (1)	Eco.	2,175	1,360	1,173	1,6 60,5
	Conv.	1,898	1,526	1,188	1,5 60,4

En todos los casos se indica $\bar{x} \pm 6$ desviación estándar. Letras diferentes tras los valores de una misma variable indican diferencias significativas ($p = 5\%$). * tras los valores de la media indican diferencia significativa ($p = 5\%$) entre el conjunto de valores de las tres experiencias

Dado que cada lote de corderos se alimentaba de forma conjunta, no se ha podido realizar un análisis estadístico de los índices de conversión en cada paridera, limitándose éste al conjunto de las tres.

El pienso de producción convencional permite un crecimiento más rápido de los corderos que el de origen ecológico, lo que se traduce en un mayor peso a determinada edad, como puede observarse en el Gráfico 1, diferencia que resulta significativa a partir de los 60 días para el conjunto de las tres parideras, y en alcanzar antes el peso vivo comercial de 22 kg. No obstante los corderos alimentados con el pienso de producción ecológica han alcanzado sin problemas el peso indicado, no observándose diferencias en la conformación de los corderos o en la mortandad, limitándose éstas a la indicada de un crecimiento más lento.

Esta diferencia puede deberse en parte a la diferente composición de los piensos analizados, especialmente al mayor contenido en proteína bruta de aquellos de origen convencional. Sin embargo, no parece lógico suministrar a este tipo de animales alimentos con un contenido superior al 15% de proteína bruta, dado que no es fisiológicamente necesario y repercute negativamente en el balance económico y en la sostenibilidad.

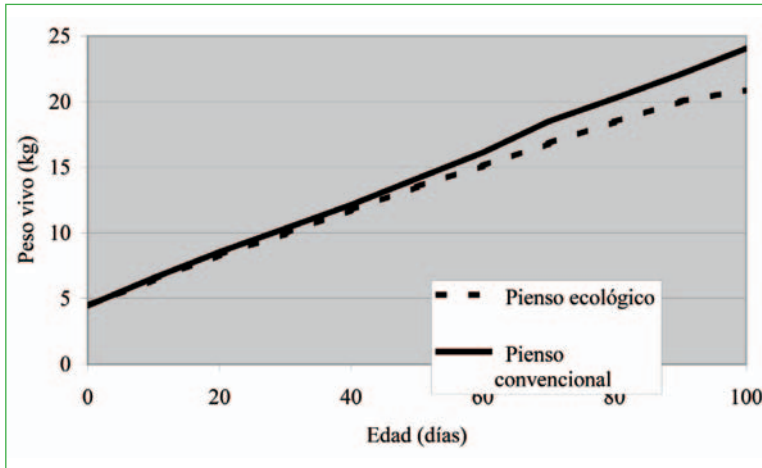


Gráfico 1. Evolución del peso medio de los corderos.

Influye también, que el pienso de producción ecológica fuera menos apetecible para los corderos ya que no incorpora aromas artificiales, siendo su consumo más bajo (Gráfico 2).

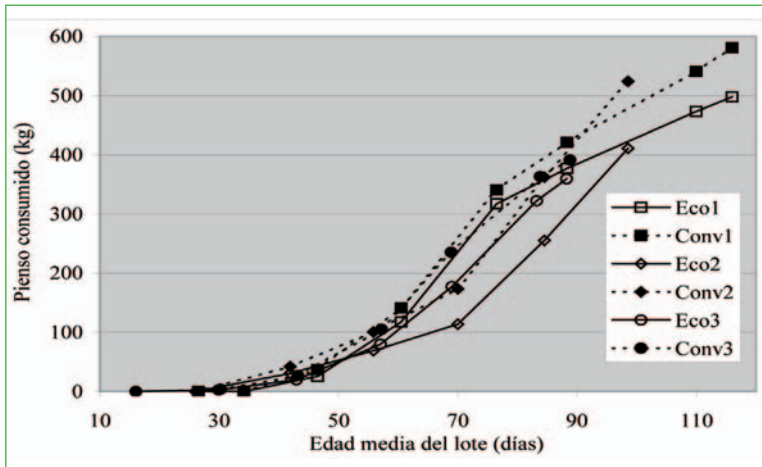


Gráfico 2. Evolución del consumo acumulado de pienso en las tres parideras.

Del efecto de las variables independientes es de destacar el incremento de peso entre los 10 y los 30 días (IPD 10 a 30). Su valor puede ser un indicador de la aptitud de la madre, especialmente de su producción de leche. En una experiencia anterior comprobamos que la producción de leche de este rebaño era muy variable (Pont, 2002) debido a la escasa selección lechera que se ha realizado con esta raza durante los últimos años.

Tabla 4. Efecto de diferentes variables cualitativas sobre algunos de los parámetros estudiados

VARIABLES		IPD 10 A 30 DÍAS	IPD 30 A 70 DÍAS	IPD 0 A SACRIF.	PESO SACRIF.	EDAD SACRIF.	EDAD 22 kg
Pienso	Ecológ.	174 ± 12	169 ± 12 **	177 ± 12 **	22 ± 1 **	97 ± 4	109 ± 13
	Conven.	187 ± 13	202 ± 16 **	210 ± 13 **	24 ± 1 **	98 ± 11	89 ± 8
Sexo	Macho	178 ± 12	194 ± 17	201 ± 15	23 ± 1	95 ± 11	100 ± 13
	Hembra	183 ± 12	175 ± 12	186 ± 10	23 ± 1	100 ± 3	98 ± 8
Parto	1°	172 ± 32	177 ± 49	173 ± 38	20 ± 2	96 ± 14	114 ± 35
	≥ 2°	181 ± 9	186 ± 11	196 ± 9	23 ± 1	98 ± 6	98 ± 8
Parto	Sencillo	192 ± 9 **	193 ± 13	201 ± 11	23 ± 1	96 ± 7	95 ± 9
	Doble	145 ± 16 **	161 ± 18	172 ± 16	21 ± 2	102 ± 5	111 ± 15
Experiencia	1	188 ± 14 a	186 ± 19 a	189 ± 16	23 ± 1 a	99 ± 10 ab	109 ± 13 a
	2	189 ± 15 a	174 ± 18 a	199 ± 16	25 ± 1 b	104 ± 10 a	99 ± 13 ab
	3	164 ± 14 b	195 ± 18 a	194 ± 15	21 ± 1 a	90 ± 10 b	90 ± 13 b
TOTAL		180 ± 9	185 ± 11	194 ± 9	23 ± 1	98 ± 6	99 ± 8

En todos los casos se indica $\bar{x} \pm$ intervalo de confianza al 95%. En un mismo bloque diferencias significativas con * $p < 0,05$ ó ** $p < 0,01$ ó letras diferentes $p < 0,05$

Tabla 5. Efecto de diferentes variables cuantitativas sobre algunos de los parámetros estudiados

VARIABLES	IPD 10 A 30	IPD 30 A 70	IPD 0 A SACRIF.	PESO SACRIF.	EDAD SACRIF.	EDAD 22 kg
EDAD PIENSO	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.
PESO NAC.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
IPD 10 a 30	—	**	**	**	n.s.	**

n.s. = no significativo; * = significativo para $p < 0,05$; ** = significativo para $p < 0,01$

Su efecto se ha mostrado muy significativo sobre el crecimiento posterior de los corderos. En la tercera paridera se redujo la alimentación de las ovejas durante la lactación, con el fin de reducir las diarreas en los corderos, produciéndose una reducción significativa de esta variable, aunque posteriormente se recuperó el crecimiento de los animales. En lo que se refiere al análisis económico se presentan a continuación los resultados extrapolados a un rebaño de 400 ovejas adultas.

Tabla 6. Producción bruta (en euros y año) para un rebaño de 400 ovejas adultas

PRODUCTOS	CONVENCIONAL	ECOLÓGICO
Corderos	34.613,92	41.220,50
Ovejas de desecho	2.880,00	2.160,00
Estiércol	4.200,00	4.200,00
TOTAL	41.693,92	47.580,50
Por oveja	104,23	118,95

La Tabla 6 recoge las producciones brutas, en las que se ha valorado tanto la carne de los corderos como las ovejas de desecho y el estiércol. En la Tabla 7 se desglosan los costes de producción, incluida la mano de obra y las amortizaciones. No se han incluido las tasas para la certificación como producción ecológica en este apartado, sino que éstas han sido consideradas posteriormente como un impuesto.

Tabla 7. Costes totales de producción (en euros y año) para un rebaño de 400 ovejas adultas

	CONVENCIONAL	ECOLÓGICO
Alimentación de las ovejas	16.500,00	20.044,00
Alimentación de los corderos	4.192,98	4.834,15
Alimentación reposición	2.190,56	2.035,62
Otras materias primas	1.024,00	254,80
Mano de obra	10.200,00	15.300,00
Servicios exteriores	2.232,00	2.232,00
Amortizaciones	2.955,00	2.955,00
TOTAL	39.294,54	47.655,57
Por oveja	98,24	119,14

Finalmente en la Tabla 8 se resumen los resultados económicos: margen y excedente neto. La producción bruta es mayor en el sistema ecológico (14%), pues la producción de carne de cordero ligeramente menor se ve sobradamente compensada por el mayor precio que adquieren estos en el mercado.

Tabla 8. Resultados económicos (en euros y año) para un rebaño de 400 ovejas adultas

	CONVENCIONAL	ECOLÓGICO
Margen neto total	2.399,38	-75,07
Margen neto por oveja	6,00	-0,19
Impuestos	1.179,94	2.412,49
Subvenciones	8.400,00	23.200,00
Excedente neto total	9.619,45	20.712,44
Excedente neto por oveja	24,05	51,78

Los costes, sin embargo, se ven incrementados de forma muy superior en el sistema ecológico (21%), lo que conduce finalmente a que el margen sea menor, incluso negativo. Este balance, que en principio haría inviable la producción ecológica, se ve compensado por las subvenciones existentes, las cuales se reciben indirectamente por las superficies de pastoreo. Así, finalmente, el excedente neto del sistema ecológico duplica al del convencional.

El incremento de los costes se debe a dos factores: el mayor precio de los productos utilizados para la alimentación, tanto de las madres como de los corderos, y las mayores necesidades de mano de obra, originadas casi en su totalidad por el pastoreo, pues se ha considerado que éste se realiza como es tradicional y usual en la zona, con el pastor acompañando el rebaño.

4 ▶ CONCLUSIONES

Con el pienso convencional se obtiene un crecimiento más rápido de los corderos, el cual se hace patente tanto al observar la edad media a los 22 kg de peso como el incremento de peso entre los 30 y los 70 días de edad. Estas diferencias son lógicas dada la diferencia de composición entre los piensos, pues los de producción convencional empleados tenían un contenido en proteína superior (16,5% a 17,2% frente al 15,0%). No obstante, aunque más despacio, los corderos alimentados con pienso de producción ecológica alcanzaron los pesos comerciales buscados.

En general se observa un mayor consumo de pienso en relación al incremento de peso (mayor índice de conversión) en el lote alimentado con pienso convencional, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas ($p = 5\%$). En producción ecológica aparecen otros factores más críticos que la naturaleza del pienso utilizado para la alimentación de los corderos, como la falta de veterinarios especializados y la ausencia en el mercado de

complementos minerales y vitamínicos que puedan ayudar a superar situaciones puntuales. El coste de producción empleando pienso procedente de la agricultura ecológica es mayor al obtenido con el pienso convencional, pero la diferencia se debe al mayor precio de los primeros.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Esta experiencia se ha realizado con la financiación del programa de Innovación, Desarrollo e Investigación de la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **CIFRE, J.; SOUTULLO, H. Y OFICIAL, A. 1997**

La oveja Roja Levantina: estado actual y propuestas de conservación. Fundació Bancaixa. Valencia.

- **ESTEBAN, C. Y TEJÓN, D. 1980**

Catálogo de razas autóctonas españolas. I. Especies ovina y caprina. MAPA. Madrid.

- **PONT, J. 2002**

Estudio de la producción de leche de oveja de raza Guirra en manejo ecológico. En E. Dapena y J.L. Porcuna (eds) "La agricultura y ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario", ponencias del V Congreso de la SEAE – I Congreso Iberoamericano de Agroecología, Gijón, 16-21 de septiembre, pp. 1213-1216.

- **SÁNCHEZ BELDA, A. Y SÁNCHEZ TRUJILLANO, M. C. 1979**

Razas ovinas españolas. MAPA. Madrid.

(Footnotes)

(1) En la primera experiencia se produjo un problema por el constipado de los corderos al final de su cebo, debido a un cambio repentino de las condiciones climáticas, lo que obligó a vacunarlos. Es sabido que estas vacunas reducen el crecimiento de los animales, por lo que al lote con pienso convencional se le dio un complemento vitamínico y mineral que no se administró a los corderos con pienso ecológico, ocasionando una importante ralentización en el crecimiento de estos últimos y, como consecuencia, un notable incremento del índice de conversión. Además, las edades medias de sacrificio en las tres experiencias han sido diferentes (116, 99 y 83 días respectivamente). Por todo ello se considera este valor de escasa utilidad dentro de las experiencias.

BALANCE ENERGÉTICO Y DE ALIMENTOS DE LA PRODUCCIÓN DE CORDERO DE RAZA GUIRRA

11

PONT ANDRÉS, JUAN

Noguera A.D.R. Coop. V.
Mas de Noguera. 12440 Caudiel (Castellón)
Telf. y Fax: 964 144074
E-mail: juan@criecv.org

RESUMEN

Se han establecido diferentes modelos de producción de carne de oveja de raza Guirra, tanto ecológicos como convencionales, valorando para cada uno de ellos tanto el balance energético como el balance de alimentos aptos para el consumo humano, como indicadores de la sostenibilidad de los diferentes sistemas de producción. Los modelos de producción ecológica han mostrado mejores rendimientos energéticos y un balance similar en cuanto a los alimentos aptos para el consumo humano que el modelo convencional. No obstante todos los modelos han quedado lejos de los valores que podríamos considerar óptimos para las condiciones de la zona donde se ha realizado el estudio.

PALABRAS CLAVE: INDICADOR DE SOSTENIBILIDAD, GANADERÍA ECOLÓGICA, OVINO Y BALANCE ENERGÉTICO

1 ► INTRODUCCIÓN

En los últimos años asistimos a un cambio en los aspectos valorados de la producción agraria: se han complementado los objetivos puramente productivos para introducir otros más amplios, abarcando aspectos sociales y ambientales. Si aquellos objetivos centrados en la producción eran fáciles de valorar, a través de parámetros como los rendimientos y la viabilidad económica, el nuevo planteamiento, más complejo, de sostenibilidad, requiere otros elementos que permitan integrar los factores económicos, sociales y ambientales, posibilitando la comparación de modelos y la toma de decisiones. Estos elementos se conocen como indicadores de sostenibilidad y actualmente se está trabajando a diferentes niveles en su definición.

Generalmente se da por supuesto que algunos modelos como la ganadería ecológica o la utilización de razas autóctonas conducen automáticamente a una mayor sostenibilidad, sin un análisis detallado de cada situación. Aquí no cuestionamos que en estudios con un ámbito más amplio esta suposición sea correcta, nos planteamos abordar una situación más concreta, lo que permitirá, entre otras cosas, confirmar o corregir dicha situación, al menos fundamentarla, centrando la valoración de la sostenibilidad en el ámbito de la unidad de producción: la granja.

En este trabajo se analizan dos indicadores en función de diferentes modelos de producción de ovino de carne. Dichos indicadores son el balance energético y el balance de alimentos aptos para el consumo humano. Los modelos planteados son un sistema de producción convencional, en el cual el rebaño permanece estabulado, y dos sistemas de producción ecológica, uno orientado exclusivamente a la actividad ganadera y otro mixto en el que se combinan las producciones agrarias y ganaderas.

2 ► METODOLOGÍA

Los modelos se han establecido a partir de los datos obtenidos en el seguimiento, entre abril de 2001 y octubre de 2003, del rebaño existente en Mas de Noguera, formado por 112 a 135 ovejas adultas de raza Guirra, algunos de cuyos resultados se presentan en otra ponencia de este Congreso (Pont, 2004). Se han planteado cuatro modelos de producción, todos ellos bajo un mismo planteamiento general, uno convencional, dos ecológicos y un supuesto ideal, el cual se ha planteado para situar en términos absolutos los resultados de los restantes modelos, cuyas características son:

- **Modelo convencional (CONV):** producción en estabulación permanente, alimentando adultos y corderos mediante piensos y forrajes de producción convencional en el aprisco, todos ellos obtenidos del exterior y formados por ingredientes de origen vegetal. Se considera que se utiliza sincronización de celos, lo que permite aproximarse

a los tres partos cada dos años, obteniendo, una vez descontada la reposición, 16 kg de canal de cordero por oveja adulta y año.

► **Modelo ecológico en una granja exclusivamente ganadera (ECO1):** producción según el reglamento 2092/91. Tanto adultos como corderos tienen acceso a pastos y reciben un complemento de pienso y forraje en el aprisco. En este modelo se considera que dichos complementos alimenticios son obtenidos en otras granjas, con unos costes de transporte superiores a los del modelo convencional por no existir actualmente suficiente oferta de productos ecológicos en las proximidades. El manejo reproductivo es mediante tres lotes, favoreciendo la sincronización de los celos mediante el efecto macho y el flushing, aproximándonos así al objetivo de tres partos cada dos años, aunque no tanto como en el modelo convencional, obteniendo una producción neta de 15 kg de canal de cordero por oveja adulta y año.

► **Modelo ecológico en una granja mixta agrícola y ganadera (ECO2):** similar al anterior con la única diferencia que los alimentos complementarios son obtenidos en la propia granja, reduciendo así de forma significativa los costes de transporte.

► **Modelo ideal (IDEAL):** basado en el modelo ECO2 en el que se ha supuesto que el pastoreo permite cubrir las necesidades de mantenimiento de los animales adultos.

Para el cálculo de los costes energéticos se ha tenido en cuenta las materias primas y el trabajo (mecánico y humano) invertido en la producción. Para los alimentos se han utilizado los costes energéticos de producción indicados por Lacasta y Meco (2000), mientras que el resto de costes energéticos unitarios se han tomado de Leach (1981).

Se ha despreciado el contenido energético de la paja consumida, pues se ha considerado que su valor ya ha sido asumido por el grano de cereal contabilizado, aunque la cantidad de paja (unos 211 kg/oveja/año) es superior al de cereal (unos 125 kg/oveja/año), pero si se ha tenido en cuenta el de su transporte hasta la granja. Se ha valorado el contenido energético y proteico de los productos obtenidos (excepto el estiércol) y los consumidos, a partir de la información contenida en las tablas de composición de los alimentos.

3 ► RESULTADOS OBTENIDOS

Con los datos indicados anteriormente se han calculado para cada modelo los insumos energéticos utilizados (Tabla 1), las producciones obtenidas (Tabla 2), tanto en términos energéticos como de proteína, y, a partir de la relación entre insumos y producciones, dos tipos de ratios (Tabla 3), en primer lugar la eficiencia energética (E_r), resultado del cociente entre la energía obtenida y la consumida, y en segundo lugar los costes de producción de

cada unidad de proteína, expresando este último parámetro de dos formas: como resultado de dividir el insumo energético (en MJ) entre los kg de proteína obtenida (MJ/kgP) así como su inversa pero indicando la energía en GJ (kgP/GJ). Igualmente se ha valorado el contenido alimenticio, tanto energético como proteico, de los diferentes insumos (Tabla 4), diferenciando aquellos correspondientes a los insumos aptos para el consumo humano. La relación entre los valores alimenticios de los productos obtenidos (Tabla 2) y el correspondiente a los insumos (Tabla 4) expresa la eficiencia de conversión de los alimentos vegetales en alimentos de origen animal.

Tabla 1. Valoración de los insumos energéticos de los diferentes modelos de producción (por oveja adulta)

INSUMOS	UDS.	IDEAL		CONV		ECO1		ECO2	
		CANTD.	MJ	CANTD.	MJ	CANTD.	MJ	CANTD.	MJ
Alimentación del rebaño adulto									
Forrajes o heno	kg	22	28	62	145	60	76	60	76
Cereal	kg	36	70	99	586	93	182	93	182
Legumbres	kg	9	58	25	205	23	151	23	151
Transporte alimentos	tm x km	2	10	26	130	48	242	5	24
Alimentación de los corderos									
Cereal	kg	20	39	26	154	20	39	20	39
Legumbres	kg	9	56	11	92	9	56	9	56
Transporte alimentos	kg x km	1	4	5	27	9	44	1	4
Otros insumos									
Mano de obra	h	4,5	1,8	3	1,2	4,5	1,8	4,5	1,8
Tractor	h	1,5	285	1,5	285	1,5	285	1,5	285
TOTAL INSUMOS			552		1.625		1.076		819

Tabla 2. Valoración de las producciones de energía y proteína de los diferentes modelos de producción (expresado por oveja adulta)

PRODUCCIONES	IDEAL	CONV	ECO1	ECO2
Energía (MJ)	158	169	153	153
Proteína (kg)	2,8	3,0	2,7	2,7

Tabla 3. Balance energético de los diferentes modelos de producción

RATIOS	IDEAL	CONV	ECO1	ECO2
Energía obtenida / energía aportada (Er)	0,285	0,104	0,142	0,187
Energía aportada / proteína	(MJ/kgP) 5,0	550 1,8	401 2,5	305 3,3

Tabla 4. Valor alimenticio de los insumos

	IDEAL	CONV	ECO1	ECO2
Totales				
Energía (MJ)	1.236	2.602	2.357	2.357
Proteína (kg)	6,0	14,1	12,9	12,9
Aptos para la alimentación humana				
Energía (MJ)	727	1.599	1.429	1.429
Proteína (kg)	4,1	9,1	8,2	8,2

Tabla 5. Proporción de insumos vegetales aptos para la alimentación humana que son transformados en alimentos de origen animal

	IDEAL	CONV	ECO1	ECO2
Energía	22%	10,5%	10,7%	10,7%
Proteína	68%	32%	33%	33%

4 ► DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El balance energético es bajo en todos los casos, como corresponde a los sistemas de producción ganadera, siendo mejor en los modelos de producción ecológica que en el modelo convencional, tanto en lo que se refiere a la eficiencia energética (Er) como al coste de la producción de proteína. En la comparación de los dos modelos ecológicos se pone de manifiesto la importancia del transporte de los insumos en el balance energético, pues

al reducir este mediante la producción de los alimentos en la propia granja se logra una reducción próxima al 24% de los costes energéticos totales.

Los modelos planteados presentan valores alejados de los obtenidos en el modelo ideal, por debajo del 40% para el sistema de producción convencional y entre el 50 y el 70% para los modelos ecológicos (Gráfico 1).

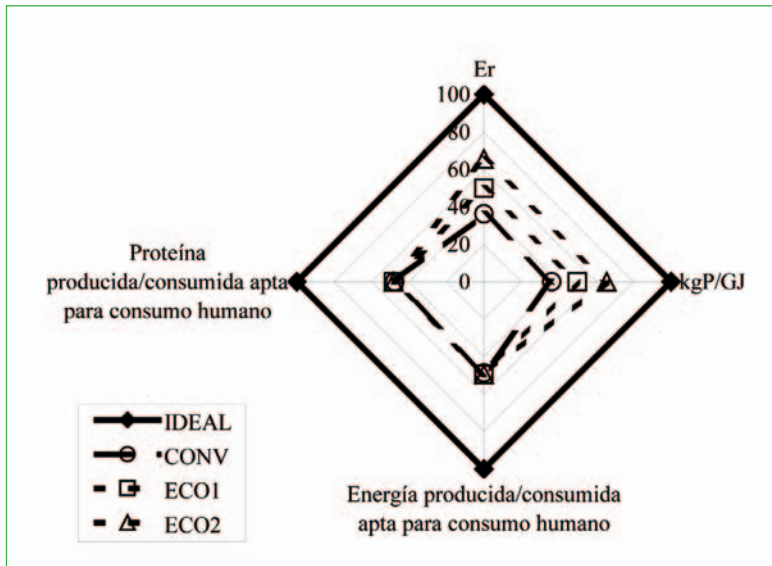


Gráfico 1. Valor relativo respecto al modelo ideal de los diferentes índices.

En lo que se refiere al balance de alimentos aptos para el consumo humano, los resultados han sido muy similares en los tres sistemas de producción planteados, situándose por debajo del 50% del modelo ideal. Incluso en este último modelo, la proporción de alimentos transformados en términos energéticos ha sido muy baja (22%).

5 ► CONCLUSIONES

Los sistemas de producción ecológica presentan un balance energético superior al sistema de producción convencional, tanto en lo que se refiere a la eficiencia energética (Er) como al coste de la producción de proteína. No obstante, los valores obtenidos quedan lejos de los que podríamos considerar como ideales, por lo que podemos afirmar que el cumplimiento del reglamento 2092/91, si bien representa una mejora, no garantiza totalmente un balance apropiado.

En lo que se refiere al balance de alimentos aptos para el consumo humano, los tres sistemas de producción analizados presentan valores similares y muy bajos, incluso el modelo ideal ha mostrado una eficiencia muy baja en la conversión de los alimentos de origen vegetal.

Los resultados obtenidos nos inducen al menos a dos recomendaciones: incluir la producción de alimentos para el ganado en la propia granja e incrementar la proporción de alimentos procedentes de recursos pastables. En las condiciones de muchas zonas áridas y semiáridas, como aquella en la que se ha realizado este estudio, aumentar la fracción de alimentos procedentes del pastoreo implica actualmente una mejora de estos recursos, aspecto en el que algunas especies arbustivas pueden jugar un papel importante.

6 ▶ AGRADECIMIENTOS

Este estudio es parte de un trabajo más amplio, titulado “Aproximación a un sistema de indicadores de sostenibilidad para la ganadería ovina en la provincia de Castellón”, que fue realizado con la financiación de la “Convocatoria de Ayudas para Programas Innovadores sobre Experiencias y Desarrollo Agropecuario” de la Excma. Diputación Provincial de Castellón, cuyo contenido completo se puede obtener en http://www.criecv.org/es/ae/comosehace_ae/indicadores-sostenibilidad.pdf

7 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **LACASTA, C. Y MECO, R. 2000**

Costes energéticos y económicos de agrosistemas de cereales considerando manejos convencionales y ecológicos. Actas del IV Congreso de la SEAE, Córdoba, septiembre de 2000.

- **LEACH, G. 1981**

Energía y producción de alimentos. Servicio de Publicaciones Agrarias, MAPA. Madrid.

- **PONT, J. 2004**

Caracterización de la raza Guirra en producción ecológica y comparación en la alimentación de los corderos. Actas del VI Congreso de la SEAE, Almería, septiembre de 2004.

EFECTO SOBRE LA CANTIDAD DE PROTEÍNA DEPOSITADA EN HUEVOS DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE DOS TIPOS DE RACIONES

Completa y fraccionada

RAIGÓN, M. D.⁽¹⁾; GARCÍA MARTÍNEZ, M. D.⁽¹⁾; GUERRERO, C.⁽¹⁾ Y PONT, J.⁽²⁾

⁽¹⁾ Escuela Técnica Superior del Medio Rural y Enología. Universidad Politécnica de Valencia
Avda. Blasco Ibáñez, 21. 46010 Valencia. Telf.: 96 3877347 / Fax: 96 3877129
E-mail: mdraigon@qim.upv.es / magarma8@qim.upv.es / cargueva@qim.upv.es

⁽²⁾ ADR Mas de Noguera. 12440 Caudiel (Castellón). Telf: 96 4144074
E-mail: Juan@criecv.org

RESUMEN

Una de las principales problemáticas en la cría de gallinas de puesta ecológica es el nivel de proteína que se puede incluir en los piensos de las ponedoras y las dificultades que tienen éstas para obtener los aminoácidos esenciales que necesitan para la puesta.

Se han ensayado dos raciones diferentes en un grupo de gallinas ecológicas, analizando como se relaciona la ingesta con la cantidad de proteína depositada en el huevo completo, así como en su fracción de albumen y de yema. Los piensos han sido siempre los mismos y en las mismas proporciones, una de las raciones consiste en el aporte conjunto de energía y proteína, en la segunda se realiza un aporte fraccionado y separado del pienso de cereales y leguminosas.

La preferencia de alimento, en las gallinas con el pienso fraccionado, es ingerir mayoritariamente cereal. Las diferencias encontradas no son significativas, pero las concentraciones de proteína total en el huevo completo de las gallinas de la ración conjunta son mayores, así como en la yema y en el albumen, debido principalmente al mejor aprovechamiento de los nutrientes y a la asociación de los mismos. Esto permitiría reducir las dosis de leguminosas en la ración, siempre que no se produzca reducción de la producción.

PALABRAS CLAVE: AVICULTURA ECOLÓGICA, PROTEÍNA TOTAL, YEMA, ALBUMEN Y PIENSO FRACCIONADO

1 ► INTRODUCCIÓN

La alimentación representa el mayor coste en la producción avícola sobre todo en la ecológica, en la cual se encarece el precio de las materias primas, que deben ser especiales y estar dentro de la normativa de este sector.

La gallina ponedora regula bien el consumo de pienso, dependiendo principalmente de la concentración energética, la cantidad de proteínas y aminoácidos, el nivel de calcio e incluso la forma de presentación del pienso (Navalón, 1995). Dado que el índice de puesta, así como el tamaño del huevo y su composición dependen fundamentalmente de la alimentación de la gallina, tanto del tipo de alimento que ingiere como de su calidad y composición en energía y proteína, es de especial interés conocer todas las respuestas del ave en cuanto a la variación de su dieta. Aunque también factores genéticos, ambientales, fisiológicos, sanitarios e incluso el manejo influyen sobre la puesta (Ortiz, 1995).

La gallina tiene especial preferencia por el consumo de cereal, por ser el alimento energético sobre el cual regula su ingesta, por lo que dependiendo de la cantidad de cereal o energía que ingiera, ella misma decidirá cual es la cantidad del resto de nutrientes que toma. Las necesidades diarias energéticas de una gallina ponedora en condiciones normales, son de 310 a 325 kcal de energía metabolizable (Navalón, 1995). Teniendo en cuenta, claro está que dentro de la ración deben estar presentes todos los nutrientes esenciales para el ave, tanto para su mantenimiento y crecimiento, como para mantener un buen índice de puesta. La dieta básica de una gallina ponedora, debe aportar energía, proteína, vitaminas y minerales.

Por otro lado la gallina ponedora no necesita una necesidad real de proteínas, sino una serie de necesidades específicas en aminoácidos, por lo cual no es muy importante ni limitante el contenido en proteína bruta, sino los aminoácidos esenciales (principalmente los azufrados) y la lisina. Las necesidades proteicas del ave dependerán de la concentración energética del pienso, la calidad de la proteína, del peso y edad del ave y del nivel de producción de huevos. Así las necesidades diarias de proteína bruta al día son de 18 g/día (Navalón, 1995).

Las aves comen con el fin de satisfacer sus necesidades energéticas, por lo que se puede regular el resto de nutrientes, tanto para evitar un gasto excesivo en su alimentación como para evitar el excesivo engrasamiento de las aves. Por ello mismo, con un pienso excesivamente energético, la gallina tomará menos cantidad y por lo tanto la ingesta del resto de nutrientes se verá reducida y puede que la tasa que necesita de aminoácidos no sea la correcta, afectando a la puesta del ave.

Por tanto hay que buscar una dieta que cubra tanto las necesidades energéticas, como las proteínicas, y adaptarla para evitar que la gallina excrete el exceso de proteína y así asegurar que la utilización de la ración es lo más correcta posible, sin exceder en gastos.

Los cereales aportan la mayor parte de la energía del pienso, con un pequeño aporte de minerales y proteínas. Las legumbres aportan principalmente proteína y minerales, aunque nunca se sobrepasará los límites recomendados de cada especie, ya que la mayoría contienen sustancias antinutritivas o que inhiben el crecimiento de las aves (Pont, 2002).

Aunque si bien en la avicultura ecológica el tamaño del huevo no importa, ya que no se diferencian calibres, teniendo el mismo precio de venta en el mercado, por lo que no interesa hacer un gasto excesivo en aumentar la concentración energética del pienso por encima de las necesidades básicas de la ponedora (2600-2900 kcal/EM/kg).

En este trabajo se pretende determinar en un grupo de aves ecológicas, alimentadas con dos raciones distintas, el nivel de proteína que depositan en el huevo, para comprobar si el aporte de proteína y la forma en que se aporta, influyen en la composición del huevo.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Masía Más de Noguera, a unos 900 m de altitud en el término municipal de Caudiel (Castellón). Se trabajó con dos lotes de gallinas de puesta bajo manejo ecológico, nacidas el 22 de octubre de 2003. Las aves llegaron al Mas de Noguera el 17 de diciembre y se sometieron al mismo manejo, como un solo grupo, hasta el día 2 de marzo de 2004, que se separaron en dos gallineros o lotes diferenciados.

El primero de los lotes toma una ración conjunta de cereal y leguminosas, el segundo lote tiene dividida y separada la ración en dos partes bien diferenciadas, en una toma la energía y en otra la proteína, aunque si bien el compendio de las raciones es el mismo para los dos lotes, ya que han tenido siempre los mismos ingredientes y en las mismas proporciones. Los ingredientes han sido cebada, avena, centeno, maíz, guisantes, garbanzos, torta de soja, bicarbonato cálcico, fosfato bicálcico y bicarbonato sódico. El Cuadro 1 muestra la composición de las raciones objeto de estudio.

Cuadro 1. Raciones objeto del estudio

PIENSO COMPLETO	PIENSO FRACCIONADO	
16.8 ~ 17.2% P.B	Cereal	9 ~ 10.1% P.B.
2730 ~ 3020 kcal/kg		2730 ~ 3020 kcal/kg
	Legumbres	25.5 ~ 26.5% P.B
		2610 ~ 2750 kcal/kg

En este estudio se determinó el nivel de proteína en tres alícuotas del huevo: huevo completo, yema y albúmen. En un total de 24 muestras, 12 de cada tipo de alimentación, escogidas al azar dentro de cada uno de los gallineros.

La determinación analítica previa del nivel en nitrógeno total de la parte comestible del huevo se obtuvo mediante el método Kjeldhal (Matissek *et al.*, 1992).

3 ► RESULTADOS

Los resultados obtenidos sobre el contenido en proteína total de los huevos estudiados, se muestran en las diferentes fracciones analizadas, tanto en la yema como en el albúmen y en el conjunto del huevo.

La figura 1 muestra el contenido en proteína total en la yema del huevo. Se observa que el contenido es mayor en los huevos que proceden de gallinas que han tomado la ración completa, aunque sin diferencias significativas, al 95% de confianza.

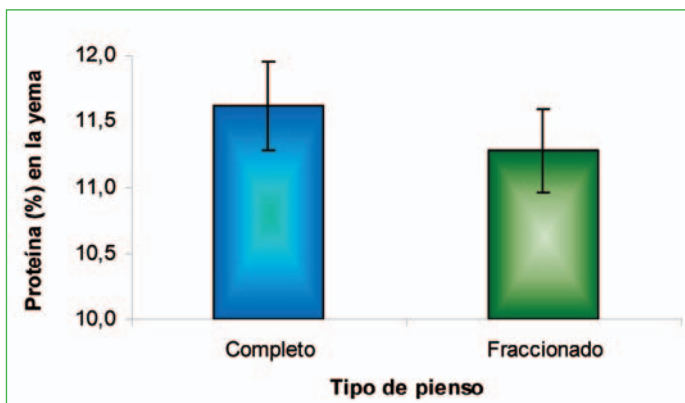


Figura 1. Contenido en proteína en la yema del huevo.

El nivel de proteína que se estima en el albúmen (figura 2) es menor en los huevos de las gallinas que han tenido la ración fraccionada en dos tomas, aunque las diferencias entre ambos tipos de alimentación son muy bajas.

La figura 3 muestra el contenido del huevo completo en proteína total, que es lógicamente mayor en los huevos de las gallinas que toman todos los nutrientes en la misma ración, sin distinción, lo que corrobora los resultados obtenidos en cada una de las fracciones del huevo (yema y albúmen).

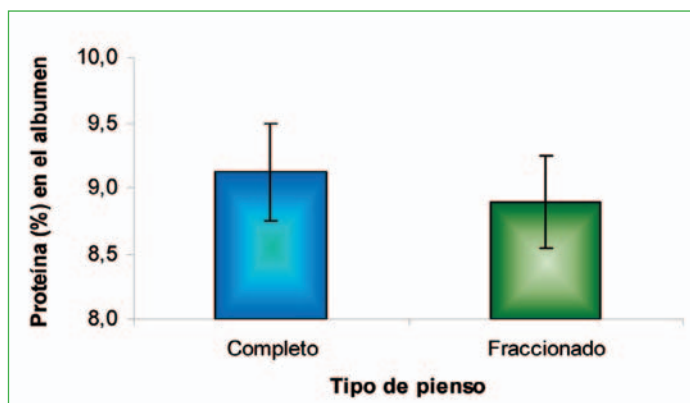


Figura 2. Contenido proteico del albúmen.

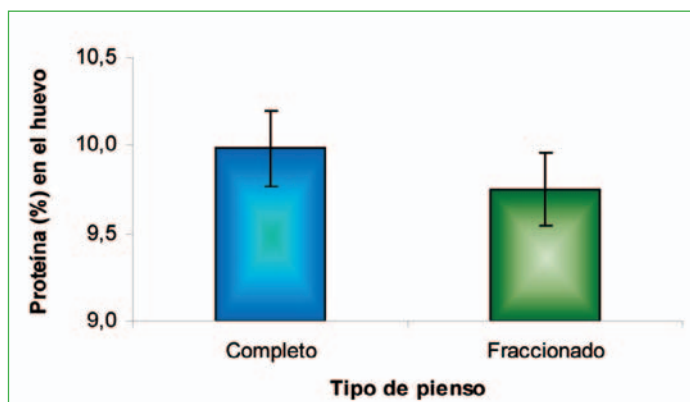


Figura 3. Nivel de proteína en el huevo.

Cuadro 2. Composición media de la proteína del huevo, según el tipo de alimentación

GRAMOS DE PROTEÍNA EN 100 g DE HUEVO		
	Pienso completo	Pienso fraccionado
Yema	11.612	11.277
Albumen	9.122	8.89
Huevo completo	9.984	9.75

Hay estudios que demuestran que el aumento de metionina aumenta la deposición de proteína total en el huevo, pero están realizados con el aminoácido de síntesis, en lugar de

con el aumento o disminución de la proteína en la dieta (Shafer *et al.*, 1996). En el Cuadro 2 se observan los valores obtenidos en este trabajo, que comparando con la composición del huevo que se cita en bibliografía (Cuadro 3), se observa que los resultados obtenidos, son en todos los casos menores para los huevos del estudio, tanto de piensos fraccionados como de la ración completa.

Cuadro 3. Composición media de las partes comestibles de un huevo

	GRAMOS POR 100 G DE CADA PORCIÓN		
	ENTERO	ALBÚMEN	YEMA
Agua	74-75.5	87-89	46.5-49
M. seca	24.5-26	11-13	51-53.5
Proteína	12-12.8	9.5-11.5	16-17
Lípidos	11.8-12.3	—	33-34
Glúcidos	0.3-0.4	0.4-0.5	0.15-0.25
Cenizas	0.8-1	0.5-0.7	1.1-1.6

Fuente: Sauveur, 1993.

4 ► CONCLUSIONES

Las dietas que han aportado todos los nutrientes de forma conjunta, o sea, energía y proteína en la misma ingesta, han obtenido mayor contenido en proteína total, tanto en la porción del huevo entero, como en cada una de sus fracciones, yema y albumen.

Aunque no existen diferencias significativas, esto indica que las gallinas obtienen un mejor balance de la dieta si en una misma toma obtienen todos los nutrientes esenciales para la puesta –energía (cereal) y proteína (leguminosa)–. Sin embargo, las gallinas que ingerían separadamente el cereal y la leguminosa, han obtenido para todos los casos un nivel de proteína menor, aunque las gallinas ingerían mayor cantidad de la ración energética que de la puramente proteica. Por lo que se puede decir, que con un menor nivel de ingesta proteico, las gallinas han sintetizado en el huevo, prácticamente el mismo nivel de proteína que con un pienso completo.

En general, esto puede llevar a un abaratamiento del coste de la alimentación, bajando el nivel de inclusión de proteína bruta en la ración de la gallina, aunque como se ha demostrado, ofreciendo a la gallina una alimentación a base de pienso completo.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

• **EDWARDS, M. D. Y GREENHALG, H. M. 1999**

Capítulo 15. Necesidades nutritivas para la reproducción. Nutrición animal. 5ª edición. Ed. Acribia. 576 pp.

• **MATISSEK, R.; SCHNEPEL, F. M. Y STEINER, G. 1992**

Análisis de los alimentos. Fundamentos, métodos y aplicaciones. Capítulo 3. Ed. Acribia, S.A. Madrid. 89-112 pp.

• **NAVALÓN, J. M. 1995**

Capítulo XV. Nociones de racionamiento en gallinas ponedoras comerciales. Zootecnia. Bases de producción animal. Tomo V. Avicultura clásica y complementaria. Coord. y direc. Buxadé, C. Ed. Mundi-prensa. 424 pp.

• **ORTIZ, A. 1995**

Capítulo X. La gallina ponedora: ciclos de puesta. Zootecnia. Bases de producción animal. Tomo V. Avicultura clásica y complementaria. Coord. y direc. Buxadé, C. Ed. Mundi-prensa. 424 pp.

• **PONT, J. 2002**

Ponències dels curs de l'escola agrària de Manresa. Especialització en avicultura ecològica. Ed. Amics de l'escola agraria de Manresa. 124 pp.

• **SAUVEUR, B. 1993**

El huevo para consumo: Bases productivas. Versión española: Buxadé, C. Ed Mundi-Prensa. Madrid. 401 pp.

• **SHAFFER, D. J.; CAREY, J. B. Y PROCHASKA, J. B. 1996**

Effect of dietary methionine intake on egg component yield and composition. Poultry-sci 75: 1080-1085 pp.

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE CERDO EN LOS PAÍSES BAJOS

¿Una ganadería ecológica intensiva?

RIVERA FERRE, MARTA G.

Alterra Research Institute, Wageningen University and Research
Postbus 47 6700AA Wageningen (LOS PAÍSES BAJOS)
E-mail: Marta.RiveraFerre@wur.nl

RESUMEN

El análisis de distintos parámetros relevantes de la producción ecológica de cerdo en los Países Bajos revela que la mayor parte de estas granjas (72%) no ajustan su carga ganadera al tamaño de la explotación. Como consecuencia, es habitual que se supere el límite de producción de Nitrógeno (N) de 170 kg N/ha y año estipulado por la Unión Europea (UE). Además, el sistema de producción está más próximo a los sistemas convencionales que a los principios de la agricultura ecológica. Este y otros resultados sugieren que existen algunas deficiencias en el sistema de producción ecológico de cerdo en los Países Bajos. Asimismo destacan que el cumplimiento de la normativa europea que regula la producción ecológica no es garantía de sostenibilidad de las explotaciones. Estos datos ponen en relevancia la existencia de incoherencias en la producción ecológica en la UE: ¿se puede ser productor no ecológico aún cumpliendo la normativa de producción ecológica?.

PALABRAS CLAVE: AGRICULTURA ECOLÓGICA, PORCINO, NORMATIVA EUROPEA Y PAÍSES BAJOS

1 ► INTRODUCCIÓN

Tras varias crisis alimentarias consecutivas y algunos escándalos sobre el tratamiento a los animales que cuestionan el sistema de producción intensivo, la sociedad europea empieza a reclamar alimentos saludables producidos de manera respetuosa con el medio ambiente y los animales. En este marco, la agricultura ecológica (AE) ofrece una alternativa interesante que está teniendo una buena acogida entre los consumidores europeos, apareciendo así un nicho de mercado al que muchos productores se están incorporando. Como consecuencia de ello, la AE ha experimentado un fuerte crecimiento, considerándose como un tipo de agricultura que puede ofrecer soluciones a múltiples problemas medioambientales, económicos, sociológicos y de salud planteados por la agricultura convencional.

Una clara evidencia del auge de la AE es el fuerte incremento en el número de granjas que ahora producen de manera ecológica dentro del territorio de la UE. En la UE-15, este incremento fue del 32% entre los años 1998 – 2000 (Eurostat, 2003). En el mismo período el número de hectáreas se incrementó en un 68%. En España, desde los años 1993 al 2002, el número de granjas ha pasado de 7543 a 16521, y en los Países Bajos, de 455 a 1560 (Eisfom, 2004). En este último por ejemplo, el número de productores de cerdo ecológico aumentó de 77 a 99 entre los años 2000 y 2002 (cbs, 2004), lo cual supone un incremento del 28,7% en dos años.

Con objeto de evitar fraudes y estandarizar la producción ecológica así como para dar mayor confianza al consumidor, la Comisión Europea redactó una normativa (2092/91) de obligado cumplimiento para los productores ecológicos que quieran vender sus productos bajo el sello del organismo certificador de cada país. Dicha normativa se amplió en el año 2000 para regular la producción animal (1804/99).

Sin embargo, cuando se traducen los principios básicos de la AE postulados por la Federación Internacional de Agricultura Ecológica (IFOAM en sus siglas inglesas) en una serie de pautas de manejo, nos podemos encontrar con situaciones en las que la producción ecológica cumple la normativa pero no es sostenible. Este es el caso, a mi entender, de la producción ecológica de cerdo en algunos países europeos, como los Países Bajos. En este trabajo se analizan algunos parámetros objetivos relativos al año 2003 de las granjas holandesas de producción de cerdo ecológico a las que hemos tenido acceso. Con este análisis se sugiere cómo efectivamente se puede ser no ecológico aún a pesar de cumplir la normativa.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

El Ministerio de Agricultura de los Países Bajos posee una base de datos denominada GIAB (Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven, en castellano Sistema de Información

Geográfica de Instalaciones Agrícolas) que los ganaderos cumplimentan anualmente de forma voluntaria.

Esta base de datos responde a las preguntas *quién* (información personal como nombre, teléfono, edad, número de trabajadores, actividad principal, etc), *qué* (datos productivos y económicos del granjero, características generales de la granja, etc.) y *dónde* (localización geográfica, dirección, municipio, etc.). De la última actualización de la base de datos (año 2003) se realizó una búsqueda de los productores de cerdo ecológico registrados por el organismo certificador Skal a fecha de Junio de 2004 (99 productores) y que se encuentran accesibles en la página web de dicho organismo (www.skal.nl), localizándose un total de 86 productores (87% del total).

De las variables especificadas en GIAB para cada granja, se seleccionaron las consideradas más importantes para caracterizar la producción ecológica de cerdo. Los parámetros analizados están especificados en la tabla 1. Estos parámetros se dividieron en cuatro categorías para su análisis, tal y como se muestra en la misma tabla. Algunas de las variables son:

- ▶ **Edad granjero.** Categorizado en función de la edad desde la que la normativa considera que un granjero es joven ($< = 40$ años) hasta los 60 años.
- ▶ **Tipo de granja. Pastoreo.** Granjas cuya principal fuente de ingreso ($> 2/3$) procede de animales rumiantes (vacuno, ovino, caprino), ya sean para producción de leche o de carne; *mixto-vegetal*: granjas cuya mayor fuente de ingresos procede del cultivo, y en menor medida de la producción animal; *mixto-animal*: granjas cuyos ingresos proceden de diferentes productos, fundamentalmente animales; *porcino*: granjas especializadas en la producción de cerdo.
- ▶ **Dutch Size Units (DSU).** Medida económica que calcula el margen de beneficio bruto de cada granja. Se utiliza como indicador del tamaño y viabilidad de las granjas. Unidad de medida: ECUs (1 ECU = 1 €).
- ▶ **Año EKO.** Es el año de certificación de la granja. Se eligió como indicador del grado de compromiso del granjero con los principios de la AE. Las distintas categorías se han realizando coincidiendo con una año después del inicio de las ayudas y los diferentes programas de subsidios a la AE en los Países Bajos (1992, 1995-1996, 1999).
- ▶ **Grano.** Indica si la granja dedica al menos un 10% del total de SAU a la producción de grano, y se ha utilizado como medida de la autosuficiencia de las granjas.
- ▶ **Barbecho.** Ha sido elegido como indicador de manejo sostenible.

Otras variables fueron calculadas a partir de algunas ya existentes en la base de datos:

► **N producido. (TN, kg N/ha y año).** Se calculó a partir de “Número de animales” (porcino: reproductores, cebo, lechones; bovino: vacuno de leche, otro vacuno, total bovino; pequeños rumiantes: ovejas y cabras; aves: gallinas ponedoras y *broilers*; caballos; etc.) y “Superficie Agrícola Útil” (SAU, ha) sabiendo los kg de N anuales producidos por cada especie animal. Los valores de producción de N por animal y año se obtuvieron a partir del número máximo de animales por ha que según la directiva 1804/99 equivalen a 170 kg N/ha y año. De manera que:

$$N \text{ producido} = [\text{n}^\circ \text{ vacuno (leche y otros)} \times 85 + \text{otros bovinos} \times 68 + \text{n}^\circ \text{ reproductores porcino} \times 26 + \text{n}^\circ \text{ cerdos engorde} \times 12,5 + \text{n}^\circ \text{ lechones} \times 2,3 + \text{n}^\circ \text{ caballos} \times 85 + \text{n}^\circ \text{ broilers} \times 0,29 + \text{n}^\circ \text{ ponedoras} \times 0,74 + N \text{ otros}] / \text{SAU}$$

Hay que aclarar que estos valores dependen de muchos factores, entre ellos la alimentación y el nivel de producción de cada animal. Sin embargo, esta aproximación es considerada válida ya que el objetivo de este trabajo no es dar cifras exactas, sino tendencias y utilizar éstas para valorar la normativa europea a este respecto.

► **N sobrante (kg N/año).** Se calculó multiplicando el N producido por el número de ha de SAU restando los 170 kg N/ha permitidos por la normativa de esta manera:

$$N \text{ sobrante} = (N \text{ producido} - 170) \times \text{SAU}$$

► **Unidades de Ganado Mayor (LU).** Se calculó a partir de “Número de animales” y las equivalencias para las Unidades de Ganado Mayor de cada una de las especies del siguiente modo:

$$LU = \text{n}^\circ \text{ vacuno leche} + (\text{n}^\circ \text{ otro vacuno} + \text{n}^\circ \text{ otro bovino}) \times 0,8 + \text{n}^\circ \text{ cerdos engorde} \times 0,3 + \text{n}^\circ \text{ cerdos reproductores} \times 0,5 + \text{n}^\circ \text{ lechones} \times (2,7/100) + \text{n}^\circ \text{ broilers} \times (0,7/100) + \text{n}^\circ \text{ ponedoras} \times (1,4/100) + \text{n}^\circ \text{ caballos} \times 0,8 + \text{n}^\circ \text{ ovejas y cabras} \times 0,1$$

► **LU/ha = LU/SAU.** La primera categoría se ha realizado en base a las ayudas dadas por la UE a la prima de extensificación ($\leq 1,4$).

► **LU cerdos/T.** Nos indica la proporción de cerdos respecto al total de LU de la granja, y junto con LU/ha es indicativo del grado y el tipo de intensificación de la misma.

► **% propiedad.** Es la proporción del total de la granja de la que el ganadero es propietario: a partir del tamaño de la granja (SAU, n° de ha) y la proporción de la misma que el ganadero posee en propiedad.

Posteriormente, se calcularon las frecuencias y correlaciones entre las variables.

Tabla 1. Parámetros y categorías utilizados para el análisis y categorización de las granjas de cerdo ecológico certificadas de los Países Bajos en el año 2003 (para las abreviaturas ver texto)

PARÁMETROS	CATEGORÍAS			
	0	1	2	3
Edad del granjero (años)	< = 40	41 - 50	51 - 59	> = 60
Tipo de granja	Pastoreo	Mixto - vegetal	Mixto - animal	Porcino
DSU ²	Pequeña	Poco rentable	Rentable	Muy rentable
SAU (ha)	0,1 - 10	11 - 25	26 - 75	> 75
Barbecho	No	-	-	Sí
Grano	No	-	-	Sí
LU/ha	< = 1,4	1,5 – 2,5	2,6 - 8	> 8
LU cerdo/T (%)	0 - 20	21 - 40	41 - 80	> 80
N (kg N/ha y año)	< = 170	170 - 250	250 - 500	> 500
N sobrante (kg/año)	0 - 1000	1001- 5000	5001- 10000	> 10000
Año EKO	< = 1993	1994 - 1996	1997 - 1999	> 2000
% propiedad	0 - 10	11 - 40	41 - 80	80

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución de las 86 granjas analizadas para cada uno de los parámetros se muestra en la Tabla 2. Las correlaciones obtenidas entre los parámetros son débiles, pero en algunos casos reflejan determinadas tendencias significativas que merece la pena destacar, como veremos a continuación.

En relación a algunas de las variables analizadas, los resultados son realmente alarmantes: En los Países Bajos, más del 70% de las granjas de cerdo ecológico producen cantidades de N superiores a los 170 kg/ha y año estipulados por la normativa europea 2092/91. Un 19% produce entre 170 y 250 kg N/ha y año, y más del 50% producen por encima de los 500 kg N/ha y año (Tabla 2). Existe además una relación entre el N producido y el tipo de granja, de manera que las granjas clasificadas como de tipo porcino producen una media de 3897 kg N/ha y año en base al número de animales que poseen. Por otro parte, las granjas clasificadas como de tipo pastoreo, mixto-vegetal y mixto-animal producen 232, 110 y 321 kg N/ha y año de media, respectivamente (Figura 1).

Tabla 2. Frecuencia (%) de aparición de los parámetros seleccionados y categorizados (ver texto) de los productores de cerdo ecológico de los Países Bajos en el año 2003

EDAD GRANJERO				TIPO GRANJA				DSU				SAU				BARBECHO		GRANO	
0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	3	0	3
29	46	23	2	41	14	15	30	14	45	39	2	29	38	32	1	80	20	71	29
LU/HA				LU CERDO/T				TN				N SOBRANTE				AÑO EKO			
0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
12	21	34	33	22	16	15	47	28	19	26	27	40	37	12	11	16	12	33	39

Estos resultados indican que las granjas especializadas en la producción porcina son las que más contaminan, mientras que las de tipo mixto enfocadas a la producción vegetal son las que menos contaminan. Es decir, tal y como era de esperar, a mayor intensificación, menor diversificación y mayor contaminación, lo cual se confirma cuantitativamente con la correlación existente entre los parámetros LU cerdo/T y el N producido ($r^2 = 0,55$; $P < 0,01$).

Una pista sobre las posibles causas de esta mayor contaminación nos la da el análisis de la superficie (nº de ha) de cada uno de los tipos de granjas mencionados. Se comprueba que existe una correlación negativa entre los parámetros SAU y N producido ($r^2 = -0,56$; $P < 0,01$). Esto indica que, efectivamente, las granjas pequeñas tienen una mayor tendencia a exceder el límite máximo de producción de N exigido por la normativa. Una explicación podría ser la imposibilidad, en granjas de poca superficie, de llegar al umbral de rentabilidad sin exceder el número de animales correspondiente a la SAU. Existiría por tanto un dilema entre rentabilidad y cumplimiento de la normativa que afecta fundamentalmente a los pequeños granjeros. Al analizar el parámetro SAU de manera global, se observa que el 29% de las granjas tienen menos de 10 ha, y sólo un 1% más de 75 ha. El 38% tienen un tamaño comprendido entre 11 y 25 ha y el 32% entre 26 y 75 ha (Tabla 2). Sin embargo, si expresamos la SAU en función del tipo de granja, observamos que las granjas de tipo porcino tienen un tamaño medio de 6,6 ha, frente a las 30, 57 y 25 ha de las de tipo pastoreo, mixto-vegetal y mixto-animal, respectivamente (Figura 1). Estos datos ponen de manifiesto que en los Países Bajos no está arraigada la idea de que la producción porcina puede ser extensiva, al contrario de lo que ocurre con la producción de rumiantes (leche o carne), y los productores de cerdo mantienen granjas pequeñas con cargas ganaderas elevadas. El problema es que ni siquiera la producción ecológica de estos animales es percibida como extensiva, lo cual va en contra de algunos principios fundamentales de la AE. Por supuesto éste es un problema de falta de tierra y coste de la misma, pero no es ésta una barrera infranqueable, como veremos posteriormente. Por otro lado, en relación al% de propiedad, un 61% de los dueños de granjas tipo porcino poseen el 80% o más del total de la SAU de la granja, frente al 36% de los de tipo mixto y el 26% de los de tipo pastoreo.

De nuevo encontramos otro dato que muestra que los dueños de granjas de tipo porcino no perciben su producción como extensiva, pues a pesar de las elevadas cargas ganaderas, son los que menos superficie agrícola arriendan.

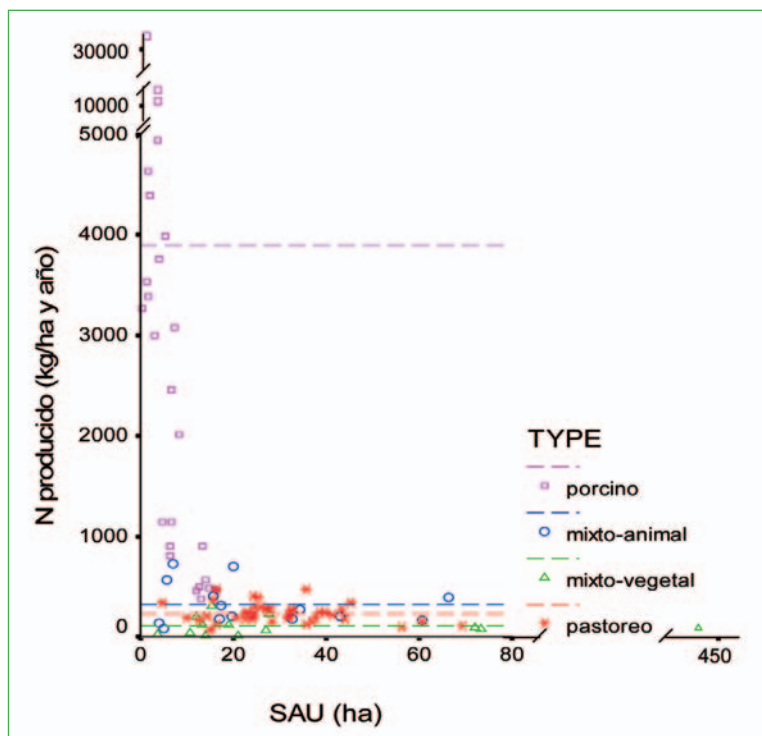


Figura 1. N producido y SAU de los diferentes tipos de granja de producción de cerdo ecológico en los Países Bajos en el año 2003. Las líneas discontinuas señalan los valores medios de N producido para cada tipo de granja.

A pesar de que cerca del 60% de las granjas producen anualmente un exceso de N por encima de los 1000 kg/año, estas granjas intentan cerrar el ciclo de los nutrientes de una manera artificial mediante acuerdos con otros productores ecológicos que no excedan esta cantidad a los que venden el N sobrante. Este es un tipo de producción mixto muy común en países desarrollados con agricultura intensiva (Shiere, 2001). Sin embargo, si consideramos que algunas de las granjas producen cantidades que exceden los 10.000 kg N/ha, cabría preguntarse si, aunque estas granjas se deshagan de la cantidad de N sobrante, son realmente ecológicas o no. Por otro lado, y pese a que los cálculos de este trabajo se han realizado a partir de una base de datos, estudios de campo elaborados por otro departamento en Wageningen corroboran las tendencias obtenidas en el presente análisis: un exceso de producción de N de las granjas de cerdo ecológico en los Países Bajos (Ivanova y col., 2004).

Continuando con la caracterización de la producción ecológica de cerdo en Holanda, cabe destacar que un gran porcentaje de las nuevas certificaciones se han realizado a partir del año 1997 (72%), dos años después de la introducción del Sistema de Inversiones Verdes (1) y un año después de la introducción del Plan para la AE del gobierno holandés. Los mayores incrementos a partir del año 2000 son debidos a la introducción de nuevas ayudas a la conversión en el año 1999. Sólo entre los años 2000 y 2002 se produjo un incremento del 28,7% del número de productores de cerdo ecológico. Según organic monitor, se esperaba que entre los años 2002 y 2004 se multiplicara por cuatro el incremento en el número de granjas ecológicas de cerdo en los Países Bajos. Sin embargo, nuestros datos indican que este parámetro está negativamente correlacionado con la producción de N ($r^2 = 0,43$; $P < 0,01$), evidenciando lo que otros autores ya han subrayado: cuanto más tarde se realiza la conversión hacia la AE, más superficial es la relación del granjero con los principios de la misma, siendo su principal motivo de cambio el económico (Vonnen Lund y col., 2002). Lamentablemente, este gran incremento en el número de granjas de cerdo ecológico manifiesta una conversión de productores convencionales de tamaño medio que en parte se han visto ahogados por la cada vez más restrictiva normativa holandesa y la disminución en la rentabilidad de sus explotaciones; y, siendo inviable el aumento de la SAU de su granja, han decidido finalmente explorar nuevos mercados. Estos productores tienen tamaños de granja pequeños e instalaciones poco apropiadas para la producción de cerdo ecológico, con una cantidad de espacio para los animales insuficiente. Sin embargo, cumplen la normativa europea.

Otro punto interesante sobre el que habría que recapacitar es el hecho de que un 8% de las granjas tienen al menos un menor trabajando más de 20 horas semanales. Este es un dato a destacar, pues la AE debe promover puestos de trabajo dignos y, en mi opinión, la utilización de mano de obra infantil, aunque sea sólo a tiempo parcial, no es la manera más adecuada de hacerlo.

El 42% de las granjas de producción mixta, ya sea de tipo fundamentalmente vegetal o animal, realizan barbecho en la granja, frente a un 13% de las de tipo pastoreo y tipo porcino. Resulta evidente, por tanto, que los sistemas mixtos de producción tienden a adoptar prácticas de manejo más sostenibles que las granjas más especializadas. Por otro lado, un mayor porcentaje de las granjas de tipo pastoreo y mixto-animal dedican al menos un 10% de su SAU a la producción de grano (40%), indicando un mayor grado de autosuficiencia que las de tipo porcino o mixto-vegetal (32 y 18%, respectivamente), si bien estas últimas producen otro tipo de cultivos que probablemente puedan ser utilizados para la alimentación del ganado. Relacionado con este aspecto está la eficiencia energética de las granjas. Cuanto más se dependa de la provisión de concentrado para la alimentación animal, empeora el uso de la energía en la ganadería ecológica (Hansen y col. 2001) y disminuye por tanto la sostenibilidad de las granjas.

Además, la dependencia de los productores ecológicos del mercado mundial de alimentación animal disminuye los márgenes de beneficio al quedar totalmente a merced de dicho mercado.

4 ► CONCLUSIONES

El 70% de las granjas de cerdo ecológico de los Países Bajos no ajustan su carga ganadera para producir el límite de N estipulado por la normativa europea de 170 kg/ha. Este exceso de producción de N está relacionado con el tamaño y tipo de granja, siendo fundamentalmente las especializadas de tipo porcino las que más contaminan y menor tamaño tienen. Por el contrario, las granjas de producción de tipo mixto son las más sostenibles cuando tenemos en cuenta de manera conjunta variables como la producción de N, las prácticas de manejo y la autosuficiencia.

Considerando todo lo mencionado, y a pesar de que la normativa especifica claramente las pautas de producción (características del alojamiento, carga ganadera, tratamientos veterinarios, etc.) y las producciones son certificadas como ecológicas, estas granjas están lejos de ser sostenibles. La producción de cerdo ecológico aquí descrita dista de cumplir uno de los principios fundamentales que según Hansen y col. (2001) tiene la AE: la minimización del impacto medioambiental manteniendo un nivel económico de producción viable. Asimismo, los principios de maximización del bienestar animal y restricción de la carga ganadera mencionados por Stolze (2000) quedan también en entredicho. La falta de suelo o el alto coste del mismo conduce a los granjeros a una elevada especialización, facilitando la aparición de los problemas ya mencionados. Buscar una solución a estos problemas debe ser prioridad para el gobierno holandés. Resolverlos implica ajustar la carga ganadera al terreno disponible. Debido a la escasez y precio del terreno, la fórmula de los acuerdos de uso de la tierra ya sea con otros productores ecológicos o con ayuntamientos (para utilización de espacios naturales), es de las más lógicas y adecuadas. El uso compartido de la tierra y la colaboración entre distintos productores ecológicos próximos geográficamente (cerdo y vacuno, cerdo y granjas de cultivos, etc.) tiene marco legal en Holanda y ha sido sugerida por algunos autores concretamente para los Países Bajos (Younie, 2001; Rivera Ferre y col., resultados no publicados). Además, según estos autores, los sistemas de producción mixtos donde distintas variedades de especies animales y de cultivos coexisten son los más sostenibles y más compatibles con los principios de la AE, por razones relacionadas con la salud animal y el medio ambiente, entre otras. El gobierno holandés debería aumentar los esfuerzos para facilitar toda la información disponible a los ganaderos sobre los requisitos y mecanismos legales para efectuar acuerdos escritos de uso compartido de la tierra. Igualmente debería promover, para las producciones ecológicas, los sistemas mixtos de producción entre ganaderos de porcino y agricultores con rotaciones temporales de ganado y cultivo, como una buena solución para los problemas de la producción ecológica de cerdo.

Por último, cabría plantearse las deficiencias de la normativa europea de AE. Ya hemos visto que se puede cumplir dicha normativa y no ser sostenible. Quizás el problema de fondo es una normativa encaminada a aproximar, más que a equiparar, agricultura ecológica y sostenibilidad. A mi entender, y el de muchos defensores de los principios de la AE, esto es un error. Asumiendo como objetivo último la sostenibilidad de la agricultura europea, debería acometerse una modificación de la normativa. De la misma manera que encontramos

la producción integrada para la producción agrícola, podría introducirse este concepto para la ganadería, premiando a los productores que mejoran las condiciones con respecto a la producción convencional, pero que no llegan a ser realmente sostenibles dejando la etiqueta de “producto ecológico” a los productos que realmente han sido obtenidos bajo los principios de la AE.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Marta G. Rivera Ferre realiza su investigación con una beca postdoctoral del Ministerio de Educación y Cultura de España. La autora quiere agradecer a Marta Pérez Soba, Gerda van den Bosch, Hans Naeff y Toni Gabaldón su apoyo y aportaciones al presente trabajo.

6 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **CBS. STATISTICAL YEARBOOK OF THE NETHERLANDS 2004**
[en línea] [Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen, The Netherlands] <http://www.cbs.nl/en/publications/articles/general/statistical-yearbook/a-3-2004.pdf> [Consulta: 7 julio 2004]
- **EISFOM. ORGANIC FARMING IN EUROPE - STATISTICS 2002**
[en línea]. [European Information System for Organic Markets] <http://www.eisfom.org/press/may04fig.pdf>
- **EUROSTAT. ORGANIC FARMING IN EUROPE. A SUSTAINED GROWTH OVER THE PERIOD 1998 - 2000**
[en línea] [Eurostat Data Shop, Berlín, Alemania] http://www.eu-datashop.de/download/EN/sta_kurz/thema8/nq_03_02.pdf [Consulta: 7 de Julio de 2004].
- **HANSEN, B.; FJELSTED ALRØE, H. Y STEEN KRISTENSEN, E. 2001**
Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 83: 11–26.
- **IVANOVA - PENEVA, S. G. Y AARNINK, A. J. A. 2004**
Reducing ammonia and mineral losses in organic pig production. In: Proceedings of the second SAFO workshop “Development of organic livestock farming: potential and limitations of husbandry practice to secure animal health, welfare and food quality”, 25-27th March 2004, Witzenhausen, Germany.
- **LUND, V.; HEMLIN, S. Y LOCKERETZ, W. 2002**
Organic livestock production as viewed by Swedish farmers and organic initiators. *Agriculture and Human Values*, 19: 255–268.
- **ORGANIC MONITOR. THE NETHERLANDS: SLOWING GROWTH IN ORGANIC SECTOR**
[en línea]. [Organic Monitor Ltd., Londres, Reino Unido] <http://www.organicmonitor.com/r2604.htm> [Consulta: 24 junio 2004]
- **SHIERE, H. 2001**
Mixed crop-livestock farming. A review of traditional technologies based on literature and field experience. *FAO ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH PAPERS*, 152. ISBN 92-5-104576-3
- **STOLZE, M.; PIORR, A.; HÄRING, A. Y DABBERT, S. 2000**

The environmental impact of organic farming in Europe. Organic farming in Europe: Economics and Policy, Vol.6. University of Hohenheim, Germany. ISBN 3-933403-05-7, ISSN 1437-6512.

• **YOUNIE, D. 2000**

Integration of livestock into organic farming systems: health and welfare problems. In (M. Hovi & R. Garcia Trujillo (Eds). Diversity of Livestock Systems and Definition of Animal Welfare. Proceedings of 2nd NAHWOA Workshop, Cordoba, Spain, pp 92 - 98

(Footnotes)

(1) Sistema de desgravación fiscal para inversiones realizadas en proyectos respetuosos con el medio ambiente. En la actualidad, el 80% de los productores ecológicos se benefician de este sistema de desgravación.

UN ENFOQUE AGROECOLÓGICO PARA LA GESTIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

11

VÁZQUEZ MERÉNS, D.; PÉREZ NEIRA, D. Y SIMÓN FERNÁNDEZ, X.

Dpto. de Economía Aplicada, Universidade de Vigo
Lagoas - Marcosende s/n. Vigo (Pontevedra)
E-mail: xsimon@uvigo.es

RESUMEN

La pesca atraviesa a escala mundial una situación preocupante. La FAO admitía en los años 90 que prácticamente un 70% de los caladeros mundiales estaban completamente explotados o colapsados. Existe la idea, promovida desde ciertos círculos académicos, de que este problema no registra una elevada gravedad dada la viabilidad de la acuicultura intensiva de monocultivo, que podría en breve llegar a sustituir a la actividad extractiva. Esta propuesta, basada en concepciones productivistas y lógicas maximizadoras, similares a las aportaciones realizadas por la Revolución Verde a la agricultura durante el último siglo (inclusive por la introducción de “paquetes tecnológicos”), lejos de interiorizar y aprovechar las relaciones positivas acaecidas en el interior de los ecosistemas, orienta sus esfuerzos hacia el diseño de sistemas altamente artificializados (léase producción en tierra de especies piscícolas de alto nivel trófico en la que se insertan desde el exterior todos los insumos necesarios (alimentación, fitosanitarios, energía, etc.) para que la explotación funcione).

En este “paper” defenderemos un enfoque agroecológico que reclamará la necesidad de aplicar criterios ecosistémicos en los aprovechamientos humanos del medio acuático. Criticaremos, por tanto, la viabilidad ecológica de la acuicultura intensiva como modelo de producción de proteína de pescado y propondremos alternativas más sustentables — de tipo extractivo (pesca) o de cultivo (acuicultura) — en las que sea el ecosistema más que los precios y los mercados quien marque los límites a la explotación.

PALABRAS CLAVE: ECOSISTEMA, AGROECOLOGÍA, SUSTENTABILIDAD, PESCA Y ACUICULTURA

1 ► INTRODUCCIÓN

La concepción tradicional del mar y de los océanos como fuente inagotable de recursos está, a día de hoy, superada. La consideración de que las poblaciones de peces (con altas tasas reproductivas y gran capacidad de recuperación ante “shocks” externos) podían recuperarse fácil y rápidamente incluso ante una sobreexplotación se ha revelado como falsa. Datos recientes demuestran, así, que la capacidad de recuperación no es tan fuerte como se pensaba (1). Existe un elevado porcentaje de caladeros que, en períodos de 5 a 10 años después de su sobreexplotación no mostraron todavía síntomas aparentes de recuperación (Freire, 2002). Ejemplo de ello es un caso bien conocido por la pesca gallega: el bacalao de Terranova (2) que, desde 1992 (momento de su colapso) todavía no ha recobrado los niveles mínimos para su explotación comercial.

Desde que la FAO reconoció en los años 90 que prácticamente un 70% de los caladeros mundiales sobre los que había información estaban completamente explotados – no admitían mayor esfuerzo de pesca –, sobre-explotados o colapsados, y tras un intenso debate científico cuyo objeto era profundizar en las causas que habían llevado a las pesquerías mundiales a tal situación, se concluyó que, salvo en casos muy puntuales, la razón principal de la disminución de la abundancia en la que los caladeros se habían mantenido hasta entonces era el excesivo esfuerzo pesquero que se había ejercido. A lo largo de este artículo intentaremos desglosar las razones que, consideramos, más han conducido hacia la realidad de sobrepesca actual. Justificaremos también nuestra crítica hacia aquellas visiones reduccionistas que observan a la acuicultura como la panacea que desmarcará al hombre de su dependencia respecto a los océanos y que consideran la alternativa de cultivar como sustitutivo perfecto de extraer pescado. Finalmente propondremos la necesidad de un enfoque agroecológico que venza la miopía de los enfoques parcelarios convencionales, apostando por el reconocimiento del ecosistema como unidad indivisible de análisis y límite fundamental en la gestión de los ecosistemas acuáticos, en aras de un aprovechamiento sustentable.

2 ► DE LA MARGINALIDAD A LA SOBREPESCA

Si retrocediésemos en el tiempo no más de 150 o 200 años veríamos cómo el sector pesquero que conocemos hoy tiene muy poco que ver con el tipo de pesca que se realizaba entonces, tanto en lo relativo al volumen de producción o escala de la actividad, las artes de pesca, el destino del pescado, la racionalidad y la lógica de reproducción de la unidad productiva, etc. En efecto, la pesca supondría tradicionalmente un complemento alimenticio para las sociedades campesinas ribereñas que, en su estrategia de diversificación, realizaban otras actividades tales como agricultura, ganadería, silvicultura o artesanía.

El autoconsumo (o, en casos, la comercialización en circuitos cortos) prevalecía en un tiempo en el que el estado de la tecnología no era propicio para desarrollar una escala de producción-consumo a un volumen siquiera cercano al actual (escasez de transportes

e infraestructuras para comercialización e imposibilidad, por tanto, de consolidación de mercados en ciudades y comunidades del interior) si bien la producción “a gran escala” y orientada hacia el mercado no cabía en la lógica de estas sociedades. La predominancia del valor de uso sobre el valor de cambio y la pequeña escala de producción y consumo caracterizaban, así, esta actividad extractiva propia de comunidades campesinas, cuya lógica de reproducción no era de acumulación, sino simple, y que, además, mantenían con su ambiente una estrategia “ecológicamente conservacionista”, en tanto que eran conscientes de que su propia supervivencia y reproducción dependía directamente de las capacidades del medio para proporcionarles sustento, por lo que, en tales circunstancias, el medio acuático no corría peligro de sobreexplotación o esquilma.

La progresiva desvinculación del contexto físico y el abandono de la filosofía conservacionista correría a cargo de la gradual penetración del capitalismo, con una nueva lógica reproductiva (ésta sí de acumulación) y una nueva visión industrial que iría transformando la relación entre el hombre y el mar hacia mayores términos de dominio del medio, lo que provocaría la paulatina sustitución de la relación orgánica tradicional por otra de carácter materialista.

Esta nueva lógica encontraría en el avance de la tecnología el fiel compañero con quien desarrollar sus aspiraciones. Así, la introducción del vapor y el motor de explosión en los barcos, la evolución de artes de arrastre cada vez menos selectivas, la progresiva implantación del ferrocarril y comunicaciones por carretera, etc. facilitarían el aumento en la escala de la actividad, aproximándonos, a medida que avanzaban los años, al estado actual.

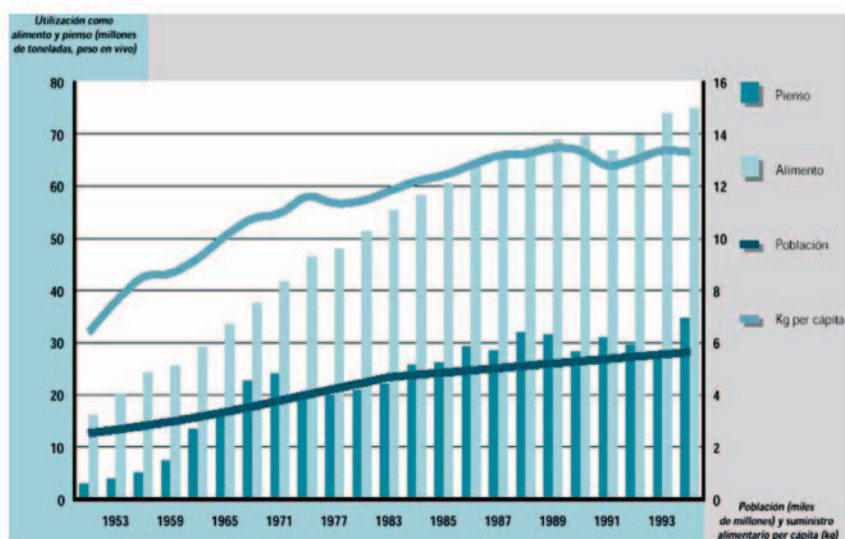


Figura 1. Evolución en los volúmenes de extracciones pesqueras por usos y consumos per cápita. Fuente: FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. 1996.

La sobrepesca puede considerarse, así, como consecuencia de la incursión en la explotación pesquera de un modelo industrial-capitalista (o industrial-socialista en países como China o la Unión Soviética) que, con su estrategia de maximización del beneficio empresarial cortoplacista, orientó su pericia al diseño de patrones productivistas, por esquiladores que éstos fuesen, en lugar de implementar tácticas de explotación conservacionistas que permitiesen un aprovechamiento sustentable de los recursos marinos.

La pesca abandonaría así, progresiva pero imparable, su carácter marginal y su limitada incidencia (aislada prácticamente en la franja costera) para ir configurándose como el potente sector integrado en los mercados globales que conocemos hoy, para surtir, como vemos en la Figura 1, a una población creciente con unos consumos cada vez mayores de pescado.

3 ▸ LA “SOLUCIÓN” DE LA ACUICULTURA

Ante los problemas de sobreexplotación, identificados a día de hoy a lo largo y ancho de los caladeros mundiales, la solución aportada o asumida varía en función del objetivo perseguido. Algunos sectores académicos (los más convencionales o “pro-sistema”) y económicos (los más asentados en el negocio de la pesca – los grandes grupos empresariales, por ejemplo –) esperarán que el cambio en el statu quo sea mínimo, mientras otras opiniones (probablemente éstas con menor poder de decisión) postularán la necesidad de un cambio sustancial incluso en la filosofía de la propia actividad de gestión y aprovechamiento acuícola.

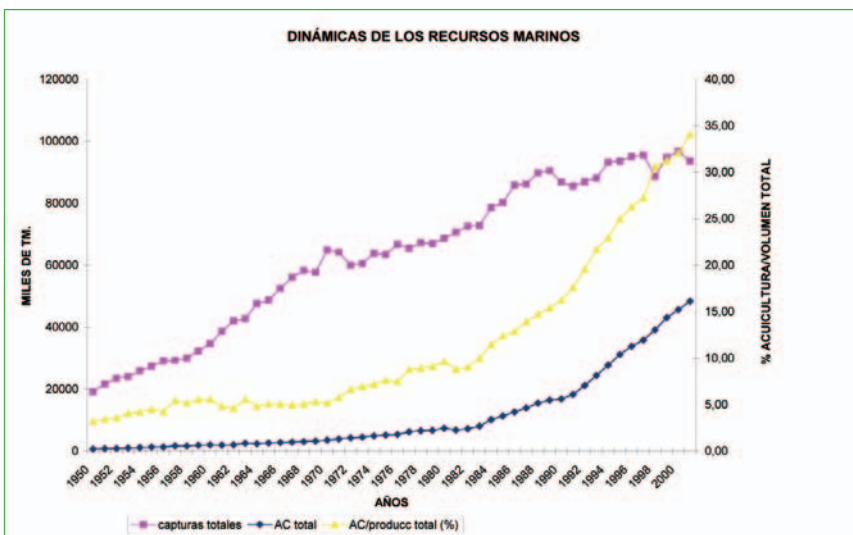


Figura 2. Dinámicas de los recursos marinos. Pesca y acuicultura (1950-2001). Fuente: Elaboración propia a partir de FAO yearbook, Fishery statistics. Aquaculture production 2001.

Entre la primera variante se sitúan los entusiastas de la acuicultura, que ven en ésta una solución moderna (3), y que apuestan, así, por un salto cualitativo en la producción piscícola, decantándose por el cultivo en detrimento de la extracción. Esto mitigará, aseguran, al menos dos problemas: menor dependencia del mar y de sus condiciones, ya que se puede cultivar en tierra cuanto se quiera, independientemente de condicionantes meteorológicos o escasez de pescado en los océanos, lo que evitará oscilaciones en los mercados; y menor presión sobre los océanos, al descender el esfuerzo pesquero necesario para satisfacer la demanda, lo que permitirá la recuperación de los stocks marinos. Podemos ver en la Figura 2 cómo la acuicultura comienza desde los años 70 su particular ascenso, suponiendo un porcentaje cada vez mayor de la producción total.

Nuestra crítica (con la que nos posicionaremos claramente en la “segunda variante”) sobre esta alternativa versa en que es una solución miope. Diversos estudios firmados por los escandinavos Folke, Kautsky, Jansson, Troell, etc. demuestran que la alternativa de la acuicultura, al menos de la acuicultura intensiva monoespecie – opción elegida por estos “entusiastas” –, es muy poco viable ecológicamente. Su insustentabilidad se debe a que, en su afán productivista, ignoran las relaciones ecosistémicas que ocurren entre las distintas especies y poblaciones de peces y su ambiente, diseñando “peceras” que recuerdan a las granjas intensivas de pollos o cerdos. La idea es similar: introducir en una jaula o en un estanque la mayor cantidad posible de peces de una sola especie y suministrarles desde afuera todos los insumos necesarios para su engorde.

Como en cualquier otro negocio, el objetivo de las empresas de acuicultura es obtener los mayores beneficios posibles, por lo que los peces cultivados han de tener un alto valor en el mercado. Estas especies elegidas (salmón, dorada, rodaballo, lubina, etc.) son de alto nivel trófico, la mayor parte carnívoras, que necesitan aminoácidos de otros peces (que procederán de los océanos) para crecer, por lo que desde un principio la supuesta independencia del medio marino es falsa (4).

En realidad, lo que se puede observar con la proliferación de la acuicultura intensiva es una cierta idea de especialización de la actividad acuícola, de modo que la pesca se centra más en la captura de especies de bajo nivel trófico que servirán de alimento, luego de su procesado en harinas o “pellets”, para las especies de nivel trófico alto engordadas en cautividad (5).

Parece, por tanto, que las dos justificaciones favorables a la acuicultura quedan en tela de juicio tras lo que acabamos de exponer. No sólo no existe independencia de la producción de los océanos, sino que es posible que la presión pesquera ejercida sobre las poblaciones marinas se mantenga e incluso intensifique para poder alimentar a las especies cultivadas (se puede ver también en la Figura 1 cómo los piensos provenientes de pescado alcanzan un volumen cada vez mayor). Parecen estas razones suficientes para calificar a la acuicultura intensiva como “solución miope” al problema de la sobrepesca. La insustentabilidad de la acuicultura intensiva se deriva de su propia filosofía productiva, ya que el cultivo monoespecie origina la necesidad de introducir desde el exterior (a modo de “paquete tecnológico” tipo

Revolución Verde) no sólo la alimentación, sino también la aportación de otros insumos y procesos imprescindibles para que este sistema altamente artificializado funcione: agua, fitosanitarios para prevenir o combatir enfermedades (frecuentes debido a las altas densidades de individuos), electricidad para suministro y limpieza del agua, materiales para construcción de las jaulas o estanques, etc. Para suministrar todos estos insumos es necesario el trabajo previo de ecosistemas externos de los que nos apropiamos para obtener la energía y materiales que se utilizan como inputs, así como para asimilar los residuos que la propia explotación genera.

Para remarcar la insustentabilidad de la acuicultura intensiva, Folke y sus colaboradores realizaron un análisis para demostrar la alta dependencia de las explotaciones de salmón intensivo a respecto de otros ecosistemas externos haciendo uso de la metodología de la Huella Ecológica. Sus resultados arrojaban claras conclusiones sobre esta gran dependencia de la acuicultura intensiva de su medio. Así, concluían que el área de superficie bioproductiva necesaria para alimentar un salmón de producción intensiva en el Mar del Norte alcanza las 40.000-50.000 veces el área que ocupa el propio salmón (Folke *et al.*, 1998).

La acuicultura intensiva, por otra parte, reduce la biodiversidad de los ecosistemas marinos, produce contaminación genética (por escape de ejemplares) y destruye zonas muy productivas (6) (por ejemplo el cultivo de camarón en zonas de los manglares transforma – y destruye – totalmente estos ecosistemas altamente productivos). Otro problema no menos importante son las dudas suscitadas sobre todo durante estas últimas fechas a respecto de los efectos del consumo de pescado proveniente de piscifactorías sobre la salud humana. Los escándalos recientes de las vacas locas y de las dioxinas en los pollos pueden encontrar su réplica en la acuicultura. De hecho, un estudio de Hites *et al.* (2004) publicado en la revista Science revela que el salmón criado en piscifactorías contiene mayores niveles de contaminación química que los salmones salvajes, y pone de manifiesto la trascendencia del control de los piensos empleados. Parece necesario, en todo caso, aplicar el principio de prudencia (tantas veces ignorado) en la producción piscícola.

Sin embargo, no todas las formas de acuicultura son tan dependientes de ecosistemas externos, ni han de ser perniciosas para el ambiente. Así, un buen sistema acuícola será aquel que no produzca residuos, sino subproductos que puedan ser aprovechados para cerrar los ciclos en los ecosistemas y la economía (Folke y Kautsky, 1992). Las características de la acuicultura intensiva son similares a las de los ecosistemas estresados (eutroficación, disminución de oxígeno en las aguas, polución de aguas, residuos, etc.). En esta dirección, Folke y sus colaboradores proponen la introducción de la ingeniería ecológica y de otros aspectos culturales a la hora de diseñar sistemas de producción acuícolas más sustentables. Un buen ejemplo que nos sirve de referencia son las prácticas milenarias de acuicultura en China, en donde la forma de producción de alimentos se consigue bajo una estrategia de diversificación, combinando diferentes tipos de cultivos terrestres y acuáticos. De esta forma, los residuos de un cultivo son utilizados como insumos para otros – que no hay que introducir desde el exterior ya que se encuentran en el propio sistema – ya que cohabitan especies de

todos los niveles tróficos (de esta forma se estimulan los “feedbacks” (retroalimentaciones) positivos y el reciclaje). Así, el ecosistema tendrá una menor dependencia de la energía auxiliar proveniente de afuera, (ya que la energía se mantiene más tiempo en el sistema) la materia y los nutrientes se reciclan y el sistema será más diverso y eficiente (Folke y Kautsky, 1992).

Se quiere decir con esto que la acuicultura no es insustentable de por sí. El diseño de sistemas acuícolas, realizado en base al cierre de ciclos de materiales y energía, puede establecerse de múltiples formas. Folke y Kautsky ponen como ejemplo la combinación entre salmón, mejillón y algas; tres especies que, aún cultivándose de forma semi-intensiva, (con introducción de algunos insumos como pellets para alimentación) mantienen efectos beneficiosos entre ellas (7). Esto hace que, aunque la orientación final sea el mercado, es decir, que la lógica que domine la actividad sea la de la maximización del beneficio empresarial, el sistema será ecológicamente más eficiente que los que no crean estos “feedbacks” en su interior.

Se trata, en definitiva, de imitar en lo posible el comportamiento de los ecosistemas acuáticos, respetando sus leyes y no imponiendo unas nuevas, para que sean éstas las que marquen el ritmo de la gestión de tales ecosistemas. La filosofía será caminar con y no contra la naturaleza, para lo que será imprescindible un conocimiento lo más detallado posible de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

4 ► UN ENFOQUE AGROECOLÓGICO

El medio marino no ha pasado desapercibido para el mundo académico. Así, la investigación en este campo ha sido notable sobre todo durante los últimos cincuenta años, realizándose estudios desde diferentes disciplinas a medida que la pesca se consolidaba como sector relevante en la economía mundial.

Desde la economía neoclásica o convencional (escuela dominante en el mundo académico) se ha tratado tradicionalmente a la pesca como una actividad no diferenciada, extendiendo los planteamientos “marginalistas” a todos los sectores productivos por igual, como actividades económicas distintas pero sin aplicarle criterios diferenciadores. La aparición de los modelos bioeconómicos supondría un cambio en este sentido, en tanto que eran modelos especialmente dirigidos a la pesca como un sector específico con unos problemas específicos para su explotación, diferentes a los de las demás actividades económicas. Los modelos bioeconómicos (8) planteaban un análisis de tipo multidisciplinar, siendo necesarios conocimientos de tipo biológico en relación a los stocks o poblaciones de los recursos (cómo se comportan las poblaciones de peces en cuanto a edad, crecimiento, peso o fertilidad de los individuos, tasas de mortalidad y reclutamiento, etc.), así como conocimientos del comportamiento de los mercados y sus precios para poder calcular la senda óptima de

extracción. Ésta era, en definitiva, la idea: poder maximizar los beneficios pesqueros (senda óptima) en función de las condiciones del stock y de los precios; idea aportada por estos modelos y a partir de los cuales se desarrolló un gran volumen teórico.

Una de las críticas que se han venido realizando desde la Economía Ecológica (y a la que nos sumamos) hacia el enfoque neoclásico es el reduccionismo exacerbado que supone limitar el análisis a términos monetarios, obviando otro tipo de variables que con frecuencia poseen una mayor importancia, y fundamentando únicamente en ellos las decisiones. También es reduccionista el hecho de considerar como objeto de estudio al pez (o el pescado) como recurso (9) y no el ecosistema. Se obvian así las relaciones que se mantienen en el interior de los ecosistemas (entre los distintos niveles tróficos), así como con su ambiente en general. El análisis neoclásico en general y de los modelos bioeconómicos en particular se nos antojan, por lo tanto, limitados.

Nuestro enfoque abandonará las visiones economicistas y maximizadoras, proponiendo un abordaje al estudio del sector pesquero similar al que utiliza la agroecología. Así, si para la agroecología el objeto de estudio son los ecosistemas agrarios o agroecosistemas y su relación con los sistemas sociales, nosotros consideramos que el análisis de la pesca (y de la acuicultura) ha de partir no de la especie o recurso, sino de los ecosistemas acuáticos (10) y, también, de la relación de los sistemas sociales con éstos. Se plantea, por tanto, un análisis holístico y sistémico que venza la parcialidad convencional.

La elección del ecosistema acuático (y no el recurso) en nuestro análisis se debe a su indivisibilidad, a que se puede considerar al ecosistema como un “superorganismo” en el que “el todo es algo más que la suma de las partes”. Tal superorganismo engloba componentes bióticos y abióticos. Dentro de los componentes bióticos se distinguen tres niveles de organización: el organismo (o individuo de una especie), la población (grupos de individuos de una misma especie) y la comunidad (diferentes poblaciones que interactúan juntas). Hay que señalar que a medida que subimos de nivel organizativo van apareciendo propiedades que no se contemplan en los niveles inferiores, conocidas como propiedades emergentes, que son el resultado de la interacción entre las partes.

Los ecosistemas marinos, como nivel último de organización, poseen una serie de propiedades estructurales (diversidad de especies y estructura trófica) así como de funcionamiento (flujo y ciclos de energía y materiales, regulación entre poblaciones y capacidad de resistencia y resiliencia ante una perturbación). Es necesario conocer lo más detalladamente posible estas características ecosistémicas antes de la acción humana si queremos que el impacto sobre los ecosistemas acuáticos y el ambiente en general sea mínimo. Así, para el caso de la pesca o extracción, el impacto que se ejerce al pescar una tonelada de merluza, por ejemplo, no será únicamente el descenso de la población de esa especie, sino que habrá que tener en cuenta los desequilibrios que se producen en el interior del ecosistema afectado por tal shock externo (desestabilizaciones entre niveles tróficos, cambios en los hábitats, etc.)

Un paso más en los desequilibrios o desestabilizaciones de los ecosistemas por la extracción de especies de una determinada población lo constituye la pesca de arrastre, que puede “arrasar” todo el ecosistema. Un caso paradigmático de gran impacto sobre los ecosistemas marinos es la pesca del camarón, en la que los descartes (capturas “no objetivo” que se devuelven al mar con elevadas mortalidades) son muy grandes, llegando a un 84% del total extraído (Alverson *et al*, 1994), debido a que el camarón es un animal muy pequeño.

También para el caso de la acuicultura sería necesario tener en cuenta las relaciones ecosistémicas a la hora de diseñar una explotación. Así, sería interesante que ésta fuese lo más autosuficiente posible, es decir, que apenas dependiese de insumos provenientes de ecosistemas externos para su funcionamiento.

Esto sólo será posible si se diseña un sistema con la filosofía de cerrar los ciclos de los materiales y la energía, incluyendo para ello especies de distinto nivel trófico, de forma que la mayoría de insumos básicos para cada especie sean producidos en el interior del propio sistema.

5 ► CONCLUSIONES: HACIA UNA APROPIACIÓN SUSTENTABLE DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Hemos planteado a lo largo de este paper la problemática de los aprovechamientos acuícolas, partiendo de la realidad de sobrepesca reconocida incluso por los organismos internacionales. Hemos criticado también la visión reduccionista que pretende la sustitución de la actividad extractiva por el cultivo en “granjas” de acuicultura intensiva.

La propuesta que mantenemos es que la acuicultura y la pesca han de ser formas complementarias de suministrar alimento a las sociedades humanas, si bien ambas actividades deben poseer un carácter distinto al que han desarrollado sobre todo en las últimas décadas.

Los cambios imprescindibles para que la pesca y la acuicultura puedan mantenerse en el largo plazo pasan por la introducción de criterios ecosistémicos y ecológicos.

Se hace necesario, por tanto, el desarrollo de trabajos de índole transdisciplinar que, tomando estos criterios como norte, dibujen un panorama de posibilidades de aprovechamientos acuícolas en los que la relación con los ecosistemas se realice en unos términos coevolutivos tales que el hombre se interrelacione *con* y no *contra* la naturaleza.

La idea sería intentar volver a unas prácticas que sean poco distorsionadoras del medio marino, de forma semejante a la que suponían las actividades extractivas tradicionales, aunque teniendo en cuenta que el papel de la pesca en la actualidad es más importante en términos cuantitativos para la alimentación de los seres humanos. Queremos decir que el hecho de buscar la sustentabilidad en la pesca no significa que haya que volver a unas

cantidades extraídas similares a las de hace dos siglos, sino que es necesaria una planificación del sector de forma que sean los ecosistemas marinos y acuáticos en general los que impongan las restricciones a los aprovechamientos humanos, y no los precios y los mercados. Tales limitaciones o restricciones no podrán ser superadas de forma permanente si queremos evitar un deterioro ecológico a soportar por sociedades de nuestra propia generación (por ejemplo, si se esquilman caladeros próximos a países subdesarrollados) o de generaciones venideras, por lo que la sustentabilidad como criterio de gestión conlleva un compromiso ético.

La investigación y la tecnología deberían entonces de estar al servicio de este objetivo: asegurar una pesca sustentable que permita en el largo plazo, por un lado, la reproducción y mantenimiento de los ecosistemas marinos y, por otro, que las sociedades humanas, en términos de equidad, puedan seguir aprovechándose para su alimentación de las proteínas animales provenientes de éstos.

Sin embargo, y a pesar de que este trabajo se centra únicamente en la actividad acuícola, es necesario señalar que, al hablar de sustentabilidad, no podemos detenernos en sectores aislados, sino que la perspectiva ha de ser amplia e integral. Así, la pesca y la acuicultura son sectores que se enmarcan dentro del complejo entramado de relaciones entre los sistemas sociales y su ambiente, por lo que la problemática de la sustentabilidad trasciende de lo meramente sectorial para ser un objetivo inherente al sistema como un todo.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **FÁBREGAS, J. 2001**

La acuicultura marina, en Avances en el desarrollo de la acuicultura marina. F. González Laxe (coord.), Instituto de Estudios Económicos Fundación Pedro Barrié de la Maza. A Coruña, 17-35.

- **FAO 1996**

El estado mundial de la pesca y la acuicultura. 1996.

- **FAO 2002**

El estado mundial de la pesca y la acuicultura. 2002.

- **FAO 2001**

FAO yearbook, Fishery statistics. Aquaculture production 2001.

- **FOLKE, C. Y KAUTSKY, N. 1992**

Aquaculture with its environment: Prospects for sustainability. Ocean & Coastal Management 17, 5-24.

- **FOLKE, C.; KAUTSKY, N.; BERG, H.; JANSSON, Å Y TROELL, M. 1998**

The ecological footprint concept for sustainable seafood production: A review. Ecological Applications, 8 (1) Supplement, 63-71.

- **FREIRE, J. 2002**

Xestión sostíbel da pesca. Adegas Cadernos 9, 9-28.

- **HITES, R. A.; FORAN, J. A.; CARPENTER, D. O.; HAMILTON, M. C.; KNUTH, B. A. Y SCHWAGER, S. J. 2004**

Global Assessment of Organic Contaminants in Farmed Salmon. Science 303, 226-229.

- **HUTCHINGS, J. A. 2000**

Collapse and recovery of marine fishes. *Nature* 406, 882-885.

- **McGINN, A. P. 1998**

Blue Revolution. *World Watch*, 11 (2).

- **PAULY, D. Y CHRISTENSEN, V. 1995**

Primary production required to sustain global fisheries. *Nature* 374.

(Footnotes)

(1) Hutchings realizó un estudio en el que comprobó que salvo algunas especies como el arenque, que maduran rápidamente y se pescan con técnicas ciertamente selectivas, la mayor parte tienen un período de recuperación (resiliencia) bastante largo. Así, por ejemplo, el bacalao, lenguado y sus “familiares” experimentaban pequeñas recuperaciones en un período de 15 años a partir de sobreexplotaciones que habían reducido sus poblaciones en un 45-99%. (Hutchings, 2000)

(2) Era Terranova un caladero donde faenaban habitualmente barcos gallegos, que cesaron su actividad debido a la sobreexplotación que experimentó la pesca de bacalao. Esta especie, que venía siendo explotada por las poblaciones locales (que dependen casi exclusivamente de la pesca) de una forma más o menos tradicional durante los últimos 200 años, era la principal en esta isla (Terranova) perteneciente a Canadá.

(3) Algunos de estos entusiastas mantendrán como uno de los motivos de su apuesta por la acuicultura comentarios despectivos sobre la pesca y el tipo de aprovechamientos tradicionales, calificando a éstos de “primitivos”. Así, Jaime Fábregas escribe lo siguiente: “La prehistoria es a la caza y la pesca como la historia es a la cría y la acuicultura. Hace 2000 años en China ya existía la acuicultura marina. 2000 años después todavía se cultivan moluscos con biotecnologías semejantes a la china, sólo actualizándose en los materiales. Todavía la pesca (caza) sigue siendo el 70% de los productos del mar, esto es, el 70% de la prehistoria. En Galicia la “repesca” (recogida de semilla para cultivarla extensivamente en batea) sigue siendo el principal producto de la acuicultura marina. Esta es una más de las prehistorias biotecnológicas en la que se puede sumir a un pueblo. ¿Alguien se puede sentir orgulloso de esto?” (Fábregas, 2001). Parece que no entraremos en la historia hasta que este sector se modernice definitivamente. No saldremos de las cavernas mientras no consumamos pescado que haya sido producido con las más modernas biotecnologías: mejoras genéticas (introducción a discreción de OGM's), tratamientos farmacológicos en los peces, etc.

(4) También se depende de los océanos para capturar larvas o alevines de las especies luego cultivadas.

(5) Se debe también considerar que esta “estrategia de especialización acuícola” lleva implícita una ineficiencia ecológica, ya que el ascenso en la pirámide trófica conlleva pérdidas de eficiencia energética. Es decir, se contempla una pérdida energética en el paso de un eslabón trófico a otro superior, la gastada por el organismo del nivel inferior en su propio metabolismo y otro porcentaje que se libera al agua en forma de sustancias orgánicas disueltas. Pauly y Christensen (1995) estimaron la eficiencia de transferencia del paso de un nivel trófico a otro en un 10%. Se ha estimado que para producir un kilo de pescado en cautividad se necesitan cinco kilos de pescado que se transformará en harina y constituirá los “pellets”, lo que representa una gran pérdida de eficiencia (Ver McGinn, 1998).

(6) Ver McGinn, 1998; Folke y Kautsky, 1992; Folke *et al*, 1998

(7) El funcionamiento de este sistema, básicamente, consistirá en lo siguiente: los nutrientes originarios de, por ejemplo, la agricultura, servirán de alimento al plancton y a las algas del mar. El plancton estimulará la producción de mejillones. Al mismo tiempo, los mejillones reducirán los riesgos de algas tóxicas y turbidez en el agua. El salmón enjaulado puede ejercer efectos positivos sobre los mejillones, ya que éstos se aprovechan

de las partículas o fragmentos que dejan los salmones de los pellets (que será lo único que se introduzca desde el exterior). De esta forma, los mejillones también dejan el agua más limpia en los alrededores de las jaulas del salmón, al filtrar tanto las sobras de su comida como sus residuos. Los mejillones servirán, de igual modo, como comida para los salmones, o también para vender en el mercado. Por otro lado, los nutrientes derivados de los residuos del salmón también serán aprovechados por las algas, que pueden ser vendidas en los mercados, junto al salmón y los mejillones (Ver Folke y Kautsky, 1992, pp.16-18).

(8) Gordon y Schaeffer fueron los pioneros en estos modelos.

(9) Además estos modelos son monoespecie, es decir, no consideran que las especies-objeto conviven con otras, manteniendo relaciones de competencia o simbiosis, y que alteraciones en una de ellas pueden provocar desequilibrios en las demás. La aparición más reciente de modelos bioeconómicos multiespecie no aportan nada nuevo en este sentido, ya que tampoco recogen las relaciones entre especies y sólo suponen un cambio aditivo y lineal con respecto a los monoespecie.

(10) Hay que decir que un enfoque de este tipo ha sido ya contemplado por organismos internacionales como la FAO y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, demandando un enfoque de ecosistemas para la pesca con carácter de crítica velada al reduccionismo de "los modelos sencillos de única especie". Se apunta desde el informe "El estado mundial de la pesca y la acuicultura, 2002" de la FAO que: "En los últimos años se ha reconocido cada vez más que el enfoque tradicional de la ordenación pesquera, que considera las especies a las que se dirige como poblaciones independientes y autosostenidas, es insuficiente. Se está reconociendo que la utilización sostenible de los recursos acuáticos vivos en el mundo puede conseguirse solamente si se determinan explícitamente y se comprenden en la medida de lo posible tanto los efectos del ecosistema en los recursos vivos como los efectos de la pesca en el ecosistema. También se está reconociendo formalmente que los pescadores son parte integrante del ecosistema y que es preciso conseguir el bienestar tanto del ecosistema como de los seres humanos". (FAO, 2002, p.55). Parece interesante que al menos desde estas instituciones se observe la necesidad de una ordenación pesquera que tenga en cuenta el ecosistema, más que el recurso, como enfoque ineludible en aras de conseguir una pesca sostenible. Este reconocimiento no viene, además, sino a reforzar nuestra idea en ese sentido.

SEGURIDAD Y SALUD ALIMENTARIA

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

OMC Y PAC

La seguridad alimentaria en manos del libre comercio ⁽¹⁾

GALINDO MARTÍNEZ, P.

GAK del CAES ⁽²⁾, C/ Atocha, 91. 2º. 28012 Madrid

E-mail: juliajara65@jazzfree.com

RESUMEN (3)

Este artículo explora las dificultades para abordar una verdadera seguridad alimentaria sin afrontar, a su vez, las consecuencias en salud, ecológicas, sociales y económicas del modelo de alimentación actual. Comienza demostrando la falacia teórica y empírica de promover el desarrollo de los pueblos a través de la liberalización del comercio. Por el contrario, su despliegue ha causado mayor inseguridad alimentaria, pobreza y pérdida de autonomía de los Gobiernos y de las personas, para resolver dichos problemas. En segundo lugar, profundiza en las condiciones que impiden la seguridad alimentaria, mostrando que el despliegue de la lógica del beneficio en la alimentación ha promovido la agricultura industrial y la mercantilización de la alimentación como su desarrollo natural, cuyas consecuencias abundan nuevamente en la inseguridad alimentaria. Acaba mostrando cómo la agroecología y el consumo responsables pueden ser por un lado, una forma de promover una seguridad alimentaria autónoma en lo local, recuperando las relaciones entre el campo y la ciudad y por otro, un instrumento para la interrupción, teórica y práctica, del modelo globalizado de producción, distribución y consumo de alimentos, base para avanzar en la seguridad y salud alimentarias para todos los pueblos del planeta.

PALABRAS CLAVE: GLOBALIZACIÓN DE LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, LIBERALIZACIÓN DEL COMERCIO, SOBERANÍA ALIMENTARIA, AGROECOLOGÍA CAMPESINA Y CONSUMO RESPONSABLE

1 ▶ ¿COMERCIO PARA EL DESARROLLO O DESARROLLO PARA EL COMERCIO?

La OMC considera la liberalización del comercio como el camino para el desarrollo de los países pobres, la seguridad alimentaria de sus poblaciones y para alcanzar el nivel de consumo medio de los países desarrollados. Sin embargo, la participación de los países más débiles en los mercados mundiales es a costa de su producción tradicional, comercio local, recursos naturales y soberanía alimentaria.

En el año 2002, el comercio internacional supuso 7.900 millones de dólares. El 80% mercancías y el resto, servicios. Desde 1950, el valor económico de las exportaciones de mercancías se ha multiplicado por más de 12 (creciendo un 6% medio anual, frente al 3'7% de aumento de la producción). Esta diferencia se acentúa en los años ochenta, especialmente en los países en desarrollo (4). A su vez, el comercio mundial de productos agrícolas es hoy 6 veces superior al de 1950. La mayor parte se realiza entre países desarrollados, el 20% al interior de la UE y es controlado por multinacionales con sede en estos países.

La liberalización del comercio ha aumentado de 25 a 49 el número de los países más pobres, denominados Países Menos Adelantados, (el 10% de la población mundial). A partir de 1970 y sobre todo, de 1990, aumenta la participación de los países en desarrollo en el comercio internacional bajo la presión del Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional (FMI) y la OMC. Entre tanto, son desplazados los países más pobres que participan con el 0.3% del comercio mundial, la mitad de su cuota de hace 20 años. Hoy el 20% de la población mundial, que vive en los países más desarrollados, consume 6 veces más energía, alimentos y bienes y servicios que en los años 50, y enferma por exceso de comida. Simultáneamente, el hambre y la mortalidad por enfermedades evitables azotan al otro 20% de la población mundial, que malvive en países empobrecidos por este desarrollo desigual (Galindo, 2002b).

La falacia del libre comercio (Lang y Hines, 1996) se muestra muy bien al interior del mercado único de la Unión Europea: competencia "libre" en condiciones de productividad desigual, ampliación al este y al sur para colonizar nuevos mercados y derechos restringidos a los nuevos socios. A España el ingreso en la UE le costó eliminar un millón de agricultores entre 1986 y 2002 (el 50% del total) y la sangría aún no ha terminado (Galindo, 2001 y 2003c).

La liberalización del comercio no proporciona ventajas de seguridad alimentaria, ni desarrollo rural a los países pobres, sino que abona la inseguridad alimentaria y el despoblamiento del campo, causa última de los movimientos migratorios hacia los países ricos. Así lo acreditan diversos estudios que han valorado el impacto en 39 países de África, Asia y Europa del Este, del Acuerdo sobre Agricultura (1994) de la OMC y los Planes de Ajuste Estructural del FMI que le preceden desde los años 80: no garantizan la seguridad alimentaria a los consumidores, ni hacen más ricos a los pobres, sino que empobrecen y hacen más vulnerables a los pueblos (Madeley, 2001). El propio FMI (5) afirma que "la

eliminación de las ayudas nacionales y de todos los derechos de aduana sobre la agricultura en general, favorecería a los grandes productores de los países desarrollados y a unos cuantos productores de algunos países en desarrollo más avanzados (fundamentalmente EEUU, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Brasil y Argentina) a expensas de una mayor inseguridad alimentaria, especialmente en las zonas rurales, de muchos países en desarrollo y desarrollados”.

Los precios de las materias primas agrarias han caído más del 50% desde 1960. Hoy no se vende fuera lo que se produce en exceso, para comprar en el exterior lo que no se produce dentro, aunque éste fue el origen del comercio internacional. Hoy, un mismo tipo de productos atraviesan las fronteras en ambas direcciones (Lucas, 2001). En los últimos 40 años, el comercio internacional de alimentos ha pasado del 7% al 10% de los alimentos producidos en todo el mundo. Se ha triplicado su volumen. Aunque los productos importados tengan un precio más bajo que los autóctonos, con el aumento del coste de transporte y de la distancia recorrida, se incrementa el consumo de combustibles, envases, embalajes y refrigeración. También hay una pérdida de frescura y calidad nutritiva de los alimentos, enmascarada con aditivos cada vez más artificiales y menos seguros. Los controles de calidad y trazabilidad en un intercambio de largas distancias se complican, encarecen, y convierten en un gesto formal. Esta lógica obliga a la bajada continua de los precios pagados a los agricultores, con un aparente beneficio económico para los consumidores, mientras se concentra y verticaliza el sector agroalimentario aumentando la distancia entre productor y consumidor. La auténtica beneficiaria es la distribución a gran escala, a costa de extorsionar tanto a los consumidores como a los pequeños productores.

2 ▶ **¿QUE HAY DETRÁS DEL LIBRE COMERCIO?: LA SOCIEDAD DE MERCADO**

La liberalización del comercio es sólo la superficie del fenómeno causante del hambre, la pobreza y la desigualdad crecientes. La economía moderna no produce los bienes y servicios que necesita la población, sino las mercancías que generan beneficios. Subordina a la lógica mercantil las necesidades humanas básicas, incluida la alimentación. La lógica de la vida queda supeditada a la lógica del mercado.

La expansión de la lógica del beneficio en la alimentación exige reducir el trabajo necesario en la agricultura. Para ello, incorpora en la producción de alimentos, los métodos de la producción industrial a gran escala porque con ello consigue aumentar la productividad del trabajo agrario mediante la especialización productiva y la incorporación masiva de tecnología (Galindo, 1997 y 1998). Esta dinámica coloca en el puesto de mando a la competitividad y el beneficio económico, desconsiderando todos los límites ecológicos, territoriales, humanos, sociales y culturales. La concentración creciente de la población en las ciudades y la expansión del modo de vida urbano (aunque se viva en el campo), están impulsadas por una lógica económica que fuerza a la población a abandonar las zonas rurales, a contratarse como

asalariada y a depender del mercado para vender su fuerza de trabajo y comprar sus medios de subsistencia. Aunque la finalidad natural de los alimentos sea satisfacer una necesidad humana básica, también deben comportarse como una mercancía. Sólo son producidos en la medida en que generan beneficios para el capital (Pino y Galindo 2004).

A partir de la II Guerra mundial se acelera este modelo de modernización de la agricultura y la alimentación en Europa y EEUU. Su extensión a escala planetaria, se inicia en los años setenta mediante la llamada Revolución Verde (6). Los rasgos de este modelo de producción, distribución y consumo de alimentos son: 1) la colocación de la eficiencia económica y la competitividad como la finalidad básica de la producción de alimentos; 2) la importación a la agricultura del paradigma productivista de la industria, el aumento constante de la escala de la producción, y la orientación hacia la exportación; 3) el cambio cultural de la figura del campesino que produce alimentos sanos para las personas, al empresario agrícola que triunfa enriqueciéndose; 4) el empleo intenso de tecnología: maquinaria, irrigación, semillas híbridas, fertilización y lucha contra las plagas y enfermedades mediante productos químicos, etc.; 5) la desconsideración, por ineficientes, de las formas tradicionales de la agricultura de cada territorio, junto con los conocimientos asociados de manejo de suelos, agua, semillas, cultivos, etc. El mercado global es sólo el desarrollo natural de esta lógica (Morán, 2003 y Galindo 2003a).

A pesar de sus consecuencias catastróficas, no se pone fin a este modelo porque es el más eficiente para generar beneficios. La Revolución Verde es una de las principales causas del aumento de la deuda exterior de los países empobrecidos (Galindo, 2001). Para pagar los intereses de esa deuda, los Gobiernos de dichos países se ven obligados a producir industrialmente cultivos de exportación demandados por los países ricos y, simultáneamente, a importar alimentos básicos para su población o incluso recurrir a la ayuda alimentaria que sirve a los países ricos, a su vez, para dar salida a sus excedentes agrícolas (7).

Ante los problemas de seguridad alimentaria que origina el mercado, tanto la OMC como la UE, proponen el mercado global. Es decir, más mercado. La Unión Europea y los EEUU protagonizan múltiples confrontaciones y luchas de intereses en el seno de la OMC. Pero comparten la misma lógica social: depositar en el mercado, cuyo paradigma es la persecución del interés privado por encima de todo, la resolución de todos los problemas sociales. El comportamiento de las políticas de producción de alimentos, protección a la salud y defensa del medioambiente en EEUU y Europa son diferentes sólo porque el contexto cultural y político es diferente y la lógica mercantil debe adaptarse al medio para garantizar su avance. Ambos se basan en la mejora de competitividad que obliga a un continuo crecimiento de la producción y distribución a gran escala. Se abaratan los precios, únicamente porque dichos precios no integran los costes sociales y ecológicos que causa la globalización de la agricultura y la alimentación. Cuando las multinacionales europeas, incluidas las españolas, operan en los países empobrecidos o dependientes, podemos observar la misma brutalidad e inhumanidad que practican las multinacionales norteamericanas.

Frente al bloque de intereses de EEUU y la UE, el G-20 se organiza para defender los intereses de los países pequeños, pobres y excluidos. Pero considerar que, haciendo más justas las reglas del comercio internacional y eliminando las subvenciones a la agricultura doméstica, se restablece el equilibrio y entonces, los productos del Sur pueden “competir” en los mercados del norte, es quedarse en la superficie. Se restablecería una mejor competencia de los capitales y la guerra entre ellos no sería tan desfavorable para los países del Sur. Pero, en ningún caso, permitiría a la agricultura campesina seguir cumpliendo su función de garantizar la soberanía alimentaria y lo que es más importante, su propia supervivencia. Aunque se opone a la liberalización del comercio, la alianza del G-20 persigue defender intereses comunes y no reclama el derecho a ejercer políticas específicas que, en cada país, protejan del saqueo, el hambre y las privaciones a su propia población, mantengan a sus propios campesinos y defiendan su plena soberanía alimentaria (Galindo, 2002c y 2003b).

3 ► AGROECOLOGÍA Y CONSUMO RESPONSABLES FRENTE A LA GLOBALIZACIÓN ALIMENTARIA

La generalización de la comida basura tiene que ver con la proliferación de trabajos basura y de una vida basura para mucha gente. Mientras crece el despilfarro de recursos naturales y la contaminación, también crece la pobreza y la falta de condiciones de vida digna para muchas personas. Nuestras formas de consumir tienen mucho que ver con estos problemas. Las personas no sólo producen, también son producidas. En lugar de cooperar para una vida más segura para todos, compiten entre sí en el mercado de trabajo y se desentienden de las consecuencias de un consumismo irresponsable. Competir en el mercado para consumir vorazmente es un indicador de inclusión y éxito social, aunque eso genere individuos rotos y deshumanizados.

No hay alternativa al hambre y la comida basura sin oponerse al capitalismo global (Galindo, 2002a). La crítica al modelo globalizado de producción, distribución y consumo de alimentos no se puede reducir a la crítica de las multinacionales y las empresas del Agrobusiness. Hay que crear las condiciones para que el derecho a la soberanía alimentaria sea una realidad para todos los pueblos del planeta.

No basta una crítica teórica de la producción y distribución globalizada de alimentos, es necesario interrumpirla en la práctica (Galindo, 2003a y 2004). Recuperar la autonomía de los pueblos exige asumir la responsabilidad de la propia forma de alimentación y la alianza entre ciudadan@s del campo y la ciudad. Conseguir la soberanía alimentaria desde el dialogo con las necesidades de los otros en múltiples direcciones: campo-ciudad; campesin@s-consumidor@s; autócton@s-inmigrantes; Norte-Sur.

La agroecología es una forma de producir alimentos contando con la naturaleza y no contra ella; un conocimiento secular anclado en una sabiduría campesina que la modernización capitalista ha desterrado del ámbito de la producción porque no es competitivo en términos

de mercado (Guzmán Casado, González Molina y Sevilla Guzmán, 2000). El consumo responsable es la contraparte necesaria que construye redes de consumidores en las ciudades que, en legítima defensa de su seguridad alimentaria, se comprometen directamente con l@s productor@s agroecológico@s. Este compromiso implica un diálogo sobre las necesidades que ambas partes tienen, buscando la reciprocidad y la equivalencia, promoviendo el apoyo mutuo para producir y consumir alimentos sanos, con un precio justo que remunere de forma suficiente la actividad de los productores rurales en lugar de ser resultado de las oscilaciones de los precios de los productos en el mercado, inasequible a comienzos de temporada e insuficientes para los productores cuando la oferta es abundante. El consumo responsable se interroga sobre lo necesario y lo superfluo, promueve el consumo de alimentos de temporada, la proximidad, la reutilización de envases. Es decir, mira más allá de la calidad del producto y del precio.

Las múltiples experiencias que existen son pequeños diques contra las prácticas globalizadoras y excluyentes (GAK, 2002). Para que la alimentación sana no sea individualista e indiferente a los derechos de los campesinos, ni contraria a la naturaleza, es importante desarrollar espacios comunes de cooperación entre proyectos de producción y consumo agroecológicos. Para poder comprender en su complejidad los daños de la globalización, es necesario que la lucha por la agroecología y el consumo responsable atravesase y se vea atravesada y fortalecida por otras luchas: contra la precariedad, la exclusión y la subordinación de las mujeres, por el derecho a la salud, la educación, contra el racismo y la defensa de los derechos humanos. Al poner en relación nuestra práctica con otras prácticas, estamos luchando contra la OMC, la PAC y la Europa del Capital allí donde se manifiestan sus daños, en la vida cotidiana, facilitando así la comprensión de lo que nos pasa y promoviendo el apoyo entre los perjudicados. Los colectivos que impulsamos el Área de Agroecología y Consumo Responsable del Movimiento contra la Globalización, la Europa del Capital y la Guerra en Madrid, no sólo seguimos desarrollando nuestros proyectos de cooperación campo-ciudad, sino también continuamos empujando en concienciación, sensibilización y construcción de redes de apoyo entre campo y ciudad y desplegando, a su vez, la cooperación entre las diversas áreas temáticas(8). La simultaneidad de ambos planos de intervención social atrae a nuevas personas a querer participar en un consumo responsable, retroalimentando estos proyectos.

Frente a la OMC y todos sus Acuerdos de Libre Comercio, y frente a la Europa del Capital y la Constitución que la legitima, es necesario que se muestren y crezcan experiencias prácticas de respuesta alternativa al interior de las relaciones sociales cotidianas, desde el campo y desde la ciudad, persiguiendo conectar con otras redes agroecológicas pero también con otra áreas temáticas del movimiento Antiglobalización. Desde la cooperación de muchas experiencias locales agroecológicas que se enfrentan en la práctica, a los daños de la globalización económica, puede generarse la fuerza para detener la lógica económica global de la agricultura y la alimentación. Por el contrario, desde el interés particular de cada individuo y la competitividad de todos contra todos, otro mundo es imposible (Galindo, 2004).

4 ► BIBLIOGRAFÍA

- **AUTOR DESCONOCIDO**

Estructura del comercio mundial 1970-2000. En: www.geocities.com [consulta 26 junio 2004], México.

- **FMI 2002**

¿Cómo afectan a los países en desarrollo las políticas agrarias de los países industrializados?. World Economic Outlook, septiembre.

- **GAK**

Historia de los GAKs. Rescaldos, Revista de Diálogo Social, núm. 6, 2º 81-87

- **GAK DE CAES, COLECTIVO AGROECOLÓGICO CEFARES 2004**

Agricultura y consumo responsables. Núm. marzo, abril, mayo y junio. En: <www.nodo50.org/caes/soberania_alimentaria> [información actualizada agosto 2004]

- **GALINDO, P. 1997**

Tras la revolución tecnológica de la vida se agazapa la sombra de la muerte". Encuentro. núm. 8. 14-15

- **GALINDO, P. 1998**

Ingeniería genética. Privatizar la vida, colectivizar el hambre. Disenso, núm. 23. 20-23

- **GALINDO, P. 2001**

Globalización, Agricultura y Alimentación Contexto mundial y Europeo. ¿Es posible la Seguridad y Soberanía Alimentaria?. Emergencias. Núm. 0.

- **GALINDO, P. 2002 A**

Soberanía alimentaria: el consumo agroecológico y responsable, un modo de ejercer la salud y la seguridad alimentaria. Rescaldos, Revista de Diálogo Social, núm. 6, 37-54

- **GALINDO, P. 2002 B**

Entre el hambre y la comida basura. Sociedad Española de Agricultura ecológica. Hoja informativa núm. 9.

- **GALINDO, P. 2003 A**

Globalización de la agricultura y la alimentación. En: Morán A., R. Bajo, P.Galindo, J.M. Hernández, S. del Río, G. Romero, J.L. Ruiz Jiménez (2003). El movimiento antiglobalización en su laberinto. Entre la nube de mosquitos y la izquierda parlamentaria. Catarata-CAES; Madrid, 145-167

- **GALINDO, P. 2003 B**

Campesinas y campesinos, especie en peligro de extinción. Tiempos Salvajes, 1. 24-27

- **GALINDO, P. 2003 C**

OMC, Unión Europea y Movimiento Antiglobalización. El Viejo Topo, mes octubre

- **GALINDO, P. 2004**

Resistencia agroecológica a la globalización. www.nodo50.org/caes/soberania_alimentaria

- **GUZMÁN CASADO, G.; GONZÁLEZ MOLINA, M. Y SEVILLA GUZMÁN, E. 2000**

Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. M. Prensa, Madrid.

- **LANG, T. Y HINES, C. 1996**

El nuevo proteccionismo. Ariel, Barcelona

- **LUCAS, C. 2001**

Stopping the great food swarm. MEP. Green Party of England and Wales. Marzo.

- **MADELEY, J. 2001**

Hambre y Comercio. Biodiversidad núm. 28. 1-6

- **MORÁN, A. 2003**

Globalización. Moneda única. Consecuencias. En: Morán A., R. Bajo, P. Galindo, J.M. Hernández, S. del Río, G. Romero, J.L. Ruiz Jiménez (2003). El movimiento antiglobalización en su laberinto. Entre la nube de mosquitos y la izquierda parlamentaria. Catarata-CAES; Madrid, 21-56

• **OMC. ESTADÍSTICAS DEL COMERCIO INTERNACIONAL 2003**

En www.wto.com [consulta 26 junio 2004]

• **PINO, C. Y GALINDO, P. 2004**

Globalización de la agricultura y la alimentación en la economía mundial. Un análisis crítico (teórico y práctico) desde la agroecología y el consumo responsable. En: [CD] IX Jornadas de Economía Crítica, Madrid, 25-27 marzo

• **PORTILLO, L. 1987**

¿Alimentos para la paz? La “ayuda” de Estados Unidos. IEPALA, Madrid.

(Footnotes)

(1) OMC: Organización Mundial de Comercio, sucesora del GATT (Acuerdo General sobre Comercio y Tarifas) desde el 1 de enero de 1995. PAC: Política Agraria Común de la Unión Europea desde 1957.

(2) El GAK del CAES cuenta actualmente con 25 familias. Es una de las experiencias pioneras de consumo agroecológico autogestionado, los GAKs en Madrid. Forma parte de la Coordinadora de Grupos de Consumo Agroecológico de Madrid que integra, además del GAK del CAES, a los siguientes grupos: Asalto de Mata, Ecosol, El Cantueso, La Dragona, el GAK de Hortaleza, Redes, Red Autogestionada de consumo (RAC) y Subiendo al Sur. En diciembre de 2001 fundamos esta Coordinadora para cooperar en la compra y distribución conjunta de alimentos ecológicos producidos por pequeños productores y cooperativas del Estado Español. Junto a otros colectivos, el GAK del CAES impulsa el Área de Agroecología y consumo Responsable del Movimiento contra la Globalización, la Europa del Capital y la Guerra. Más información en: www.nodo50.org/caes/soberania_alimentaria

(3) Este artículo en una versión reducida, se publicará, en septiembre de 2004, en Pueblos, revista especializada en cooperación internacional que dedicará su dossier monográfico a la seguridad alimentaria.

(4) En los países desarrollados, la relación de intercambios comerciales o apertura de las economías (importaciones + exportaciones) con respecto al PIB ha pasado desde 1985 a 1997 del 17 al 24%, mientras que en los llamados “países en desarrollo” lo ha hecho del 23 al 38%. Fuentes: Estructura del comercio mundial 1970-2000. En www.geocities.com y Estadísticas del Comercio Internacional 2003 en www.wto.com)

(5) FMI. World Economic Outlook, septiembre de 2002. “¿Cómo afectan a los países en desarrollo las políticas agrarias de los países industrializados”. Citado en informe MEMO/03 de la Comisión Europea (13 de febrero de 2003).

(6) Se denomina así, al fenómeno propiciado por la FAO, de extensión de la agricultura moderna (industrial y mercantil) a los países empobrecidos bajo el argumento de que era la única forma de resolver el problema de las necesidades alimenticias de una población creciente.

(7) Véase el uso de la ayuda alimentaria como arma de guerra en Portillo, 1987.

(8) El impulso de un boletín mensual desde marzo de 2004, Agricultura y consumo responsables, elaborado cooperativamente entre colectivos del campo y la ciudad, responde a ese intento de sensibilización en otras formas de agricultura y de consumo. Editado por GAK del CAES y Colectivo Agroecológico Cefares, puede encontrarse en: www.nodo50.org/caes/soberania_alimentaria

AGRICULTURA ECOLÓGICA, NUTRICIÓN Y SEGURIDAD ALIMENTARIA DE SALINAS

12

GARZÓN ORELLANA, FERNANDO

MSC © Arq
Asesor Principal del Plan Estratégico Participativo de Salinas
Ecuador - Guayaquil
Barrio Centenario, Calle José Salcedo 705
Cel. 099986591. Teléfono: 04 2 343586
E-mail: fgarzon@gye.satnet.net

RESUMEN

En Ecuador-Sudamérica, Salinas constituye el principal balneario del Ecuador y uno de los puntos de destino turístico más importantes. Es en este lugar donde el Gobierno del Cantón aprobó el 22 de diciembre de 2002, la formulación realizado con la ciudadanía, del Plan Estratégico Participativo-PEP, y a partir de enero del 2003 se inició la Fase de Ejecución con la gestión y ejecución de programas y proyectos estratégicos. Este Plan se consolidó con la aprobación el 29 de mayo del 2003, de la Ordenanza de Constitución del Comité de Desarrollo Local del PEP, que junto al Gobierno Local tienen la visión de “Salinas Region Ecoturística Internacional con temporada eterna, competitividad económica y Desarrollo Humano Sustentable”. De igual forma, a final del 2003 se aprobó el Presupuesto Participativo del Gobierno de Salinas, en el cual el 100 % de los Gastos de Inversión corresponde al Banco de Proyectos del Plan Estratégico Participativo.

1 ► INTRODUCCIÓN

En 1995, representantes de 117 gobiernos del mundo, se comprometieron en la Declaración sobre Desarrollo Social en Copenhague a “lograr la seguridad alimentaria, asegurando una disponibilidad de alimentos nutricionalmente adecuados y seguros de acuerdo a los niveles nacionales e internacionales, un razonable grado de estabilidad en el suministro de alimentos, así como el acceso físico, social y económico de los alimentos para todos”.



ECUADOR. Ubicación del Salinas

En este contexto, el Programa de Agricultura Ecológica, Nutrición y Seguridad Alimentaria de Salinas, articula una visión integral del Desarrollo Humano, con un conjunto de proyectos de alta participación ciudadana, que interrelacionan agricultura orgánica urbana, enfoques de salud, ambiental, productivos y sociales; y, que van desde la agricultura orgánica y Clasificación domiciliaria de Desechos Sólidos hasta proyectos ecoturísticos en torno al humedal Velasco Ibarra. Este programa iniciado en el 2003 es parte del Plan Operativo del 2004, y su meta es beneficiar al 20% de la población del cantón Salinas, constituida por niños de hasta 9 años de edad. El programa se está ejecutando a través de varios proyectos y tiene como grupo objetivo base a los niños de los 54 barrios existentes en el cantón Salinas

2 ► ESCENARIO DE BASE

Los niños de Salinas por causas de la pobreza, tienen efectos en una desnutrición crónica de los menores de 5 años de 41,3 % que repercute en una tasa de mortalidad de 63,8 por mil, de acuerdo al Informe sobre el desarrollo Humano 1999 del PNUD. Esto está asociado a que solo el 43,3 % son hogares con saneamiento básico y el 23,6 son viviendas rurales con agua potable.

GRUPOS DE EDAD	TOTAL			URBANA			RURAL			
	EDADES SIMPLES	Total	Homb.	Mujer	Total	Homb.	Mujer	Total	Homb.	Mujer
CANTON: SALINAS		49,572	25,095	24,477	28,650	14,459	14,191	20,922	10,636	10,286
Menores de 1 AÑO		1,200	621	579	667	352	315	533	269	264
1 A 4 AÑOS		4,736	2,402	2,334	2,551	1,310	1,241	2,185	1,092	1,093
5 A 9 AÑOS		5,629	2,916	2,713	2,965	1,513	1,452	2,664	1,403	1,261

Por causas de la pobreza y pautas de consumo impuestas, las dieta alimentaria de los niños son desequilibradas y deficitarias en Macronutrientes (hidratos de carbono, grasas, y proteínas) y *micronutrientes*(sustancias esenciales). Las carencias nutricionales, más que nada es de vitaminas, minerales, oligoelementos y aminoácidos lo cual provocan en los niños:

- Falta de energía y cansancio
- Lesiones y calambres musculares
- Disminución del rendimiento, tanto físico como psíquico y nervioso

3 ► LINEAS ESTRATEGICAS DE ACCION

- Producción Agrícola orgánica y Huertos comunitarios vinculados.
- Acceso a productos alimenticios seguros e incentivar la producción sustentable.
- Orientar y apoyar una dieta alimentaria equilibrada con nutrientes necesarios, y tratamiento universal de salud.
- Barrios ambientalmente sanos y socialmente solidarios.
- Comunidad y Gobierno local con políticas participativas y descentralizadoras, para impulsar la producción limpia, la nutrición y la seguridad alimentaria

4 ► COMPONENTES EN PROCESO

Formacion en nutricion y alimentacion alternativa

En la fase de implementación en los 54 barrios de Salinas, las jefaturas de hogar y los niños, se forman y practican nuevas dietas alimentarias relacionada con condiciones y manejo seguro de alimentos en el hogar.

- **Proyectos asociados**

“Municipio en mi Barrio”. Funcionarios y equipos realizan mediante carpas en el sitio, funciones departamentales que incluyen personal medico y promotores de salud, que imparten conocimientos y realizan tratamiento integral y preventivo de salud articulado a la formación práctica de manejo de alimentos, condiciones ambientales de vivienda, dietas alimentarias integrales y de bajo costo

Produccion organica para alimentos sanos

Se realiza la producción en 200 hectáreas de cultivos orgánicos con utilización de humus en zonas del entorno del Humedal Velasco Ibarra y se propicia en 13 barrios pilotos, huertos familiares para cultivos de árboles frutales y plantas ornamentales, medicinales y de preparación de alimentos.

- **Proyectos asociados**

“Plan Ecoturístico del Humedal Velasco Ibarra”. Municipio apoya a pequeños y medianos productores agrícolas de la zona, en prácticas sustentables agrícolas, y vincula a los procesos de reforestación para generar microclimas propiciatorios de lluvias, bruma y humedad.

“Centro de Desarrollo Ecológico Social”. Municipio y microempresarios impulsan producción de Humus mediante la técnica de lombricultura y cultivos experimentales de productos agrícolas y frutales originarios.

“Huertos comunitarios para la vida”. En barrios estratégicamente ubicados se propicia la implementación de Huertos familiares vinculados a huertos comunitarios.

Salud y manejo de desechos sólidos

Se realiza en los 54 barrios populares, acciones integrales de clasificación de desechos sólidos, y seguridad universal de salud,

- **Proyectos asociados**

“Plan de Manejo de Desechos Sólidos”. Las comunidades realizan la clasificación domiciliar de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos en recipientes diferentes y el servicio municipal de recolección de desechos aplica rutas y horarios diferentes para cada tipo de desechos.

“RIDESS”. El Ministerio de Salud, el Municipio y la comunidad, aplican en el marco del Programa nacional PROMERSA, el proyecto de Red Integral de Salud, que aplica la seguridad

universal de salud en especial de los niños en todo el Cantón Salinas, incluyendo 13 barrios populares del Programa de Nutrición y Seguridad Alimentaria.

Infraestructura integral de servicios y saneamiento ambiental barrial

Se realiza en barrios populares, la dotación de servicios de Agua Potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial, para eliminar vectores negativos ambientales producido por agua contaminada de uso humano, disposición arbitraria de aguas y desechos sanitarios, inundaciones y pozos contaminantes.

- **Proyectos asociados**

“Operación de acceso a Agua Potable y utilización de alcantarillado sanitario” Organismos financieros y ejecutores externos asociados con el Municipio, construyeron la Red del Sistema de Agua Potable y de Alcantarillado Sanitario, y actualmente el municipio, la comunidad y la empresa de servicios, están implementado el plan para que en los barrios del Programa de Nutrición y seguridad alimentaria, los usuarios realicen las redes domiciliarias para acceder integralmente a estos servicios.

“Alcantarillado Pluvial de Salinas”. El municipio con empresas constructoras, diseñadora y financista, están en la fase final de ejecución del proyecto que comprende la construcción y colocación de las redes de alcantarillado pluvial en todos los barrios urbanos del cantón.

“Centro de Desarrollo Ecológico y Social”. El municipio y comunidad, tienen en operación en su primera fase, el manejo de desechos sólidos, con relleno sanitario en celdas especiales, reciclaje de desechos orgánicos para la producción de humus, reciclaje de desechos inorgánicos para la comercialización, y zonas de agricultura orgánica experimental y viveros.

5 ► PERSPECTIVAS

El Programa de Agricultura Ecológica, Nutrición y Seguridad Alimentaria tiene una gestión normada por el Comité de Desarrollo Local y la confluencia de proyectos que aseguren a partir de los resultados, un impacto positivo en 1.200 niños menores a 1 año, 4.700 niños y niñas de 1 a 4 años, y 5.600 niños y niñas de 5 a 9 años. Este impacto esta asociado a una nueva forma de gobierno local, donde la participación ciudadana se concreta con la cogestión y ejecución de proyectos; de igual forma la dinámica institucional municipal asume las responsabilidades por procesos como parte de asegurar desempeño en los programas y proyectos. El impacto tiene además como base un cambio del carácter y del paisaje físico ambiental, donde territorio, población y gobierno se integran para el desarrollo humano sustentable.

CALIDAD DE LAS AGUAS “VITALIZADAS” POR TRATAMIENTOS CON CAMPOS MAGNÉTICOS Y TURBULENCIAS

MOLINA CASINO, M. A. Y HERVÁS, A.

Departamento de Química y Análisis Agrícola. E.T.S.I.Agrónomos.
Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.
e-mail: amolina@qaa.etsia.upm.es; anahhermida@yahoo.es

RESUMEN

En este trabajo se inicia el estudio de la calidad de las aguas llamadas comercialmente “vitalizadas”, que en general se refiere a aguas sometidas a campos magnéticos y turbulencias, y se plantea la necesidad de conocer su posible influencia en la calidad de los alimentos cuando son utilizadas como aguas de riego por los agricultores ecológicos.

Se han realizado ensayos de velocidad de germinación y de crecimiento sobre semillas de *Triticum aestivum* L.

Se hacen necesarias más investigaciones puesto que, aunque se encontraron respuestas a los tratamientos estudiados en ambos ensayos, éstas no fueron significativas en todas las repeticiones realizadas.

PALABRAS CLAVE: SEMILLAS, TRIGO, GERMINACIÓN, GIE, AGRICULTURA ECOLÓGICA.

1 ► INTRODUCCIÓN

El agua es un componente mayoritario de los alimentos, por tanto, cualquier cambio en sus propiedades puede afectar a la calidad de éstos. Las propiedades físicas y químicas del agua han sido ampliamente estudiadas, así como su influencia en los sistemas biológicos, tanto vegetales como animales. Todo ello puede sintetizarse en la idea de que el agua tiene un comportamiento muy especial que le hace imprescindible para el desarrollo de la vida. A pesar de ello, quedan muchos aspectos por conocer, por ejemplo, qué ocurre en los procesos de obtención y utilización de los preparados homeopáticos, muy utilizados en agricultura ecológica, especialmente en salud animal o los que se ponen de manifiesto en obras como las de Emoto (2003), Ryrie (1999) y Borrás (1995), Bige et al.(1991), Ansaloni et al.(1991) y Schulz (2003).

En la actualidad varias empresas están comercializando tecnologías que, según las propias casas comerciales, dotan al agua de características singulares, que resumen con el término “agua vitalizada” o incluso “agua viva” de interés para el consumo humano y en agricultura. Dichas tecnologías generalmente se fundamentan en someter al agua potable o de riego a los efectos de campos electromagnéticos y a turbulencias.

La revista alemana *ZeitGeist* (Holger, 2000) publicó un artículo en el que se hace un estudio comparativo de las treinta y ocho marcas de “vitalizadores” existentes en Alemania. Marín (2004) recoge las que es posible encontrar en España.

Estas tecnologías ya se están comenzando a utilizar en la producción de alimentos en agricultura ecológica. Dado que no suponen añadir ningún producto al agua, no están contempladas en los actuales reglamentos de agricultura ecológica y, por tanto, hay una laguna en cuanto a la conveniencia o no de su utilización. Tampoco está definido científicamente el término vitalidad que puede incluso implicar la necesidad de asumir nuevos paradigmas (Molina, 2000).

Resulta de interés, por tanto, estudiar en qué radican las diferencias con respecto a un agua potable o de riego no sometida a dichas tecnologías y los posibles efectos que pueda tener el uso de estas aguas en la biología de las plantas de cultivo y en la calidad de los alimentos obtenidos.

El tratamiento magnético del agua produce cambios en las propiedades físico-químicas del agua según Ramos (1994). Se observan variaciones en la medida del pH y de la conductividad eléctrica, que son ligeramente mayores (Tristante, 1998), disminución de la tensión superficial y viscosidad (Kronenberg, 1985), así como el incremento de la solubilidad de distintas sales, principalmente de carbonato cálcico (Rokhinson, 1996).

Según investigaciones llevadas a cabo en Cuba, las semillas regadas con tratamiento magnético germinan más rápido y se favorece el porcentaje de germinación. Esta propiedad,

se está tratando de aplicar en dicho país para mejorar la germinación de semillas de *Pinus tropicalis* Morelet, especie endémica y amenazada (Castro, 2004). También se afirma que el tratamiento magnético del agua de riego produce variados efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas y acelera el crecimiento vegetal, en dependencia de la caracterización y especificación del grado de tratamiento aplicado al agua (Duarte 1999). En el mismo trabajo, se ha evidenciado que el sistema radicular crece más, lo cual puede explicar que haya mayor aprovechamiento de los fertilizantes aplicados y asimilación de parte de las reservas del suelo. En este sentido, algunos trabajos (Monedero, Dueñas y Camacho) apuntan al aumento de los contenidos de nutrientes, N, P y K en plantas mediante tratamiento magnético del agua de riego y aumentos de materia seca con dosis menores de fertilizantes nitrogenados, así como un incremento del nitrógeno fácilmente hidrolizable del suelo. Respecto a las propiedades del suelo, el tratamiento magnético del agua ejerce influencia sobre la agregación de las partículas (Klassen, 1978) y, permitió recuperar estabilidad del suelo ferralítico rojo compactado hasta 80cm (Duarte, Riquenes y Cano, 1994).

Considerando que la influencia del agua en la calidad de los alimentos debe mostrarse desde los primeros estadios de crecimiento de las plantas, se decidió iniciar la presente investigación que tiene como objetivo estudiar el efecto que sobre la germinación de semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.) pueda tener el uso de agua sometida a la tecnología de una de las casas comerciales (activador de agua GIE), por un lado, y por otro, del agua obtenida por recirculación en un equipo de magnetización de agua existente en el Departamento de Física y Mecánica de la ETSIA.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos tipos de ensayos de germinación de semillas. En el primero se ha pretendido estudiar la velocidad de germinación y en el segundo, el crecimiento de las semillas en los primeros estadios de desarrollo, utilizando para ello agua sometida a los dos tratamientos citados anteriormente además del Control (agua potable suministrada por el Canal de Isabel II).

Se utilizaron semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.) que fueron obtenidas mediante los métodos de la agricultura ecológica en la finca El Encía del IMIA .

Ambos ensayos se realizaron en ciego, utilizando las denominaciones Agua 1, Agua 2 y Agua 3, para lo cual se identificaron debidamente los recipientes que contienen cada una de las tres aguas.

Las claves correspondientes a cada agua son las siguientes:

▶ AGUA 1: Control

► **AGUA 2:** Agua sometida a tecnología GIE. Se obtuvo del paso del agua del Canal de Isabel II por un equipo comercial, en concreto, el llamado Activador GIE, cedido para esta investigación por su inventor Peter Gross e instalado temporalmente en el Departamento de Química y Análisis Agrícola. En este aparato, la corriente de agua al introducirse en él se bifurca y es sometida a los campos magnéticos de dos imanes y a turbulencias mediante el paso por una tubería que adopta forma helicoidal y que sufre distintos cambios de sección (Consultar poster).

► **AGUA 3:** Agua sometida al equipo de magnetización de agua citado. Se obtuvo de la recirculación del agua del Canal de Isabel II en un circuito cerrado en el que se instalaron 4/6 baterías magnéticas suministradas por CALCAT S.L. El equipo (Consultar poster), instalado en el Departamento de Física de la E.T.S.I.A, está formado por una tubería de polietileno con diámetro interno de 19 milímetros y 30 metros de longitud que adopta forma helicoidal. El agua se introduce en el circuito de forma manual a través de piezómetros y recircula por la acción de una bomba centrífuga de impulsor radial accionada eléctricamente. Las características de funcionamiento del equipo se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características de funcionamiento

VELOCIDAD DE LA BOMBA (RPM)	CONSUMO DE POTENCIA (W)	VELOCIDAD DEL AGUA (M/S)	FLUJO
750	30	0,45	Turbulento

El diseño del experimento está basado en el Protocolo de ISTA (International Seed Testing Association). En los dos ensayos se pusieron a germinar 100 semillas con cada una de las tres aguas, repartidas en cuatro réplicas de 25 semillas cada una. Fueron tomadas al azar, descartándose las que carecían de embrión o estaban visiblemente dañadas. Se realizaron 4 repeticiones, tal como indica el Protocolo de ISTA. Dicho protocolo, recomienda realizar los ensayos en cámara de germinación para mantener las condiciones de temperatura en torno a 20 °C y la humedad constante.

Debido a que en ellas se pueden generar campos que podrían llegar a interferir en los experimentos se decidió no realizar estos primeros ensayos en cámaras.

Se han llevado a cabo en una habitación, libre de aparatos que puedan generar campos electromagnéticos. Para cada repetición y conteo se anotó la temperatura. Los ensayos de velocidad de germinación se realizaron en placas petri, sobre un sustrato inerte (papel Albet 73) sobre las que se depositaron 10 mL del agua correspondiente. Las 25 semillas de cada placa se distribuyeron de forma ordenada para facilitar su seguimiento (Consultar poster).

Las placas petri se identificaron con dos números, el primero de ellos correspondía al agua ensayada y el segundo al número de réplica. Se distribuyeron en cada repetición sobre tres mesas separadas entre sí un metro, de la siguiente manera:

REPETICIÓN	MESA 1	MESA 2	MESA 3
1	1.1, 1.2, 1.3, 1.4	2.1, 2.2, 2.3, 2.4	3.1, 3.2, 3.3, 3.4
2	2.2, 2.3, 2.4, 2.1	3.2, 3.4, 3.1, 3.3	1.1, 1.3, 1.2, 1.4
3	3.4, 3.2, 3.3, 3.1	1.2, 1.4, 1.3, 1.1	2.3, 2.4, 2.2, 2.1
4	3.3, 2.3, 1.1, 3.1	2.2, 1.4, 1.3, 2.1	3.4, 1.2, 2.4, 1.3

En el proceso de germinación, en primer lugar las semillas absorben agua, los tejidos se hinchan y la cubierta seminal se vuelve blanda y elástica. La raíz primaria atraviesa la cubierta seminal y se alarga con rapidez. En el caso del trigo, se forman casi simultáneamente dos o más raíces secundarias para formar el sistema radicular seminal. El desarrollo del sistema apical se produce después.

Por ser la raíz primaria la primera estructura en desarrollarse, es el foco de atención para los conteos de este ensayo. Para facilitarlos, el criterio adoptado para considerar que una semilla ha germinado es que su longitud sea igual o superior a 5 mm. En las condiciones en que se ha realizado el test, esta condición comenzaba a cumplirse aproximadamente unas 36 horas después de haber preparado el ensayo y puesto a germinar las placas. Desde este momento en que comenzaban a germinar las primeras semillas, las observaciones y los conteos se realizaron cada 3 horas. Cada semilla que cumplía con el criterio adoptado se sacó de la placa petri y se anotó el número total germinado en cada placa. Se realizó un total de 4 conteos por placa en cada repetición.

Para la evaluación de los resultados de este ensayo se obtuvieron curvas de germinación mediante hoja de cálculo de Microsoft Excel.

Los ensayos de crecimiento se realizaron en pliegos de papel Albet 73. Éstos se doblaron por la mitad utilizando como eje su lado más largo y se cortaron en dos mitades hasta obtener los 12 necesarios para distribuir 300 semillas en grupos de 25. En cada pliego, las 25 semillas se distribuyeron uniformemente a una distancia de dos centímetros para facilitar tomar las medidas. A continuación, se humedecieron los pliegos con 20 mL del agua correspondiente y después se enrolló el papel sobre sí mismo hasta constituir un cilindro con un diámetro de 2-3cm (Consultar poster).

Estos cilindros, se dispusieron verticalmente en un vaso de vidrio y se cubrieron con una bolsa de plástico transparente para limitar la evaporación y tratar de mantener una

humedad constante. Se identificaron con una numeración similar a la anterior. Los vasos con los cilindros de papel se distribuyeron en cada repetición sobre tres mesas, separadas entre ellas 1 metro, de la siguiente manera:

REPETICIÓN	MESA 1	MESA 2	MESA 3
1	1.1,1.2,1.3, 1.4	2.1,2.2,2.3, 2.4	3.1,3.2,3.3, 3.4
2	2.1,2.2,2.3, 2.4	3.1 3.2 3.3, 3.4	1.1 1.2,1.3, 1.4
3	3.1,3.2,3.3, 3.4	1.1,1.2 1.3, 1.4	2.1,2.2,2.3, 2.4
4	1.1,2.2,3.2, 3.4	1.3,1.4,2.4, 3.1	1.2,2.1,2.3, 3.3

La disposición de los cilindros dentro de un mismo vaso se realizó al azar.

Se tomaron las medidas de la longitud de la parte aérea (hoja primaria y coleóptilo) y del sistema radicular seminal, tomando como referencia la raíz seminal más larga en el octavo día del ensayo.

En este momento las semillas que han producido una plántula de forma satisfactoria han desarrollado un sistema radicular seminal, con 3-5 raíces seminales y una hoja primaria que emerge del coleóptilo.

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en los ensayos de crecimiento se utilizó el programa informático Statgraphics Plus 5.0

3 ▶ RESULTADOS

Ensayos de velocidad de germinación

Se muestran las curvas de germinación elaboradas con los datos obtenidos en cada repetición. Se refleja el número de semillas germinadas acumulado en los sucesivos conteos (cuatro, cada tres horas).(Consultar poster)

Observando los resultados de este ensayo, tenemos que en la repetición 1, en cuanto al mayor número de semillas germinadas en el tiempo de duración del ensayo destaca el agua 2, seguida del agua 3 y, finalmente, del agua 1. En la repetición 2, sin embargo, estos resultados no se mantienen, siendo en este caso el agua 1 la que obtuvo mayor número de semillas germinadas en el tiempo del ensayo, seguida del agua 2 y, con más diferencia,

del agua 3. En las restantes repeticiones (3 y 4), los resultados están muy igualados, prácticamente sin apreciarse diferencias significativas entre las tres aguas.

Ensayos de crecimiento

En este ensayo se han tratado por separado los datos correspondientes a la parte aérea y los del sistema radicular. En ambos casos los resultados han sido similares. Sólo se han encontrado diferencias significativas entre las medias en la primera repetición del ensayo. En ésta, los mayores valores de crecimiento obtenidos, tanto para la parte aérea como para el sistema radicular, correspondieron a las Aguas 3 y 2, por este orden. En los datos del sistema radicular las diferencias, según el test de rango múltiple, sólo fueron significativas entre las medias del agua 1 y agua 2 y entre el agua 1 y agua 3. En los datos de la parte aérea, las diferencias fueron significativas entre las tres aguas, siguiendo el orden de mayor a menor: agua 3, agua 2 y agua 1. En el resto de repeticiones del ensayo, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas.

4 ► DISCUSIÓN

Una posible explicación de la diferencia entre los resultados de la primera repetición respecto a las demás, obtenidos en ambos ensayos, puede residir en el factor temperatura. Ésta fue más baja en la primera repetición (en torno a los 18 °C), mientras que en el resto de las repeticiones llegaron a registrarse temperaturas mayores, entre los 25 y 30 °C.

Según Borrás (1995) se aprecian mejor las diferencias de germinación del trigo cuando se perjudican los sistemas vitales latentes, por lo que propone que previamente se sometan las semillas a un choque térmico, introduciéndolas en agua hirviendo de tres a ocho segundos. En nuestro caso, una temperatura de ensayo más baja puede suponerse un factor desfavorable a la germinación, que superarían mejor las semillas sometidas al agua tratada con los equipos empleados. Cuando se realizan los ensayos en condiciones más favorables estas diferencias no se observan.

5 ► CONCLUSIONES

- Puede haber evidencia de respuestas en la germinación a los citados tratamientos del agua teniendo en cuenta los resultados de los primeros ensayos.
- Se hacen necesarias investigaciones más profundas para una mayor comprensión de la posible influencia de estos tratamientos del agua.

6 ► AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la empresa comercializadora del equipo GIE la colaboración prestada para la realización de este estudio sin cuya ayuda no hubiera sido posible. Igualmente agradecemos a Carmen de Lucas, investigadora del IMIA, la cesión de las semillas utilizadas en este trabajo.

7 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ANSALONI, A.; CICOLO, E.; LUU, C.; LUU, D. V.; POPP, F. A.; ROUSSEAU, J. Y VECCHI, P. 1991**
L'Eau. Flux, souffles & vibrations.V.II. Sciences du vivant 3. Ed. ARYS.
- **BIGE, L.; CAPEL-BOUTE, C.; FLOR, J. B.; GAREL, J. P.; VAN HEIJST, G. J.; HENRY, M.; MATHLOUTHI, M. Y ORSZAGH, J. 1991**
L'Eau. Trames, boucles & turbulences. V.I. Sciences du vivant 2. Ed. ARYS.
- **BORRÁS, A. 1995**
Las energías cósmicas del agua. Ediciones Contrastes, S.A.
- **CASTRO, J. C. 2004**
Departamento de Física. Universidad de Pinar del Río. Cuba. Comunicación personal.
- **DUARTE, C.; RIQUENES, J. Y CANO, J. 1994**
Influencia del Tratamiento Magnético del Agua de riego (TMA) sobre la estabilidad estructural del suelo Ferralítico rojo compactado. Estación Experimental de Riego y Drenaje del IIRD de Ciudad de la Habana, Cuba.
- **DUARTE, C. 1999**
Resultados foliares y de calidad de frutos en el cultivo del tomate HC 3880 bajo la acción del Tratamiento Magnético del Agua (TMA) de riego. R. Alimentaria. N° 304. Ediciones Alimentalex. Publicaciones Técnicas de Madrid, 91-93.
- **EMOTO, M. 2003**
Mensajes del agua. Ed. La liebre de marzo, 143 pp.
- **HOLGER, H. 2000**
Die wunderbare der Wasser. ZeitGeist, 3, 30-37.
- **INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING EDITION 2003**
The International Seed Testing Association (ISTA).
- **KLASSEN, V. I. 1978**
Magnetización de los sistemas acuosos. Moscú. Jimia. 212-213.
- **KRONENBERG, K. J. 1985**
Experimental evidence for effects of magnetic fields on moving water. IEEE Transactions on Magnetics, 5, 2059-2061.
- **MARÍN, T. 2004**
Vitalización: La memoria del agua. Rehabitar, 10, 48-49.
- **MOLINA, A. 2000**
Alimentos ecológicos y vitalidad. En: Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio. Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Valencia, 391-400.

• **MONEDERO, M.; DUEÑAS, G. Y CAMACHO, E.**

Efecto del agua tratada magnéticamente y la fertilización N-P en suelo Gley Ferralítico cultivado con maíz. Instituto de Suelos. La Habana. Cuba.

• **MONEDERO, M.; DUEÑAS, G. Y CAMACHO, E.**

Agua tratada magnéticamente y nitrógeno en maíz. Instituto de Suelos. La Habana. Cuba.

• **RAMOS, F. 1994**

El agua magnetizada. Mandala Ediciones.

• **ROKHINSON, E. E. Y BASKIN, V. V. 1996**

Magnetic treatment of irrigation water. Agrophysical Research Institute, 436, 135-141.

• **RYRIE, CH. 1999**

Las energías curativas del agua. Ed. GAIA, 153 pp.

• **SCHULZ, A. 2003**

Wasser Kristall Welten. Ed. AT Verlag, 143 pp

• **SINERIK, N. 1994**

Magnetic Fields alter electrical properties of solutions and their physiological effects. Bioelectromagnetics, 15, 133-142.

• **TRISTANTE, M^a J. 1998**

Agua imantada. Quibal, 572-579.

LEGISLACIÓN, NORMAS Y CERTIFICACIÓN

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

NORMATIVAS PARA EL CULTIVO ECOLÓGICO EN INVERNADEROS

Propuesta para incorporar el punto de vista Mediterráneo (Documento de trabajo)

GONZÁLEZ, VÍCTOR

Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)
ECA. Apartado 397. Camino del Puerto s/n. 46470 Catarroja (Valencia)
E-mail: vgonzalez@wanadoo.es

RESUMEN

Muchos países europeos deben importar productos ecológicos para satisfacer la creciente demanda de éstos en sus mercados, especialmente en cultivos exóticos o tropicales y en cosechas fuera de estación. El cultivo ecológico bajo protección de invernadero, se realiza ya en diversos países de Europa. En algunos casos, es visto como una opción para abastecer el mercado local con cosechas ecológicas, ampliando así la disponibilidad de la oferta de productos ecológicos en un periodo más largo de tiempo del año. El incremento de la producción local podría reducir el gasto energético en transporte de los alimentos en largas distancias y evitaría los deterioros ambientales que ello implica.

Sin embargo, esta modalidad de cultivo ecológico bajo invernadero, es cuestionada por distintos sectores. Los argumentos giran en torno a que, a pesar de reducirse el impacto ambiental en el suelo y el agua, con la sustitución de los insumos químico-sintéticos en la producción, no se disminuye el consumo de energía fósil, en invernaderos con calefacción, ni reduce su impacto paisajístico. La percepción del consumidor de que el invernadero ocasiona una atmósfera artificial, que repercute en la calidad del producto ecológico, aunque no está comprobada esta muy extendida. A ello contribuye, la escasez de estudios comparativos, que desmientan esta percepción.

Actualmente, no existe ninguna medida específica para el cultivo ecológico en invernadero en la Regulación de la Unión Europea de la agricultura ecológica (2092/91). Esta situación ocasiona disparidad en la aplicación de las normativas en los Estados Miembros y equipara el cultivo de invernadero en el Sur de Europa, con los sistemas de cultivo en Centro y Norte de Europa, que requieren calefacción en invierno, confundiendo al consumidor europeo y disminuyendo su confianza en los agricultores ecológicos que producen en invernaderos. Por ello, se propone establecer un protocolo ecológico para el cultivo protegido.

PALABRAS CLAVE: NORMATIVA, CERTIFICACIÓN, EXPORTACIÓN Y TOMATE

1 ► INTRODUCCIÓN

A pesar de que en los últimos años el mercado de alimentos ecológicos sigue incrementándose en toda Europa, muchos países europeos deben importar productos ecológicos para satisfacer esa creciente demanda, sobretodo en cultivos exóticos y de fuera de temporada.

El cultivo protegido en invernaderos durante la temporada invernal fría, se ha extendido en diferentes partes de Europa y constituye, en algunos casos, una opción para fortalecer el abastecimiento local del mercado con cosechas ecológicas, y ampliar así la disponibilidad de alimentos en periodos más largo de tiempo en el año. Un incremento de la producción local reducirá el transporte de largas distancias(1) y los deterioros ambientales que ello supone.

Aunque los invernaderos con cubierta de cristal totalmente herméticos, como los que se instalan en climas fríos, que usan calefacción, refrigeración, humectación, desecación, CO₂, iluminación, etc., es distinta a los invernaderos con cubierta de plástico en zonas cálidas mediterráneas, tipo Almería(2) (Guerrero 2004 y Guijt, & Haward, 2001), la inexistencia de normativas específicas para cultivo protegido en invernadero, hace más fácil equiparar el sistema empleado en las zonas mediterráneas, con los invernadero de países de Centro y Norte de Europa, que se ven obligados a un grado mayor de forzado, debido a las condiciones naturales y climatología adversas. Por ello nos parece importante diferenciar ambos sistemas ante el consumidor, ya que sus impactos ambientales son bastante diferentes

Actualmente, no existe ningún tipo de medida específica para el cultivo ecológico bajo protección en la Regulación CEE 2092/91 de la Unión Europea para la agricultura ecológica. Este hecho provoca disparidad en las normativas de los Estados Miembros, equiparando el cultivo en invernadero de las zonas del Sur de Europa, con los sistemas de invernadero de Centro y Norte de Europa, que requieren calefacción en invierno, confundiendo y disminuyendo la confianza de los consumidores, hacia aquellos agricultores ecológicos que lo hacen en invernaderos. Por esta razón, es importante realizar esfuerzos para delimitar este sistema de manejo, con normativas específicas

En diversos países de Europa, se cultiva con manejo ecológico en ambientes protegidos o invernaderos, principalmente de hortalizas, ya sea con cubiertas plásticas o de vidrio, auxiliados con calefacción invernal en los países de Centro y Norte de Europa, a diferencia de los invernaderos de los países y zonas limítrofes con el Mediterráneo. Sin embargo, el cultivo en invernadero, es cuestionado por ciertos sectores (ecologistas, consumidores, naturistas, etc.).

Prueba de ello es el interés de diversos medios por el impacto de los pesticidas en zonas de horticultura intensiva como la de Almería (Dillon, Dismar, Sedy, 2004). Otras opiniones consideran que aunque el cultivo ecológico bajo invernadero reduce el impacto ambiental en el suelo y el agua, al suprimir y sustituir los insumos químico-sintéticos en la producción, no se disminuye el consumo de energía no renovable en el caso de los invernaderos auxiliados

con calefacción en invierno (Rodríguez, 2002), ni el impacto en el paisaje que provocan (varios, 2002). Algunas opiniones, más radicales, se oponen también al cultivo en invernadero por su “artificialidad”, que atribuye una disminución al contenido nutricional del producto ecológico final.

Esta situación preocupa al sector de la agricultura ecológicas europea, hasta el punto de haber generado un debate interno, en el seno del Grupo Regional de IFOAM de la Unión Europea (IFOAM-EU), que se inició ya en el año 2001, a partir de un documento borrador elaborado por dos de sus miembros(3), que trató de incluir los principales elementos a tener en cuenta en una futura normativa privada, con recomendaciones, para regular el cultivo ecológico protegido, a ser incorporadas en el reglamento europeo o adoptarse en las Normas Básicas de IFOAM(4), conocidas con el acrónimo de NBI. Por diversas razones, esta propuesta aún no ha sido sometida a la consideración de la Asamblea General de IFOAM, aunque se espera introducirlo en esta la próxima ronda de revisión de las NBI para su debate en agosto de 2005, después se contemplaría como recomendación entrando como normativa de obligado cumplimiento de las NBI en la certificación de IFOAM dos años más tarde.

Aunque la propuesta de IFOAM-EU considera originalmente sólo el cultivo ecológico protegido (vidrio o plástico), auxiliado con calefacción, SEAE ha incorporado aspectos relativos a los sistemas protegidos sin calefacción, propios de las zonas costeras mediterráneas y de las Islas Canarias. Esto abarca todo tipo de producción vegetal bajo invernadero, utilizando fuentes controladas de calefacción y otros mecanismos para regular el ambiente climático de crecimiento de las plantas

2 ► JUSTIFICACIÓN Y ÁMBITO DE LA FUTURA NORMATIVA

Como todos sabemos el mercado de productos ecológicos y de los Insumos para la producción para este sistema sigue incrementándose, año con año en toda Europa en los últimos 10 años, reflejando un crecimiento sostenido de la demanda. Sin embargo, muchos países europeos deben importar productos ecológicos para satisfacer esta creciente demanda. Esto es particularmente importante en cultivos exóticos o tropicales y cultivos fuera de época.

Efectivamente el cultivo protegido en invernaderos (con calefacción o sin ella indistintamente), puede favorecer la soberanía alimentaria, pero en agricultura ecológica ese incremento de la producción local deberá reducir el transporte de largas distancias y los deterioros ambientales que ello supone. Este término es cuestionado por algunos expertos (Guerrero, 2004), que señalan por ejemplo, que el transporte de las hortalizas desde Almería a los mercados consumidores europeos, es tan contaminante como el transporte de otros productos agrícolas (lácteos, cereales, pastas, mermeladas, aceite de soja, etc.) a Almería. En otros casos, se ha llegado a cuantificar como veremos en el apartado correspondiente.

Como ya se ha dicho, no existe ningún tipo de medida específica para el cultivo ecológico bajo protección en la Regulación de la Unión Europea para la agricultura ecológica (2092/91). Tampoco las NBI contemplan la particularidad de estos sistemas de manejo. Ello provoca diferentes interpretaciones y una disparidad en la aplicación de normativas. Algunas de éstas diferencias se reflejan a continuación:

Las diferencias más notables en la interpretación actual de la Regulación ECC 2092/91 con relación a las prácticas de cultivo que se usan en ambientes protegidos han sido identificadas (Rodríguez, 2002), en 3 aspectos: cultivo fuera del suelo, periodo de conversión y rotación de cultivos.

► **Cultivo con suelo:** Sólo en Dinamarca se permiten el cultivo fuera del suelo en otros cultivos, que no sean hierbas aromáticas o medicinales de maceta, orquídeas y similares. Although it is only permitted during the conversion period it can have a significant commercial advantage as the fertility in the in-conversion soil can be build up much easier.

► **Periodo de conversión:** Se observa una significativa diferencia entre la corta duración del periodo de conversión de Holanda y el resto de países europeos. Un periodo de conversión de seis meses, supone una importante ventaja comercial, si se tiene en cuenta que después de ese periodo la cosecha puede ser vendida como ecológica y recibir por ello hasta un 50% de sobreprecio de venta.

► **Rotación de cultivos:** Sólo en el Reino Unido UK, el monocultivo es una práctica común. Sin embargo, en la mayoría de los otros países de la Unión Europea la práctica de la rotación de cultivos es mínima. La necesidad de poner en práctica una rotación requiere tener un mercado para las diferentes cosechas cultivadas y diversificar los sistemas de producción muy especializados en cada cultivo particular. Por otro lado, una rotación de cultivo apropiada puede reducir sensiblemente la presión de las plagas y enfermedades.

En el Centro y Norte de Europa, se han incrementado las críticas al sistema de cultivo en invernadero con calefacción. Todo ello ha venido a confundir a los consumidores, disminuyendo la confianza en los agricultores que cultivan en invernaderos. Esta situación ha llevado a algunos a proponer el establecimiento de normativas específicas para el cultivo ecológico bajo invernadero, que aseguren su manejo conforme a los principios de la agricultura ecológica. Este es el caso del sector ecológico en Holanda y Reino Unido. En España, algunas voces del sector indican que se debería limitar el cultivo ecológico en invernaderos a aquellos que no necesiten calefacción en invierno (Triana, 2002). Por esta razón, no se ha elaborado este tipo de normativas, ya que se considera que el cultivo bajo invernadero de plástico, tipo Almería, es sólo una de las muchas técnicas de manejo de cultivo de hortalizas, que consigue un ahorro de agua al disminuir la evaporación (Guerrero, 2004).

El impacto paisajístico y ambiental que provocan las áreas bajo invernadero, aunque son términos distintos, uno subjetivo y otro medible (Guerrero, 2004), han provocado algunas críticas hacia este sistema de cultivo, sobre todo cuando se pretende realizar en áreas protegidas (SEAE; 2003).

3 ▶ LIMITANTES TÉCNICOS

Para el establecimiento y manejo de los sistemas de cultivo protegido en invernadero aunque sea con estructuras sencillas como el caso de sistemas que utilizan el Sol como fuente directa de calor, como en el caso de los invernaderos en zonas costeras mediterráneas con cubierta plástica, se requiere una inversión y costos de mantenimiento altos, mucho más elevados en el caso de invernaderos de vidrio con calefacción. La rentabilidad de estos sistemas se consigue a través de un mayor nivel de rendimientos de cultivos de alto valor que permitan cubrir costos.

Como veremos, este factor ha reducido sensiblemente la elección de cultivos en los productores de cultivos ecológicos protegidos, limitando el número de especies, a unas pocas (tomate, pimiento, lechuga y berenjena).

Además el requisito de establecer una rotación de cultivos varía de un país a otro, dependiendo del organismo de certificación al que está adscrito el productor. Los principales puntos en debate de las propuestas actuales para el establecimiento de normas de producción ecológica bajo invernadero, han sido resumidos (Rodríguez, 2002), en los siguientes.

- ▶ No existe consenso todavía sobre si el ámbito de las nuevas normativas debe referirse sólo a la producción en invernaderos permanentes con calefacción o a cualquier tipo de producción bajo invernadero.
- ▶ Hay discrepancias sobre si la rotación de cultivos debe ser obligatoria o sólo una recomendación. Tampoco está claro si se permitirá utilizar cultivos mixtos y/o intercalados, en dos años consecutivos.
- ▶ En cuanto a la nutrición de las plantas, el Reino Unido y Holanda proponen un límite máximo de 600kg/Ha/año de N. Otras entidades de certificación recomiendan reducir esta cantidad a 340kg/Ha/año de N, o según el crecimiento del tipo de cultivo. Las consecuencias de poner en práctica cualquiera de las dos recomendaciones afectará seriamente a algunos sistemas de producción, al requerir una gestión y planificación equilibrada de largo plazo en el aporte de nutrientes que limitará también la posibilidad de cultivar determinados cultivos y variedades.
- ▶ Existen fuertes discrepancias sobre el uso de energía para calentar el invernadero.

Mientras se sugiere que en países del Sur, como España y Hungría, se debe limitar el uso de calefacción durante los meses de invierno, no se establece ninguna restricción para los países del Norte de Europa. Una reducción de la energía para la calefacción convertiría en inviable muchos sistemas de producción del Norte.

► En la esterilización del suelo, la controversia estriba en definir el periodo mínimo entre cada aplicación, así como en las condiciones en las que debe permitirse.

4 ► LA REGULACIÓN CEE 2092/91 Y LA HORTICULTURA ECOLÓGICA PROTEGIDA

La Regulación 2092/91 de la Unión Europea para la agricultura ecológica (2092/919), no considera ninguna disposición sobre horticultura ecológica en invernadero. Esta circunstancia conduce a diferentes interpretaciones de la misa de un Estado Miembro (EM) a otro.

Esta situación ha estimulado a un grupo de Estado Miembro a facilitar el desarrollo de programas propios para este tipo de producción. Las consecuencias de ello, han sido que ahora existen más variaciones en las normativas para la horticultura ecológica de invernadero de un Estado Miembro a otro.

Las consecuencias han sido una reducción de la confianza entre productores y consumidores, con potencial de desestabilizar al sector. Esta situación ocasiona una competencia desigual entre los productores de diferentes Estados Miembros con interpretaciones distintas.

5 ► OBJETIVOS DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA EN INVERNADERO

La normativa de producción ecológica en invernadero deben establecerse para asegurar la producción sostenible de productos naturales de alta calidad, sin disminuir la confianza del consumidor en las técnicas de producción de la agricultura ecológica.

Para alcanzar este objetivo, las normativas de cultivos protegidos deben respetar los siguientes principios fundamentales

- Optimizar y/o maximizar el uso de recursos internos
- Mantener y mejorar la fertilidad de los suelos, así como su estructura y actividad biológica, basado en el uso del compost y estiércol compostado
- Maximizar el uso de los procesos biológicos naturales en el aporte de nutrientes y el manejo y control de plagas y enfermedades
- Maximizar el uso de fuentes de energía renovables
- Prevención de la contaminación ambiental

6 ▶ ASPECTOS CLAVE QUE REQUIEREN NORMATIVAS ESPECIFICAS

Los aspectos clave que deberían considerar las futuras normativas de cultivo en invernadero son: a) la producción en el suelo o fuera del suelo; b) la rotación de cultivos y la esterilización del suelo; c) la nutrición de las plantas; d) el uso de energía, iluminación y anhídrido carbónico; e) el uso de materiales de cubiertas y e) los aspectos de certificación. En este documento se distingue entre normativas de aplicación inmediata (2005) y otras recomendaciones futuras (2010) en los casos necesarios

7 ▶ PRODUCCIÓN EN EL SUELO O EN SUSTRATO

Normalmente la producción convencional en invernadero se caracteriza por realizarse fuera del suelo sobre materiales que posibilitan un control exacto de los aportes de nutrientes a los cultivos. Sin embargo, el cultivo fuera del suelo, ignora los principios fundamentales de la producción ecológica relacionadas con la salud del suelo y sus conexiones con la sanidad de los cultivos y productos vegetales y su entorno ambiental. La producción en sustratos también afecta al tema de la sostenibilidad, ya que una producción en contenedores, es altamente dependiente de recursos externos, especialmente de fertilizantes, que ofrezcan una nutrición adecuada a los cultivos. Si se aceptara la producción fuera del suelo, se cuestionaría fuertemente el principio fundamental de trabajar con los ciclos biológicos naturales. Algunos integrantes del movimiento de la agricultura ecológica, opinan que las normativas de la agricultura ecológica deberían aceptar una modificación de los sistemas de sustratos convencionales de cultivo. Las siguientes son las razones argumentadas:

- Posibilita la adopción de un periodo de conversión más corto
- Permite un mayor control de los componentes del sistema – eliminando el grado impredecible que tiene la biología del suelo
- Evita el peligro de las enfermedades del suelo, al reemplazar el sustrato infectado
- Puede mejorar las condiciones de trabajo
- Puede mejorar los rendimientos y la apariencia externa del producto

Recomendación de normativas

▶ **Inmediata (2005):** a) Los cultivos ecológicos deben cultivarse en el suelo (in situ); b) No se permite el cultivo en sustratos

Excepciones específicas que se incluyen:

- Los cultivos que por su naturaleza específica no pueden crecer en el suelo (p. e. plantas epífitas/orquídeas)

- Cultivos que no son vendidos en el medio donde crecen (p. e. material reproductivo o semillas, plantas de interior y hierbas en macetas)
- Cultivos que han crecido hasta la madurez en el suelo, pero que requieren completar el ciclo de su actividad fuera del suelo para considerarse productos comercializables(p. e. bulbos)

Recomendaciones para cultivos a los que se permite cultivarse fuera del suelo

► **Inmediata (2005):** en plantas de macetas, hierbas y epifitas

- Los ingredientes procedentes de explotaciones ecológicas deben constituir más de un 75% del peso del sustrato donde crezcan estos **(5)**
- Se prohíbe el uso de suelo superficial extraída de explotaciones ecológicas y de turba en la mezcla o sustrato de cultivo en el 75 % de la misma de origen ecológico
- Todos los componentes del sustrato de cultivo deben estar incluidos en el Apéndice IIA de la Regulación CEE 2092/91.
- Las plantas perennes deben mantenerse menos de 1 año en container o maceta
- Se prohíbe el uso de suelo superficial de explotaciones ecológicas en el sustrato
- El uso de turba esta restringido a una extracción ecológica sostenible de la misma

• **Semilleros**

Los semilleros son un periodo corto en la vida del cultivo antes de ser plantado en suelos ecológicos Es ampliamente practicado por la mayoría de los horticultores, con beneficios evidentes en el establecimiento del cultivo, a través del Mejoramiento de la habilidad del cultivo por competir con las hierbas adventicias y resistir la presión de las plagas y enfermedades. Comúnmente hay una inadecuada disponibilidad de sustrato libre de turba (free media) de calidad idónea para producir transplantos sanos. Además la falta de disponibilidad de materiales adecuados de origen ecológico hará imposible elaborar una mezcla con mas del 75% de materiales procedentes de explotaciones ecológicas. Por ello, no es adecuado realizar cambios inmediatos a corto plazo, de los requisitos normativos para semilleros.

► **A largo plazo (2010):** en plantas de macetas, hierbas epifitas y semilleros

- El 100% del peso de la mezcla o sustrato de cultivo debe ser de origen ecológico
- Se prohibirá el uso de turba

8 ► **ROTACIÓN DE CULTIVOS Y BIODIVERSIDAD**

La rotación de cultivos contribuye a alcanzar la diversidad biológica en el sistema,

que sirve además para mantener la sanidad del suelo y sirve de protección contra plagas y enfermedades. La rotación de cultivos varía dependiendo de la naturaleza del sistema y de los mercados a los que se destina la producción. Aunque existen diversas estrategias, comúnmente una rotación hortícola al aire libre evita que se cultive la misma especie de cultivo durante un periodo de 5 años o más.

Sin embargo, las restricciones provocadas por las cargas financieras de un sistema de producción bajo invernadero, en especial aquellos más sofisticados, así como la presión de las grandes superficies comerciales, canal por donde se comercializa el 90 % del sistema esta producción forzada (Rodríguez, 2002), estimula y promueve la simplificación del mismo, al fomentar contratos de compra de una especie e incluso variedad, para abaratar costes de logística y limitan económicamente el tipo de producción a un número restringido de especies de cultivos. Además, la mayor parte de estas especies pertenecen a una familia de plantas (Solanaceae) y son por ello, sensibles a las mismas enfermedades y plagas.

La implantación de una rotación simple combinando estos cultivos tiene un limitado valor agronómico. Finalmente, el ambiente cerrado de los invernaderos hace posible de otras formas de prevención de plagas y enfermedades (control biológico, higiene, aplicación exacta de controles) más eficientes que en situaciones al aire libre

9 ► DESINFECCIÓN DEL SUELO

La esterilización y/o desinfección del suelo es una práctica que ha sido usada de forma habitual por los productores ecológicos de invernadero para superar los problemas de enfermedades de los suelos. Sin embargo, algunas otras prácticas físico-biológicas como la biofumigación o la solarización, que alcanzan una temperatura de alrededor de 65 ° C, y no llegan a ser más que una leve pasteurización puede resultar adecuadas y beneficiosas para la vida y el nivel de nutrientes en el suelo y evitar, a la vez enfermedades en el cultivo hortícola ecológico (Guerrero, 2004).

Por el contrario, una práctica de desinfección por encima de los 100 ° C puede contravenir uno de los principios básicos de la AE, referido a fortalecer la actividad biológica de los suelos. En los casos de que sea necesario realizar una esterilización del suelo, como única alternativa para recuperar la salud del suelo, será necesario emplear métodos de recolonización microbótica con materiales y compost biológicamente activos para evitar la recolonización de patógenos.

Además las prácticas habituales de desinfección usadas utilizan materiales fósiles, producen CO₂ e incrementan las pérdidas de nitrógeno. Sin embargo, es válido disponer de esta práctica para ser usada de manera excepcional en situaciones extremas cuando exista una justificación adecuada.

Recomendaciones

► **Inmediata (2005):** a) Recomendar rotaciones que incluyan especies de cultivo de la menos 4 familias de plantas diferentes b) Protección y conservación de al menos dos especies de enemigos naturales

• Desinfección de suelos

- La solarización o la biofumigación que alcance temperaturas superiores a los 100 °C no debe practicarse más de 2 veces cada 6 años en el periodo de conversión
- Los agricultores ecológicos sólo lo podrán usar una vez cada 6 años.
- Se permitirá sólo si las otras medidas recomendadas, incluyendo aquellas relativas a la implantación de rotaciones de cultivos, selección varietal y controles biológicos se han aplicado y no han surtido efecto para evitar los problemas de plagas y enfermedades o son requeridas por medidas de cuarentena para enfermedades
- No se desinfectará para controlar adventicias
- Si se emplean métodos de desinfección esterilizantes, se deberá recolonizar el suelo con materiales biológicamente activos, como el compost

► **A largo plazo (2010):** Se prohibirá la desinfección de suelos, con métodos que eleven la temperatura por encima de los 100 °C

10 ► NUTRICIÓN DE LOS CULTIVOS

Los sistemas de producción ecológicos se concentran claramente en los aspectos de nutrición de los cultivos derivados del aprovechamiento microbiológico de la materia orgánica en el suelo, con complementos de origen natural. El aporte de compost y de estiércoles compostados es la forma más popular de incrementar la materia orgánica del suelo. Esta fuente de aprovisionamiento de nutrientes no es suficiente para aportar todos los nutrientes requeridos de forma equilibrada para el crecimiento sano de los cultivos, aunque refuerza la estabilidad biológica en el suelo que disminuye la presión de los organismos patógenos y las plagas. Sin embargo, la disponibilidad y la cantidad de nutrientes en el compost no son tan fácilmente controlables. Por otro lado, es importante fomentar y estimular el reciclaje de nutrientes con los restos de cosechas y materias vegetales de la propia finca o parcela. Las limitantes técnico-económicas de los sistemas de cultivo en invernadero implican que el aportar las fuentes de la fertilidad es también un requisito para la viabilidad financiera de la producción. Sin embargo, la reciente Regulación de la CEE limitando él la aplicación de nitrógeno a 170Kg/N/ha no es adecuada para altos volúmenes de producción en los cultivos dentro de los confines del ambiente de los invernaderos. Se debe arbitrar un sistema que regule los aportes de N en función del manejo del cultivo (extracciones del cultivo, técnicas, tipo de suelo, etc.), más que por unidades fijas.

Recomendaciones para establecer normativas

► Inmediata (2005): Requisitos de un programa de nutrición de cultivos en invernadero

- La aplicación de nitrógeno procedente de estiércol compostado no deben exceder los 600Kg N/ha/año
- Los productos fosfatados no deben exceder la diferencia entre las demandas de los cultivos, más las pérdidas inevitables y la cantidad que se hace asimilable en el suelo calculado de forma anual
- El 100% de los residuos vegetales producidas en la finca o explotación debe ser compostados y reutilizados excepto si se ha contaminado con enfermedades o si se declara cuarentena por esta razón
- Los productores deben asegurar que el sistema de infiltración del agua, reduzca cualquier riesgo de contaminación de las aguas subterráneas
- Se prohíbe el uso de subproductos de mataderos de mamíferos.
- Se deben establecer normativas para los contenidos de metales pesados en el suelo (con límites máximos)

► A largo plazo (2010):

- El 75% de la nutrición de los cultivos debe provenir de materiales originados en explotaciones ecológicas. Para ello, se debe estimular que las explotaciones deben tener otros componentes, además de la producción vegetal
- Toda la fertilización debe destinarse a mantener un equilibrio. Anualmente los aportes de nutrientes no deben exceder la diferencia entre nutrientes que se vuelven asimilables en el suelo y la demanda de los cultivos, mas las pérdidas inevitables

11 ► USO DE ENERGÍA: CALEFACCIÓN

Los invernaderos hortícolas con calefacción usan comúnmente la quema de carburantes fósiles para generar calor y regular la temperatura en la atmósfera del ambiente de cultivo. Esto conlleva una insostenible reducción de estos recursos y provoca la contaminación ambiental por la emisión de gases invernadero. La energía que se consume en calefacción de invernadero puede ser de 5 a 15 veces mayor, que la que se consume transportando el mismo producto desde el Sur de Europa (Rodríguez, 2002). Sin embargo, las fuentes renovables de energía como la solar, la eólica la fermentación, la energía geotérmica o procedente de la biomasa, ofrecen soluciones más aceptables ambientalmente en el futuro.

Sin embargo, estas opciones requieren un desarrollo considerablemente mayor antes de constituir una alternativa técnicamente viable y económicamente factible. Cualquier requerimiento que implique el cambio de la práctica energética y la mejora de su eficiencia

reduciendo su impacto ambiental debe ser aplicada de forma paulatina para dar tiempo a que los productores puedan adaptar sus sistemas a la nueva situación

Recomendaciones para normar este aspecto

▶ **A largo plazo (2010):** Establecer un porcentaje mínimo en el uso de energía para que ésta proceda de fuentes renovables (dependiendo del desarrollo de la energía y la viabilidad financiera)

El objetivo último es para todos los sistemas de producción en invernadero es usar fuentes de energía renovables en el caso de requerir energía. Por ello, no se debe permitir la conversión de agricultores a la producción en invernadero con calefacción, si la fuente de energía no es renovable y no contaminante

12 ▶ ILUMINACIÓN

La luz artificial compensa la baja intensidad de la luz natural y los días cortos. Las altas intensidades de luz consiguen mejores plántulas y son consideradas indispensables para cultivos tempranos o de primor (que salen antes de tiempo y son más rentables económicamente). Una abaja intensidad de luz para reducir la duración del día, se usa también para ampliar el periodo de cosecha al influir sobre el proceso de la floración. Las plántulas robustas producen plantas resistentes y esto tienen una influencia positiva en todo el ciclo de cultivo posterior.

Recomendaciones para normar este aspecto

▶ **Inmediata (2005):** Se permite luz artificial solo en: a) Días cortos en la producción de ornamentales con un máximo de 16 horas día; b) Producción de plántulas y flor cortada

▶ **A largo plazo (2010):** a) Sólo se podrá usar luz artificial para la producción de plántulas y cultivos de corte; b) La luz eléctrica procederá de fuentes de energía renovables.

13 ▶ SUPLEMENTACIÓN CON DIÓXIDO DE CARBONO CO₂

El dióxido de carbono es un producto derivado de los procesos de calefacción. Canalizando el gas de los sistemas de calefacción en los invernaderos de cultivos protegidos se amplía el proceso ambiental de la fotosíntesis resultando en una mejora de los rendimientos y

us eficiencia. Al tratarse de gases invernadero es también más adecuado hacer uso del CO₂ mejor que permitir que escape a la atmósfera. Sin embargo, nos queda la incógnita remanente de la demanda extra que ello ocasiona en el sistema de cultivo – en particular en lo relativo a la susceptibilidad a las plagas y enfermedades y la absorción de nutrientes. Además en el proceso se requieren combustibles fósiles que son quemados solamente para la producción de CO₂ para enriquecer la atmósfera dentro del invernadero con objeto de alcanzar altos rendimientos

Recomendación al establecimiento de normas

► **Inmediata (2005):** a) Se admite el suplemento de CO₂ si este proviene de restos vegetales o basuras de CO₂. b) Se prohíbe la quema de combustibles fósiles para la producción de CO₂.

14 ► PERIODO DE CONVERSIÓN

Muchos productores de invernadero convertidos a la AE, han estado produciendo cultivos fuera del suelo. Esto hace que pueda ser factible reducir el periodo de conversión o hacerlo innecesario. Sin embargo, estos suelos en dichos sistemas están excesivamente compactados. Además es imposible imaginar que alguna aplicación pesticida no hay penetrado en la superficie del suelo y hay causado contaminación. Actualmente se está dando un debate en el ámbito de la UE sobre el establecimiento de periodos flexibles mínimos de conversión, en función del historial objetivo de la parcela los resultados de las analíticas, etc.

15 ► UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS EN AGRICULTURA

La utilización de materiales plásticos en los invernaderos, se considera en general poco natural. Además de los problemas en el uso de energía no renovable en su fabricación, estos materiales no son biodegradables e interfieren en los procesos naturales de la producción agraria. Por esta razón, se están desarrollando alternativas tecnológicas para el uso de materiales reciclables en agricultura ecológica

Recomendación al establecimiento de normas

► **Inmediata (2005):** a) Permitir la utilización del plástico en agricultura ecológica, con un programa que asegure la recogida y reciclaje de éstos materiales

► **A largo plazo (2010):** Utilizar sólo materiales plásticos biodegradables

16 ▶ MATERIALES PARA CUBIERTA DE INVERNADEROS

- Utilizar material de cubierta reciclable y sistema de ventilación en el invernadero, con mallas de una densidad mínima de 6x6 hilos cm².
- No abandonar restos de plásticos, envases y otros residuos además de los restos vegetales en el interior o lindes de la parcela.

Recomendación al establecimiento de normas

▶ Inmediata (2004):

- Utilizar cubierta plástica que no sea PVC
- En general, no usar cubiertas y materiales de PVC
- Establecer un sistema de reciclado de plásticos y envases
- Utilizar cubierta reciclable o biodegradable
- No permitir el uso de invernaderos en áreas especialmente protegidas

17 ▶ CERTIFICACIÓN

Muchas de las normas que se proponen, son muy difíciles o casi imposibles de controlar (uso de CO₂ sólo proveniente de residuos, balance de nutrientes, lixiviado de Nutrientes en el riego, etc.). Por ello será necesario incrementar las visitas de inspección y los controles. El gasto de certificación debería ir en función del valor de la producción.

18 ▶ RECOMENDACIONES PARA ACCIONES FUTURAS

A nuestro entender es importante que las normativas reconozcan las consideraciones específicas sobre el cultivo hortícola ecológico, diferenciando aquellos sistemas que utilizan calefacción de aquellos que utilizan una cubierta simple, como los de las zonas meridionales de Europa y que estas sean incorporadas a la Regulación CEE2092/91. Ello evitará la disparidad en las normativas y prácticas de producción entre los estados miembros y ayudará a diferenciar los distintos sistemas de producción. Además estimulará también a la transición de la agricultura convencional hacia las prácticas ecológica al ofrecer orientaciones claras a los productores ecológicos potenciales. Para alcanzar este objetivo, es importante incluir los elementos clave y recomendaciones en este debate, tales como la armonización de las normativas sobre cultivos hortícolas de invernadero en Europa, la consulta a los operadores y grupos de consumidores, así como la toma en consideración de los aspectos del impacto ambiental y/o paisajístico de los invernaderos

19 ► **BIBLIOGRAFÍA**• **CARA RODRÍGUEZ, G. Y RIVERA MENÉNDEZ 1998**

Residuos en la agricultura intensiva. El caso de Almería, 4p en Encuentro medioambiental Almeriense: en busca de soluciones. Ver también www.gem.es

• **DILLON, SHEILA 2004**

The Food Programme. BBC Radio 4 (44) 207 359 3838. Mobile: (44) 0781 376 6091 comunicación personal 20/04/2004 9:

• **DISMER, DENISE 2004**

Kobalt Productions Redaktion AbsolutTorstr. 105-107. 10119 Berlin Tel: +49-30-24089625 Fax: +49-30-24089626 E-Mail: denise.dismer@kobalt.de Comunicación personal 06/01/2004 17:

• **GONZÁLVIZ, V. 2002**

La revisión de la normativa en IFOAM: un ejemplo de integración del sector. Referencia a la última revisión de Victoria (Canadá), en Actas del V Congreso de SEAE "La agricultura y ganadería ecológica en un marco de diversificación y desarrollo solidario, Gijón, España. 1439-1447pp

• **GONZÁLVIZ, V. 2003**

Informe de país sobre certificación de insumos para la agricultura ecológica en España" (inglés). En www.orginputs.org

• **GUERRERO, LUIS 2004**

Comunicación personal de 21/06/2004

• **GUIJT, J. Y HAWARD, R. 2001**

European Organic Heated Protected Horticulture Standards IFOAM-EU Discussion paper Draft 20/04/01. Platform Biologica, PO Box 12048, 3501 Utrecht (Holanda) & Soil Association, Bristol House, 40-56 Victoria Street, Bristol, BS1 6BY

• **IFOAM 2003**

Normas Básicas para la producción y el procesado orgánico 158p. Ed. Die Deutsche Bibliothek. Alemania

• **IFOAM-EU 2003 A**

Descripción del Proyecto de apoyo a la revisión del Reg 2092/91

• **LÓPEZ CEPERO, J. 2002**

Comentarios a propuesta de normativas sobre Invernaderos de IFOAM-EU. Comunicación personal abril 2002

• **LÓPEZ HERNÁNDEZ, J. C. 1998**

Materiales de cubierta para invernaderos desarrollo de nuevas formulaciones 4p, en Encuentro medioambiental Almeriense: en busca de soluciones. Ver también www.gem.es

• **PLATFORM BIOLOGICA 2004**

Comunicación personal de Joost Guijt de 10/05/2004

• **RODRÍGUEZ, J. 2002 A**

Comunicación personal de 18/07/2003

• **RODRÍGUEZ, J. 2002 B**

Revision of the EU Regulation 2092/91 in relation to organic heated greenhouse production & its interpretation between different European organic sector bodies. 16p TCS Program Cantelo Nurseries Limited & Newcastle University TESCO Centre For Organic Agriculture TCS Associate No: 3562.

• **SEAE 2003**

Jornadas Técnicas Areas protegidas y AE. Cuaderno de resúmenes. Diversas comunicaciones

- **SEAE 2004**

Lista electrónica 08/02/2004 Consulta de internet

- **SEDY, KATRIN 2004**

Comunicación personal 15/0104. Expertin für Umweltchemikalien. GLOBAL 2000, Flurschuetzstr. 13, A-1120 Wien tel 18125730 .Fax 18125728 katrin.sedy@global2000.at > url <http://www.global2000.at>

- **TRIANA MARRERO, J. J. 2002**

Comentarios a la propuesta de normativas sobre Invernaderos de IFOAM-EU. Comunicación personal abril 2002

- **TRIANA MARRERO, J. J. 2004**

Comunicaciones personales de 12/02/2004

(Footnotes)

(1) Food miles

(2) Los invernaderos de plástico tipo Almería en realidad son un sencillo artilugio para optimizar el aprovechamiento de la energía solar en los meses de más frío, con una tecnología “apropiada” y de gran rendimiento térmico (Guerrero, 2004).

(3) Joost Guijt (Platform Biologica, P.O. Box 12048, 3501 Utrecht Holanda) and Rob Haward Soil Association, Bristol House, 40-56 Victoria Street, Bristol, BS1 6BY (Reino Unido)

(4) Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica

(5) Conforme a la Regulación CEE para la producción de setas producción

ADECUACION DEL REGLAMENTO CEE 2092/91 A LOS REQUERIMIENTOS DEL MERCADO EUROPEO DE TOMATE CANARIO

LÓPEZ - CEPERO JIMÉNEZ, JAVIER⁽¹⁾ Y YANES LORENZO, NAYRA⁽²⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Ingeniería, Producción y Economía Agraria. Universidad de La Laguna
E-mail: jaloce@ull.es

⁽²⁾ Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de La Laguna

RESUMEN

El Reglamento CEE 2092/91 regula la producción ecológica en el ámbito de la Unión Europea. Las producciones de tomate ecológico de las Islas Canarias se destinan prácticamente en su totalidad a la comercialización fuera de las islas, hacia mercados que coinciden con los del tomate convencional (Reino Unido, Holanda, Alemania) y, por tanto, sujetos a similares requerimientos que van más allá de las técnicas de producción. Esto hace que los clientes exijan el cumplimiento de ciertos protocolos y normativas que actualmente no se incluyen en el citado Reglamento, lo que hace que productores y empresas deban acudir a sistemas de certificación adicionales a la producción ecológica. En este trabajo se sugieren algunas modificaciones a incluir en los cauces de discusión de la normativa comunitaria para solucionar esta carencia.

PALABRAS CLAVE: NORMATIVA, CERTIFICACIÓN, EXPORTACIÓN Y TOMATE

1 ► INTRODUCCIÓN

El principal cultivo de Canarias es el tomate de exportación, pues aunque sus 2714 ha suponen sólo el 6% de la superficie cultivada, su producción genera el 30% de la facturación agrícola de las islas (datos de 2003). Las exigencias de los mercados de destino (Reino Unido, Holanda, Alemania) en materia de seguridad alimentaria ha obligado en los últimos años a las empresas y agricultores a certificar sus procesos dentro de normativas como son las de EUREP, BRC –para almacenes- y especialmente, producción integrada y producción controlada -norma UNE-. Esta dinámica afecta también a los cultivos de tomate en agricultura ecológica, que se desarrollan en su totalidad bajo cubiertas de plástico o malla, y que a pesar de cumplir el Reglamento 2092/91, y dado que no existe todavía en Canarias un Cuaderno de Normas Técnicas aplicable, necesitan asumir otras certificaciones a requerimiento de los clientes para garantizarles el cumplimiento de determinados aspectos que no quedan suficientemente cubiertos por la legislación comunitaria de producción ecológica. Esto impide considerar los antedichos sistemas de certificación como un paso previo o vía de entrada para que el sector avance hacia la producción ecológica.

En parecidos términos, existe un debate interno en IFOAM desde el año 2001, retomado recientemente por la propia SEAE en su Grupo de Trabajo de Normativas acerca de la necesidad de desarrollar directrices específicas para cultivos protegidos. En el borrador de discusión del citado Grupo se recogen aspectos de gran interés por su carácter técnico y agronómico (semillero, desinfección, nutrición, uso de energía...) pero en nuestro trabajo nos referiremos a otro tipo de requerimientos más generales pero directamente aplicables a este tipo de producción al ser los clientes de la misma quienes las están exigiendo en primer lugar.

No incluiremos en este breve análisis las exigencias adicionales que plantean determinados clientes en cuanto a la necesidad de certificar los procesos de producción bajo normas más exigentes que el Reglamento 2092/91, pero específicas de agricultura ecológica, como puede ser la normativa de KRAV, que no permite el uso de determinados productos que se incluyen en el Anexo II del Reglamento.

2 ► ASPECTOS DEMANDADOS POR LOS CLIENTES

Registros

Si bien el Reglamento (Anexo III), obliga a llevar un registro de existencias y de utilización de materias primas, los clientes exigen que quede constancia de las labores e insumos relacionados con la producción que compran. Esto se traduce en la necesidad de llevar un “cuaderno de explotación”, nombre por otro lado muy poco apropiado para lo que debe ser

una finca ecológica, en el que se anoten cada una de las entradas realizadas en la unidad de producción, entendiendo como tales tanto los trabajos y pautas de manejo (realización de semilleros, plantación, lavado de estructuras, aporcados, deshijados, deshojados...) como el empleo de cualquier tipo de insumo, indicando motivo del tratamiento o enmienda, origen, dosis, forma de aplicación, etc...

Adecuación de almacenes de insumos (fitosanitarios y abonos) con medidas de seguridad

En principio, cualquier sistema de producción ecológico debe buscar, como objetivo para la sustentabilidad, la mínima utilización de productos fitosanitarios, dando prioridad a las técnicas de manejo, diseño y adaptación al medio; algunos veteranos productores añoran los tiempos donde sólo estaba a su alcance el azufre, el cobre –muy cuestionado por algunos mercados– pocas piretrinas naturales y algún jabón. Sin embargo el progreso en los conocimientos de los modos de acción de multitud de productos naturales, unido a los avances en técnicas de laboratorio y, por qué no decirlo, los intereses comerciales de las empresas fabricantes y distribuidoras, han traído como consecuencia que una amplísima gama de productos fitosanitarios comerciales esté hoy a disposición de los productores, de manera que no es difícil encontrar fincas en las cuales el almacén de insumos nada tenga que envidiar, en cantidad y variedad, a las fincas convencionales. Es una realidad que hay que admitir, que puede estar permitida por el Reglamento pero que obliga a tomar precauciones adicionales, como es una correcta señalización, almacenamiento bajo llave, o implantación de sistemas de contención de derrames (recordemos que hay productos autorizados por el Reglamento que son tóxicos para la fauna acuícola).

Criterios de actuación -umbrales, análisis- en la aplicación de insumos (riegos, fertilización, tratamientos...)

Si bien en agricultura ecológica la aplicación de insumos se realiza desde una filosofía distinta a la de la agricultura convencional, y apenas tiene sentido la utilización de conceptos como “unidades fertilizantes” o “riqueza de materia activa”, existe la necesidad de justificar ante el cliente de alguna manera estas aplicaciones. Así, en el caso de la fertilidad del suelo, el agricultor debe disponer de un análisis representativo de cada unidad de producción de manera que se argumente el manejo posterior de esa fertilidad. Esto es especialmente importante en producción ecológica hortícola intensiva en ambientes cálidos, como es el caso de Canarias, donde la combinación los distintos factores (tipo de suelo –sustrato volcánico en muchos casos– extracciones del cultivo, aporte de compost, mineralización de la materia orgánica, extracciones y aportes de la rotación que se aplique) es realmente compleja y necesita de un seguimiento analítico no sólo químico –análisis simple de cationes y aniones, pH, materia orgánica–, sino que es deseable realizar análisis físicos cuya interpretación (compactación, suela de labor, textura...) nos indicará las pautas de manejo más adecuadas del sistema.

Cabe decir lo mismo de los tratamientos fitosanitarios. No está de más (y algunos clientes lo exigen) que se justifiquen los umbrales a partir de los cuales se debe aplicar tratamiento, como garantía de que no se están empleando productos –por muy inocuos que se supongan– de manera irracional.

Obligatoriedad de utilización exclusiva de insumos certificados y registrados como tales (fitosanitarios o fertilizantes) para su utilización en agricultura:

Este es un aspecto clave que sin duda será objeto de un amplio debate en el futuro. Las incipientes experiencias de certificación de insumos utilizables en agricultura ecológica resultan aún insuficientes, al menos en Canarias, ya que la gama de productos, como se indicó anteriormente, es muy amplia, y el agricultor al que se le exige el empleo exclusivo de productos certificados encuentra muchas dificultades para articular legalmente su producción en torno a éstos.

Obligatoriedad de asesoramiento por técnico titulado que se responsabilice por escrito del manejo (laboreos, aplicación de enmiendas, abonos y fitosanitarios, riego, ...):

La correcta gestión de un agrosistema ecológico exige un alto nivel de experiencia o de conocimientos, aunque lo ideal es conjugar ambas. De esta manera se evita que la simple aplicación del Reglamento dé como resultado unidades de producción legales desde el punto de vista administrativo pero lejos de las sustentabilidad a la que debe tender este tipo de producción. Para determinados clientes es imprescindible que un técnico titulado o con experiencia demostrada sea el responsable directo y así lo haga constar por escrito del diseño, manejo, aplicación de insumos e incluso marque las pautas de la recolección y normalización

Otras exigencias

Hay una serie de aspectos cuyo cumplimiento fue demandado inicialmente por las cadenas de supermercados del Reino Unido que recibían tanto producción convencional como ecológica, pero que últimamente se incluyen entre los requerimientos habituales de cualquier distribuidor comunitario y que se relacionan directamente con materias de seguridad y salud (como presencia de botiquines y extintores, puntos de agua potable, vestuarios y comedores adecuados, aseos accesibles en la proximidad de la unidad de producción...) y con aspectos referidos a la formación del personal (adiestramiento oficial en materia de aplicación de fitosanitarios, normas básicas de seguridad e higiene) e incluso a sus condiciones legales de trabajo, tema de máxima y triste actualidad en Canarias por la continua llegada de inmigrantes buscando sobrevivir.

Por otro lado se exige a los centros de manipulación y normalización, que preparan el producto para su expedición, la implementación de una serie de protocolos que apenas

se esbozan en el mejor de los casos, en el Reglamento 2092/91, como son la existencia y cumplimiento de planes de limpieza y desinfección del centro de manipulado, plan de desinsectación y desratización, plan de autocontrol de nivel o ausencia de residuos fitosanitarios en el producto manipulado, control de calidad documentado, registros de mantenimiento y calibración de maquinarias y equipos, etc.

3 ► CONCLUSIONES

- Los procesos de producción e infraestructuras de la horticultura ecológica de exportación de Canarias debe adecuarse a las exigencias de los mercados de destino, enfocando esta adaptación como un paso más hacia un manejo profesional de los sistemas.
- Es necesario incorporar a los foros de revisión del Reglamento 2092/91 aquellas cuestiones que deben cumplir los productores hortícolas que acceden a determinados mercados de alto nivel de exigencia para que la normativa comunitaria sirva en sí misma como garantía suficiente.
- La producción ecológica debería suponer en todos los aspectos el escalón superior de calidad del producto hortícola, incluyendo en este concepto el control y garantía de seguridad y normalización en todo el proceso

LA CERTIFICACIÓN EN AGRICULTURA ECOLÓGICA Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO RURAL

TRIANA MARRERO, JUAN JOSÉ ⁽¹⁾, GARCÍA - PANDO, P. ⁽²⁾

⁽¹⁾ C/ Valentín Sanz, 4. Santa Cruz de Tenerife
E-mail: juanjose.trianamarrero@gobiernodecanarias.org

⁽²⁾ Ingeniera Agrónoma.
E-mail: pgpando@telefonica.net

RESUMEN

A partir de una revisión de los modelos de certificación existentes, se plantea la oportunidad y necesidad de la efectiva incorporación de los objetivos de política agraria en éstos.

La agricultura ecológica en nuestro país es por fin percibida como una alternativa viable y se potencia a través de políticas de desarrollo rural. Ante el crecimiento exponencial de la producción y la falta de recursos de algunas administraciones, los organismos públicos de control de las Comunidades Autónomas se adaptan a las exigencias de la norma EN 45011 o ceden sus competencias a certificadoras privadas.

La importancia de la certificación es evidente. Sin embargo, el modelo actual no tiene en cuenta los objetivos de la agroecología ni del desarrollo rural, sino que más bien supone una traba que perjudica directamente a los productores: ¿Garantiza un nivel de vida equitativo a los productores, o sólo supone un trámite con canon? ¿Contribuye al fomento del empleo óptimo de los recursos? ¿el consumidor la percibe como fiable o es sólo un medio para garantizar al productor la venta? ¿hasta qué punto es responsable de los sobrepagos asociados a la restricción de la oferta de productos ecológicos?

Esta comunicación ofrece las bases a partir de las cuales los actores implicados pueden establecer un modelo flexible de certificación que abarque todos los aspectos de la producción: económico, ambiental y social.

1 ► INTRODUCCIÓN

En Europa y en en países terceros se están poniendo de manifiesto las contradicciones entre un modelo de agricultura como es la AE que supuestamente favorece el desarrollo rural y las limitaciones que impone el sistema de certificación, especialmente cuando la producción de orienta hacia la exportación y está divorciada de los mercados locales.

El Reglamento (CE) 2092/91, norma europea vigente en materia de producción ecológica, quiso uniformar los métodos de producción ecológicos, y lo hizo de una forma generalista. Se tomaron en cuenta las prácticas de cultivo desde un punto de vista eurocentrista, ya que las mayores superficies y experiencias se encontraban en países como Francia, Alemania o Dinamarca. Tampoco se tienen en cuenta otros factores agroecológicos distintos de los agronómicos, como son los medioambientales y los sociales. Esto es común a otras sistemas oficiales, como son el NOP de USA y el JAS de Japón.

Otro elemento que influye es el tipo de organismo certificador: público o privado; nacional o extranjero; reconocido oficialmente o no por las autoridades del país; con la implicación activa o solo pasiva de los operadores objeto de certificación. Si bien en nuestro país ninguna administración está abiertamente en contra de la AE, la mayoría la apoya únicamente porque es una oportunidad de mercado, y prácticamente ninguna porque sea un modelo alternativo al dominante en la actualidad. Según qué actores implicados hayan podido influirlas, o bien ceden sus competencias a certificadoras privadas, o bien optan por adaptarse a los requisitos establecidos para la acreditación (norma EN 45011) sin perder su carácter de organismo público.

2 ► MÉTODO

Se analiza el tratamiento que se da en la política agraria comunitaria de la UE de la importancia de la AE en el desarrollo rural, tanto en las normativas oficiales como a través de las conclusiones a las que se ha llegado sobre el tema en diversos foros y seminarios. Se ha realizado también una revisión bibliográfica de los autores que se han pronunciado sobre el asunto. Gran parte del material procede de Iberoamérica, donde se han puesto de manifiesto con más intensidad las contradicciones mencionadas en la introducción, y se han implantado sistemas de certificación participativa.

3 ► RESULTADOS

El gran impulso político que ha permitido su auge en los últimos años surge de las llamadas “medidas de acompañamiento” de la política de mercados en la reforma de la Política

Agraria Común (PAC) de 1992. En efecto, la necesidad de “equilibrar oferta y demanda” en determinados productos excedentarios para Europa, junto con la toma de conciencia por parte de la población y de políticos sobre el peligro que supone la destrucción acelerada del medio ambiente, ecosistemas y biodiversidad, hizo posible que se elaborara el primer reglamento “agroambiental”, el Reglamento (CEE) 2078/92, que contemplaba la creación de programas para animar a los agricultores a realizar actividades beneficiosas para el medioambiente, entre ellas la AE. Con el reconocimiento del coste de estas actividades se pretendía contribuir a la renta de los agricultores que prestaban servicios medioambientales.

Tras las primeras experiencias, la reforma de 1999 establece formalmente la interrelación entre AE y DR (desarrollo rural): La gestión del paisaje, además de la función productiva, hace que se reconozca la “multifuncionalidad” de la agricultura y que se traten de diseñar normas que la contemplen y la fomenten.

Al tener en cuenta este vínculo, la AE aumenta su ámbito de acción reconocido: no se trata sólo de producir alimentos sin insumos químicos y con fitosanitarios menos nocivos que los convencionales, sino que se intenta potenciar el desarrollo socio - económico local protegiendo el medio ambiente y sus ecosistemas.

El Reglamento (CE) 1257/99 de desarrollo rural tiene en cuenta criterios ambientales y las políticas de fomento de la AE se enmarcan en él para el actual periodo de programación, y es previsible que continúe esta tendencia. De esta forma se aprovechan las sinergias entre los distintos elementos que componen un ecosistema.

Entre las conclusiones de las VII Jornadas sobre Áreas Protegidas y Agricultura Ecológica, celebradas del 1 al 3 de octubre de 2003 en Garrucha y Cabo de Gata, organizadas por la SEAE no hubo nada dedicado específicamente al modelo de certificación en AE. Hubo una mención a una posible nueva indicación geográfica relacionada con las áreas protegidas:

“Las marcas de calidad relacionadas con parques o espacios protegidos pueden ser de interés. Es necesario que los gestores de los parques comuniquen mejor el valor de los parques naturales, y también son básicos planes de formación especiales para los agricultores que están aprovechando los parques, sobre cómo conservar la biodiversidad”

Hubo otra mención, a propósito del PEAEE que propone el MAPA, sobre el modelo de producción que más favorece el desarrollo rural:

“En el futuro, el Plan Estratégico del MAPA debe concentrarse en potenciar el consumo interno en vez de estimular la exportación ecológica”.

Tal como indica el Centro Rural de Información Europea de la Comunidad Valenciana:

“Otra buena garantía es conocer directamente al productor – agricultor, saber dónde y

cómo se cultiva. La relación directa y conocer el grado de concienciación y exigencia que se tiene da mayor confianza, en esta época de marcas y publicidad engañosa. En realidad, con una legislación adecuada y unos productores concienciados estas marcas o sellos no serían necesarios”.

La postura del grupo de IFOAM-UE sobre el Plan de Acción Europeo para la alimentación y la Agricultura, en el capítulo de sistemas de garantía fue que el problema no estaba en los modelos de certificación, sino en que éstos tenían que cooperar entre sí para fortalecer la confianza del consumidor en los productos ecológicos, minimizando los costos de certificación y manteniendo un enfoque dinámico frente a las normativas. Entre las recomendaciones que aporta están:

- ▶ Asumir la iniciativa en la cooperación y reconocimiento mutuo entre los sectores público y privado.
- ▶ Examinar las barreras de los sistemas públicos y privadas que obstaculizan el reconocimiento mutuo y emprender acciones para superarlas.

En el Plan Estratégico que elaboró el foro canario de agricultura ecológica (mayo de 2004) se hacen las siguientes propuestas acerca del control y certificación:

- ▶ Separar las funciones de certificación y control de las funciones de gestión y que se adapte en la medida de lo posible a la Norma EN-45011
- ▶ Aunque los costes totales de control no deben recaer sobre los operadores, si se deben de establecer cuotas mínimas cuyo importe puedan dedicarse a otras funciones que no sean los de mantenimiento del personal implicado en el funcionamiento del Consejo.
- ▶ No es partidario de la autorización de empresas privadas como organismos de control ya que, en ocasiones, representan intereses lucrativos en el ejercicio de esta actividad.

Las referencias francesas tienen su origen en Nature & Progres, organismo creado en 1964 y que en 1970 creó los primeros manuales tipo sobre producción ecológica. Nature & Progres nació para contrarrestar la creciente relación entre producción ecológica en Francia y comercialización monopolizada por un solo operador, que garantizaba la venta de los productos orgánicos siempre y cuando se utilizara el Lithotamme que él vendía como fertilizante. Posteriormente ha entrado en conflicto con algunos organismos certificadores a los que acusa de excesivamente burocráticos y de estar distanciados de los operadores y del movimiento de AE.

Felicia Echeverría (2002) describe cómo Costa Rica ha logrado que su sistema de certificación, con tres agencias certificadoras, dos nacionales y una europea, autorizadas por la administración del país, sea reconocido por la UE, y está en vías de serlo por USA y Japón. No obstante continúa chocando con los intereses particulares de los certificadores aunque haya sido reconocido por los Estados:

“ aún cuando se logre realizar acuerdos de equivalencia con cada uno de los países que tienen reglamentación oficial, esto no resolverá el problema de la certificación múltiple que enfrentan muchos productores, ya que éste casi siempre se genera en el sector privado. Frecuentemente, son las empresas importadoras quienes establecen alianzas con agencias certificadoras en sus países y se niegan a reconocer la validez de los certificados emitidos por otras agencias, aún cuando éstas estén acreditadas ante la Unión Europea. Esta situación, obviamente, incrementa considerablemente los costos de la certificación para los exportadores de los países en desarrollo y afecta su capacidad de competir en el mercado internacional.

Finalmente, un aspecto que preocupa a nuestras autoridades en este campo es la poca capacidad para controlar las acciones de las agencias certificadoras internacionales, ya que constantemente se dan casos de agencias que rehúsan cumplir con los procedimientos para la acreditación ante el Estado y, sin embargo, realizan actividades clandestinas de inspección y certificación en nuestro país. Esto es imposible de controlar ya que las exportaciones salen como producto convencional y reciben el sello de certificación orgánica en el país de destino. Los riesgos de fraude y, en consecuencia, de desprestigio para la producción orgánica nacional, son evidentes.

Para hacerle frente a esta situación el DARAO, en alianza con la promotora de comercio PROCOMER, diseñó un sello nacional que a la vez de servir como respaldo o garantía del gobierno para los productos certificados por agencias debidamente acreditadas, se podrá utilizar como un elemento de mercadeo de los productos nacionales. Sin embargo, la eficacia de la primera función asignada a este sello dependerá de la colaboración de los países de destino para controlar que las importaciones orgánicas procedentes de nuestro país cuenten efectivamente con este sello de respaldo.”

Jean-Claude Pons, de ECOCERT-Francia (FAO, 2001) a propósito de los costes de certificación cuando en un país tercero son pagados por el procesador o el exportador, reconoce la dependencia adquirida de esta forma y reconoce la utilidad de la certificación participativa, al menos a nivel local:

“En este caso, el productor no tiene el costo adicional y obtiene supuestamente una mejor ganancia. Sin embargo, el productor no es dueño de su certificado, perdiendo así la libertad de vender su producto “certificado” a cualquier comprador.

Existen también métodos de certificación participativa. Este sistema de certificación se ha desarrollado en Brasil e incluye en el proceso de certificación a todos los actores de manera

voluntaria, así se puede verificar la conformidad del producto sin costos de certificación. La certificación de productos orgánicos comenzó de esta forma en Francia en la década de los años 80. Este sistema de certificación participativa puede así servir de experiencia para iniciar el proceso de certificación formal de productos orgánicos a nivel local.”

Mario Ahumada (2002) da a conocer la posición del MAELA Movimiento Agroecológico Latinoamericano:

“Este sistema productivo integral, se basa en tres objetivos, el ambiental mediante la conservación de los recursos naturales, el económico a través de una producción silvoagropecuaria sustentable y el social que busca la seguridad y soberanía alimentaria.

De esta forma y para asegurar estos objetivos expresados en la sustentabilidad de la producción silvoagropecuaria y de las familias rurales, la propuesta del Movimiento Agroecológico Latinoamericano radica en que no podemos basar el desarrollo de la producción agroecológica y incluso el de la convencional, exclusivamente, en el mercado exportador y en el sistema mundial de comercio. Debemos avanzar en buscar soluciones no solamente para los grandes productores sino para muchos millones de productores pequeños que no tienen apoyo, lo que hace necesario impulsar las siguientes transformaciones o cambios: Mercados locales, Certificación Participativa y Sello Agroecológico y Flexibilización de la Certificación Convencional.”

La certificación participativa es definida como sigue:

“La certificación participativa la entendemos como un instrumento de difusión de la agricultura ecológica y de apoyo al desarrollo de los mercados locales, la cual se caracteriza como un proceso de conocimiento mutuo, de formación de confianza y credibilidad entre los diferentes actores, productores, consumidores, posibles intermediarios e instituciones de apoyo técnico. Esto se construye durante un tiempo de intercambio social, productivo, ambiental y económico.

En este sistema no se requiere de un organismo externo que inspeccione y certifique que el producto es agroecológico. El proceso consiste en que los productores den a conocer a los consumidores, organizados o no, como se produce agroecológicamente, haciendo visitas a los predios, enseñando y explicando la forma como se cultiva. Es decir, que los consumidores entiendan y conozcan la lógica del sistema. De esta forma la relación de confianza y credibilidad que se establece en el proceso y entre los actores es la que avala y certifica socialmente que el producto es agroecológico.

Si todos los actores involucrados están en conocimiento de cómo funciona el sistema, sólo se requiere que haya un sello que identifique la producción agroecológica para que los consumidores reconozcan el origen y calidad del producto. El sello simboliza e identifica el camino de conocimiento mutuo y de formación de confianza y credibilidad que se ha

establecido entre productores, consumidores, técnicos y comerciantes, durante el proceso de comercialización y certificación agroecológica participativa. Este conocimiento es el que avala y certifica socialmente que el producto es agroecológico.”

Sobre la certificación orgánica convencional, después de consideraciones acerca de su coste como una barrera al comercio:

“Además, las exigencias de las normas de certificación en poco o nada consideran la realidad y las posibilidades de la agricultura campesina, en especial en lo que dice relación con el periodo de transición. En la práctica, ello significa que si no existe algún tipo de subsidio (sea público o privado), es casi imposible que el sector campesino pueda adecuarse a esta normativa. Por último, la certificación convencional por una serie de factores económicos y políticos no ha incorporado aspectos sociales y ambientales a la norma, por lo cual actualmente mucha producción orgánica o biológica se produce a costa de la biodiversidad, sin respetar los derechos de los trabajadores rurales, el conocimiento y cultura de los productores locales y bajo relaciones comerciales desiguales e injustas.

En conclusión, MAELA considera que la difusión, expansión y desarrollo de la agricultura ecológica pasa también por la flexibilización de la certificación “formal” para permitir que muchos productores se incorporen al sistema exportador, tengan posibilidad de acceder a mercados internacionales y no sean discriminados. Además, como este mercado internacional es complejo y limitado, se hace urgente y necesario que nuestros gobiernos entiendan que no sólo hay que producir para la exportación, sino que es indispensable el desarrollo de la producción para nuestros mercados locales, donde se comercialice toda la diversidad de alimentos. Esto requiere de apoyo económico, crediticio, de investigación, de formación y de fuertes campañas públicas de información y de educación al consumidor, para que pueda comprender cuál es el valor adicional que se obtiene al preferir un producto calificado como agroecológico.”

Julián Pérez (2004), a propósito de la Red Ecovida de Agroecología del Sur de Brasil, que reúne a grupos de productores, ONG y consumidores de los estados de Río Grande del Sur, Paraná y Santa Catarina, describe el proceso por el que se instauró el sistema de certificación participativa en la Red:

“La certificación se planteó primero como una necesidad: el producto orgánico para ser vendido debía ser certificado. Eso siempre se planteó desde afuera hacia los productores. Los agricultores familiares no tenían cómo solventar esta exigencia, pero además el tema de la certificación planteaba una serie de cuestiones tecnológicas y organizacionales que se contraponían con nuestros principios. Una certificación de afuera hacia adentro, de arriba hacia abajo, realizada por un agente externo, un técnico, que supuestamente tiene el conocimiento y el saber y evalúa al productor desmerecería el conocimiento que este último ha acumulado a lo largo de años de trabajo. Nosotros vimos que en los mercados locales la gente compraba el producto sin necesidad de que tuviera un sello que dijera “producto

ecológico”. Había una relación muy fuerte de confianza, de credibilidad, entre el productor y el consumidor. Y también entre los propios productores, porque la comercialización es colectiva. Nos dimos cuenta que en los hechos nosotros certificábamos productos, sólo que no le dábamos ese nombre. A ese proceso le llamábamos “generación de credibilidad”, un nombre que todavía preferiríamos usar, pero que debimos cambiar, debido a las circunstancias, por el de “certificación participativa”. En los mercados locales normalmente no se necesita recurrir a ese sello, salvo en los casos en que al lado de nuestra feria se instale otra cuyos integrantes digan que comercializan productos ecológicos cuando en realidad no lo hacen.”

El sistema de toma de decisiones de certificación se describe como sigue:

“La realizan los productores y los consumidores, con participación de los técnicos. Lo que hicimos fue sistematizar la generación de credibilidad. El proceso consiste en la realización de auditorias, una “visita”, como le decimos allá, pero no a cargo de un técnico de una certificadora que va y evalúa la finca, sino de los productores, entre ellos mismos. La mayoría de los grupos de la Red cuentan con una comisión de ética, que es el control de la calidad de producción y también por la resolución de conflictos dentro del grupo. El primer responsable por la garantía del producto es el mismo productor, después su grupo y ese grupo conforma un núcleo.

El núcleo a su vez tiene también su comisión de ética que es conformada por productores, por consumidores y por técnicos. Esa comisión es la que hace una visita a los productores, pero es una visita mucho más enfocada a un intercambio de experiencias. Normalmente la visita es una vez al año, depende del nivel de “ecologización”, que esté la propiedad. Pero es importante entender que la visita no es la que garantiza que el producto es ecológico. Lo que garantiza es el compromiso del productor insertado en una organización. Su compromiso significa el compromiso de los demás. Su responsabilidad es ante los demás integrantes de su misma asociación y ante los consumidores. Eso es lo más importante y lo que genera credibilidad. La visita es más para un intercambio de experiencias, de carácter pedagógico, de que la gente se conozca, de que vayan intercambiando tecnologías e ideas.”

IFOAM y MAELA promovieron el Seminario Internacional sobre Certificación Alternativa, (2004), en el que se sacaron como conclusiones que:

“Experiencias como las de la “Agricultura Apoyada por la Comunidad” (Community Sustainable Agriculture –CSA-) en los Estados Unidos, la Red Ecológica de Agroecología en el sur de Brasil o la de los Agricultores Orgánicos en Nueva Zelanda, entre otras, demuestran la importancia del involucramiento de los agricultores y consumidores en la generación de credibilidad del producto orgánico. Una percepción de todos los participantes del Seminario, es que estos mecanismos de certificación que involucran la participación de los interesados en la producción y el consumo de los productos orgánicos, puede ser muy eficiente en la garantía de la calidad orgánica de los productos.

Los participantes concuerdan también que para los mercados locales, prioritarios para los productores orgánicos, las formas de certificación alternativa son muy adecuadas. Por otro lado, una de las resoluciones del Seminario es justamente buscar formas de reconocimiento y legitimación de estas estrategias de certificación para los mercados que van más allá de lo local.

La reciente legislación brasileña sobre producción orgánica, que prevé la no obligatoriedad de la certificación para procesos de comercialización que involucran la relación directa productores – consumidores, y el reconocimiento a la Certificación Participativa como una metodología válida de certificación para todo el país, esta siendo considerada como un ejemplo interesante. Los participantes de varios países se comprometieron a ejercer presión con sus gobiernos para que las legislaciones en sus países incorporen un contenido similar.”

Manuel Zapatanga (2001) describe la experiencia de certificación participativa en la zona de Aguarongo (Ecuador) que abarca a 18 comunidades y 153 productores. Para la certificación se ha elaborado un reglamento, que ha sido discutido en todas las comunidades. El sistema de control tiene dos órganos:

“Comités campesinos de control social que funcionan en cada comunidad, encargados del control, vigilancia y de garantizar el manejo agroecológico de las fincas

Comité técnico integrado por delegados de la municipalidad, el Centro Agrícola Cantonal, la organización de productores y la Fundación Ecológica Mazán”

En las conclusiones del debate celebrado en Calarcá (octubre de 2001) por la Corporación Campesina para el Desarrollo sustentable de la provincia de Enterríos (Colombia), se hace un verdadero manifiesto contra la certificación oficial como opuesta a los verdaderos intereses de los productores locales:

“Tenemos un comité técnico que realiza las labores de control e inspección interna, de acuerdo con las normas legales. Lo hacemos porque creemos que tenemos que ser mejores y más estrictos que los certificadores oficiales o de algunas ONGs. Para realizar todo esto tenemos manuales que hemos adaptado a nuestras condiciones locales (...). Creemos firmemente que hay que creer en el campesino, que hay recuperar el valor de su palabra y por eso un primer elemento es el de la confianza en el compañero. Un segundo elemento es la capacidad que tiene la organización para acompañar los procesos de reconversión y con ellos la formación de los miembros.

Si pensamos en producir para la exportación, lo que puede ocurrir con el café, queremos que sean las mismas organizaciones campesinas las que generen sus procesos de certificación y que las contrapartes comerciales, si tienen dudas sobre la verdad de estas certificaciones, paguen por su cuenta una certificación que entre a demostrar lo contrario.

La certificación externa es un peligroso insumo, mucho más dañino éticamente que las famosas asistencias técnicas de la revolución verde. Todo lo que ate y amarre al campesino a sistemas externos a la sociedad rural campesina se constituye en instrumentos de control y exclusión social.

Son las mismas organizaciones indígenas y campesinas las que deben generar sus procesos de certificación y las ONGs deben ser los acompañantes de procesos de formación y asesoría en vez de convertirse en “certificadores”, es decir, verificadores de la palabra de la organización campesina, oficio que no les corresponde”

En España se conocen algunas experiencias:

Vida Sana otorgaba su aval desde 1980 hasta que apareció la normativa oficial y el control de los productos biológicos pasó a manos del Ministerio de Agricultura en 1989. La Asociación permite la utilización de su aval a todos aquellos agricultores o transformadores que ya dispongan del aval oficial. Para ello debe solicitarse y enviar una copia del certificado de inscripción al organismo de control correspondiente.

La Ortiga, cooperativa que funciona en Andalucía y que actualmente elabora su propio manual de calidad, concede su aval teniendo en cuenta criterios de producción más exigentes que la normativa vigente y conjugándolos con indicadores sociales y económicos.

Bajo el Asfalto está la Huerta (BAH), agrupación implantada en Madrid que comercializa directamente los productos de las fincas asociadas, trabajadas en forma comunal, ofrece visitas a las fincas y sus asociados colaboran tanto en la producción como en la comercialización y distribución de productos.

Existe una experiencia de certificación del origen geográfico de los productos de origen local que se venden en los “Mercados del Agricultor” de la isla de Tenerife, sean ecológicos o no. Funciona en varios municipios un sistema en el que participan una comisión de los socios del mercadillo y las autoridades locales, limitado a garantizar el producto como procedente de la propia explotación del productor. Este sistema es complementario al establecido con carácter oficial para certificar la procedencia de agricultura ecológica.

4 ► CONCLUSIONES

Es importante a nuestro juicio reseñar algunas contradicciones cuando el sistema de certificación no tiene en cuenta los objetivos de la agroecología ni del desarrollo rural, sino que más bien supone una traba que perjudica directamente a los productores, o dicho de otra forma, tiene sus propios intereses alejados de los de los operadores interesados. En teoría, los organismos de control deben ser “auditores puros”.

Sin embargo, en la práctica, las normas o pliegos de condiciones pueden estar muy enfocadas sobre el control e imponen a las certificadoras inmiscuirse en labores que ellas no tendrían que intervenir, por ejemplo: rechazando lotes o brindando labor de asesoría técnica. Al mismo tiempo, al ejercer la entidad certificadora una garantía de conformidad del producto y tener una responsabilidad frente al consumidor, debe dar al operador el derecho a usar un sello determinado sólo cuando se ha llegado a la confianza de que es capaz de producir de manera adecuada, y es capaz de detectar aquél que no está conforme.

El sobreprecio coyuntural de los productos orgánicos y las ayudas públicas atraen a un gran número de productores que realmente no comprenden las bases de la AE, al menos cuando reconvierten sus explotaciones, y que perciben el control como un trámite que no le compete a él directamente.

Actualmente, cada entidad certificadora exige cumplimentar una serie de documentos para la inscripción en el Registro de Operadores. En algunos casos, se requieren verdaderos “expertos” externos capaces de realizar esta labor. Este coste añadido lo asume el operador aunque no esté especificado en ninguna norma.

Los organismos certificadores no tienen en cuenta el enfoque holístico que se pretende tenga la AE al incluirla en las políticas de DR: el sello de calidad lo ostentan de igual forma un agricultor intensivo, un biodinámico o uno que comercialice mediante canales de Comercio Justo.

Podrían ser compatibles ambos sistemas, el oficial y el participativo, mediante la certificación oficial de grupos de pequeños productores como un único operador, que tuvieran un sistema interno de control fiable y verificado por la autoridad u organismo de control.

La solución que proponemos es que se abra un debate entre los actores implicados para establecer un modelo flexible de certificación que abarque todos los aspectos de la producción: económico, ambiental y social.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **AHUMADA, MARIO 2002**

Mercados locales, una alternativa indispensable para la producción agroecológica. Ponencia a la III Conferencia Latinoamericana de Agroecología

- **CCDS 2001**

Conclusiones del debate celebrado en Calarcá. Corporación Campesina para el Desarrollo Sustentable de la Provincia de Enterríos (Colombia). Octubre

- **COMISIÓN EUROPEA 1998**

Evaluación de Programas Agroambientales del Reg (CEE) 2078/92. Documento de Trabajo VI/7655/98

- **Echeverría, Felicia 2002**

“Apoyo de los organismos públicos a la producción y comercialización de productos orgánicos. La experiencia de Costa Rica”. Seminario Taller Certificación y Comercialización de Productos Orgánicos. Lima, Perú. 9-10 abril

- **Facultad Ciencias Agronómicas 1998**

AI93-CT93-1210: Paisaje y capacidad de producción natural de las prácticas agrarias ecológicas/sostenibles. Guía de la gestión sostenible. Dpto Agricultura Ecológica. Universidad de Wageningen

- **FAO 2001**

“Certificación de calidad de los alimentos orientada a sellos de atributos de valor en países de América Latina, Conferencia electrónica, en “<http://www.rlc.fao.org/foro/alimentos>.”

- **HARROUCH, ARLETTE 1990**

revue Nature et Progrès n° 44

- **IFOAM y MAELA 2004**

Seminario Internacional sobre Certificación Alternativa, Documento final Centro Ecológico Ipe (Brasil) , en http://www.altervida.org.py/html/feria_agroecologica.doc

- **JOENSEN, M. 2003**

Organic foods in Spain

- **PÉREZ, JULIÁN 2004**

Entrevista en el diario “La Insignia”. (Uruguay febrero)

- **PONS, JEAN - CLAUDE 2001**

El marco conceptual de la certificación. ECOCERT-Francia

- **SEAE 2003**

Conclusiones VII Jornadas sobre Áreas Protegidas y Agricultura Ecológica, Garrucha y Cabo de Gata (Almería), 1-3 octubre, en www.agroecologia.net

- **ZAPATANGA, MANUEL 2001**

La organización de productores agroecológicos del Aguarongo, Ecuador. Redes solidarias de Intercambio y Protección de la Vida, Octubre

REVISIÓN, ARMONIZACIÓN Y VARIACIÓN REGIONAL DE NORMAS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

TRIANA MARRERO, JUAN JOSÉ⁽¹⁾ Y GONZÁLEZ, VÍCTOR⁽²⁾

⁽¹⁾ Director Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica de Canarias (CRAE)

⁽²⁾ Coordinador Técnico Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)

RESUMEN

La Agricultura Ecológica (AE), comenzó por ser algo local, con prácticas agrícolas autorreguladas sobre la base de distintos valores éticos. En las últimas décadas la AE ha experimentado un crecimiento espectacular en Europa, y se ha convertido ahora en un importante sector agroindustrial y comercial en el ámbito internacional. Ello ha llevado consigo el desarrollado de distintas normativas, etiquetas y entidades de certificación, con la consecuente tendencia a confundir a los consumidores, constituyendo una barrera que obstaculiza el crecimiento del mercado ecológico.

En Europa, la existencia de una norma única, ha sido la clave para consolidar la confianza del consumidor en la agricultura ecológica. Por esta razón, la revisión de este tipo de regulaciones, como la europea (Reg CEE 2092/91), por ser el mayor mercado de productos ecológicos del mundo, es de gran importancia para ese territorio y su entorno geográfico, puede mejorar la credibilidad y contribuir a la armonización de las normativas ecológicas en general, si se acomete desde un amplio consenso del sector. Para ello, se requieren instrumentos adecuados, como los que proponen algunos proyectos financiados por la Comisión Europea, que después de un amplio proceso de consulta y discusión establecen recomendaciones, para ser tomadas en cuenta en el Plan de Acción Europeo sobre Alimentación y Agricultura Ecológicas y en el reglamento mencionado, permitiendo un mayor desarrollo del sector de la agricultura ecológica en la Unión Europea y en otros lugares de su entorno.

En la presente comunicación, se analizan y argumentan los puntos del actual Reglamento CEE 2092/91, donde se manifiesta diferencias sustanciales en la aplicación del mismo en los países del Sur de Europa, que lo hacen más restrictivo que en los países de Centro y Norte de Europa, discutiendo la posibilidad de adoptar variaciones "regionales", sobre la base de distintas consultas con actores relevantes del sector. Además se propone un debate con detenimiento antes de proceder a su revisión en aspectos específicos, relacionados con el uso de semillas locales, el suministro de alimentos para el ganado o la protección de la AE frente al riesgo de contaminación por cultivos con OMG's. Finalmente, se mencionan algunas iniciativas de armonización de normas en AE, más allá del marco europeo, explorando su complicidad y adecuación. Al final se concluye en la necesidad de establecer estructuras participativas de debate para la elaboración y revisión de las normas de AE, para mantener un cierto grado de armonización de las mismas.

PALABRAS CLAVE: REVISIÓN, ARMONIZACIÓN, VARIACIÓN REGIONAL Y NORMAS

1 ► INTRODUCCIÓN

Las normativas o estándares (1) ecológicos y sus sistemas de certificación fueron desarrollados inicialmente, en la década de los años 50, por la iniciativa privada, cuando el sector ecológico, constituía todavía un reducido nicho en el mercado.

Aunque se han dado casos particulares como en nuestro país (Alonso, A. M. 2001), en general el crecimiento de la agricultura ecológica y sus mercados en la última década, han venido acompañados de un rápido crecimiento, tanto en el número, como en la complejidad de las normativas privadas que la rigen, seguidas más tarde de la posterior eclosión de regulaciones ecológicas oficiales nacionales y/o federales. Todo ello sin contar con las normativas nacionales que proliferaron en varios países europeos, para llenar los vacíos contenidos en la Regulación Europea ECC 2092/91 sobre aspectos relativos a la práctica de la ganadería ecológica

La certificación, inicialmente concebida para fomentar la confianza del consumidor y para diferenciar los productos procedentes de la agricultura ecológica en los mercados, y el enorme abanico de regulaciones y requisitos de certificación actualmente existentes, se considera hoy un obstáculo importante para el desarrollo del sector de la agroalimentación ecológica, especialmente en los productores de países en vías de desarrollo.

Hoy en día, existe un gran número de distintas normativas, etiquetas y entidades de certificación en el mercado, que provoca cierta confusión, tanto en los consumidores, como en los comercializadores y la agroindustria de la AE. Cualquier modificación de la Regulación 2092/91 resulta de vital importancia para la credibilidad del consumidor y la armonización de las normativas ecológicas en general

Se han planteado algunos proyectos que proponen una armonización de normativas intercontinentales, concretamente en el área Iberoamericana (Cyted, 2003), para llegar a una marco de normativa común, con las complicaciones legales y sociales que ello conlleva. Sin embargo, no es una iniciativa nueva, ya que este objetivo ha sido perseguido desde sus inicios por la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica (IFOAM), desde su creación al establecer las Normativas Básicas para la producción y el procesado orgánico (IFOAM, 2003), que son revisados, cada dos o tres años, con una metodología que permite integrar la opinión de sus miembros (González, 2002).

Por otro lado, varios agentes del sector han considerado necesario debatir la necesidad de introducir ciertas variaciones regionales, en el Reglamento ECC 2092/91, basándose en las evidentes diferencias agroclimáticas que existen en un territorio tan extenso como Europa. A ello se une la convicción de un cierto “sesgo eurocentrista” del Reglamento citado, en su elaboración original, que estaría favoreciendo a la agricultura ecológica de climas templados, especialmente del Norte de Centro y Norte de Europa, convirtiéndolo a su vez en una norma restrictiva al aplicarlo a las condiciones de producción del Sur de Europa (Triana, 2004).

A todo ello, debemos agregar la existencia de una corriente de opinión en el sector ecológico europeo, que sostiene que la aplicación del Reglamento (CEE) 2092/91 como normativa pública, está restringiendo la posibilidad de establecer normativas nacionales más estrictas (IFOAM-EU, 2003b), provocando, con ello, que las distintas certificadoras privadas, y en ocasiones también las certificadoras oficiales, establezcan normativas más estrictas que las contenidas en el citado reglamento.

En España, esta posibilidad sólo se ha utilizado, en aspectos no regulados por el reglamento (Alonso, N., 2003), relativas a la ganadería ecológica. Según algunos autores, esto ha sido así debido a que el propio reglamento europeo es suficientemente restrictivo cuando se aplica en nuestras condiciones productivas (Triana, 2004).

Por último, el sector de la agricultura Ecológica de la Unión Europea, se está planteando como necesaria una profunda revisión del Reglamento Europeo para la agricultura ecológica, que permita introducir ciertas variaciones regionales, en especial en las áreas de la alimentación de animales y en el uso de semillas ecológicas, debido a la situación actual con problemas de abastecimiento de materias primas en ambos casos (IFOAM-EU, 2003). Ello ha desembocado en la formulación de un proyecto de investigación, por un consorcio europeo de diferentes entidades vinculadas a la agricultura ecológica (DARCOF, 2004), posteriormente aprobado por la Dirección General de Investigación de la Comisión Europea, que ha comenzado ya sus trabajos y que pretende, entre otras cosas, evaluar la disponibilidad de semillas y material de propagación ecológica, desarrollar el intercambio de información así como los criterios para la toma de decisiones en el régimen de uso de semillas en AE. El proyecto de investigación también incluye la evaluación del abastecimiento y demanda de los alimentos animales y sus aditivos y desarrollar los criterios de evaluación para alimentos animales y sus aditivos ecológicos específicos, que aseguren tanto el bienestar animal, como la credibilidad de la AE.

Todo ello, para poder cumplir uno de los principios básicos que rigen estos sistemas de manejo: la reducción de la dependencia de insumos de la agricultura convencional en los sistemas de agricultura ecológica.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Para revisar la situación del debate sobre éstas temáticas, muy vinculadas entre sí, hemos recurrido en primer lugar a una breve revisión bibliografía del tema. Posteriormente, se ha analizado el Reglamento CEE 2092/91, seleccionando aquellos apartados donde más se manifiesta el carácter “restrictivo” del mismo para sistemas productivos situados en climas del Sur de Europa. El documento resultante se circuló como borrador a distintos grupos de trabajo, organizaciones profesionales agrarias y entidades vinculadas a la agricultura ecológica, tomando algunas sugerencias de miembros del sector (Intereco, 2003).

Además se realizaron diversas consultas por correo con preguntas específicas a expertos en agricultura ecológica, integrantes de agrupaciones del sector, entre las que destacamos la Asociación Vida Sana de Barcelona, el Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural (CIFAED) de Santa Fé (Granada), Consejos y Comités Reguladores de la AE y autoridades competentes de las Comunidades Autónomas y miembros de SEAE, entre otras, cuyos aportes han sido incorporados al documento.

Además, el documento se ha enriquecido con algunos aspectos del planteamiento del “Proyecto de Investigación de apoyo a la revisión del Reglamento CEE 2092/91”, elaborado por un consorcio de entidades europeas recientemente aprobado por la Comisión Europea, que ha iniciado su desarrollo en los países de la Unión Europea. En este proyecto participan de forma directa uno de los autores. Adicionalmente se han revisado y agregado aquellas consideraciones contenidas en el “Proyecto Normativa de Agricultura orgánica para Iberoamérica”, del programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (Cytel (2)), dependiente de la AEI (3), en el que colaboran los autores (Garrido, 2004).

El resultado de este proceso, es el que se presenta a continuación una vez incorporados algunos aportes y elementos de los distintos documentos y borradores de consulta del Grupo Regional de la Unión Europea de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura (IFOAM-EU), en cuyas consultas y debates participan también de forma regular los autores.

3 ► DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Normatividad y su armonización

Actualmente existen en el mercado ecológico mundial varios cientos de normativas privadas y de regulaciones gubernamentales, dos normativas internacionales –Codex Alimentarius (4) de la FAO-OMS y de IFOAM–, y varios sistemas de acreditación. La falta de cooperación y armonía entre estos esquemas se ha convertido en un problema (Crucefeix, 2002).

El Servicio Internacional de Acreditación Ecológica (IOAS) (5), muestran que 56 países tienen regulado el sector de algún modo; 32 países tienen completamente desarrolladas sus regulaciones; 9 países han implementado regulaciones y 15 países tiene borradores de regulación. En algunos de estos países, las regulaciones se limitan a las normativas; en otros se ha articulado o se están aplicando sistemas o requisitos de acreditación, para certificadores de productos comercializados como procedentes de la agricultura ecológica. Las tres principales autoridades de los mercados importadores (UE, EEUU y Japón), aplican regulaciones completas, con normativas y medidas para aceptar a las entidades certificadoras.

En el sector privado, IFOAM, que exige las entidades certificadoras acreditadas cumplan con las Normativas Básicas DE producción y Elaboración de IFOAM, además de los criterios acreditación de IFOAM (6), tenía acreditadas, 18 entidades (año 2002), en su Programa de Acreditación gestionado por el IOAS, con 12 solicitudes en estudio. Además se ha creado una asociación de entidades certificadoras acreditadas por IFOAM, que ha firmado un compromiso multilateral de equivalencia o reconocimiento (MRA), enfocado a racionalizar la situación y equiparar la aprobación de los productos que son comercializados entre sus clientes.

El reconocimiento mutuo entre países con regulaciones sobre agricultura ecológica, sólo se da en un reducido número casos y, en la práctica, no hay reconocimiento de equivalencia mutua entre países. El Reglamento CEE 2092/91, contempla la aprobación de otros países, pero la Comisión Europea sólo ha aprobado 7 países, bajo este sistema, en más de diez años. El país más importante de los importadores de la UE, EEUU, no está en esa lista.

En Japón las autoridades tienen una lista de países cuyos sistemas de certificación son reconocidos. Recientemente, ha firmado un compromiso con los EEUU, que permite importar productos ecológicos. Pero este acuerdo ha llegado tarde, ya que mientras en 2001 las ventas de los EEUU a Japón ascendieron a \$250 millones, en el 2000 eran de \$3 billones: esta precipitada caída se atribuye a las barreras derivadas de las regulaciones gubernamentales de los productos de agricultura ecológica. El Programa Orgánico Nacional (NOP) de los EEUU, entró en vigor en octubre de 2002, y está acreditando entidades certificadoras foráneas de forma directa desde entonces, algunas de las cuales están en periodo de evaluación todavía (7). Sin embargo, no ha aprobado a ningún otro país ni ha resuelto reconocimientos mutuos para el comercio de productos de agricultura ecológica. Este hecho ha provocado cierta incertidumbre entre los elaboradores ecológicos, sobre la viabilidad del comercio ecológico entre la UE y EEUU, desde esa fecha, acrecentada por los intentos recientes de la administración Bush de modificar las NOP. Por ejemplo, las pequeñas entidades de certificación que no han sido “aprobadas automáticamente”, deben realizar grandes esfuerzos (económicos e informativos), a costa de los reducidos operadores (Legasa, 2002), que quieren iniciar la exportación a los EEUU. Además, muchos comercializadores de EEUU y la UE se abastecen de ingredientes provenientes de países en desarrollo, lo cual complica aún más el panorama.

Todo este laberinto de normativas y requisitos conlleva los siguientes problemas en el comercio de productos ecológicos:

- ▶ Discriminación en la importación, ya que la conformidad requerida respecto a las normativas, no siempre son adecuados a las condiciones agroecológicas de los países exportadores (8).
- ▶ Obliga a las entidades certificadoras a disponer de múltiples acreditaciones para acceder a los tres principales mercados ecológicos mundiales: UE, Japón y EEUU, con el consiguiente incremento de gastos.

- ▶ Exige a los productores, elaboradores y comercializadores disponer de múltiples certificaciones para acceder a los citados tres principales mercados ecológicos mundiales, con el consiguiente aumento de costos.
- ▶ Mayores dificultades para la comercialización por las diferentes interpretaciones de las reglas de las entidades de certificación.
- ▶ Enorme cantidad de trabajo –y retrasos– para las autoridades cuando deben negociar la equivalencia bilateral.
- ▶ Limitación de la efectividad de los reconocimientos bilaterales en caso de productos con ingredientes obtenidos en diferentes lugares del mundo.
- ▶ Falta de homologación por las regulaciones nacionales de los reconocimientos multilaterales, como los que se realizan entre las entidades de certificación acreditadas por IFOAM.

IFOAM organizó una Conferencia sobre “Sistemas de Garantía Ecológica” (IFOAM, 2002), que reunió a representantes de gobiernos y sector privado en la identificación de los problemas y posibles soluciones. Una de las conclusiones destacadas fue que los sistemas de garantía ecológicos, podrían ser mejorados mediante la cooperación para eliminar tantas barreras privadas y gubernamentales y reduzca costes y cargas administrativas. Se consideró que el instrumento más adecuado para la protección, la integridad y la diversidad en la agricultura ecológica, es el establecimiento de equivalencias –y por ello, de mutua aceptación– entre diferentes sistemas, privados y oficiales.

En dicha conferencia se encontró que hay tres modelos alternativos para establecer equivalencias en agricultura ecológica: el modelo del Codex Alimentarius, el Programa de Acreditación de IFOAM y el modelo UN/ECE (9), con sus Objetivos Comunes Reguladores (CROs), normas internacionales de referencia y procedimientos de evaluación de la conformidad.

En este último, resulta interesante el debate sobre si los productos “ecológicos”, deben regularse con “normas específicas de calidad intrínseca”, o si los productos, deben cumplir simplemente los requisitos de calidad visual, tamaño, etc., habituales en los convencionales

El Reglamento CEE 2092/91 y su mayor restrictividad en los países del Sur

El Reglamento CEE 2092/91 y su ampliación posterior en 1999 sobre ganadería ecológica, regula la práctica de la agricultura ecológica en la Unión Europea. Existe la convicción de que el Reglamento tiene un sesgo que favorece a los sistemas de producción ecológica en los países más fríos de Europa, al tolerar una serie de productos, que permiten una

explotación más intensiva de insumos, aunque los haga menos sostenibles. Sin embargo, esta suposición debe ser matizada en el sentido con el hecho de que el uso de insecticidas y fungicidas permitidos en AE, suele ser menor en esos países, al haber existido una menor presión de plagas y enfermedades en esos climas más fríos (Rodríguez, 2002). Sin duda, se requieren más estudios para poder concluir algo al respecto. No obstante, trataremos de ilustrar este punto de vista con algunos ejemplos, deteniéndonos en cuatro aspectos: la reconversión, la fertilización, la protección de plagas y enfermedades y uso de agua.

- **Reconversión**

El planteamiento que se hacía en el Reglamento (CEE) 2092/91 hasta marzo de 2002 del periodo de reconversión estaba pensado para unas condiciones propias de países en los que ha habido agricultura química intensiva en el 100% del territorio (incluidos los bosques y los pastos) desde los años cuarenta hasta ahora, donde prácticamente no hay tierras abandonadas o baldías, y en donde se sobreentiende que si un operador solicita la certificación al organismo de control en tal fecha, es que el día anterior realizó el último tratamiento convencional. No se tenían en cuenta las tierras que llevaban varias décadas abandonadas y en las que cuando se dejaron de cultivar aún no se usaban técnicas de agricultura química, ciertos cultivos tradicionales que se han hecho de forma prácticamente ecológica hasta hoy, y ciertos operadores que llevan haciendo agricultura ecológica desde hace varios años para autoconsumo y que ahora deciden ampliar su actividad y por ello solicitan la certificación.

A partir esa fecha se ha ido flexibilizando bastante este tratamiento y ya se ha considerado la posibilidad de tener en cuenta el uso anterior de las parcelas a la hora de establecer el periodo de reconversión, según el Reglamento (CE) nº 473/2002 de la Comisión, de 15 de marzo de 2002.

- **Fertilización**

El estiércol se considera en el norte de Europa un contaminante, más que una riqueza. La cantidad de estiércol u otras materias que se puede usar está limitada para evitar contaminación por nitratos en las aguas subterráneas, o evitar excesivo contenido de nitratos en las cosechas, especialmente las de hoja. No suele haber problemas de exceso de estiércol en el sur de Europa, y menos en Canarias, pero es un problema grave en Centroeuropa, donde hay un exceso de ganadería y el suelo está encharcado y frío gran parte del año, y por ello la materia orgánica se acumula y no se mineraliza con la suficiente rapidez, y las hortalizas de hoja acumulan nitratos por falta de luz y calor.

El límite de 170 Kg de Nitrógeno por ha de la superficie agrícola utilizada y año establecido en el reglamento es lo que un pastizal o un cultivo herbáceo extensivo en el norte de Europa podría asimilar sin que hubiera contaminación del suelo o de las aguas subterráneas por exceso de nitrógeno. Algunos cultivos hortícolas intensivos, aunque fueran ecológicos, podrían tener

unas necesidades superiores, como por ejemplo solanáceas y cucurbitáceas, que provienen de climas cálidos. El concepto de que la agricultura para ser ecológica debe ser extensiva también es centroeuropeo, ya que en el Mediterráneo, la América Tropical y el Extremo Oriente han existido agroecosistemas intensivos, pero sostenibles que han alimentado a la población de esos territorios superpoblados desde hace miles de años.

La exigencia general de que en agricultura ecológica se emplee estiércol de ganado vacuno, así como las restricciones y garantías particulares que se le exigen al estiércol de otras ganaderías, viene de la necesidad de dar salida al exceso de estiércol, donde hay muchas, para evitar que se convierta en un contaminante. En España se acudió a una interpretación hecha por la comisión europea sobre lo que se considera ganadería intensiva o extensiva y en qué condiciones podrían emplearse los correspondientes estiércoles en fertilización en agricultura ecológica, las “Directrices para la utilización de excrementos de ganado en la agricultura ecológica” (ES/06/95/56840500), incorporándose al reglamento.

En cuanto a los fertilizantes orgánicos o minerales mencionados en el Anexo II-A del reglamento cuya incorporación se permite si no basta con estas técnicas, o no se dispone de suficiente estiércol de ganado ecológico, gran parte de los que figuran con la salvedad “necesidad reconocida por la autoridad de control” (de las que se debe solicitar explícitamente autorización para su empleo) son los que habitualmente se emplean en el sur de Europa:

► Estiércol de ganado convencional, indicando la especie animal y la ganadería de la que procede:

- Estiércol fresco de ganadería extensiva
- Estiércol de ganadería intensiva como materia prima para elaborar compost
- Compost hecho de mezclas de materias vegetales

► Rocas en bruto que no hayan sufrido ataques químicos (p. e. con ácidos) para aumentar su solubilidad, en cultivos especialmente exigentes en potasio o magnesio (es de destacar que algunas hortalizas de fruto precisan un suplemento de fertilización potásica para aumentar su dureza y soportar el transporte hasta los mercados del norte):

- Sal potásica en bruto (por ejemplo kainita, silvinita, etc.)
- Sulfato de potasio con sal de magnesio
- Sulfato de magnesio (por ejemplo: kieserita)

► En cambio no precisan autorización explícita para su empleo algunos productos empleados tradicionalmente en el norte de Europa:

- Turba (producto abundante en el norte)

- Productos y subproductos orgánicos de origen vegetal para abono, como harina de tortas oleaginosas (son subproductos de la industria alimentaria en la que se han empleado disolventes químicos para extraer el aceite)
- Materias a base de madera no tratada químicamente después de la tala (producto abundante en el norte)
- Fosfato natural blando cuyo contenido en cadmio sea inferior o igual a 90 mg/kg. de P205 (hay carencias de fósforo donde llueve mucho y el suelo es ácido)
- Carbonato de calcio de origen natural, por ejemplo: creta, marga, roca calcárea molida, arena calcárea, creta fosfatada, etc. (hay carencias de calcio donde llueve mucho y el suelo es ácido)

El cloruro cálcico puede emplearse con autorización explícita para tratar carencias cálcicas, pero sólo en manzanos.

• Protección de cultivos

En cuanto a los fitosanitarios mencionados en el Anexo II-B del reglamento gran parte de los que figuran con la salvedad “necesidad reconocida por la autoridad de control” algunos usados específicamente contra plagas y enfermedades del sur de Europa:

- Mosqueros con piretroides incorporados (sólo deltametrina o lambdacihalotrina), únicamente contra *Bactrocera oleae* y *Ceratitis capitata*
- Sulfuro de cal (polisulfuro de calcio o mixtura sulfocálcica), como fungicida, insecticida o acaricida
- Aceites minerales, como insecticida o fungicida, sólo en árboles frutales, vides, olivos y plantas tropicales

El cobre en forma de hidróxido de cobre, oxiclورو de cobre, sulfato de cobre tribásico u óxido cuproso, tiene limitado su uso como fungicida hasta 6 Kg de cobre por hectárea y año porque en los países del norte se abusó de él en el pasado y ahora hay problemas de contaminación en los suelos.

• Regadío

Las condiciones del agua para riego, ni siquiera se menciona en el reglamento. En este punto sí que habría que establecer una **variación regional**, donde hay regadíos, para determinar unos mínimos de calidad admisibles en agricultura ecológica, de forma que el agua empleada en regadío no pueda afectar a la salud pública, ni su uso continuado afectar a la fertilidad del suelo a largo plazo, fuera por exceso de salinidad o por aporte de contaminantes. La reutilización de agua contribuye a la sostenibilidad de los regadíos, pero a condición de que hubiera un mínimo de calidad en los sistemas de depuración. En otras zonas del mundo con

problemas de escasez de agua similares a los del Mediterráneo, como Australia y California, los organismos de control correspondientes han permitido en regadío en agricultura ecológica las aguas procedentes de depuración terciaria, y regulado las condiciones de empleo.

Variaciones regionales

Comentamos aquí los resultados de la consulta en España, ya que la consulta en Europa, no ha concluido. Cuatro fueron las preguntas centrales planteadas en la consulta hecha en España (SEAE, 2004): la necesidad de las mismas, su forma de vincularlas al mercado, los criterios para su establecimiento y el manejo de variación regional y armonización de normas. Además se pidieron ejemplos donde estas variaciones regionales son más evidentes. A pesar de las limitadas contribuciones recibidas, consideramos importante comentar aquí algunas de ellas.

- **Necesidad de las variaciones regionales**

Dentro del sector de la agricultura ecológica, parece existir cierto consenso en que la normativa marco de la AE debe ser común para todos los países de la Unión Europea. La introducción de variaciones regionales, no debe ser un problema mayor, si se compara con los esfuerzos por establecer otro tipo de normativas, como por ejemplo los cultivos protegidos (Guerrero, L. 2004). Por ello, se admite que en países, regiones o zonas donde existen problemas específicos ligados al manejo de los recursos naturales, por ejemplo, en climas mediterráneos y en superficies con pendiente, sería conveniente aplicar una serie de medidas adicionales (...) para mitigarlos (Alonso, A. M., 2004).

- **Vinculación entre variaciones regionales y mercado**

En general, se considera que sólo en el caso de existir tradiciones muy arraigadas difíciles de cambiar, que no están en contradicción con el espíritu y los principios de la agricultura ecológica, se pueden permitir un vínculo entre variaciones regionales y mercados. Sin embargo, en ese caso la medida deberá ir acompañada de la educación al consumidor. Permitir ciertas prácticas o hacer más laxa una normativa, sólo para facilitar la comercialización en ciertas regiones no debería contemplarse (Escutia, 2004).

- **Criterios para establecer criterios sobre las variaciones regionales**

Se admite que las variaciones regionales son necesarias para asegurar que los productos ecológicos sean de la máxima calidad posible (Escutia, 2004). El reglamento es un marco de mínimos, que debe mejorarse, pero cada región debería poder establecer unos criterios que hiciesen el reglamento más adaptado a sus características, haciéndolo más restrictivo, en algunos aspectos y estudiando si son necesarias las excepciones que permite el reglamento en el caso concreto de esa región.

El reglamento debería incluir criterios que permitan reconocer la peculiaridad regional (clima, disponibilidad, ubicación). En especial se debe poner atención a la climatología y disponibilidad de ciertos recursos, ya que son dos parámetros claves para el establecimiento futuro de criterios regionales (Escutia, 2004).

Si se parte de criterios objetivos se puede adaptar el reglamento de forma que recoga variaciones regionales claras y sencillas para que no suponga un gran problema en su aplicación, que de pie a determinadas confusiones y dobles interpretaciones.

- **Variaciones regionales y armonización de normativas en AE**

Las variaciones regionales no están reñidas con una cierta armonización de los organismos de certificación. Todas las entidades certificadoras deberían funcionar de la misma forma pero basándose en un reglamento que no es rígido sino que permite la aplicación de la normativa a las diferencias regionales (Escutia, 2004). Debería ser el propio organismo de control, asesorado por un comité de expertos, quien determinase cual es la normativa exacta que debe cumplir un operador en cada región (Escutia, 2004)

Por otro lado, el postulado principal del proyecto “Normativa de Agricultura orgánica para Iberoamérica” (Garrido, 2004), con fines similares a lo planteado aquí sobre las variaciones regionales, para el ámbito iberoamericano, es que las variaciones regionales, no tiene que entrar en contradicción con la armonización de normativas de la agricultura ecológica, si se cuenta con los actores del sector. El proyecto va mas e incluso asegura que establecer bases comunes para el desarrollo legislativo y normativo de la agricultura orgánica, puede promover el desarrollo y la coordinación entre las organizaciones de agricultura orgánica en Iberoamérica, al recoger e integrar las peculiaridades de la producción y comercialización de los pequeños y medianos agricultores, con las limitaciones tecnológicas de los países en desarrollo. Esta iniciativa enfrenta, a nuestro entender serias limitantes debido a la complejidad de la organización político administrativa actual de esa parte del planeta, y la consecuente dificultad de integrar al sector en el debate.

- **Ejemplos donde se pueden aplicar variaciones regionales**

Un caso muy claro es el de la **ganadería**: permitir ganaderías ecológicas con los animales estabulados la mayor parte del año no tiene sentido en las regiones cálidas. El reglamento debería establecer un régimen de temperaturas mínimas en invierno por encima de las cuales no se permitiera la estabulación durante periodos largos (Escutia, 2004).

En el caso de las **semillas** se deberían permitir las variedades locales, aunque no fuesen de producción ecológica, así como el intercambio de semillas si en una determinada región existe una red de intercambio bien establecida (Escutia, 2004). Los insumos o productos a aplicar en AE, contemplados en los anexos del citado reglamento, como el caso de los **residuos urbanos**

de depuradoras no industriales compostados de muchos municipios españoles, con contenidos mínimos de metales pesados, son potencialmente aptos para su utilización como fertilizantes, para enriquecer los suelos de climas mediterráneos por lo general, pobres en materia orgánica. Sin embargo, el reglamento los descarta de antemano. Sería deseable que éstos pudieran ser susceptibles de utilizarse, cumpliendo una serie de requisitos (Alonso, A. M., 2004)

El uso de aguas residuales para riego agrícola, y en parte de lodos de depuradoras urbanas, es otro tema que podría ser objeto de variación regional, sobretodo en climas mediterráneos secos, con escasez de éste recurso. Por un lado, se evitaría el agotamiento de los recursos acuáticos. Sin embargo, también son una fuente de contaminación de microorganismos patógenos (sino está bien depurada), y de metales pesados. Actualmente se tolera su uso si procede de vivienda unifamiliar y con uso doméstico (Triana, 2004). Se podrían establecer “niveles tolerables de metales pesados y/o microorganismos y exigir que se hagan análisis periódicos para su control. El problema es que todavía no se ha determinado cuál es el nivel “tolerable” o la contaminación inevitable en cada lugar.

La importancia del proceso de revisión de normativas

- Aspectos generales

Como se viene señalando, resulta evidente la necesidad de armonizar las distintas normativas en agricultura ecológica, para que permitan reconocer si un producto, es o no ecológico y, a la vez, proteger a los productores ecológicos de la competencia desleal, reforzando la confianza de los consumidores. Por otro lado, es importante considerar las variaciones regionales, exigidas en los principios que rigen la agricultura ecológica, para evitar el uso irracional de los recursos disponibles.

Pero estos objetivos no se podrán lograr si son abordados exclusivamente desde un punto de vista técnico-científico, sin considerar los aspectos sociales y el grado de compromiso de los involucrados y actores del sector en su elaboración. Los sistemas de revisión de las normas, que incorporan estos puntos de vista, con estímulos para una mayor participación de los agentes del sector y de la sociedad en general, han dado más resultados. Al fin y al cabo, una norma es un acuerdo (y un compromiso de cumplirlo) entre los que la diseñaron y la ejecutan.

En Europa, la revisión del Reglamento Europeo 2092/91, en lo relativo a modificaciones menores, relativas a la adición o exclusión de ingredientes en los anexos y/o pequeños cambios en el reglamento, tiene lugar periódicamente en un Comité del Artículo 14, donde están representados todas las Autoridades competentes de los Estados Miembros (EM) y la Comisión Europea, que elabora los informes técnicos para facilitar la toma de decisiones en las reuniones de dicho Comité. El representante de cada EM, con distintos mecanismos en cada país, se responsabiliza de consultar o consensuar sus decisiones con el sector ecológico de su país.

Además la Comisión Europea (CE), ha articulado mecanismos de **consulta directa** con el sector de la Agricultura Ecológica en el ámbito europeo, a través de consultas o reuniones directas con el Grupo Regional IFOAM-UE, organizando y financiando los gastos una reunión anual en Bruselas, Reuniones del Consejo Permanente de la Agricultura Ecológica (dos veces por año). Además de esto ha estableciendo Grupos de Trabajo o Comités Consultivos específicos sobre agricultura ecológica con distintos actores del sector europeo para aspectos que requieren mayor discusión, como el caso de las semillas ecológicas. En estos grupos, participan también miembros de IFOAM-EU y, representantes de sindicatos agrarios españolas (COAG) y de la Federación Nacional de Cooperativas Agrarias españolas.

En España, la **Comisión Reguladora de la Agricultura Ecológica (CRAE)**, un órgano consultivo del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), en el que están representados diversos representantes de los actores más destacados del sector en el ámbito estatal, ha creado un **Grupo de Trabajo**, que se ocupa de discutir estos temas con el representante de la Autoridad Competente del MAPA. Los miembros de pleno derecho de este Grupo de Trabajo son los representantes de las autoridades componentes de las comunidades Autónomas (CCAA), y el técnico de la autoridad u organismo de control y certificación, generalmente los directores de los Consejos o Comités Reguladores de la Agricultura Ecológica de las CCAA, que suelen asistir como acompañantes al representante de la autoridad competente respectiva, si es invitado por ésta. Recientemente, se han ido incorporando, a criterio de las distintas autoridades componentes, los propietarios o técnicos de las entidades privadas de certificación autorizadas en algunas CCAA (Sohiscert, Agrocolor, ECAL, etc.)

De ese modo, la labor de dicho **Grupo de Trabajo** se ha sesgado mucho hacia los aspectos técnicos y de certificación, fruto de la notable ausencia de actores del sector ecológico, tanto de productores, como de elaboradores, comercializadores, investigadores, grupos ciudadanos, ambientalistas o de consumidores.

Sin embargo, sin mayores cambios este GT al ser un órgano interno de la CRAE, podría enriquecerse más con la incorporación de miembros del CRAE en los debates del mismo. No obstante, muchos miembros de ese Grupo de Trabajo consideran que este Grupo de Trabajo debiera desligarse de la CRAE (Triana, J. J., 2002), para darle así un carácter más vinculante a los acuerdos que se toman y pasar a depender de la Conferencia Sectorial, un órgano conformado por el Ministro y los Consejeros de Agricultura de las diferentes CCAA. Este cambio, que se propone, reducirá la participación del sector, si no se crean espacios “mixtos” de debate y toma de decisión (técnicos, administración y sector).

- **El caso de la revisión en la Regulación Europea**

Como ya hemos mencionado, en la Unión Europea, la revisión con profundidad de la normativa que regula la actividad en el sector ecológico y la integración y armonización entre este marco y las normas privadas existentes es una tarea todavía pendiente, sobretodo en las áreas de alimentación de animales y uso de semillas ecológicas.

Adecuar el marco normativo europeo a los principios de la agricultura ecológica, significa en este momento, evaluar la disponibilidad de semillas y material de propagación ecológico, desarrollar el intercambio de información y definir los criterios para la toma de decisiones en el régimen de uso de semillas en AE. A la vez, se debe evaluar el abastecimiento y demanda de los alimentos animales y sus aditivos, desarrollando también los criterios de evaluación para alimentos animales y sus aditivos ecológicos específicos, asegurando, tanto el bienestar animal, como la credibilidad de la AE. Por último, es necesario también abordar el establecimiento de medidas prácticas de protección de la AE frente al peligro de la contaminación por OMG's, para estudiar la viabilidad de la co-existencia, sobretodo en las semillas.

La revisión supone una combinación del debate abierto y ordenado, que permita una amplia participación e intervención de los sectores involucrados, junto con los expertos y especialistas, en colaboración con las autoridades. Este procedimiento de revisión permite proponer y establecer recomendaciones que tienen mayores posibilidades de ser tomadas en cuenta, tanto en las políticas y medidas a favor de la AE (como el anunciado Plan de Acción Europeo sobre Alimentación y Agricultura Ecológicas), como en el Reglamento mencionado, y contribuir así a un mayor desarrollo del sector de la agricultura ecológica en la Unión Europea. Para esta revisión se ha elegido la fórmula de "Proyecto investigación", en un proceso de consulta y trabajo conjunto de tres años, entre el sector y los investigadores (DARCOF, 2004).

Una de las tareas del mismo, pretende ampliar la coordinación de la investigación de apoyo a la aplicación a nivel de explotación agraria de la legislación sobre agricultura ecológica (uso de productos vegetales del anexo, aspectos específicos de bienestar animal, co-existencia con agricultura convencional), sin olvidar identificar y resaltar los valores éticos y filosóficos que están detrás de ellas. Entre los 10 miembros del consorcio responsable de su ejecución está el Grupo IFOAM-UE, encargado de ampliar la participación del sector ecológico en toda la Unión Europea. El Grupo ya ha contratado a una persona para dinamizar y facilitar la incorporación de las contribuciones de sus miembros. En España, no es costumbre estructurar los debates en equipos mixtos de trabajo, conformados por representantes del sector ecológico y técnicos expertos en el tema. El tema de las normativas se reserva siempre a los expertos y académicos. Con ello, se pierde la oportunidad de establecer normativas en agricultura ecológica que se adecuen más a nuestra realidad.

4 ► CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Existen diferentes ejemplos que demuestran que el Reglamento europeo es restrictivo para las condiciones del clima del sur de Europa, por lo menos en aspectos de reconversión, fertilización, protección de cultivos y uso del agua. Permitir ciertas variaciones regionales en el Reglamento europeo 2092/91, respetando y manteniendo un marco legal común en

Europa, formula que ha posibilitado una mayor credibilidad en los sistemas de producción ecológica frente al consumidor, podrán impedir este tipo de restricción. Por otro lado, la participación de los representantes de los actores y agentes del sector en las actuales estructuras de debate sobre nuevas normativas, es bastante reducida. Por ello, es fundamental para estimular e incrementar esa participación de los distintos agentes del sector articulando mecanismos y formas ágiles de participación en la definición de las normativas para la AE, tanto en el ámbito nacional, como de la UE, iberoamericanas y mundiales

Finalmente, consideramos que resulta conveniente emprender una nueva revisión del Reg EEC 2092/91, que aborde la viabilidad de restringir o eliminar el uso de semillas y fuentes de alimentos animales no ecológicos en estos sistemas productivos ecológicos y estimule así una mayor conversión de los agricultores a ésta agricultura para lograr así una mayor sostenibilidad del mundo rural

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **ALONSO, A. M. 2003**

Comunicación personal de 09/02/2004

- **ALONSO, A.M. 2001**

“Desarrollo y situación actual de la agricultura ecológica: elementos de análisis para entender el caso español”. En Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 192, pp. 123-159.

- **ALONSO, NURIA 2003**

Comunicación personal de 05/02/2003

- **CRUCIFIX, DAVID 2002**

“Report of the IFOAM Conference on Organic Guarantee Systems”. Ed. IFOAM, Tholey-Theley, Germany

- **CYTED 2003**

Descripción del proyecto Normativas para la Agricultura Ecológica en Iberoamérica. www.cytcd.org

- **DARCOF 2004**

Research to support of the EU regulation on organic agriculture. In <http://www.organic-revision.org>

- **ESCUTIA, MONTSE 2004**

Comunicación personal de 11/02/2004, en nombre de Vida Sana.

- **FIBL 2004**

Organic Inputs Evaluation, in www.organicinputs.org

- **GARRIDO, M. 2003**

Memoria de proyecto de investigación cooperativa. “Normativas de agricultura orgánica para Iberoamérica. Resumen. 9p, comunicación personal 05/02/2004

- **GONZÁLEZ, V. 2002**

La revisión de la normativa en IFOAM: un ejemplo de integración del sector. Referencia a la última revisión de Victoria (Canadá), en Actas del V Congreso de SEAE “La agricultura y ganadería ecológica en un marco de diversificación y desarrollo solidario, Gijón, España. 1439-1447pp

- **GONZÁLEZ, V. 2003**

Informe de país sobre certificación de insumos para la agricultura ecológica en España” (inglés). En www.orginput.org

- **IFOAM 2002**

Sistemas de garantía de calidad. Nuremberg, febrero 2002 Feria Biofach

- **IFOAM 2003**

Normas Básicas para la producción y el procesado orgánico 158p. Ed. Die Deutsche Bibliothek. Alemania

- **IFOAM - EU 2003 A**

Descripción del Proyecto de apoyo a la revisión del Reg 2092/91

- **IFOAM - EU 2003 B**

Borrador de trabajo para consulta sobre variaciones regionales, documento interno

- **INTERECO 2004**

Comunicación personal de Nuria Almarza de 10/02/2004

- **LEGASA, A. M. 2002**

Propuesta de reglas para la certificación de aceites de oliva de agricultura ecológica. ECOLIVA 2002. Cuaderno de resúmenes 46pp

- **LIEBMANN, A. 2004**

Comunicación personal Alecoconsult de 07/02/2004

- **PLATFORM BIOLOGICA 2004**

Comunicación personal de Joost Guijt de 10/05/2004

- **RODRÍGUEZ, JUAN 2002 A**

Comunicación personal de 18/07/2003

- **RODRÍGUEZ, JUAN 2002 B**

Revision of the EU Regulation 2092/91 in relation to organic heated greenhouse production and its interpretation between different European organic sector bodies. TCS Program Cantelo Nurseries Limited & Newcastle University TESCO Centre For Organic Agriculture TCS ASSOCIATE No: 3562. January 2002. 16p

- **SEAE 2004**

Lista electrónica 06/02/2004 Consulta de internet

- **TRIANA, J. J. 2003**

Comentarios a la Reg 2092/91, comunicación personal.

- **TRIANA MARRERO, J. J. 2004**

Comunicación personal de 12/02/2004

- **GUERRERO, L. 2004**

Comunicación personal de 22/06/2004

(Footnotes)

(1) Usaremos la palabra normativas, para referirnos a “esquemas de certificación”, por motivo de espacio.

(2) Ver www.cyted.org

(3) Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI)

(4) Ver en www.fao.org, sección Codex Alimentarius las “Directrices para la producción, elaboración etiquetado y comercialización de los alimentos producidos ecológicamente”, que se han actualizando en 2002 (en español).

- (5) International Organic Accreditation Services, entidad acreditadora independiente que gestiona el programa de certificación IFOAM por encargo de ésta
- (6) Los criterios de acreditación de IFOAM se basan en las exigencias de la Guía ISO/IEC 65 para entidades de certificación de productos bajo programas concretos y, contiene además criterios específicos de control, inspección y certificación.
- (7) www.ams.usda.gov/nop/NOP/standards.html
- (8) Hay normas privadas para vinos “ecológicos” (Delinat) que contemplan mantener cubiertas vegetales verdes sobre el suelo, todo el año en plantaciones de viña, condición muy difícil en el verano mediterráneo, pero fácil en Suiza.
- (9) Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (UNE/CE). En internet se encuentran las actividades reguladoras de esa entidad en agricultura ecológica www.unece.org/trade/agr/meetings/wp.07/document/2002_09.pdf.

CALIDAD EN ALIMENTOS ECOLÓGICOS

SEAE

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

ALTERNATIVAS A LA UTILIZACIÓN DE HORMONAS SINTÉTICAS PARA EL CUAJADO DEL FRUTO DE CALABACÍN EN INVERNADERO

GÓMEZ, P.⁽¹⁾; PEÑARANDA, A.⁽¹⁾; PAYÁN, C.⁽¹⁾; CÁRCELES, R.⁽²⁾ Y JAMILENA, M.⁽²⁾

⁽¹⁾ I.F.A.P.A Almería. Autovía del Mediterráneo s/n. La Mojonera (Almería)

⁽²⁾ Dpto. de Biología Aplicada. Universidad de Almería. Escuela Politécnica Superior. 04120 Almería
E-mail: mjamille@ual.es

RESUMEN

La producción ecológica de calabacín en invernadero requiere de alternativas que eliminen el uso de hormonas para el cuajado y crecimiento del fruto. En el presente trabajo se evalúa la necesidad de utilizar fitorreguladores en calabacín, comparando los efectos que sobre el cuajado y calidad del fruto tienen los tratamientos con auxinas sintéticas (ANA y ANA-amida) y la polinización manual. El ensayo se ha realizado sobre 10 variedades comerciales de calabacín durante las campañas de invierno de 2003 y primavera/verano de 2004. Durante la campaña de invierno, las plantas no tratadas de algunas de las variedades han mostrado un nivel considerable de partenocarpia, con una producción de frutos comerciales similar al de las plantas tratadas con hormonas o polinizadas manualmente. Además, aunque la calidad y tamaño de los frutos de las plantas no tratadas fue ligeramente menor, en muchas de las variedades, las diferencias con las plantas tratadas o polinizadas no fueron significativas. En la campaña de primavera/verano, los tratamientos hormonales y la polinización aumentaron significativamente el número de frutos comerciales. Además, en la mayor parte de las variedades, las plantas sometidas a polinización manual fueron las que desarrollaron los frutos de mayor tamaño y calidad. A partir de estos resultados se puede concluir que el cuajado del fruto de calabacín mediante polinización, no solamente mantiene el número de frutos comerciales respecto al de las plantas tratadas con hormonas, sino que favorece el crecimiento y la calidad externa del fruto.

PALABRAS CLAVE: PARTENOCARPIA, AUXINAS, CUAJADO DEL FRUTO, *CUCURBITA PEPO*, CALABACÍN Y CALIDAD DE FRUTO

1 ► INTRODUCCIÓN

El calabacín, *Cucurbita pepo*, es una especie monoica en la que las flores masculinas o femeninas se desarrollan en las axilas de cada hoja a lo largo del desarrollo de la planta. En relación a la expresión sexual, en el eje principal de una planta de calabacín se pueden distinguir dos fases de desarrollo. En la primera fase, las flores que se producen son todas masculinas, por lo que su duración determina la precocidad del cultivo.

La segunda fase comienza con el desarrollo de la primera flor femenina, y se caracteriza por una alternancia de flores femeninas y masculinas. Las hormonas, y especialmente el etileno, juegan un papel esencial en el control de la expresión sexual de calabacín y otras cucurbitáceas (Rudich *et al.*, 1990). En general, el etileno y las auxinas promueven feminización, mientras que las giberelinas producen masculinización.

A pesar de que el calabacín tiene una polinización entomófila y cruzada, los cultivos en invernadero de esta especie se realizan en ausencia de insectos polinizadores, por lo que la utilización indiscriminada de hormonas sintéticas para el cuajado de los frutos se ha convertido en una práctica habitual en el campo de Almería. Las auxinas juegan un papel esencial en el cuajado del fruto de las Cucurbitáceas (Wien, 1997), habiéndose demostrado su utilidad como inductoras de partenocarpia en pepino (Kim *et al.*, 1992), melón (Whitaker y Prior, 1946), y calabacín (Takashima y Hatta, 1955).

Tras analizar los efectos de varios fitorreguladores sobre la producción y calidad de los frutos de calabacín, Sanz (1995) propuso que el fitorregulador más aconsejable para aumentar la cosecha comercial de calabacín era una mezcla de auxinas sintéticas (ANA y ANA-amida). La eliminación de estos tratamientos químicos en el cultivo de calabacín fuera de temporada, tanto en producción ecológica como en producción convencional, requeriría de alternativas más seguras y respetuosas con el medio ambiente.

La partenocarpia, es decir el cuajado y crecimiento del fruto no fertilizado, se ofrece como una de las mejores alternativas para la producción ecológica de calabacín en invernadero. En pepino, la partenocarpia constituye una de las características más importantes para las variedades que se crecen fuera de temporada, habiéndose introducido, junto con la ginoecia, en prácticamente todas las variedades que se crecen en invernadero (Tatlioglu, 1992).

En calabacín, por el contrario, aunque se han descrito variedades que muestran un nivel aceptable de partenocarpia (Rylski, 1974; Nijs, y Balder, 1983, Robinson, 1993; Robinson y Reiners, 1999), a este carácter todavía no se le ha prestado la suficiente atención. Nuestro grupo de investigación ha iniciado un proyecto para buscar fuentes de partenocarpia útiles para la mejora genética del cuajado y desarrollo temprano del fruto en esta especie. En el presente trabajo, evaluamos el nivel de partenocarpia que presentan los híbridos comerciales de calabacín más utilizados en Almería, así como el efecto de los tratamientos hormonales y de la polinización sobre la producción y la calidad de los frutos.

2 ▶ MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado con 10 variedades comerciales híbridas de calabacín: *Elite* y *Consul* (Seminis), *Baccara*, *Cora*, *Tosca* y *Milenium* (Clause-Tezier), *Balboa* (Ramiro Arnedo), *Cavili* y *Parthenon* (Nunhems), y *Mástil* (Syngenta). Las plantas de cada una de estas variedades se han cultivado en dos condiciones ambientales diferentes, durante la campaña de otoño/invierno de 2003 donde las temperaturas no fueron superiores a 30 °C, y durante la campaña de primavera/verano de 2004, época en la que las temperaturas alcanzaron más de 40 °C en el invernadero utilizado para el ensayo. En ambos casos, las plantas se han cultivado en condiciones estándar de invernadero en la Mojonera, Almería.

Con el fin de comparar los efectos de las auxinas y de la polinización manual sobre caracteres relacionados con la producción y calidad de los frutos de calabacín, las plantas de cada variedad se sometieron a tres tratamientos diferentes. Parte de las plantas se trataron con auxinas sintéticas (ANA 0.45% + ANA-amida 1.2%), utilizando el protocolo más utilizado en la Provincia de Almería. Parte de ellas se sometieron a polinizaciones manuales, que se realizaron diariamente a primera hora de la mañana sobre las flores femeninas abiertas ese día. Por último, las plantas que se han utilizado de control no se sometieron a ningún tipo de tratamiento. Se utilizó un diseño en bloques al azar, con 3 bloques de 6 plantas para cada variedad y cada uno de los tratamientos. Los frutos se cosecharon 2-4 veces a la semana dependiendo de la época del ensayo.

Para analizar el efecto de los tratamientos sobre la expresión sexual de calabacín se han utilizado dos parámetros: *la proporción de flores femeninas y el número de nudos hasta la primera flor femenina*. El porcentaje de flores femeninas por planta se calculó a partir de los 30 primeros nudos de cada una de las plantas. Teniendo en cuenta que las primeras flores que se desarrollan en una planta de calabacín son todas masculinas, el número de nudos hasta la primera flor femenina es un índice de la precocidad en la producción.

El efecto sobre la cantidad y calidad de los frutos se ha estimado a partir de la *proporción de frutos comerciales* (frutos cuajados que alcanzan el calibre comercial), la *proporción de frutos de primera calidad* (frutos comerciales sin defectos de forma, no “chupados”, es decir la diferencia entre el calibre basal y apical no fue mayor de 2 cm, sin flor pegada, ni muestras de podredumbre apical), y *frutos de calibre óptimo* (frutos de calidad con calibre medio entre 4 y 6 cm).

Utilizando las plantas control de cada una de las variedades, se ha estimado el grado de partenocarpia como el porcentaje de flores a partir de las cuales se desarrollaron frutos de calibre comercial (proporción de frutos comerciales; Robinson y Reiners, 1999). Además de los caracteres ya descritos, se recogió la longitud y el peso de cada uno de los casi 5000 frutos cosechados en las dos campañas ensayadas. Para cada variedad, las diferencias entre la media de los caracteres de las plantas sometidas a los diferentes tratamientos se han identificado mediante un análisis de varianza.

3 ▶ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de las hormonas sintéticas y la polinización manual se ha estudiado sobre tres aspectos relacionados con el cuajado y desarrollo del fruto. En primer lugar analizamos si los tratamientos son capaces de alterar la expresión sexual y por tanto la producción de calabacín. A continuación, determinamos el nivel de partenocarpia natural en cada una de las variedades. Posteriormente se estudia el efecto de las hormonas y de la polinización manual sobre el cuajado del fruto y su desarrollo, estudiando el porcentaje de frutos comerciales y de calidad, así como la el peso, longitud y calibre de los mismos en plantas control, plantas tratadas con hormonas y plantas polinizadas manualmente.

Los tratamientos con auxinas no alteran la expresión sexual de calabacín

Puesto que la expresión sexual de calabacín está regulada por hormonas, principalmente el etileno (Rudich, 1990), nos planteamos analizar el efecto que sobre la expresión sexual tienen los tratamientos hormonales que se utilizan en Almería para calabacín. Se han utilizado dos parámetros que condicionan tanto la producción como la precocidad del cultivo: la proporción de flores femeninas y el número de nudos por debajo de la primera flor femenina. Los resultados obtenidos para ambos parámetros se muestran en el Cuadro 1. La expresión sexual de las distintas variedades utilizadas fue diferente, y algunas de las variedades tales como *Cora*, *Cavili*, *Parthenon* y *Milenium* se mostraron muy sensibles a las condiciones ambientales, de tal forma que el número de flores femeninas que desarrollaron en la campaña de verano fue significativamente menor al que desarrollaron durante el invierno (Cuadro 1). No obstante, comparando las plantas control, las plantas tratadas con auxinas y las plantas polinizadas manualmente en cada una de las variedades y en cada campaña, no se han detectado diferencias significativas ni para la proporción de flores femeninas ni para el nudo al que aparece la primera de las flores femeninas. El efecto de las condiciones ambientales sobre la expresión sexual de calabacín es un hecho bastante documentado (Rylski y Aloni 1990; NeSmith *et al.*, 1994). Las temperaturas bajas y fotoperiodos cortos favorecen la feminización de las plantas, mientras que altas temperaturas y fotoperiodos largos promueven un aumento de las flores masculinas. Nuestros resultados indican que este efecto depende del genotipo de la planta, siendo algunas variedades más sensibles que otras a los cambios ambientales. Esta masculinización que producen las altas temperaturas puede deberse a una disminución en los niveles de etileno, un hormona que controla directamente la expresión sexual en diferentes especies de cucurbitáceas (Rudich *et al.*, 1990). Nuestros resultados de un estudio de abscisión floral llevado a cabo recientemente (Gómez *et al.*, 2004), concuerdan con esta hipótesis. Las variedades más sensibles a las condiciones ambientales son aquellas que mostraron mayor retraso en la abscisión floral durante la campaña de primavera/verano, un carácter que también está relacionado con una disminución en los niveles de etileno (Gómez *et al.*, 2004). En cualquier caso, nuestros datos demuestran que estos cambios en la expresión sexual entre invierno y verano no están relacionados con los tratamientos hormonales.

Cuadro 1. Proporción media de flores femeninas y número medio de nudos hasta la primera flor femenina en diferentes variedades de calabacín cultivadas durante las campañas de invierno de 2003 y primavera/verano de 2004. Para cada variedad, algunas de las plantas se trataron con auxinas sintéticas, otras se polinizaron manualmente, y otras se dejaron sin tratar (control)

PROPORCIÓN DE FLORES FEMENINAS									
Variedad		Verano				Invierno			p
		Control	Auxinas	Poliniz.		Control	Auxinas	Poliniz.	
Elite	bcd	0,65	0,66	0,67	defg	0,67	0,61	0,65	
Baccara	bcd	0,67	0,63	0,68	efg	0,63	0,61	0,62	
Cora	ef	0,63	0,57	0,56	b	0,71	0,77	0,70	*
Tosca	bcd	0,72	0,63	0,63	b	0,73	0,74	0,71	
Balboa	bc	0,69	0,65	0,70	bc	0,67	0,72	0,74	
Cavili	a	0,58	0,51	0,54	a	0,78	0,79	0,75	*
Consul	de	0,60	0,65	0,64	bcd	0,68	0,67	0,68	
Mastil	de	0,62	0,61	0,61	g	0,57	0,59	0,62	
Parthenon	g	0,45	0,54	0,43	fg	0,61	0,59	0,63	*
Milenium	f	0,57	0,57	0,55	def	0,64	0,66	0,64	*

NÚMERO DE NUDOS HASTA LA PRIMERA FLOR FEMENINA									
		Verano				Invierno			p
		Control	Auxinas	Poliniz.		Control	Auxinas	Poliniz.	
Elite	bc	6,8	7,2	7,7	bcd	6	7,2	7	
Baccara	b	8,3	7,3	7	ab	7	8,2	7,2	
Cora	d	5,7	6	6	e	5,7	5,2	5,8	
Tosca	cd	6,3	6,3	6,3	de	5,7	5,8	6	
Balboa	bc	7,5	7,2	7,3	de	5,8	5,5	6	
Cavili	bc	7,2	9	7,3	de	6,2	6,5	6,2	*
Consul	bc	6,5	7	7,5	cde	6,3	6,3	6,3	
Mastil	a	8,3	9,8	8,5	a	8,8	8,8	8	
Parthenon	bc	7,2	7,5	6,7	ab	6,8	7,7	8,3	
Milenium	a	8,5	10,3	9,7	bc	7,8	7,2	6,8	

(*) indica diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las campañas de verano e invierno dentro de una misma variedad. Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre variedades para una misma campaña. Entre los diferentes tratamientos no se han identificado diferencias significativas (datos no mostrados)

Nivel de partenocarpia natural en diferentes variedades comerciales de calabacín

En aquellas plantas que no han sido sometidas a tratamientos hormonales ni polinización manual (plantas control), el grado de partenocarpia natural se ha estimado como la proporción de flores femeninas que se han desarrollado como frutos de calibre comercial. En concordancia con los resultados obtenidos por Robinson y Reiners (1999), y Stapleton *et al.* (2000) para otras variedades de *C. pepo*, el grado de partenocarpia de las distintas variedades ensayadas varió entre las dos campañas (Cuadro 2). Exceptuando al cultivar Balboa, el porcentaje de frutos que cuajaron y alcanzaron el calibre comercial fue mayor en invierno que en verano (Cuadro 2), y de hecho algunas variedades como Parthenon, Baccara, y Cora mostraron niveles de partenocarpia natural por encima del 90% en invierno. El grado de partenocarpia de estas mismas variedades también destacó durante la campaña de verano, aunque el nivel más alto, mostrado por el cultivar Parthenon, no superó el 80%. Parthenon y Cavili son dos variedades que se comercializan como partenocárpicas, pero que prácticamente no se utilizan en la horticultura protegida de Almería. No obstante, cabe destacar que variedades muy utilizadas en Almería, tales como Elite, Cora y Baccara, han mostrado niveles de partenocarpia similares a los de Cavili o Parthenon durante el invierno, por lo que podrían utilizarse sin tratamientos hormonales durante esa campaña.

Cuadro 2. Nivel de partenocarpia (estimado como el porcentaje de flores femeninas a partir de las cuales se ha desarrollado un fruto de calibre comercial) en plantas control de diferentes variedades de calabacín

PORCENTAJE MEDIO DE FRUTOS PARTENOCÁRPICOS				
Variedad	Verano		Invierno	
Elite	40,92	cd	79,78	bcd
Baccara	70,43	b	91,13	ab
Cora	72,89	b	93,44	a
Tosca	64,63	b	73,7	def
Balboa	72,88	bc	65,22	f
Cavili	77,42	a	83,99	cde
Consul	54,08	d	72,46	def
Mastil	69,14	bc	73,65	ef
Parthenon	79,33	a	95,35	abc
Milenium	57,55	bc	78,43	ef

Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre variedades para una misma campaña.

La polinización promueve un aumento en el tamaño y calidad de los frutos de calabacín

El efecto de los tratamientos hormonales y la polinización manual sobre la cantidad y calidad de los frutos se puede observar en el Cuadro 3 y Figura 1. Analizando todas las variedades conjuntamente, la proporción media de frutos comerciales incrementa con el tratamiento hormonal o la polinización manual, aunque en invierno las diferencias no fueron significativas. Individualmente, solo las variedades *Elite* y *Cavili* en la campaña de verano, y *Tosca* en la campaña de invierno, mostraron diferencias significativas para este carácter entre los distintos tratamientos realizados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos hormonales y de la polinización manual sobre el porcentaje medio de frutos comerciales, frutos de primera calidad y frutos de calibre óptimo en diferentes variedades de calabacín cultivadas durante las campañas de invierno de 2003 y primavera/verano de 2004

PORCENTAJE DE FRUTOS COMERCIALES										
Variedad	Verano					Invierno				
		Control	Auxinas	Poliniz.	p		Control	Auxinas	Poliniz.	p
	Elite	cd	40,92	66,4	72,92	*	bcd	79,78	84,48	85,31
Baccara	b	70,43	78,81	70,55		ab	91,13	96,15	94,63	
Cora	b	72,89	72,94	72,36		a	93,44	95,22	93,79	
Tosca	b	64,63	79,34	71,82		def	73,7	80,33	87,56	*
Balboa	bc	72,88	72,77	55,08		f	65,22	64,68	82,18	
Cavili	a	77,42	94,24	83,1	*	cde	83,99	82,41	82,04	
Cónsul	d	54,08	46,46	53,01		def	72,46	81,44	73,95	
Mastil	bc	69,14	64,42	66,86		ef	73,65	74,17	75,26	
Parthenon	a	79,33	88,5	92		abc	95,35	93,12	90,54	
Milenium	bc	57,55	69,07	63,43		ef	78,43	69,96	74,02	
TOTAL		72,94	70,11		*		80,71	82,23	83,87	

Porcentaje de frutos de primera calidad

Variedad	Verano					Invierno				
		Control	Auxinas	Poliniz.	p		Control	Auxinas	Poliniz.	p
	Elite	cde	13,64	32,57	46,59	*	cde	49,51	56,35	65,48
Baccara	ab	40,07	49,87	46,88		ab	68,12	83,26	63,33	*

Cora	a	54,38	46,75	55,6	a	78,24	80,49	78,64
Tosca	a	40,3	51,47	53,54	bcd	58,48	68,71	73,2
Balboa	bc	38,73	36,67	38,31	f	35,24	38,82	52,34
Cavili	f	24,18	11,73	25,3	abc	66,99	64,72	73,91
Consul	cd	33,03	22,31	37,77	ef	44,26	53,67	62,33 *
Mastil	ef	17,66	11,61	25,23	de	56,32	60,68	51,12
Parthenon	def	18,07	30,43	25,06	bcd	64,6	70,14	67,48
Milenium	cd	30,88	20,04	48,95	* ef	42,92	44,48	49,74
TOTAL	31,1	38,05	41,21	*		56,42	62,02	64,6

Porcentaje de frutos de calibre óptimo

		Verano				Invierno			
		Control	Auxinas	Poliniz.	P	Control	Auxinas	Poliniz.	p
Elite	ade	13,64	31,74	39,11	*	cde	45,12	41,31	52,95
Baccara	a	40,07	47,59	37,61		ab	56,46	58,6	62,59
Cora	ab	47,14	37,46	37,25		a	61,13	61,8	64,25
Tosca	abc	30,74	42,73	32,1		abc	51,93	49	63,68
Balboa	abcd	37,98	35,79	25,44		e	30,36	30,13	46,42
Cavili	ef	21,96	9,5	23,45		abc	53,33	52,87	61,35
Cónsul	cd	30,61	20,76	31,15		de	30,82	43,06	42,31 *
Mastil	f	17,66	11,61	25,23		bcd	53,54	45,6	51,12
Parthenon	def	18,07	28,7	25,06		abc	51,59	54,87	62,48
Milenium	bcd	30,88	20,04	45,2	*	e	36,67	39,29	39,38
TOTAL		28,88	28,95	32,16			47,1	47,63	54,5 *

Las diferencias más acusadas entre los tratamientos y el control se han detectado para la proporción de frutos de primera calidad y frutos de calibre óptimo (Cuadro 3), así como para la longitud y peso de los frutos (Figura 1). Cuando se analizan los datos en su totalidad (sin distinguir entre variedades), las plantas cuyas flores habían sido polinizadas manualmente desarrollaron un porcentaje de frutos de primera calidad significativamente mayor que el de las plantas control o el de plantas tratadas con hormonas (Cuadro 3), datos que se repiten tanto en invierno como en verano.

Tal y como se observa en el Cuadro 3, la condiciones de verano producen una disminución generalizada en la calidad y calibre de los frutos. Esta disminución fue, sin embargo, menos acusada en los frutos de plantas polinizadas manualmente (Cuadro 3).

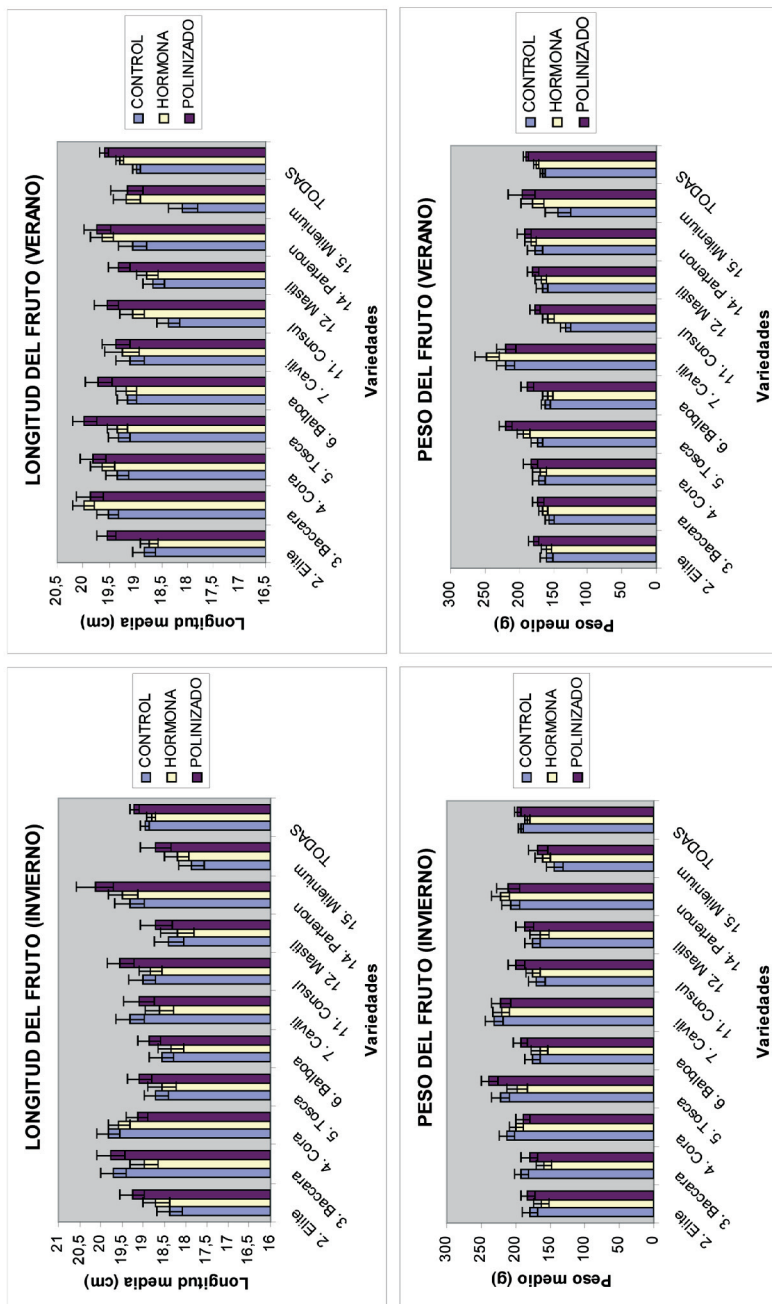


Figura 1. Efecto de los tratamientos hormonales y la polinización manual sobre la longitud y peso de los frutos de diferentes variedades de calabacín cultivadas en las campañas de invierno de 2003 y primavera/verano de 2004.

Por lo que respecta al tamaño de los frutos, destacar que aunque los tratamientos hormonales promovieron un aumento en la longitud y peso de los frutos, de nuevo los mejores resultados se obtuvieron en las plantas que fueron polinizadas manualmente y especialmente durante la época de verano (Figura 1). En otros estudios se ha descrito que las temperaturas más frías del invierno pueden inducir cierto grado de partenocarpia en calabacín (Rylski, 1974; Robinson, 1993), lo que explicaría los resultados obtenidos para esa campaña. En ausencia de polinización o tratamiento hormonal, la disminución de esta partenocarpia natural durante la época del verano impediría que el fruto se desarrolle adecuadamente, disminuyendo su calibre y longitud, y favoreciendo la podredumbre apical del mismo.

4 ▶ CONCLUSIONES

- ▶ Los tratamientos hormonales con auxinas sintéticas no afectan a la expresión sexual de calabacín. Aunque el nivel de feminización difiere entre variedades, la proporción de flores femeninas y el nudo al que se produce la primera de las flores femeninas de cada variedad no se ve alterado por los tratamientos hormonales.
- ▶ En condiciones de invierno, muchas de las variedades de calabacín que se utilizan en el campo de Almería tienen un grado de partenocarpia bastante elevado. Nuestros resultados durante la campaña de invierno indican que la falta de polinización o tratamientos hormonales no disminuye la proporción de frutos comerciales, y aunque el número de frutos de primera calidad y de calibre óptimo es ligeramente menor que el de plantas polinizadas o tratadas, en la mayor parte de las variedades las diferencias no son significativas.
- ▶ En condiciones de primavera/verano y a falta de una partenocarpia genética que induzca un crecimiento adecuado del fruto sin fertilizar, la mejor forma de favorecer el cuajado y crecimiento del fruto de calabacín, así como su calidad y tamaño, es la polinización. De hecho, nuestros resultados demuestran que, aunque los tratamientos hormonales promueven el cuajado y desarrollo del fruto de calabacín, favoreciendo un aumento en su calidad externa, los frutos de mayor calidad y calibre en todas las variedades ensayadas se han obtenido a partir de flores polinizadas manualmente.

5 ▶ AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, a través del Proyecto C03-180.

6 ► BIBLIOGRAFÍA

- **GÓMEZ, P.; PEÑARANDA, A.; GARRIDO, D. Y JAMILENA, M. 2004**
Evaluation of flower abscission and sex expression in different cultivars of zucchini squash (*Cucurbita pepo*). Eucarpia Cucurbitaceae
- **KIM, I. S.; OKUBO, H. Y FUJIEDA, K. 1992**
Genetic and hormonal control of parthenocarpy in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Journal of the Faculty of Agriculture of Kyushu University 36, 173-181.
- **NE SMITH D. S.; HOOGENBOOM, G. Y GROOFF, D. W. 1994**
Staminate and pistillate flower production of summer squash in response to planting date. HortScience 29, 256-257.
- **NIJS, A. P. M. Y BALDER, J. 1983**
Growth of parthenocarpic and seed-bearing fruits of zucchini squash. Cucurbit Genet. Coop. Rpt. 6, 84-85.
- **ROBINSON, R. W. 1993**
Genetic parthenocarpy in *Cucurbita pepo* L. Cucurbit Genet Coop. Rpt. 16, 55-57.
- **ROBINSON, R. W. Y REINERS, S. 1999**
Parthenocarpy in summer squash. Hortscience 34, 715-717.
- **RUDICH, J. 1990**
Biochemical aspects of hormonal regulation of sex expression in cucurbits. En Biology and Utilization of the Cucurbitaceae. DM Bates, RW Robinson y C. Jeffrey (eds.). Cornell University Press, Ithaca 269-280.
- **RYLSKI, I. 1974**
Effects of season on parthenocarpic and fertilized summer squash (*Cucurbita pepo* L.). Expt. Agr. 10, 39-44.
- **RYLSKI, I. Y ALONI, B. 1990**
Parthenocarpic fruit set and development in the cucurbitaceae and solanaceae under protected cultivation in mild winter climate. Acta Horticulturae 287, 117-126.
- **SÁNZ, M. 1995**
Fitorreguladores para el calabacín. Hortofruticultura 33,46-48.
- **STAPLETON, S. C., WIEN, H. C. Y MORSE, R. A. 2000**
Flowering and fruit set of pumpkin cultivar under field conditions. HortScience 35, 1074-1077.
- **TAKASHIMA, S. Y HATTA, S. 1955**
Effect of phytohormones on parthenocarpy in cucurbits. J. Hort. Assn. Jpn. 24, 59-61.
- **TATLIOGLU, T. 1992**
Cucumber *Cucumis sativus* L., En: G. Kalloo y B.O. Bergh (eds.). Genetic improvement of vegetable crops. Pergamon Press, Oxford, UK. 197-234.
- **WIEN, H. C. 1997**
The Cucurbits: Cucumber, melon, squash and pumpkin. En H.C. Wien (ed.). The Physiology of Vegetable Crops. CAB International, Oxon. UK. 345-387.
- **WHITAKER, T. W. Y PRIOR, D. E. 1946**
Effect of plant-growth regulators on the set of fruit from hand-pollinated flowers in *Cucumis melo* L. Proceedings of the American Society of Horticultural Science 48, 417-422.

METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA CALIDAD HOLÍSTICA DE LOS ALIMENTOS

Aplicación en vinos

MOLINA CASINO, M. A.⁽¹⁾; PÉREZ SARMENTERO, J.⁽¹⁾ Y NIETO REBOLLO, P.⁽²⁾

⁽¹⁾ Profesores Titulares de la E.T.S.I. Agrónomos de la UPM

⁽²⁾ Ingeniera Agrónoma por la E.T.S.I. Agrónomos de la UPM

RESUMEN

Se propone una metodología para realizar estudios, en principio cualitativos, de la calidad holística de los alimentos que incluye los parámetros de calidad de garantía, agronómica, tecnológica, nutricional, higiénica, sensorial, biológica, de uso, medioambiental y social. Se aplica a dos vinos ecológicos de la Comunidad Autónoma de Madrid y se relaciona con la de los vinos de calidad VCPRD de esta misma comunidad. El estudio realizado permite poner de manifiesto la mayor calidad de los vinos ecológicos estudiados en los parámetros de calidad de garantía, agronómica, tecnológica, higiénica, medioambiental y social.

PALABRAS CLAVE: AGRICULTURA ECOLÓGICA, COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID Y VINOS VCPRD

1 ► INTRODUCCIÓN

Cada opción de compra de un alimento ecológico da un impulso al proceso de producción de esos alimentos, al entorno social, distribuidores y agricultores y al entorno medioambiental, fincas y alrededores. Por el contrario, la compra de un alimento cultivado con técnicas no respetuosas del medio social y/o medioambiental inciden en perpetuar esa situación. Este hecho conlleva la necesidad de abordar la calidad de los alimentos desde una perspectiva holística, considerando, además de la calidad intrínseca, la calidad en cada una de las fases de un proceso que se inicia con la producción y continúa con la elaboración, transformación, comercialización, tratamiento de los residuos que se generan, impacto en el medioambiente de todas las fases de este proceso de producción- consumo y los aspectos sociales que contribuyen a una compra ética. Una ventaja considerable de esta aproximación holística a la calidad estriba en que permite comprender, y por tanto optimizar, la calidad del producto final incidiendo en las diferentes etapas del proceso. A este concepto de calidad han contribuido numerosos trabajos entre los que cabe señalar los de Votgmanm (1983), Woodward *et al.* (1992), Haynes (1992), Woodward y Meier-Ploeger(1999), Guet (1993), Minnaar (1995) y Molina y Pérez Sarmentero (1994, 2003).

En el presente trabajo se pretende iniciar una metodología, en principio cualitativa, que permita realizar estudios comparando esta calidad global u holística de alimentos de la agricultura ecológica con los de la agricultura convencional. Se ha aplicado a dos vinos ecológicos de la Comunidad de Madrid y se han comparado con los vinos de la Comunidad denominados vinos de calidad producidos en región determinada (VCPRD). Los respectivos viñedos ecológicos están situados en Belmonte de Tajo y Campo Real, al suroeste de la Comunidad Autónoma de Madrid, en la subzona de producción de Arganda, que es la más grande de las tres subzonas que forman la Denominación de Origen Vinos de Madrid. El entorno es ideal para hacer una viticultura ecológica. Uno de los vinos procede de los viñedos de Belmonte del Tajo, propiedad de Andrés Morate, y tienen una extensión de 19 hectáreas, repartidos en varias fincas Este agricultor fue el primero que elaboró vinos ecológicos en la Comunidad de Madrid. Desde 1992 no ha aplicado productos químicos de síntesis industrial y fueron calificados como “fincas en agricultura ecológica” en el año 2000. El vino es elaborado por el propio agricultor en una bodega situada muy cerca de las viñas, en el mismo municipio, Belmonte de Tajo. La bodega es de tipo mixto, ya que elabora vino ecológico y no ecológico. Este tipo de bodega está permitido por el Comité de Agricultura Ecológica de la Comunidad de Madrid y por la D.O. Vinos de Madrid, siempre que se elabore primero el vino ecológico y posteriormente el no ecológico. Elaboran el vino tinto Viña Bosquera que ha conseguido el segundo premio Viña de Madrid 2002, categoría vinos tintos sin crianza.

El otro vino procede de los viñedos de Campo Real, propiedad de Carlos Gosálbez y su esposa Estella Ortí, y tienen una superficie de 9 hectáreas, repartidas en varias fincas. Son viñedos que se plantaron en 1991 y en 2001 obtuvieron la calificación de “fincas en agricultura ecológica”. Sólo elaboran vino tinto ecológico en una bodega situada a 5 Km de los viñedos, en Pozuelo del Rey. Elaboran el vino tinto Qubél que ha obtenido los siguientes premios:

- ▶ Qubél 2000 Crianza: Primer premio Viña de Madrid 2003, categoría vinos tintos con crianza.
- ▶ Qubél 2001 Barrica: Medalla de bronce del Wine Masters Challenge 2003, V Concurso Mundial de Vinos de Estoril-Portugal. Medalla de plata Concours Mondial Bruxelles 2003, X Concurso Mundial de Vinos de Bruselas-Bélgica. Primer premio Viña de Madrid 2003, categoría vinos tintos con madera. Zarcillo Plata, premios Zarcillo 2003.

2 ▶ METODOLOGÍA

La metodología propuesta consiste en estudiar la calidad de los alimentos a partir de evaluar la calidad en cada una de las diferentes etapas que comprende el proceso producción-elaboración- consumo. El esquema de la metodología propuesta se recoge en la figura 1.

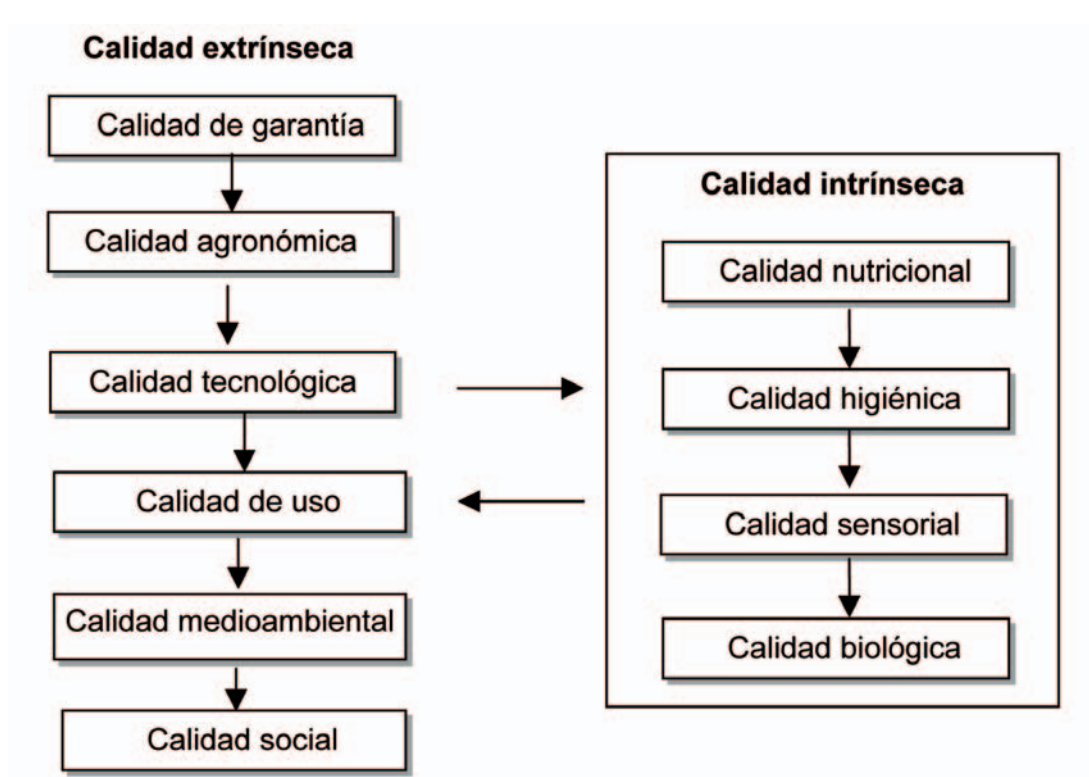


Figura 1. Atributos que configuran la calidad holística de los alimentos.

Un alimento de calidad debería obtener puntuaciones muy elevadas en cada tipo de calidad. Por tanto, es necesario considerar la calidad alimentaria de forma más amplia que la obtenida simplemente examinando los alimentos aislados de los métodos de producción o en términos de su composición química. Cada tipo de calidad, a su vez se ha de desglosar en diferentes apartados que se compararán con los correspondientes a los alimentos no ecológicos y se les atribuirá una calificación, en principio cualitativa, que se resume en la figura 2. El desglose de cada uno de los apartados depende del alimento estudiado. En el presente estudio, aplicado a vinos para hacer este desglose se han tenido en cuenta las aportaciones de los agricultores ecológicos y la bibliografía.

- + +: El parámetro es mucho más positivo en agricultura ecológica que en agricultura convencional.
- +: El parámetro es más positivo en agricultura ecológica que en agricultura convencional.
- 0: El parámetro es igual en agricultura ecológica que en agricultura convencional.
- : El parámetro es más negativo en agricultura ecológica que en agricultura convencional.
- -: El parámetro es mucho más negativo en agricultura ecológica que en agricultura convencional.

Figura 2. Propuesta de calificación comparativa entre parámetros correspondientes a alimentos obtenidos con agricultura ecológica y alimentos convencionales.

Se han realizado análisis de suelos de las fincas ecológicas así como de SO₂ libre y total y polifenoles totales de los vinos estudiados, siguiendo la metodología del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1986).

3 ► RESULTADOS

En la figura 3 se presentan los aspectos concretos para cada uno de los parámetros de calidad de la figura 1 para los vinos ecológicos estudiados y la puntuación asignada en cada caso a partir de las consideraciones que se desarrollan posteriormente, que constituyen un resumen del Trabajo Fin de Carrera de Nieto (2004).

Calidad de garantía

Está relacionada con el cumplimiento de la normativa y es la derivada de las actuaciones

de inspección (Molina y Pérez Sarmentero, 2001). Los alimentos ecológicos deben cumplir las mismas normativas que los convencionales y además las correspondientes a la agricultura ecológica para poder ser etiquetados como tales (Molina y Pérez Sarmentero, 2003).

Los dos vinos ecológicos están controlados por dos organismos oficiales: el Consejo Regulador de la Denominación de Origen Vinos de Madrid, que se encarga de que se cumpla el Reglamento de la Denominación de Origen, y por el Comité de Agricultura Ecológica de la Comunidad de Madrid (CAEM), que controla, certifica y promociona los productos agroalimentarios ecológicos de acuerdo con lo establecido en el Reglamento CEE 2092/91. Los inspectores del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Vinos de Madrid controlan los viñedos, bodegas y vinos. Para ser amparados por la D.O. deben cumplir criterios de calidad que se establecen mediante 2 parámetros: el análisis químico y el criterio de calidad del Comité de Cata del Consejo Regulador. Los vinos aceptados reciben la contraetiqueta reglamentaria pero si detectan presencia o excesos de sustancias prohibidas no serán aceptados.

Figura 3. Parámetros de calidad holística de los vinos y puntuación asignada en nuestro caso

CALIDAD	PARÁMETROS	PUNTUACIÓN COMPARATIVA				
		++	+	0	-	--
Garantía	Legislación		X			
	Control		X			
Agronómica	Identificación		X			
	Calidad de suelo		X			
	Densidad de siembra		X			
	Poda			X		
	Plagas y enfermedades	X	X			
Tecnológica	Variedades utilizadas			X		
	Vendimia		X			
	Estrujado-despalillado		X	X		
	Prensado		X			
	Fermentación		X			
	Trasiegos			X		
	Clarificación		X			
	Filtración			X		
	Correcciones		X			
	Embotellado			X		
Crianza			X			

	Sulfitado	X
Nutricional Higiénica	Componentes químicos deseables	X
	Pesticidas	X
	Herbicidas	X
	Nitratos	X
	Sulfuroso	X
Sensorial	Higiene en vinificación	X
	Fase visual	X
	Fase olfativa	X
	Fase gustativa	X
Biológica Uso	Vitalidad	X
	Cartón	X
	Vidrio	X
Medioambiental	Corcho	X
	Biodiversidad	X
	Uso agroquímicos	X
Social	Residuos	X
	Fijación de mano de obra	X
	Renta agraria	X
	Desarrollo rural	X
	Salud de trabajadores	X

Los viñedos y bodegas inspeccionados por el CAEM y dados de alta en el correspondiente registro reciben una etiqueta con el logotipo del Comité y de forma optativa pueden llevar también otra etiqueta con el logotipo europeo. Dado que tienen que cumplir dos normativas, se ha puntuado más alto a los vinos ecológicos.

Calidad agronómica

Responde al interés de la agricultura ecológica de mejorar las técnicas de producción de los alimentos, haciendo énfasis en aumentar la calidad del suelo, la prevención de plagas y enfermedades, de escoger semillas y variedades adaptadas al medio, de producir cultivos que se desarrollen bien en las condiciones de la zona y de fomentar la biodiversidad.

El concepto de calidad del suelo, recogido en el trabajo de Alonso Moya, Lantinga y Pérez Sarmentero (2004), engloba al clima, paisaje, orientación, propiedades físicas, químicas

y biológicas y el manejo. Las diferencias en la calidad del suelo se deben, en este caso, fundamentalmente al manejo. Los agricultores ecológicos realizan un manejo que de acuerdo con el trabajo anterior citado nos permite asignar a este parámetro una mayor puntuación.

La densidad de siembra es de 1200 cepas/ha en la viña ecológica de Andrés Morate, y de 2.200 cepas/ha en la viña ecológica de Gosálbez-Ortí frente a los valores de los viñedos convencionales. Al ser los marcos de plantación en los viñedos ecológicos, en general, más amplios que en los convencionales esto permite a las viñas desarrollarse con equilibrio, y a la uva alcanzar más fácilmente su grado óptimo de maduración y calidad.

En la poda no se observan diferencias importantes entre agricultores ecológicos y convencionales. En la finca de Andrés Morate, tienen las enfermedades del oidio que cura con azufre al 98.5% en polvo, y la yesca que trata realizando un corte en las cepas con un hacha y colocando una piedra en medio para que la herida quede abierta, ya que como el hongo solo sobrevive en anaerobiosis, al ponerle en contacto con el aire, muere y se sana la vid. Las cepas muy afectadas se arrancan.

En la viña Gosálbez-Ortí, los tratamientos para el oidio y la botritis son, también, con azufre al 98.5% en polvo y para la yesca, se arrancan las vides enfermas. Para tratar las plagas y enfermedades, los agricultores convencionales utilizan agroquímicos de síntesis industrial y suprimirlos o reducirlos se estima beneficioso para el suelo, el cultivo y el medio ambiente. Por ello se ha puntuado más positivamente a los vinos ecológicos.

Los agricultores de la zona tanto ecológicos como convencionales, utilizan tres tipos de variedades: Tempranillo, Garnacha y Cabernet Sauvignon. Como consecuencia se han puntuado igual los vinos ecológicos que los convencionales.

Calidad tecnológica o de transformación

Hace referencia a la aptitud del alimento para ser sometido a diversas transformaciones y a su capacidad de almacenamiento en post-cosecha (Molina y Pérez-Sarmentero, 2003).

Según Aleixandre y Álvarez (2003), los aspectos más a tener en cuenta en cada una de las fases del proceso de vinificación ecológica son los indicados en la tabla 3.

La vendimia en agricultura ecológica debe realizarse en estado de madurez óptimo, no se debe romper la uva y el transporte se debe realizar de tal forma que evite la compactación, rotura, estrujado y maceración de la uva. Debe hacerse lo más rápidamente posible y siempre dentro del mismo día de su recolección. Utilizan cajas de plástico apilables, pequeñas, de poca profundidad y con orificios para una buena aireación. Además, esta técnica permite seleccionar los racimos uno a uno para que lleguen a la bodega enteros y en perfecto estado sanitario.

En agricultura ecológica, la tolva de recepción, el tornillo sin fin que transporta la uva, la estrujadora-despalilladora y los depósitos de fermentación son de acero inoxidable. Las estrujadoras de alta velocidad están prohibidas, ya que dilaceran los componentes sólidos del racimo.

En el caso del vino tinto ecológico el prensado se hace después de la fermentación, su duración debe ser lo más corta posible y están prohibidos aquellos sistemas de prensado que dañen o dilaceren los componentes sólidos del racimo. Utilizan prensas neumáticas horizontales aplicando una presión, según variedades, de entre una y dos atmósferas.

La elaboración ecológica del vino se basa en la aplicación simultánea de diferentes especies de levaduras autóctonas sin adición previa de SO_2 al mosto y no está permitido añadir especies de levaduras que no sean autóctonas, lo cual se acepta en enología convencional. Los trasiegos o cambios del vino, de un recipiente a otro después de concluida la fermentación, se realizan por igual en agricultura ecológica que en convencional.

En vinificación ecológica, todos los clarificantes han de ser de origen natural (albúmina, clara de huevo, gelatina no hidrolizada, cola de pescado, caseína de origen lácteo, bentonita y tierra de infusorios) que no cedan sustancias extrañas al vino. Quedan prohibidos todos los productos de síntesis como polivinilpirrolidona (PVP), polivinilopolipirrolidona (PVPP o Policlár AT) y poliamidas. El tratamiento de los vinos con carbón animal purificado o con carbón activo lavado exento de sustancias tóxicas, solamente está permitido en casos de necesidad técnicamente justificada. Se permiten realizar clarificaciones por centrifugación. En las fincas ecológicas estudiadas se clarifican los vinos aplicando frío durante unos diez días aproximadamente.

Las temperaturas de frío que aplican son de -4 a -5 °C en el caso de Andrés Morate, y de -3 °C en el caso de Gosálbez-Ortí. Ambos vitivinicultores también añaden albúmina deshidratada en polvo para realizar la clarificación.

Después de la clarificación quedan sustancias en suspensión que enturbian el vino, por lo que se procede a su filtración. Andrés Morate utiliza un filtro de arena con diatomeas, y antes del embotellado filtra por segunda vez haciéndolo pasar por un filtro de placas de celulosa. Gosálbez-Ortí no realiza filtrado, obteniendo la limpieza del vino por decantación, y sólo en el caso de que aparezca inestabilidad realiza filtrado por un filtro de placas.

No obstante, el proceso de filtrado es un proceso físico en el que siempre que se utilicen sustancias que no dejen olor ni sabor, no debe implicar una diferencia significativa entre vinos ecológicos y convencionales de calidad.

En la corrección de la acidez, en la agricultura ecológica están limitadas tanto las dosis como las sustancias a utilizar. Los agricultores ecológicos aquí estudiados utilizan el ácido tartárico cristalizado obtenido de la uva a una dosis máxima de 0,5 g/L.

El embotellado y crianza de los vinos ecológicos y de los vinos VCPRD es muy similar, aunque para la crianza es muy importante la elección adecuada de las barricas y el tiempo de permanencia en ellas. Este es un aspecto muy difícil de puntuar ya que en este proceso influye mucho la experiencia del enólogo y/o bodeguero.

La cantidad de sulfuroso total en un vino tinto ecológico terminado y dispuesto para el consumo ha de ser lo más baja posible y no exceder de 70 mg/L. Según L. Bellón (2004) los vinos convencionales VCPRD de Madrid pueden tener hasta 200 mg/L de sulfuroso en vinos tintos, cuando se trata de vinos con más de 5 g/L de azúcar residual.

Si el contenido de azúcar residual es inferior a 5 g/L pueden tener 150 mg/L de SO_2 ; es decir, tienen más del doble de sulfuroso que los vinos ecológicos. Los vinos de Andrés Morate tienen 50-60 mg/L de SO_2 y los de Gosálbez-Ortí 40 mg/L de SO_2 , por este motivo se ha puntuado de manera más positiva.

Calidad nutricional

Está relacionada con la capacidad de los alimentos de proporcionar nutrientes que favorezcan el estado de salud y eviten la aparición de enfermedades por deficiencias concretas. Por tanto, la calidad nutricional implica que el alimento tenga componentes nutritivos deseables (Molina y Pérez-Sarmentero, 2003).

En los vinos son muchos los parámetros químicos que se pueden determinar para conocer sus componentes nutricionales y estos varían con las características del vino a analizar. El vino contiene agua, alcohol y otras sustancias nutritivas como minerales y oligoelementos (K, Cu, Na, Mn, Ca, Cr, Mg, F y Fe), vitaminas (C, B₅, B, B₆, B₂, B₁₂, B₃ y P) y aminoácidos esenciales, que no puede sintetizar el organismo humano, y que se encuentran en el vino en cantidades muy próximas a las contenidas en la sangre humana.

El Consejo Regulador D. O. Vinos de Madrid analiza periódicamente la composición química de los vinos que están amparados por su denominación de origen, para poder incluir o no un vino en su denominación. De estos datos se deduce que no hay diferencias entre los vinos ecológicos estudiados y los vinos VCPRD. Por todo ello resulta prácticamente imposible, con los procedimientos analíticos actuales, establecer diferencias dentro de este tipo de calidad.

Calidad higiénica

Según Molina y Pérez-Sarmentero (2001) la calidad higiénica implica la ausencia de compuestos indeseables, tanto químicos (metales pesados, aditivos y agroquímicos), como microbiológicos (hongos y bacterias nocivas) y sus residuos.

Para elaborar un vino ecológico es necesario que los trabajos de bodega se realicen con la máxima higiene, para evitar una contaminación indirecta y no estar obligado a añadir más SO_2 del mínimo necesario. Por tanto, es necesario utilizar una tecnología moderna y tener muy presente la directiva CEE 93/43 del 14 de junio de 1993 sobre el control e higiene de los productos alimentarios. Por tanto este parámetro es igual o más exigente en la viticultura ecológica.

En los vinos ecológicos no hay residuos de agroquímicos ya que no está permitida su aplicación en el cultivo. En cambio, en los vinos de calidad VCPRD sí está permitida. Por este motivo, los vinos ecológicos están puntuados de manera más positiva. El viñedo ecológico se abona con materia orgánica y no se utilizan nitratos solubles. En cambio en los convencionales sí pueden utilizarse, de aquí que la puntuación sea favorable a los ecológicos. Los análisis de SO_2 muestran valores muy por debajo de los autorizados por el CAEM (Tabla 1).

Tabla 1. Datos de SO_2 de los vinos ecológicos Viña Bosquera y Qubél

	VIÑA BOSQUERA TEMPRANILLO 2002	QUBÉL TINTO CRIANZA 2001
SO_2 libre (mg/L)	21	20
SO_2 total (mg/L)	46	42

Se puede observar que tanto el vino Viña Bosquera como el Qubél tienen valores de sulfuroso dentro de los límites establecidos por el CRAE, y según M. Barrera (2004) el SO_2 libre debe ser aproximadamente el 50% del SO_2 total, lo que se cumple en ambos vinos ecológicos. Teniendo en cuenta lo comentado al final de la calidad tecnológica, se ha puntuado más positivamente a los vinos ecológicos.

Calidad sensorial u organoléptica

La calidad sensorial u organoléptica incluye parámetros como la apariencia, sabor, olor y textura. Se utiliza el término “sensorial” ya que hace referencia a que estimula alguno o todos los sentidos.

La calidad sensorial es una cualidad especialmente importante para el vino y la que decide la opción de compra de muchos consumidores. Además, cada añada tiene su estilo, su evolución, su reputación y su cotización; por este motivo todo vino que se precie indica su añada en la etiqueta, ya que además de ser indicativo de calidad, forma parte de su

personalidad (Carcelén, 2003). La forma de determinar esta calidad mediante catas es análoga para los vinos ecológicos y convencionales.

El Consejo Regulador D. O. Vinos de Madrid busca quedarse solamente con los mejores vinos, que son los que presentan menos fallos. Para ello realiza catas de penalización enfocadas a buscar únicamente los defectos. De los resultados de estas catas puede observarse que la puntuación de estos vinos ecológicos es de “Bien”, y es muy difícil establecer diferencias entre las notas de cata procedentes de vinos ecológicos y VCPRD ya que tan solo han sido seleccionados los mejores. De aquí que en la tabla de puntuación de esta calidad no se observen diferencias.

Calidad biológica

La podemos definir como la capacidad de un alimento para conservarse y para prolongar la vida, que puede resumirse en el término vitalidad.

Se han propuesto varias técnicas para medir la vitalidad de los alimentos (Molina, 2000 y Pérez Sarmentero, 2003). Para el caso de los vinos la metodología más utilizada, hasta el momento, es la formación de imágenes a partir de cristalizaciones sensibles. En este trabajo, no se ha realizado este ensayo pero en función de los datos de la bibliografía (Aussenac y Tesón, 1996) deducimos que este concepto es igual o superior en los vinos ecológicos.

Calidad de uso

Se refiere a aspectos relacionados con los residuos generados al consumir el alimento, por ejemplo, las características del embalaje. Aunque no esté reglamentado, los agricultores ecológicos procuran buscar envases de madera, cartón ó cristal ya que tienen un espíritu de busca de materiales reciclables y no contaminantes de los alimentos ni del medio ambiente.

En el vino, es obvio que al ser un producto en el que cada vez se busca más la calidad, el envase utilizado es de vidrio, tanto en el vino convencional de calidad (VCPRD) como en los ecológicos. El vidrio es un producto que se puede reutilizar o reciclar cerrando el ciclo ecológico de forma definitiva.

Respecto a los tapones de las botellas se utiliza el corcho para que el vino pueda respirar y porque además, el corcho es el material que menos influye en el sabor. Según las normas técnicas del CAEM, los tapones de las botellas de vinos tintos ecológicos deben ser de corcho natural entero.

El embalaje se hace con cartón o madera, materiales reciclables y se cuida mucho la estética, en todos los vinos de calidad ecológicos o no.

Por tanto, no se han apreciado diferencias entre los diferentes parámetros de calidad de uso de vinos ecológicos frente a vinos de calidad producidos en región determinada (VCPRD) procedentes de agricultura convencional.

Calidad medioambiental

Tiene en cuenta los efectos sobre el medio ambiente de la producción, la elaboración, la conservación y la distribución de los alimentos.

Surge como una consecuencia de los aspectos abordados en las calidades anteriores. En general, en agricultura ecológica se da mucha importancia a la biodiversidad en el espacio y en el tiempo y al no uso de agroquímicos por su impacto negativo en el ambiente y para conseguir sistemas equilibrados con capacidades de autorregulación.

La mayor puntuación de los vinos ecológicos se debe a que los viñedos poseen una alta biodiversidad. La vid, en general, desde el punto de vista medioambiental tiene diversas funciones, sirve de cubierta vegetal verde del suelo, evita la erosión, produce cantidades importantes de oxígeno, sirve de refugio de una abundante fauna, etc.

Pero por el manejo que se hace en agricultura ecológica, por ejemplo en el control de hierbas adventicias o el tratamiento de enfermedades, esta calidad es especialmente importante para los viticultores ecológicos.

Además, las viñas de Andrés Morate están rodeadas de eriales, olivares, zonas de barbecho, majuelos, encinas y almendros y las viñas de Gozálbz-Ortí están rodeadas de plantaciones de madroño, olivo, almendros, nogales, endrinos y zonas de barbecho.

Respecto al uso de agroquímicos, este parámetro es claramente superior en los viñedos ecológicos, puesto que no se utilizan, evitándose de esta manera la contaminación directa del viñedo y la contaminación indirecta del entorno.

En el proceso de elaboración del vino, se generan unos residuos que hay que tratar adecuadamente. Ayala (2004), propone distintas utilizaciones de estos residuos, para evitar impactos negativos en el medio ambiente. Cabe esperar mayor sensibilidad en los viticultores ecológicos, no obstante, en estos momentos no hay gran diferencia entre viticultores ecológicos y convencionales.

Calidad social o ética

Está relacionada con la justicia social e implica condiciones dignas para los productores (salario, jornada laboral, condiciones de trabajo, etc.)

Es la más difícil de evaluar y la que supone una mayor novedad frente a los criterios convencionales de medir la calidad de los alimentos. Sin embargo, está siendo cada vez más valorada por los consumidores, al ser conscientes de la relación causa-efecto derivada de su opción de compra. Comprar alimentos ecológicos puede tener como consecuencia un gran poder de transformación social.

El cultivo y la elaboración del vino tienen gran importancia social y económica, porque fijan la mano de obra que genera la vitivinicultura. La elaboración del vino supone un valor añadido para las zonas rurales y ofrecer un producto de calidad contribuye al desarrollo rural.

La mayor puntuación dada a los vinos ecológicos se justifica porque la fijación de mano de obra de la viticultura ecológica es mayor debido a que las técnicas empleadas requieren una mayor dedicación.

El mayor precio de los vinos ecológicos estudiados supone un incremento de la renta agraria, colaborando así a la conservación del ecosistema agrario en el sur de Madrid.

La viticultura ecológica contribuye a fomentar el desarrollo rural en mayor medida que la convencional, ya que al tener mayores necesidades de mano de obra, genera más trabajo en zonas agrícolas.

Por último al no utilizar agroquímicos, se evita que los trabajadores permanezcan en contacto con estos compuestos nocivos y los inhalen, mejorando las condiciones de salud en el trabajo.

4 ▶ AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los agricultores y técnicos de las fincas y bodegas ecológicas estudiadas su colaboración incondicional para la realización de este trabajo.

5 ▶ BIBLIOGRAFÍA

- **ALEIXANDRE, J. L. Y ÁLVAREZ, I. 2003**
Tecnología enológica. Ed. Síntesis.
- **ALONSO MOYA, M. A.; LATINGA, E. A. Y PÉREZ SARMENTERO, J. 2004**
Métodos para evaluar la calidad del suelo: estudio de cuatro praderas asturianas. VI Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica y II Congreso Iberoamericano de Agroecología. Almería
- **AUSSENAC, M.; TESSON, M. F. Y FERNÁNDEZ, M. A. 1996**

Le vin vu par cristallisation sensible. Ed. Association Présences, Francia.

Carcelén. J.C. Vino y salud". www.jumilla.org (Visitada en diciembre de 2003).

• **GUET, G. 1993**

Agriculture biologique méditerranéenne. Ed. Graphot.

• **HAYNES, L. 1992**

Concerning the quality of food. En: Köpke, U. y Schulz, D. G. (Eds) Organic Agriculture, a Key to a Sound Development and a Sustainable Environment, Proceedings of the 9th International Scientific Conference of IFOAM, Sao Paulo, Brasil.

• **MINNAAR, C. 1995**

Qualités... en quantité. Alter Agri , 13.

• **MOLINA, A. 2000**

Alimentos ecológicos y vitalidad. En: Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio. Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Valencia, 391-400.

• **MOLINA, A.; PÉREZ-SARMENTERO, J. Y COLMENARES, R. 1994**

El Concepto de la calidad de los alimentos desde la perspectiva de la Agricultura Ecológica. El campo. Servicio de estudios del BBV, 131. Agricultura y Medio Ambiente. 169-184.

• **MOLINA, A. Y PÉREZ-SARMENTERO, J. 2001**

Propuestas de investigación en calidad de los alimentos de la agricultura ecológica. Humus 6, 28-30.

• **MOLINA, A. Y PÉREZ-SARMENTERO, J. 2003**

Los alimentos de cultivo ecológico. Garantía de máxima calidad. En: Heras, J. Faveiro, C. y Meco, R. (Eds) Fundamentos de Agricultura Ecológica. Universidad Castilla La Mancha, 41, 345-374.

• **NIETO, P. 2004**

Calidad holística de los vinos de dos fincas ecológicas de la Comunidad de Madrid. Trabajo Fin de Carrera. E.T.S.I. Agrónomos. UPM.

• **VOGTMANN, H. 1983**

La calidad de los productos agrícolas provenientes de distintos sistemas de cultivo. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Agricultura y Sociedad, 26.

• **WOODWARD, L.; STOLTON, S. Y DUDLEY, N. (Eds) 1992**

Proceedings of an international colloquium on Food Quality: Concepts & Methodology. Elm Farm Research Centre and University of Kassel.

• **WOODWARD, L. Y MEIER-PLÖGER, A. 1999**

Does organic mean Quality?. Ecology and Farming. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), 16-17.

INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA Y ASOCIACIÓN DE CUBIERTAS VEGETALES SOBRE LA CALIDAD DE FRUTOS CÍTRICOS ECOLÓGICOS

RAIGÓN, M. D.⁽¹⁾; **DOMÍNGUEZ GENTO, A.**⁽²⁾ Y **GUERRERO, C.**⁽¹⁾

⁽¹⁾ Escuela Técnica Superior del Medio Rural y Enología, Universidad Politécnica de Valencia
Avda. Blasco Ibáñez. 46010 Valencia. Telf.: 963877347
E-mail: mdraigon@qim.upv.es / argueva@qim.upv.es

⁽²⁾ La Vall de la Casella, Coop.V.; Grup d'Experimentació d'AE de la Unió de Llauradors i Ramaders

RESUMEN

Entre los objetivos más importantes de la agricultura ecológica destacan el de obtener alimentos de máxima calidad nutricional y sensorial. En este sentido, hay que profundizar sobre la valoración de los alimentos obtenidos mediante prácticas ecológicas, para concluir sobre la influencia de las distintas técnicas de manejo del cultivo y la calidad de los mismos.

En este trabajo se estudia la repercusión del fraccionamiento del abonado orgánico y la presencia de cubierta vegetal asociada al cultivo de naranjas Newhall en la zona de Valencia, sobre la calidad de los frutos cítricos. Se han determinado los parámetros relacionados con el calibre de los frutos, los contenidos de corteza, pulpa y zumo, así como los niveles de sólidos solubles, acidez y vitamina C de los zumos.

Se ha observado que el fraccionamiento del abonado orgánico en dos fechas tiende a favorecer la calidad global del fruto, con un mayor contenido en sólidos solubles y ácido ascórbico. La presencia de cubierta vegetal asociada no tiene una repercusión significativa sobre la calidad, e incluso el contenido porcentual de zumo es mayor en las parcelas de laboreo del suelo. La existencia de una cubierta vegetal espontánea de la zona, repercute positivamente sobre algunos de los parámetros de calidad del fruto.

1 ► INTRODUCCIÓN

Los cítricos son los frutos que más se producen a nivel mundial, con más de sesenta millones de toneladas anuales (Amoros, 2003). Es por ello que se trata de un cultivo de gran importancia del que se han elaborado y se siguen elaborando numerosos estudios, iniciándose en estas actividades los trabajos en condiciones ecológicas.

En el año 2003, la superficie total española dedicada a la agricultura ecológica ascendía a 725.254 ha aproximadamente, de las cuales 1.382 ha estaban dedicadas a la producción de cítricos (MAPA, 2003). En el caso de la Comunidad Valenciana, una de las producciones ecológicas más representativa es la de frutos cítricos, con 231 ha dedicadas a este cultivo en el año 2003, siendo la segunda comunidad autónoma, por detrás de Andalucía, que mayor superficie inscrita posee.

En España, el destino de la producción de cítricos va dirigida mayoritariamente al consumo en fresco, y dada la limitación de las dimensiones de nuestras explotaciones y que la mayor parte de esta producción se exporta a países de alto poder adquisitivo, se hace necesaria la obtención de rendimientos máximos (productividad elevada) y la obtención de frutos de calidad (Amoros, 2003). Pero además, existe en el presente la inquietud de la sociedad en cuanto a la salubridad de los productos de consumo, debido al uso abusivo de productos químicos de síntesis (fertilizantes, plaguicidas, etc.) que utiliza la agricultura convencional desde hace décadas y que repercuten en la calidad final de los frutos.

En este sentido, la agricultura ecológica es un sistema de producción capaz de garantizar la utilización óptima de los recursos renovables, realizando prácticas equilibradas y respetuosas con el medio, garantizando una óptima producción. Además, la agricultura ecológica persigue la calidad, tanto nutritiva como sensorial, de los alimentos, proporcionando productos sanos y saludables (Raigón, 2002). Por tanto, la agricultura ecológica es una alternativa capaz de satisfacer las demandas de mercado, y que además utiliza prácticas agrícolas sostenibles que ayudan a preservar el medio ambiente.

Existen numerosos estudios en los que se pone de manifiesto que los alimentos ecológicos poseen mayor valor nutritivo que los convencionales. Por ejemplo, los productos frescos (frutas y verduras) convencionales presentan grandes calibres, con elevado contenido en agua y escaso valor mineral (Vidal *et al.*, 1999), mientras que los ecológicos contienen menos cantidad de agua y más de materia seca (Raigón, 2002). Dentro del marco de la agricultura ecológica, lo que se ha querido estudiar en el presente trabajo es la influencia de distintas prácticas ecológicas de manejo del suelo sobre la calidad final de los frutos y poder establecer una mejor manera de actuar para obtener frutos de mayor calidad.

La fertilización orgánica y el uso de cubiertas vegetales permanentes son dos de las prácticas culturales comúnmente utilizadas en la agricultura ecológica. El presente ensayo tiene como objetivo principal estudiar el efecto del fraccionamiento o no fraccionamiento del

abonado orgánico y la presencia o no de la cubierta vegetal sobre la calidad final de los frutos. La calidad de un producto depende de una serie de factores y características relacionadas con sus propias condiciones intrínsecas y de las manipulaciones o transformaciones que hayan sufrido. Así, se puede distinguir entre factores intrínsecos y factores extrínsecos.

Los factores intrínsecos serían aquellos que se refieren al producto en sí, como pueden ser: tamaño, peso, contenido en corteza, contenido en pulpa, contenido en pulpa, color, contenido en sólidos solubles, contenido en ácido cítrico (acidez total), índice de madurez, factores nutritivos (cantidad de agua, proteínas, vitaminas, etc.), contenido en carotenoides, antocianos, etc. y factores toxicológicos o de calidad sanitaria, entre otros. Los factores extrínsecos serían aquellos que no dependen del producto en sí, presentación del producto, homogeneidad de éste, facilidad de consumo, tipo de envase, etc. (Fernanda, 1996). De esta forma, a través del estudio de los distintos factores se establece la calidad del fruto cítrico.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se dispuso de una parcela de naranjos *Navel* var. Newhall, perteneciente al término municipal de Alzira (Valencia). La plantación posee un total de 120 árboles de 22 años de edad, injertados sobre mandarino Cleopatra. El suelo es de textura franco-arcillosa, con un nivel de carbonatos totales del 27% y pH en agua de 8,5 en promedio. El tipo de riego utilizado es por inundación, de pozo propio (capa freática a unos 5-10 m).

La parcela está inscrita como ecológica desde el año 1994 y la ejecución del ensayo se inició en la primavera del año 2000. La parcela se dividió en cuatro subparcelas homogéneas, de manera que cada una de ellas poseía aproximadamente el mismo número de árboles. Cada subparcela fue destinada a un tipo de tratamiento de fertilización (Figura 1).

La dosis establecida de abonado orgánico (18.000 kg/ha) se aporta de forma fraccionada en los tratamientos A y B, incorporando al terreno una primera dosis de 12.000 kg/ha durante el mes de febrero y una segunda dosis de 6.000 kg/ha durante el mes de septiembre. En los tratamientos C y D la dosis establecida se aporta de una sola vez en Febrero (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tipos de abonos orgánicos utilizados, dosis y época de aplicación

TRATAMIENTOS	ABONO ORGÁNICO	DOSIS	ÉPOCA DE APLICACIÓN
A y B (Dosificado)	Estiércol de caballo Estiércol de oveja en saco	12.000 kg/ha 6.000 kg/ha	Febrero-Marzo Septiembre-Octubre
C y D (Sin dosificar)	Estiércol de caballo + Estiércol de oveja en saco	18.000 kg/ha	Febrero-Marzo

En cuanto a la cobertura vegetal, en los tratamientos A y C se realizó una siembra en 1999 de distintas especies vegetales, tales como: ray-grass inglés (*Lolium perenne*), festuca (*Festuca arundinacea*), trébol blanco (*Trifolium repens*), trébol pratense (*Trifolium pratense*), cebada (*Avena sativa*), veza (*Vicia sativa*) y guisante (*Pisum sativum*).

En los tratamientos B y D, si bien no se realizó esta práctica, se mantuvo la flora arvense propia del terreno, compuesta mayoritariamente por agret (*Oxalis pes-caprae*), que es una especie invernal, por lo que el suelo permanece desnudo durante el verano en estos dos tratamientos. La siega de la cobertura vegetal se realiza al inicio de la primavera en toda la superficie.

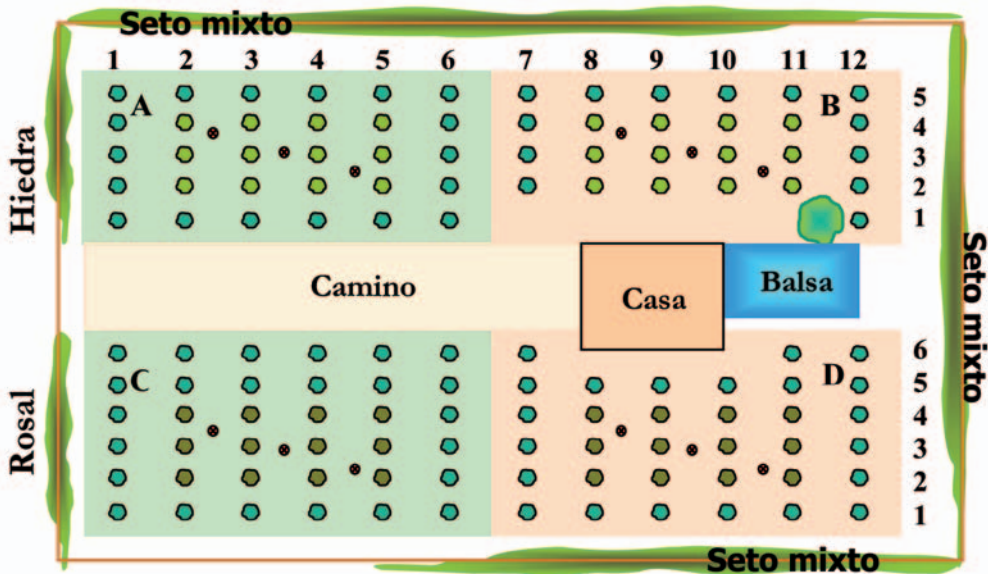


Figura 1. Distribución de los tratamientos en la parcela

La toma de muestras de los frutos cítricos se realizó en el mes de enero, tomando frutos de cada árbol para obtener la muestra representativa por tratamiento.

Los parámetros de calidad analizados fueron los siguientes:

- ▶ El calibre del fruto (peso, altura y diámetro), cuya medición se realizó con la balanza monoplato y el pie de rey.
- ▶ El contenido en corteza, en pulpa y en zumo de cada muestra homogénea, expresados como porcentaje en peso.

- ▶ La determinación del contenido en sólidos solubles presentes en el zumo se realiza mediante técnicas refractométricas, expresado en ° Brix. (MAPA, 1993).
- ▶ La acidez total del zumo, determinada mediante una valoración ácido-base, utilizando una base fuerte como el hidróxido sódico de concentración 0.1 N, y fenolftaleína como indicador. El resultado final se expresa en gramos de ácido cítrico anhidro por cada 100 mL de zumo (Fernanda, 1996).
- ▶ La determinación de la relación sólidos solubles/acidez o índice de madurez. Este parámetro permite medir el estado de maduración del fruto. Representa un aspecto de calidad básico de los zumos cítricos y también es un factor comercial importante a considerar para decidir la fecha de recolección.
- ▶ La determinación del contenido en ácido ascórbico del zumo, basada en la medición de la absorbancia de las muestras a una longitud de onda de 243 nm en el espectrofotómetro UV-visible, expresando el resultado final en mg ácido ascórbico/100 mL zumo (Fung y Luk, 1985).

3 ▶ RESULTADOS

En cuanto al estudio del efecto de la dosificación o no del abonado sobre el contenido porcentual de corteza, se observa (Figura 2) que aunque no existan diferencias remarcables, el hecho de aportar el abonado orgánico en una dosis provoca un aumento del contenido en corteza. Primo *et al.* (1972) establece un contenido en corteza para la variedad Newhall del 28%. Los valores obtenidos en el presente trabajo son ligeramente inferiores a dicho porcentaje. Los parámetros del espesor tanto de la corteza, como del flavedo, así como el contenido (%) de corteza están relacionados con las dosis de nitrógeno aportado al árbol (Bañuls *et al.*, 1998). Teniendo en cuenta que la fertilización orgánica aporta gran cantidad de este elemento al suelo, no es de extrañar que el espesor de la corteza de los frutos estudiados supere en casi todos los casos los 5 mm de espesor.

En cuanto al contenido en pulpa, Primo *et al.* (1972) indican que el contenido en pulpa para la variedad Newhall es de 20,4%. Los resultados obtenidos en el presente ensayo son superiores en todos los tratamientos, oscilando los valores entre el 28 y 30%.

Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Soler *et al.* (2001) para naranjas de esta variedad, producidas bajo prácticas ecológicas. Por otro lado, al estudiar el efecto de la dosificación de la materia orgánica con el contenido en pulpa, se observa (Figura 3) que este parámetro es mayor cuando se fracciona el abonado en dos dosis. El hecho de presentar más contenido en pulpa es beneficioso, ya que la fibra asociada a la fracción de pulpa en los frutos cítricos aporta beneficios potenciales para la salud.

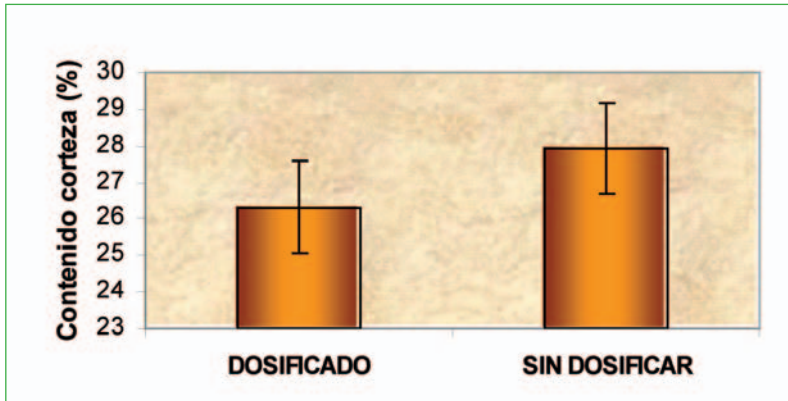


Figura 2. Contenido en corteza (%) en función de la dosificación del estiércol. Intervalos LSD al 95%.

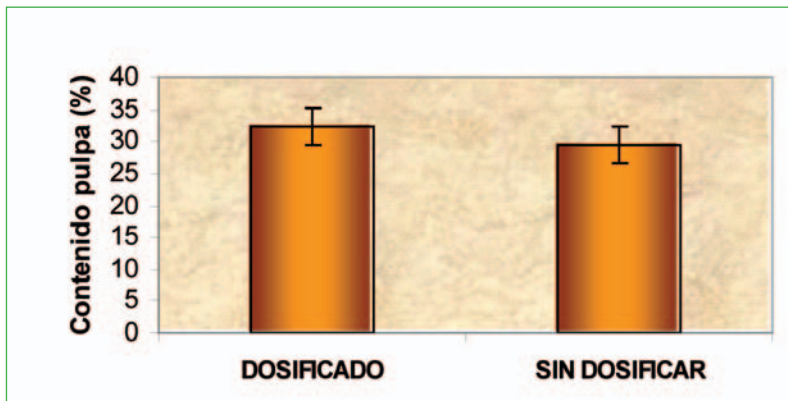


Figura 3. Contenido en pulpa (%) en función de la dosificación del estiércol. Intervalos LSD al 95%.

Referente al contenido en zumo, se observa (Figura 4) que la práctica del laboreo en el suelo tiende a favorecer el contenido en zumo de los frutos cítricos. Cabe señalar, que no se han encontrado diferencias significativas entre los distintos tratamientos para los parámetros estudiados en función de la presencia o no de la cubierta vegetal. Al estudiar la interacción de la fertilización y el contenido en sólidos solubles, se observa (Figura 5) que los zumos procedentes de las parcelas donde se fracciona el abonado orgánico presentan una tendencia a poseer mayor contenido en azúcares.

Del 75 al 85% de los sólidos solubles totales del zumo de naranja son azúcares (Bartolomew y Sinclair, 1943). Los azúcares reductores y totales contenidos en el zumo aumentan a medida que el fruto madura (Ting y Attaway, 1971). En las variedades de primera y media campaña, el contenido en azúcares aumenta rápidamente a medida que el fruto madura, debido sobre todo a la acumulación de sacarosa.

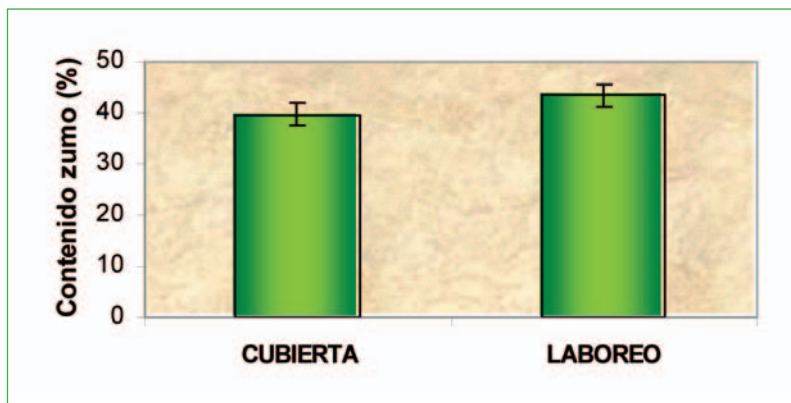


Figura 4. Contenido en zumo (%) en función de la presencia de la cobertura vegetal. Intervalos LSD al 95%.

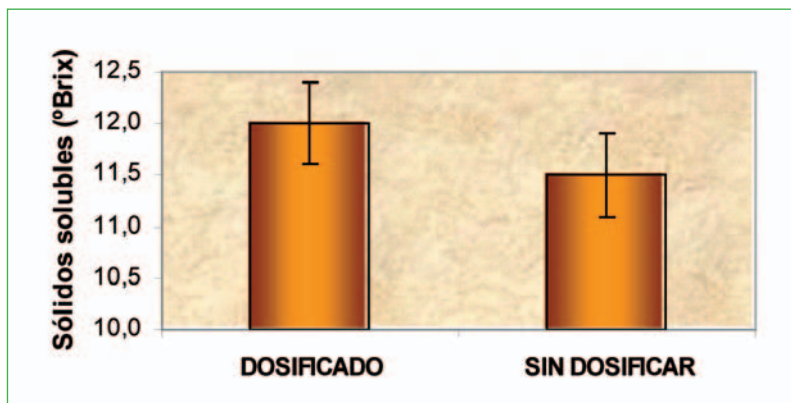


Figura 5. Contenido en sólidos solubles (°Brix) en función de la dosificación del estiércol. Intervalos LSD al 95%.

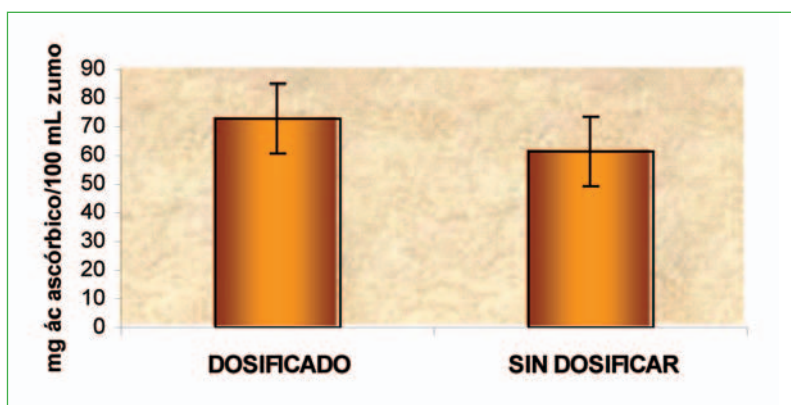


Figura 6. Contenido en ácido ascórbico en función de la dosificación del estiércol. Intervalos LSD al 95%.

Las normas R.S.K (1987), AIJN-RG (1990) y AFNOR (1980) establecen como contenido mínimo en sólidos solubles el valor de 11,18, 11,2 y 10,5 °Brix, respectivamente. Los resultados obtenidos en el presente trabajo son superiores en todos los casos a estos valores, por lo que los zumos procedentes de los frutos estudiados cumplen los niveles mínimos exigidos, lo que indica una buena calidad del zumo. Además, los resultados obtenidos para este parámetro coinciden con los de Soler *et al.* (2001) para zumos provenientes de naranjas de la variedad Newhall obtenidas ecológicamente.

En lo que respecta a la vitamina C (ácido ascórbico), se puede decir que es la vitamina más abundante en los frutos cítricos. La corteza es especialmente rica en esta vitamina y el zumo de naranja contiene no más de 1/5 de la que contiene el flavedo y 1/3 de la presente en el albedo. En base al peso total del fruto, el zumo contienen alrededor del 25% de la vitamina C presente en la naranja (Agustí y Almela, 1991).

El contenido en ácido ascórbico suele ser muy alto en naranjas inmaduras, pero a medida que el fruto madura y aumenta de tamaño, la concentración disminuye (Agustí y Almela, 1991). Según Guardiola (2000), el contenido en vitamina C es máximo al principio de la maduración y disminuye ligeramente durante estados avanzados de la misma.

El contenido total en vitamina C es muy variable según la especie. En naranjas, generalmente, suele oscilar entre 40 y 70 mg/100 mL de zumo según Agustí y Almela (1991). Otros autores como García *et al.* (1957) y Primo *et al.* (1963) establecen un rango entre 40 y 65 mg/100 mL.

La mayoría de valores obtenidos para este parámetro en el presente trabajo superan el valor máximo. Los restantes se encuentran dentro del rango establecido. Esto puede indicar que frutas obtenidas bajo prácticas ecológicas contienen mayor contenido vitamínico, por lo que su calidad intrínseca se ve mejorada.

Al estudiar el efecto de la dosificación del abonado sobre el contenido en vitamina C (Figura 6) se observa que existe una tendencia a poseer mayor contenido en los zumos que provienen de frutos de los tratamientos donde se fracciona el abonado.

4 ► CONCLUSIONES

En general, no existen grandes diferencias en la calidad global de los frutos cítricos cuando se realizan prácticas de manejo de suelo con cubiertas vegetales o con la elaboración del laboreo en el suelo, aunque algún parámetro de calidad de los frutos, como el contenido porcentual de zumo, responde mejor al laboreo del suelo. Un buen procedimiento podría consistir en la existencia de una cubierta espontánea de la zona, que repercutiera positivamente sobre la estructura del suelo y los parámetros de calidad del fruto.

El contenido en vitamina C del fruto se ve favorecido cuando se realiza el fraccionamiento del abonado, por lo que es interesante este aspecto, ya que el valor nutricional de los frutos se ve incrementado.

Y por último, el fraccionamiento del abonado orgánico en dos fechas puede favorecer la calidad global del fruto ya que influye positivamente, por lo que sería interesante realizar esta práctica para potenciar la calidad de los cítricos.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **AFNOR. NORMA FRANCESA 1980**

Jus de Orange NF V 76-005. Editadas por L' Association Francaise de Normalisation.

- **AGUSTÍ, M. Y ALMELA, V. 1991**

Aplicación de fitoreguladores en citricultura. Ed. Aedos. Barcelona. 261 pp.

- **AIJN. CODE OF PRACTICE FOR EVALUATION OF FRUIT AND VEGETABLE JUICES 1990**

Association of the industry of juices and nectars from fruits and vegetables of the Europea.

- **AMOROS CASTAÑER, M. 2003**

Producción de agrios. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 352 pp.

- **BAÑULS, J.; FERRER, P. Y LEGAZ, F. 1998**

Influencia de la fertilización nitrogenada en naranjo navelino en riego por inundación. Levante Agrícola, 345: 313-317 pp.

- **BARTHOLOMEW, E. T. Y SINCLAIR, W. B. 1943**

Soluble constituents and buffer properties of orange juice. Plant Physiol., 18: 185-206.

- **FERNANDA, C. 1996**

Calidad de frutos cítricos. Manual para su gestión desde la recolección hasta la expedición. Ediciones de horticultura, S.L. Barcelona. 317 pp.

- **YING - SING, FUNG Y SHIN - FAI, LUNK 1985**

Determination of ascorbic acid in soft drinks and fruits juices. Part 1. Background correction for direct ultraviolet spectrophotometry. Analyst, 110: 201-204.

- **GARCÍA, R.; CASAS, A.; ROYO, J. Y PRIMO, E. 1957**

Variaciones en la composición de las naranjas españolas a lo largo de la temporada 1955-56: contenido en zumo, extracto refractométrico, acidez, índice de madurez y vitamina C. Bol. Inst. Nal. Invest. Agron. n° 37. Cuaderno n° 257.

- **GUARDIOLA, J. L. 2000**

Componentes nutritivos de la naranja. Simposio Naranja y Salud, noviembre 1994. 4ª Ed. Fundación valenciana de estudios avanzados y CAPA. 143-162.

- **MAPA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN 1993**

Métodos oficiales de análisis. Tomo I. Ed. Secretaría General de Alimentación. Dirección general de política alimentaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 643-694.

- **MAPA. MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN 2003**

Estadísticas 2003. Agricultura ecológica. Subsecretaría de agricultura, pesca y alimentación. Dirección

general de alimentación. Subdirección general de denominaciones de calidad y relaciones interprofesionales y contractuales. España.

• **R.S.K.- VALUES 1987**

Asociación de la industria alemana de zumos de frutas. The Complete Manual. Edición de. Flüssiges Obst. GMBH. Schönborn. Vdf.

• **PRIMO, E.; ROYO, J. Y SALA, J. M. 1963**

Calidad de las variedades de naranja, significación estadística de los valores de vitamina C. Agroq. Tecnol. Alim., 3: 341.

• **PRIMO, E.; ROMERO, R. Y SALA, J. M. 1972**

Estudio comparativo de las principales variedades cultivadas en la región valenciana. Agroq. Tecnol. Alim., 12: 291.

• **RAIGÓN, M. D. 2002**

Calidad de los productos ecológicos. En: Apuntes curso de introducción a la agricultura ecológica. Organizado por la Conselleria de Agricultura Pesca y Alimentación.

• **SOLER, D.; RAIGÓN, M. D. Y DOMÍNGUEZ - GENTO, A. 2001**

Comparación de los parámetros de calidad en variedades cítricas ecológicas y convencionales. Trabajo Final de Carrera, EUITA. Universidad Politécnica de Valencia. 158 pp.

• **TING, S. V. Y ATTAWAY, J. A. 1971**

Citrus fruits. En: The biochemistry of fruits and their products, Vol. 2, A. C. Hulme (ed.). Academic Press. Londres.

• **VIDAL, E.; RAIGÓN, M. D.; DOMÍNGUEZ - GENTO, A. Y CAROT - SIERRA, J. M. 1999**

Comparación de diversos parámetros de calidad de hortalizas de hoja ancha en Agricultura Ecológica y Convencional. Trabajo Final de carrera, EUITA. Universidad Politécnica de Valencia. 127 pp.

EFECTO DE CUBIERTAS VEGETALES DEL SUELO SOBRE LA CALIDAD DE UVA DE MESA MOSCATEL EN LA ZONA DE NOVELDA BAJO CULTIVO ECOLÓGICO

RAIGÓN, M. D.⁽¹⁾; **DOMÍNGUEZ GENTO, A.**⁽²⁾; **GARCÍA MARTÍNEZ, M. D.**⁽¹⁾; **BERENGUER, A.**⁽²⁾
Y RICO, J. A.⁽²⁾

⁽¹⁾ Escuela Técnica Superior del Medio Rural y Enología, Universidad Politécnica de Valencia
Avda. Blasco Ibáñez. 46010 Valencia. Telf.: 963877347
E-mail: mdraigon@qim.upv.es / magarma8@qim.upv.es

⁽²⁾ Grup d'Experimentació d'Agricultura Ecològica de la Unió de Llauradors i Ramaders

RESUMEN

El empleo de cubiertas vegetales asociadas a cultivos leñosos se ha difundido ampliamente, por el efecto beneficioso que produce sobre los parámetros de fertilidad del suelo. Es necesario estudiar también la influencia de las especies empleadas como cubiertas sobre la calidad de la cosecha de los frutos.

Se ha evaluado la calidad de uva de mesa cultivada en condiciones ecológicas de la variedad Moscatel durante la campaña 2002-2003, en una parcela situada en Novelda (Alicante), en función de distintas cubiertas vegetales (avena, veza, mezcla de veza y avena, zulla, mezcla de alfalfa y plantas adventicias) asociadas al cultivo principal y comparado con el laboreo tradicional de la zona.

Se han determinado parámetros relacionados con el rendimiento y la calidad de la uva, del mosto y el contenido mineral del fruto.

Los resultados indican que los frutos de color más dorados y dulces se producen plantas con cubiertas de especies espontáneas. La asociación de veza y avena genera los frutos con mayor acidez y menor contenido en sólidos solubles. La cubierta de zulla puede considerarse como una opción idónea, ya que ha proporcionado los mayores rendimientos en grano de uva y zumo.

PALABRAS CLAVE: UVA DE MESA, CUBIERTAS VEGETALES, CALIDAD MINERAL, ACIDEZ Y COLOR

1 ► INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica, está tomando gran interés en todo el mundo. Dentro de ésta, la viticultura ecológica, está teniendo gran relevancia debido a la gran extensión de su cultivo y la diversidad de productos que genera.

El Reglamento 2092/91 sobre la producción agrícola ecológica, indica que la fertilidad y actividad biológica del suelo deberán ser mantenidas e incrementadas, mediante:

- El cultivo de leguminosas, abonos verdes o plantas de enraizamiento profundo con arreglo a un programa de rotación plurianual adecuado.
- La incorporación de estiércol procedente de la ganadería ecológica.
- La incorporación de cualquier otro material orgánico, convertido en abono, o no, procedente de explotaciones que se avengan a este reglamento.

Debido a las recomendaciones del propio reglamento se busca la utilización de cubiertas vegetales, tanto para las conocidas ventajas sobre el suelo, como la estimulación de la actividad biológica, mejorar la estructura, proteger al suelo de la erosión y la desecación, acelerar la mineralización del humus, enriquecer el suelo en nitrógeno y potasio, impedir la lixiviación de elementos fertilizantes, equilibrar la relación C/N, etc. (Guibertau y Labrador, 1992), como para comprobar las ventajas que aporta al cultivo.

Hay muchas plantas que pueden utilizarse como cubiertas vegetales, pero las más comunes son leguminosas (alfalfa, veza, zulla), gramíneas (avena, cebada) y crucíferas (mostaza, rábano).

La característica principal de las leguminosas es la fijación de nitrógeno. Las gramíneas realizan un importante aporte de biomasa y las crucíferas poseen una buena capacidad de humificación y enriquecen en potasio (Domínguez *et al.*, 2002).

Los efectos del empleo de cubiertas vegetales sobre la calidad de la uva difieren según diversos autores. Según Schwab y Peternel (1997), la incidencia de botrytis ha sido menor en las uvas con cubierta vegetal, y el rendimiento de la uva, puede verse afectado si hay una competencia directa con la cubierta vegetal, pero puede controlarse asegurando la siega en los momentos oportunos. Pero Rodríguez *et al.* (2000) aseguran que las vides con cubierta vegetal tienen menor acidez y mayor contenido en azúcar que aquellas que no poseen cubiertas.

El suelo es el factor principal y más limitante dentro de la agricultura, debido a su influencia en todos los aspectos de la agricultura y en los últimos años se le está prestando una especial atención, sobre todo en la agricultura ecológica, donde se pretende avalar y demostrar las relaciones entre el medio de cultivo, la planta, la calidad de la cosecha y sus repercusiones ambientales.

En este sentido, en las comarcas de L'Alt, Mitjà i Baix Vinalopó, existe una enorme trascendencia socioeconómica hacia el cultivo de uva de mesa. Las condiciones en las cuales se desarrolla este cultivo y la demanda de mercados de calidad, hace imprescindible el estudio de ensayos de fertilización ecológica para evaluar la calidad de la uva de mesa. En el caso del presente trabajo, el objetivo principal es encontrar las posibles relaciones que pueden tener el uso de cubiertas vegetales en la calidad de uva de mesa, en condiciones áridas mediterráneas.

2 ► MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha dispuesto de una parcela de uva de mesa de la variedad Moscatel, en Novelda (Alicante) dentro del término municipal de La Romana, de 3.000 m² de superficie total. La explotación se encuentra cultivada bajo manejo ecológico desde 1996.

Para examinar el efecto de las cubiertas vegetales sobre la calidad de la cosecha, se realizó una siembra con diferentes especies de abono verde:

- Veza (*Vicia sativa*)
- Zulla (*Hedysarum coronarium*)
- Avena (*Avena sativa*)
- Alfalfas (*Medicago rugosa*, *Medicago polimorfa*, *Medicago truncatula*)

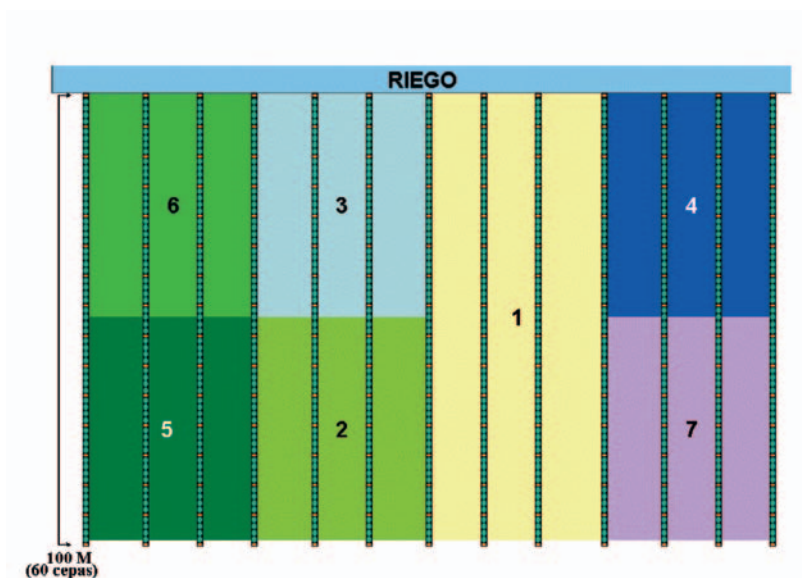


Figura 1. Distribución de los tratamientos en la parcela.

Se dispuso de siete tratamientos diferentes distribuidos de manera aleatoria en la parcela (Figura 1), teniendo cada uno de los tratamientos en cada fila entre cinco y diez cepas rodeadas por la misma cubierta vegetal en las dos calles circundantes:

- Tratamiento 1: Laboreo (L), manejo tradicional del suelo. Un laboreo al inicio del otoño y otro al final del invierno.
- Tratamiento 2: Mezcla de veza y avena en un 50% (V+A).
- Tratamiento 3: Veza (V).
- Tratamiento 4: Zulla (Z).
- Tratamiento 5: Avena (A).
- Tratamiento 6: Alfalfa (Medicago) (M).
- Tratamiento 7: Plantas adventicias o espontáneas presentes en la zona (Adv).

Además de la incorporación de los residuos vegetales procedentes de las cubiertas, en todos los tratamientos ensayados se realizó una incorporación de materia orgánica, a una dosis de 32.000 kg ha⁻¹. Siendo la dosis de siembra para cada uno de los tratamientos de 100 kg ha⁻¹.

Para determinar los posibles efectos de los distintos tratamientos en la calidad de la cosecha de uva, se recolectaron 3 kg de uva en la parte intermedia de cada bloque de cinco cepas, con tres repeticiones, lo que implica un total de 9 kg de fruta por tratamiento.

Los parámetros obtenidos han sido el color del fruto (L, a y b), los rendimientos en fruta y zumo, el contenido en sólidos solubles del zumo (°Brix), el valor del pH y por último el contenido mineral de la pulpa y hollejos (calcio, hierro y magnesio).

Para la obtención de los parámetros de color se ha empleado un colorímetro MINOLTA CR-300 y de cada racimo se analizaban 10 frutos, con tres medidas por fruto. La medida del color pretende cuantificar la sensación de este parámetro recibida por el cerebro a través del ojo (Chiralt y Martínez Navarrete, 1997). El método empleado para determinar el índice de color es un método objetivo que se basa en la medida de tres coordenadas, utilizando como sistema de medida el sistema Hunter. Las tres coordenadas que definen este sistema son:

- L= mide la luminosidad y varía de 0 (color negro) a 100 (blanco).
- a= mide la coloración verde (valor negativo) y roja (valor positivo).
- b= mide la coloración azul (valor negativo) y amarilla (valor positivo).

El contenido mineral se ha determinado de la pulpa y hollejos de la fruta, ya que ésta va destinada para el consumo en fresco, una vez obtenido el zumo en cada muestra representativa. La pulpa y hollejos se calcinan, una vez desecados y se determina el contenido mineral, en el extracto ácido al 2% en ácido clorhídrico, por absorción atómica.

3 ▶ RESULTADOS

En cuanto al rendimiento de la uva (peso de las uvas desgranadas respecto al peso total del racimo). Se observa que en los tratamientos de zulla, adventicias y laboreo se obtienen mayores rendimientos. Estos fueron los tratamientos en los que había menor proporción de cubierta vegetal, por lo que se podría decir que el mayor aporte de elementos fertilizantes procedentes del mayor índice de cubiertas vegetales, dan como resultado un mayor crecimiento de las partes leñosas en vez de aumentar el rendimiento del fruto (Figura 2).

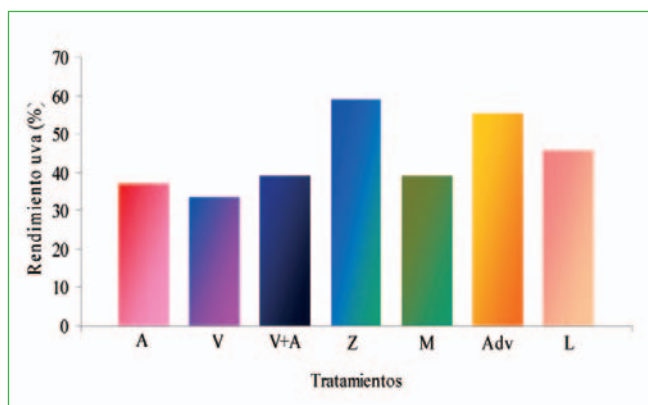


Figura 2. Valores de rendimiento en (%) de la uva

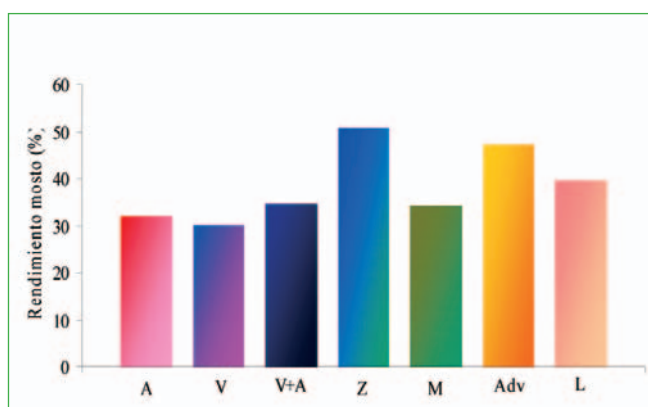


Figura 3. Rendimiento en mosto (%) de la uva.

La figura 3 muestra los valores del rendimiento del mosto obtenidos (se determinó el peso total de las uvas desgranadas y del peso del zumo generado por estas frutas. Los resultados se expresan en porcentaje (m/m) de mosto, frente a la masa total de uva desgranada.

La tendencia en el rendimiento en mosto es muy similar a la observada en uva. Los niveles de rendimiento en mosto son similares en los tratamientos de avena, veza, veza + avena, y medicago, siendo menores que los obtenidos para los tratamientos que presentan cubierta de zulla, plantas espontáneas (Adv) o las plantas de laboreo.

Respecto al color de los frutos (Figura 4) se observa que los frutos con mayor tendencia a la coloración anaranjada son los obtenidos por los tratamientos de cubiertas espontáneas, sin embargo las cubiertas de mezcla de veza + avena han dado las coloraciones más verdes.

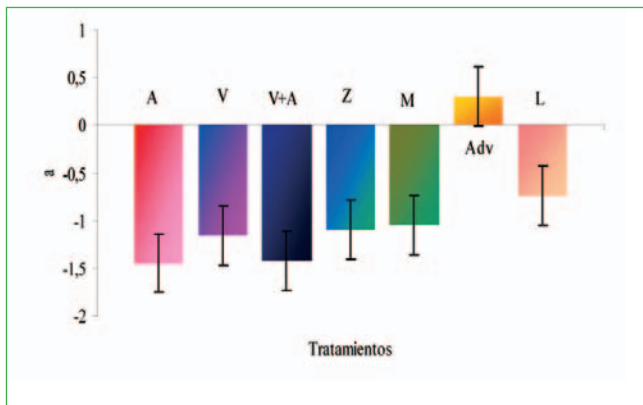


Figura 4. Coloración "a" de la uva.

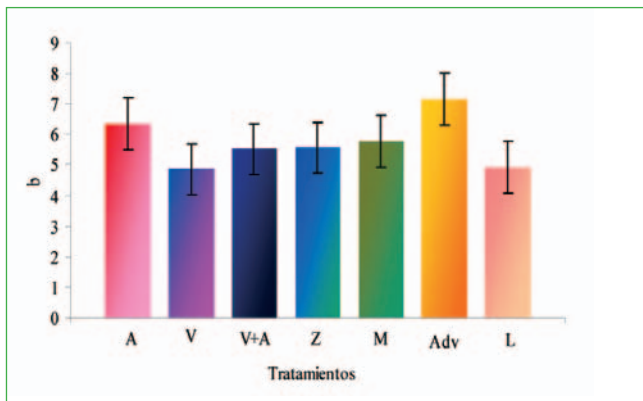


Figura 5. Valor de los tonos "b" de la uva

En la Figura 5 observamos que la tendencia en todas las cubiertas vegetales es producir uvas amarillentas, sobre todo en las cubiertas de las plantas adventicias de la zona junto con la avena, para el resto el color predominante es el verde amarillento.

Los valores “L” del color de la uva (Figura 6), para cada tratamiento ensayado, muestran que las uvas tienen la misma luminosidad en todos los casos, incluyendo el suelo desnudo (laboreo).

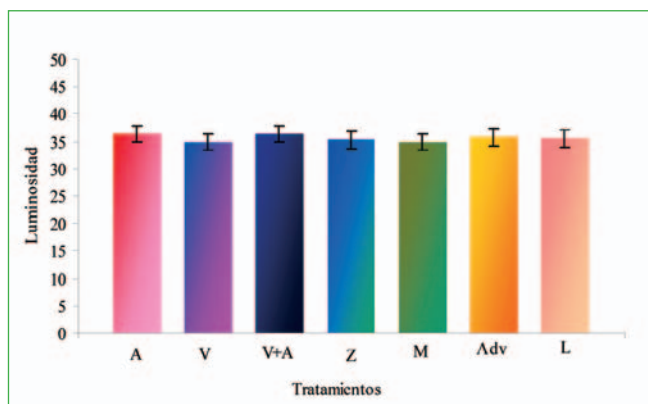


Figura 6. Parámetro “L” del color de la uva.

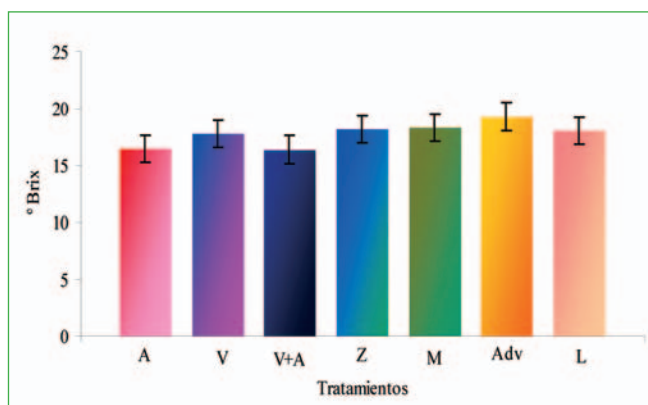


Figura 7. Valores de °Brix del zumo de la uva.

Se observa una ligera tendencia, inversamente proporcional, entre los valores de pH y de sólidos solubles, de forma que el mosto procedente del tratamiento con cubierta de veza + avena, es el que menor concentración en sólidos presenta (16 °Brix).

Las diferencias son estadísticamente significativas respecto a los valores del zumo procedentes de las uvas en cuyos suelos se mantenía la presencia de plantas espontáneas, que presentan valores aproximados de 20 °Brix. Coincidiendo con los resultados obtenidos en 1991 por Maigre y Murisier, en el cual decían que algunas cubiertas vegetales, aumentaban

la acidez de la uva sin afectar al contenido en azúcares. Recordando, que las cubiertas con mayor cobertura a nivel de biomasa han sido las de menor contenido en sólidos solubles.

Las diferencias entre tratamientos, respecto del contenido mineral han sido mínimas, no significativas estadísticamente. En el caso del contenido en magnesio, la cubierta de medicago es la que mayor concentración ha presentado (200 mg Mg/100 g m.s.). Para el calcio, la variabilidad es muy alta, siendo las cubiertas de veza + avena y aquellas de plantas adventicias, las que presentan el mayor nivel (unos 300 mg Ca/100 g m.s.) y las cubiertas de avena las de menor contenido en calcio (menos de 75 mg Ca/100 g m.s.), este hecho es fundamental, ya que es muy importante para la turgencia de las células en el material vegetal. Las diferencias en el hierro han sido muy homogéneas existiendo solamente variaciones de 2 mg (medicago) a 2.5 mg de Fe/100 g m.s. (laboreo).

4 ► CONCLUSIONES

El rendimiento, tanto en porcentaje de uva por peso de racimo como de zumo por kg de uva, es mayor en las cubiertas de zulla y plantas espontáneas (adventicias), lo que puede ser debido primordialmente al bajo nivel de cobertura de estos tratamientos, y por tanto menor aporte de elementos al suelo.

Los frutos más anarajados y de tonos más amarillos (parámetros de color “a” y “b” respectivamente) provienen de las subparcelas de cepas que mantienen en el suelo las adventicias. La luminosidad de los frutos ha sido muy similar en todos los casos.

Los zumos con mayor acidez y menor contenido en sólidos solubles, provienen de los suelos con cobertura asociada de veza y avena, debido principalmente al alto contenido de biomasa para su transformación en el suelo. Los frutos más dulces, (mayor contenido en sólidos solubles) son los de las cubiertas vegetales espontáneas.

Los resultados obtenidos sobre el contenido mineral pone de manifiesto, que el hecho de la implantación de cubiertas vegetales puede ser una técnica beneficiosa sobre la calidad de la uva (Chantelot, 2002a; Chantelot, 2002b), ya que no se presentan diferencias frente a los resultados obtenidos en los frutos de los tratamientos con suelo desnudo, y en caso de existir diferencias son positivas para algunas de las parcelas que presenta cubiertas ensayadas.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **DOMÍNGUEZ GENTO, A.; ROSELLÓ OLTRA, J. Y AGUADO SÁEZ, J. 2002**
Diseño y manejo de la diversidad vegetal en agricultura ecológica. Cuadernos de agricultura ecológica. SEAE.

Ed. Phytoma. Valencia. 132 pp.

• **CHANTELOT, E. 2002 A**

L'enherbement permanent: une technique permettant de créer une concurrence bénéfique (1. partie). Progrès Agricole et Viticole, 119 (10): 236-238.

• **CHANTELOT, E. 2002 B**

L'enherbement permanent: une technique qui permet de créer une concurrence bénéfique (2. partie). Progrès Agricole et Viticole, 119 (11): 255-256.

• **CHIRALT, A. Y MARTÍNEZ NAVARRETE, N. 1997**

Propiedades ópticas: color. Apuntes de Propiedades Físicas de Alimentos. Departamento de tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia.

• **GUIBERTEAU, A. Y LABRADOR, J. 1992**

Técnicas de cultivo en agricultura ecológica. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Instituto nacional de reforma y desarrollo agrario. Dirección general de infraestructuras y cooperación. Hojas divulgadoras Num 8/91 HD. Madrid. 44 pp.

• **MAIGRE, D. Y MURISIER, F. 1991**

Preliminary results of an experiment on soil management in viticulture. Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture 23: 343.

• **SCHWAB, A. L. Y PETERNEL, M. 1997**

Investigation about the influences of a long term green cover on must and wine quality with special consideration of franconian pedological and climatic conditions. Wein-wissenschaft 52: 20-26.

• **RODRÍGUEZ - LOVELLE, B.; SOYER, J. Y MOLOT, C. 2000**

Incidente of permanent grass cover on grapevine phenological evolution and grape berry ripening. Acta hort. (ISHS) 526:241-248. http://www.actahort.org/books/526/526_24.htm

ÍNDICE DE AUTORES

A

ABAD, M., [1207](#), [1329](#)
ADROVER, M., [1111](#)
ÁGUILAR, J. M., [1329](#)
AGUIRRE, I., [303](#)
AGUIRRE, ITZIAR, [1531](#)
AGUIRRE GÓMEZ, JOSÉ ALFONSO, [805](#)
AIBAR, J., [535](#)
ALBA, P., [757](#)
ALBIACH, R., [1069](#), [1095](#)
ALMEIDA, L., [477](#)
ALONSO, ANTONIO M., [95](#), [111](#), [191](#), [209](#),
[949](#), [1723](#), [1739](#), [1819](#), [1879](#)
ALONSO, DAVID, [717](#)
ALONSO MOYA, M. J., [923](#), [937](#)
ALTIERI, M. A., [1633](#)
ALVAREZ, H., [1195](#)
ÁLVAREZ, M. A., [961](#)
ÁLVAREZ GONZÁLEZ, C. E., [2011](#)
AL HASANI, HAMOUD, [421](#)
AL KIYOOMI, KALIFA, [421](#)
ANDRÉU SOLER, ERNESTO, [975](#)
AÑAÑOS, M., [325](#)
ARGUDÍN, M. ANGELES, [315](#)
ARTIGAO, A., [173](#)
ARTURO DE JUAN, J., [1153](#)
AVELLÁ, LL., [125](#)
AVILÉS, M., [467](#)
AVILLA, C., [303](#)
AVILLA, CARLOS, [1531](#)

B

BAIXAULI, C., [1329](#)
BALLESTER, R., [1939](#), [1955](#), [1967](#)
BANDA, ILUMINADA, [111](#), [1879](#)
BARRIO DE PEDRO, JOSÉ CARLOS, [1893](#)
BAUTISTA, INMACULADA, [1017](#)

BELDA, J. E., [373](#)
BELLO, A., [335](#), [549](#), [1347](#)
BELLON, MAURICIO R., [805](#)
BELMONTE, A., [401](#)
BENÍTEZ, E., [991](#), [1003](#), [1237](#)
BERENGUER, A., [1441](#), [2239](#)
BERMEJO BERMEJO, VICTORIA, [53](#)
BERNABÉU, R., [1281](#), [1295](#)
BERNAL, A., [349](#)
BLANCO, R., [325](#), [361](#), [451](#), [467](#), [583](#), [599](#),
[675](#)
BOBO MARIÑO, SANTIAGO, [1755](#)
BOIX, A., [361](#), [431](#), [443](#), [625](#)
BOIX, R., [1069](#)

C

CALABRIA, CARMEN, [1017](#)
CALAFAT, C., [125](#)
CALATRAVA REQUENA, JAVIER, [1861](#)
CALA RODRÍGUEZ, MANUEL, [863](#)
CALVILLO, JESÚS, [145](#)
CALVO, E., [1035](#), [1251](#)
CALVO, J., [373](#)
CAMACHO FERRE, FRANCISCO, [13](#), [1083](#), [1621](#),
[1777](#), [1789](#)
CAMPOS, I., [1153](#)
CAMPOS, M., [991](#)
CAMPOS, T., [391](#)
CANCELDA, J. J., [893](#), [901](#)
CANET, R., [1069](#), [1095](#)
CANO, M., [401](#)
CÁRCELES, R., [2197](#)
CARMONA, I., [303](#)
CARMONA, INMACULADA, [1531](#)
CARRASCOSA GARCÍA, M., [703](#)
CASTILLO, P., [675](#)
CASTILLO, S., [1281](#)
CASTILLO, SILVIA, [1531](#)

CEBOLLA, V., [411](#)
CERDÁ, ARTEMI, [1051](#)
CHAMORRO, L., [1393](#)
CHAVES, C., [1069](#)
CIFUENTES, C., [1195](#), [1237](#)
CIRUJEDA, A., [1405](#)
CLAVIJO ALBERTOS, S., [1765](#)
COIDURAS, P., [1083](#)
COLOMBÁS, M., [1413](#)
COLOM GORGUES, ANTONIO, [155](#), [1659](#)
COUCEIRO, JOSÉ FRANCISCO, [787](#), [1497](#)
CRUZ, J., [1095](#)
CUADRADO, I. M., [401](#)
CUADRADO ORTÍZ, J., [1837](#)
CUARESMA, I., [303](#)
CUARESMA, ILDA M^a, [1531](#)
CUESTA, T., [893](#), [901](#)

D

DAPENA, E., [511](#), [1433](#)
DAZA ORTEGA, A., [1143](#)
DEADMAN, MIKE, [421](#)
DE BENITO, A., [961](#)
DE CARA, M., [361](#), [431](#), [583](#), [599](#), [625](#), [675](#), [1225](#)
DE HARO GIMÉNEZ, TOMÁS, [1861](#)
DE LA CUADRA, CELIA, [717](#), [729](#)
DE LA ROSA, LUCÍA, [717](#)
DE LEÓN, L., [549](#)
DE LOS MOZOS PASCUAL, M., [565](#)
DE LUCAS BUENO, C., [1423](#)
DIÁNEZ, F., [361](#), [431](#), [443](#), [451](#), [583](#), [599](#), [615](#), [625](#), [675](#), [1225](#)
DÍAZ, J. A., [1433](#)
DÍAZ, M., [1083](#)
DÍAZ COSÍN, D., [923](#)
DÍAZ PÉREZ, M., [1621](#)
DÍAZ PÉREZ, MANUEL, [1777](#), [1789](#)
DIDDEN, W. A. M., [923](#)
DÍEZ, D., [961](#)
DÍEZ - ROJO, M. A., [335](#), [549](#), [1347](#)
DOMÍNGUEZ, A., [173](#), [635](#)

DOMÍNGUEZ, M. D., [1909](#)
DOMÍNGUEZ GENTO, A., [1441](#), [2227](#), [2239](#)
DORNELAS, MANOEL, [1267](#)

E

EGUINO ANCHO, PAOLA, [1925](#)
ENCINAS ESCRIBANO, A., [225](#), [741](#)
ESCUDERO, A., [521](#)
ESCUER, M., [335](#), [549](#)
ESPINAR MUNILLA, VÍCTOR, [1681](#)
ESTALRICH, E., [1481](#)
ESTEBAN CHAPAPRÍA, J., [1611](#)
ESTRADA, F. J., [431](#)
ESTRUCH GUITART, V., [1315](#)

F

FABEIRO, C., [173](#), [757](#), [1281](#)
FARRÚS, E., [1111](#)
FERNÁNDEZ, E., [1125](#)
FERNÁNDEZ, M. L., [1195](#)
FERNÁNDEZ, P., [349](#)
FERNÁNDEZ GARCÍA, JUAN, [1455](#), [1837](#)
FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, E. J., [431](#), [1083](#), [1467](#), [1621](#)
FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, EDUARDO JESÚS, [1777](#), [1789](#)
FERNÁNDEZ - CAVADA, S., [535](#)
FERRAGUT, F. J., [521](#)
FERREIRA, J. J., [499](#)
FIGUEROA, MANOLO, [847](#)
FIGUEROA ZAPATA, M., [771](#)
FLORENTINO, A., [1125](#)
FORSS, A., [1111](#)
FRAUTE, N., [1125](#)
FRIGHETTO, ROSA T. S., [1267](#)

G

GALINDO MARTÍNEZ, P., [1697](#), [2103](#)
GALLAR, DAVID, [191](#)
GÁMEZ, I., [361](#), [443](#), [451](#)

GARCÍA, ROBERTO, [111](#), [1879](#)
GARCÍA GALAVÍS, P. A., [1143](#)
GARCÍA JIMÉNEZ, F. S., [771](#)
GARCÍA LORENZO, M., [1153](#)
GARCÍA MARTÍNEZ, M. D., [2063](#), [2239](#)
GARCÍA TRUJILLO, ROBERTO, [267](#), [863](#), [1377](#),
[1681](#), [1983](#), [1993](#)
GARCÍA - ÁLVAREZ, A., [1347](#)
GARCÍA - GÁMEZ, I., [625](#), [675](#)
GARCÍA - MENACHO, V., [1939](#), [1955](#), [1967](#)
GARCÍA - PANDO, P., [2161](#)
GARRIDO VALERO, M., [225](#), [741](#)
GARZÓN ORELLANA, FERNANDO., [2113](#)
GAYUBO, S. F., [635](#)
GEA, F. J., [467](#), [521](#), [1599](#)
GINER, A., [1329](#)
GÓMEZ, GREGORIO, [787](#)
GÓMEZ, M., [411](#), [1195](#)
GÓMEZ, P., [2197](#)
GÓMEZ DE RUEDA, J. J., [2011](#)
GONÇALVES, M. A., [477](#), [487](#)
GONZÁLEZ, ANA J., [315](#), [499](#)
GONZÁLEZ, JUAN MANUEL, [847](#)
GONZÁLEZ ARENAS, J., [233](#), [249](#), [1847](#)
GONZÁLEZ BARRAGÁN, ISABEL., [1801](#)
GONZÁLEZ BUENDÍA, FERNANDO, [1777](#)
GONZÁLEZ GARCÍA, C., [2011](#)
GONZÁLEZ GIL, CARLOS JUAN, [2011](#)
GONZÁLEZ GUTIÉRREZ, J. M., [771](#)
GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, G., [2011](#)
GONZÁLEZ - BARRAGÁN, M. I., [961](#)
GONZÁLEZ - ZAMORA, J. E., [303](#)
GONZÁLEZ - ZAMORA, JOSÉ E., [1531](#)
GONZÁLEZ, VÍCTOR, [1305](#), [2135](#), [2175](#)
GRACIA, ANGEL, [2019](#)
GUARDADO, R., [757](#)
GUERRERO, C., [1441](#), [2063](#), [2227](#)
GUZMÁN, GLORIA I., [95](#), [209](#), [949](#), [1723](#),
[1739](#), [1819](#)

H

HELIODORO, J. S., [691](#)

HERENCIA, J. F., [1183](#)
HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, V., [225](#), [741](#)
HERNÁNDEZ MEDINA, C., [225](#), [741](#)
HERNÁNDEZ - HERNÁNDEZ, R. M., [1167](#)
HERVÁS, A., [2121](#)
HOBERG, KAREN, [1363](#)
HORTELANO, T., [1153](#)

J

JAIMES ABRIL, H. L., [1467](#)
JAMILENA, M., [2197](#)
JANSEN, D., [401](#)
JIMENEZ, A., [1251](#)
JIMÉNEZ SÁNCHEZ, M., [1377](#)
JORDÁ, C., [691](#)

L

LACASA, A., [349](#)
LACASTA, CARLOS, [787](#), [1481](#), [1497](#), [1513](#),
[1575](#)
LANTINGA, E. A., [923](#), [937](#)
LARA ACEBO, LIDIA, [649](#)
LÓPEZ, M. C., [401](#)
LÓPEZ, M. J., [1599](#)
LÓPEZ, PAULA, [847](#)
LÓPEZ-PÉREZ, J. A., [335](#), [549](#)
LÓPEZ DONATE, JOSÉ ANTONIO, [1455](#), [1837](#)
LÓPEZ GONZÁLEZ, P., [771](#)
LÓPEZ TOLEDANO, M. T., [233](#), [249](#), [1847](#)
LOPEZ - CEPERO JIMÉNEZ, JAVIER, [2153](#)
LÓPEZ - MARTÍNEZ, N., [303](#)
LÓPEZ - MARTINEZ, NURIA, [1531](#)
LÓPEZ - MEDINA, J., [303](#)
LÓPEZ - MEDINA, JOSÉ, [1531](#)
LOZANO, D., [1153](#)
LOZANO PÉREZ, Z., [1167](#)
LUNAN, DONALD, [1647](#)

M

MADEJON, E., [1183](#)

MANGADO URDÁNIZ, JESÚS M^a, [1541](#)
MARÍN, A., [893](#), [901](#)
MARÍN, J., [1069](#)
MARTÍN, C., [1251](#)
MARTÍN, G., [401](#)
MARTÍNEZ, A., [1083](#)
MARTÍNEZ, C., [335](#)
MARTÍNEZ, R. E., [361](#), [431](#), [443](#), [451](#), [625](#)
MARTÍNEZ ALONSO, L., [225](#), [741](#)
MARTÍN C., [1035](#)
MARTÍN DE EUGENIO, LUIS, [1481](#)
MARTÍN - CLOSAS, L., [1559](#)
MAURI, PEDRO, [717](#)
MAYO, FABIOLA, [1497](#), [1513](#), [1575](#)
MECO, RAMÓN, [1481](#), [1513](#), [1575](#)
MELERO, S., [1183](#)
MÉNDEZ, INÉS, [145](#)
MÉNDEZ RODRÍGUEZ, M. A., [233](#), [249](#), [1847](#)
MENDOZA, M. CARMEN, [315](#)
MENDOZA GONZÁLEZ, JORGE, [805](#)
MILENA ABRIL, A., [2011](#)
MIÑARRO, M., [511](#)
MOLINA, A., [1711](#)
MOLINA CASINO, M. A., [2121](#), [2211](#)
MONSERRAT, A., [1347](#)
MONTERO SOLÍS, DENNIS, [879](#)
MONTOYA, S., [431](#)
MORELL OCAÑA, M., [2011](#)
MORENO MONTES, ÓSCAR J., [1789](#)
MOTILLA, F., [635](#)
MUDARRA, INOCENCIO, [111](#), [1879](#)

N

NAVARRO, M. J., [467](#), [521](#), [1599](#)
NAVARRO MILLA, I., [1315](#)
NEIRA, X., [893](#), [901](#)
NETO, L., [477](#)
NEVES, M. A., [477](#)
NIETO REBOLLO, P., [2211](#)
NOGALES, R., [991](#), [1195](#), [1237](#)

O

OLMEDA, M., [1295](#)
OLMOS, SANTIAGO, [1305](#)
OMS, M., [1413](#)
ORBE APELLÁNIZ, M. A., [771](#)
ORTEGA, J. F., [173](#)

P

PARDO, A., [1599](#)
PARDO, G., [535](#)
PARRA LÓPEZ, CARLOS, [1861](#)
PASCUAL, HIGINIO, [717](#)
PASCUAL, J. A., [349](#)
PAYÁN, C., [2197](#)
PEASE, ARNOLD, [1647](#)
PEIRÓ ABRIL, J. L., [1611](#)
PELACHO, A. M., [1559](#)
PEÑARANDA, A., [2197](#)
PERDOMO MOLINA, ANTONIO C., [821](#)
PÉREZ, CRISTINA, [315](#)
PÉREZ ANDUEZA, G., [565](#)
PÉREZ NEIRA, D., [2087](#)
PÉREZ SARMENTERO, J., [923](#), [2211](#)
PERRET, JOHAN, [421](#)
PIEDRA BUENA, A., [335](#), [549](#), [1347](#)
PINEDO GONZÁLEZ, F., [2011](#)
POLO, A., [1237](#)
POMARES, F., [411](#), [1003](#), [1069](#), [1095](#), [1207](#), [1329](#)
PONT, J., [2063](#)
PONT ANDRÉS, JUAN, [829](#), [2033](#), [2041](#), [2053](#)
PORCUNA, JOSÉ LUIS, [53](#), [1083](#), [1251](#)
PRIMAVESI, ANA., [31](#)
PUJADE - VILLAR, J., [635](#)

Q

QUENUM, L., [1207](#), [1329](#)

R

RAIGÓN, M. D., [1441](#), [2063](#), [2227](#), [2239](#)
RAMOS, C., [411](#)
RAMOS, MARÍA, [839](#)
REYES, J. M., [583](#), [599](#), [625](#), [1225](#)
RIBES, A., [635](#)
RICARDEZ SALINAS, M., [1621](#)
RICÓ, J. A., [2239](#)
RIVERA FERRE, MARTA G., [2073](#)
RIVERO, J., [267](#)
RIVERO DE T., C., [1167](#)
ROBERTSON, L., [335](#), [549](#)
RODICIO, M. ROSARIO, [315](#)
RODRÍGUEZ, J. M., [691](#)
ROMERO, A., [1393](#)
ROMERO, E., [1237](#)
Ros, M., [349](#)
ROSAS, IRMA MANUEL, [805](#)
ROSELLÓ OLTRA, JOSEP, [391](#), [411](#), [635](#)
ROYO, C., [1711](#)
ROYO DÍAZ, J. BERNARDO, [37](#)
RUANO, F., [991](#)
RUBIO, M., [1153](#)
RUIZ, J. C., [1183](#)
RUIZ PORRAS, J. C., [1143](#)

S

SAAVEDRA, M., [1237](#)
SALVADOR, D., [1153](#)
SÁNCHEZ, J. A., [583](#), [599](#), [1225](#)
SÁNCHEZ, Y., [1281](#)
SÁNCHEZ DEL ARCO, M. J., [1423](#)
SÁNCHEZ GIMENO, BENJAMÍN, [53](#)
SÁNCHEZ MIYARES, LUIS MANUEL, [1893](#)
SANCHIS, JESÚS, [71](#)
SANOJA, M., [1125](#)
SANS, F. X., [1393](#)
SANS SERRA, F. X., [1633](#)
SANTAMARÍA LINAZA, C., [1143](#)
SANTOS, M., [361](#), [431](#), [443](#), [451](#), [583](#), [599](#),
[615](#), [625](#), [675](#), [1225](#)

SANZ, R., [1347](#)
SANZ M. J., [1035](#), [1251](#)
SARANDÓN, SANTIAGO J., [77](#)
SCHIAVINATO, RICARDO J., [1267](#)
SEGUNDO, E., [401](#)
SEGURA, J. M., [583](#), [599](#), [625](#), [1225](#)
SELFA, J., [635](#)
SILVA, D., [1251](#)
SIMÓN FERNÁNDEZ, X., [1909](#), [2087](#)
SINOBAS, J., [467](#)
SMALE, MELINDA, [805](#)
SOMBREIRO, A., [961](#)
SORIANO, JUAN JOSÉ, [847](#)
SORIANO NIEBLA, J. J., [771](#)
SUÁREZ, CAROLINA, [1305](#)
SUÁREZ CARRILLO, E., [283](#)

T

TABERNER, A., [1405](#)
TAPIA PÉREZ, G., [649](#)
TARAZONA, F., [1003](#), [1329](#)
TÉLLEZ NAVARRO, M. M., [649](#), [657](#)
TELLO, J., [325](#), [361](#), [431](#), [443](#), [451](#), [467](#),
[583](#), [599](#), [615](#), [625](#), [675](#), [1225](#)
TOKESHI, HASIME, [665](#)
TORRES, A., [1939](#)
TORRES, F., [635](#)
TRIANA MARRERO, JUAN JOSÉ, [2161](#), [2175](#)
TRIGO D., D., [923](#)

U

UREÑA, F., [1281](#), [1295](#)

V

VADELL, J., [1111](#), [1413](#)
VADILLO, JOSÉ RAMÓN, [787](#), [1497](#)
VALARINI, PEDRO J., [1267](#)
VALENCIA, J. A., [893](#)
VALENZUELA, J. L., [615](#)
VALERO, MIGUEL, [1017](#)

VAN DER BLOM, J., [649](#)

VARELA, FEDERICO, [717](#)

VARELA, L., [1765](#)

VÁZQUEZ MERÉNS, D., [2087](#)

VERA, J., [1413](#)

VERGARA, GREGORIO, [717](#)

VILASECA, J. C., [691](#)

VILLA, F., [535](#)

VILLAESCUSA, J., [443](#), [675](#)

VILLARROYA, R., [1939](#), [1955](#), [1967](#)

W

WILMOT, ALZENA, [1647](#)

WINDER, N., [225](#)

WRIGHT, JULIA, [911](#)

Y

YANES FIGUEROA, M., [657](#)

YANES LORENZO, NAYRA, [2153](#)

Z

ZANÓN, M. J., [691](#)

ZARAGOZA, C., [535](#)

ZORNOZA MARTÍNEZ, ESPERANZA, [1837](#)