

XII CONGRESO SEAE

Sociedad Española de Agricultura Ecológica/Agroecología

Las leguminosas:

clave en la gestión
de los agrosistemas
y en la alimentación
ecológica



21-23 septiembre 2016
Lugo (talleres 19, 20 y 24)

Pazo de Feiras e Congressos. Av. Deportes s/n, Lugo

Organizan :



ACTAS

Título de la publicación:

Actas del XII Congreso de SEAE: "Las leguminosas, clave para la gestión de los agrosistemas y en la alimentación ecológica". Lugo, 21-23 septiembre 2016

Edita:

Sociedad Española de Agricultura Ecológica / Sociedad Española de Agroecología (SEAE)
Camí del Port s/n. Km 1 Edif. ECA Apdo 397
46470 Catarroja (Valencia)
Tel/ Fax. 96 1267122
Página web: www.agroecologia.net. E-mail: seae@agroecologia.net

Compiladores:

H Cifre (SEAE), V González (SEAE), JL Moreno (SEAE)

Revisión:

XX Neira (SEAE) , MD Raigón (SEAE)

Maquetado:

F Maixent (SEAE)

ISBN: 978-84-944694-5-9

Imprime: IMAG - Impressions S.L. Benifaió (Valencia).



Reconocimiento – NoComercial – CompartirIgual (by-nc-sa):

No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	13
OBJETIVOS.....	13
SEMINARIO: "AGROECOLOGÍA EN EUROPA: ¿MITO O REALIDAD?	14
•AGROECOLOGÍA EN ESPAÑA: CO-EVOLUCIÓN DE CIENCIA, PRÁCTICA Y MOVIMIENTOS SOCIALES?. PRIMERA APROXIMACIÓN.....	15
<i>Domínguez-Gento A, González V, Llobera F, Neira X, Raigón MD</i>	
•AGROECOLOGÍA: MITO O REALIDAD EN EUROPA.....	30
<i>Sánchez de Prager M</i>	
•AGROECOLOGÍA EN FRANCIA: ¿INSTITUCIONALIZANDO UTOPIÁS?	31
<i>Bellon S</i>	
•AGROECOLOGÍA EN EUROPA: ¿MITO O REALIDAD?	32
<i>Torremocha E</i>	
•MADRID AGROECOLÓGICO. IMPULSO A LA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA DE UN ÁREA METROPOLITANA.....	33
<i>Del Valle J</i>	
•AGROECOLOGÍA: ¿MITO O REALIDAD? EL EJEMPLO DEL REINO UNIDO	34
<i>Burbi S</i>	
•PRODUCCIÓN AGRARIA ECOLÓGICA VERSUS AGROECOLOGÍA EN EL MEDITERRÁNEO.....	40
<i>Hoberg K</i>	
CONFERENCIAS	41
C1. LEGUMINOSAS Y AGROECOLOGÍA.....	42
•LEGUMINOSAS Y AGROECOLOGÍA.....	42
<i>Sánchez de Prager M</i>	
•LAS LEGUMINOSAS Y LA NUEVA PAC	43
<i>Cores E</i>	
C2. AGROECOLOGÍA Y PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS	44
•CONTRIBUCIONES CRUZADAS DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA A LA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA.....	44
<i>Bellon S</i>	
C3. SILVOPASTORALISMO Y AGROECOLOGÍA.....	60
•SILVOPASTORALISMO Y AGROECOLOGÍA EN GALICIA	60
<i>Rigueiro A, Mosquera MR</i>	
C4. SOBERANÍA ALIMENTARIA Y AGROECOLOGÍA.....	66
•SOBERANÍA ALIMENTARIA Y AGROECOLOGÍA.....	66
<i>Binimelis R</i>	
C5. CAMBIO CLIMÁTICO, SUELOS Y AE	67
•CAMBIO CLIMÁTICO Y AGRICULTURA ECOLÓGICA	67
<i>Alonso MJ</i>	
•EL SUELO, RECURSO CLAVE EN EUROPA: "SALVEMOS EL SUELO", UNA INICIATIVA CIUDADANA EUROPEA PARA SU PROTECCIÓN	68
<i>García C, González V, Neira XX, Pajarón M, Raigón MD</i>	

C6. LEGUMINOSAS Y CALIDAD AGROALIMENTARIA ECOLÓGICA	69
•CALIDAD AGROALIMENTARIA ECOLÓGICA	69
<i>Raigón MD</i>	
PANELES	70
P1. GANADERÍA ECOLÓGICA EN GALICIA Y ALTERNATIVAS AGROECOLÓGICAS DE FUTURO.....	71
•POTENCIALIDADES DE LOS ECOSISTEMAS RURALES Y RAZAS AUTÓCTONAS PARA LA CRÍA ECOLÓGICA EN CASTILLA LA MANCHA.....	71
<i>Cordero R, García C</i>	
•VACAS CELESTES	72
<i>Vaz JL</i>	
•LA PROBLEMÁTICA DE LA GANADERÍA ECOLÓGICA DE GALICIA	73
<i>Lamelo RJ</i>	
•GANADERÍA ECOLÓGICA EN GALICIA Y ALTERNATIVAS AGROECOLÓGICAS DE FUTURO	74
<i>Sánchez E</i>	
P2. COMERCIALIZACIÓN Y CANALES CORTOS AGROECOLÓGICOS	75
•DEL SISTEMA DE PASTOREO A LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA	75
<i>Martínez S</i>	
•AGROECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA EN ÁREAS CRÍTICAS PARA LA BIODIVERSIDAD. LA EXPERIENCIA DE RIET VELL	76
<i>Cirera JC</i>	
•COMERCIALIZACIÓN DIFERENCIADA DE LEGUMBRE ECOLÓGICA EN RED NATURA 2000.....	77
<i>De Miguel E</i>	
•COMERCIALIZACIÓN Y CANALES CORTOS EN LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA	78
<i>Sanchis J</i>	
•LA RED ECOVIDA DE AGROECOLOGÍA – UN EJEMPLO DE PROMOCIÓN DE UN DE ESPACIO RURAL JUSTO Y ARMÓNICO	79
<i>Meirelles L</i>	
P3. DESARROLLO RURAL AGROECOLÓGICO	80
•LA COMIDA: TIEMPO DE EDUCACIÓN AGROECOLÓGICA Y CONSUMO RESPONSABLE.....	80
<i>Ferreira B, Galindo P</i>	
•LA RESERVA DE BIOSFERA COMO FUENTE DE OPORTUNIDADES	81
<i>Blanco JM</i>	
•DE MADRID AL SUELO. LA EXPERIENCIA DE MADRIDAGROECOLÓGICO EN LA COPRODUCCIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESARROLLO RURAL Y SOBERANÍA ALIMENTARIA	82
<i>Del Valle J</i>	
•PRODUCCIÓN ECOLÓGICA EN LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO RURAL	83
<i>Fontvedra E</i>	
P5. CAMBIO CLIMÁTICO, BIODIVERSIDAD, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y COOPERACIÓN	84
•ABEJAS, BIODIVERSIDAD Y AGRICULTURA ECOLÓGICA.....	84
<i>Ferreirim L</i>	
•DESARROLLO RURAL Y BIODIVERSIDAD	85
<i>Perote E</i>	
•HACIA UNA DEFINICIÓN DE SEMILLA ECOLÓGICA: LAS SEMILLAS QUE QUEREMOS PARA LOS SISTEMAS ECOLÓGICOS DE PRODUCCIÓN	86
<i>Roselló i Oltra J</i>	

• INICIATIVA 4X1000 Y AGRICULTURA ECOLÓGICA	87
<i>González V</i>	
• PLAN DE ACCIÓN PARA LA VALORACIÓN Y FOMENTO DE LA DIVERSIDAD AGRARIA VALENCIANA	88
<i>Cháfer MT, Roselló J, Gomis I, Garcia A, Amoros F, Rubio A, Mallach M, Domínguez-Gento A</i>	
P6. INNOVACIÓN AGROECOLÓGICA EN AE	89
• DOS DIMENSIONES CLAVE DE INNOVACIÓN AGROECOLÓGICA: INNOVACIÓN RETROPROYECTIVA E INNOVACIÓN SOCIAL.....	89
<i>Llobera F</i>	
• LA AGRICULTURA ECOLÓGICA Y LA ASOCIACIÓN EUROPEA PARA LA INNOVACIÓN EN AGRICULTURA	90
<i>Ónega FJ</i>	
• PERSPECTIVAS DE LA INNOVACIÓN Y LA INVESTIGACIÓN EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO	91
<i>Lainez M</i>	
• INNOVACIÓN AGROECOLÓGICA EN FRUTALES	92
<i>Dapena E</i>	
COMUNICACIONES.....	93
1. POLÍTICAS, PLANES DE ACTUACIÓN, DESARROLLO RURAL Y CAMBIO CLIMÁTICO	94
• ESTUDIO DEL METABOLISMO SOCIAL DEL AGUACATE EN MICHOACÁN, MÉXICO. UNA APROXIMACIÓN AGROECOLÓGICA ENCAMINADA AL ENTENDIMIENTO Y RECUPERACIÓN DE SISTEMAS DE CULTIVO TRADICIONALES	94
<i>Zirión M, Astier M, Figueroa M, Guzmán G, Glez de Molina M</i>	
• DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO DEL PARQUE AGROECOLÓGICO SOTO DEL GRILLO. SITUACIÓN AGRONÓMICA, SOCIAL, COMERCIAL Y ECONÓMICA.....	104
<i>Lopez D, Otero L, Rada A</i>	
• DESARROLLO RURAL AGROECOLÓGICO EN BUXHEIM (BAVIERA- ALEMANIA). LA IMPORTANCIA DE LA DIVERSIDAD	118
<i>Pereira MC, Sueiro MJ</i>	
• ESCENARIO DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE LEGUMINOSAS EN ESPAÑA: DE LO INVISIBLE A LO URGENTE	124
<i>Amián I, Jaizme MC, Labrador J, Porcuna JL</i>	
• AVALIACIÓN DA PRODUCTIVIDADE DE LEGUMINOSAS DE GRAO EN GALÍCIA	125
<i>Pereira-Crespo S, Díaz-Díaz N, Díaz-Díaz D, Crecente S, Resch C, Botana A, Veiga M, Flores-Calvete G</i>	
• LA RURALIZACIÓN DE LAS CIUDADES, RETOS Y OPORTUNIDADES: EL PACTO DE MILAN	133
<i>Pereira MC, Sueiro MJ</i>	
• LEGUMBRES, CLAVE EN: GESTIÓN DE LOS AGROSISTEMAS, SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIAS Y PRODUCCIÓN-DISTRIBUCIÓN-CONSUMO DE ALIMENTOS ECOLÓGICOS.....	134
<i>Galindo P</i>	
• ESTUDIO DE LA HUELLA DE CARBONO EN EXPLOTACIONES DE OVINO DE LECHE DE CASTILLA Y LEÓN EN FUNCIÓN DE INDICADORES AMBIENTALES	146
<i>Alonso C, Álvarez S, Palacios C</i>	
• INFLUENCIA DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN EL ÉXITO DE PROGRAMAS DE COMPOSTAJE DESCENTRALIZADO PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS. ESTUDIO DE CASO EN SAKANA (NAVARRA)	152
<i>Arizmendiarieta JS, Plana R, Isoa A, Irigoyena I</i>	
CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS	163
• CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA DE FINCAS DE SECANO CON CULTIVO DE OLIVO Y ALMENDRO CON MANEJOS DIFERENCIADOS	163
<i>Landete-Tormo MB, Matas AJ, Ruíz-Sinoga JD, Quesada MA</i>	

• COMO LA DESIGUALDAD DE INGRESOS ESTÁ AFECTANDO NEGATIVAMENTE EN CRECIMIENTO DEL PIB EN LOS EEUU	164
<i>Neira-Cervera M</i>	
• SELECCIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA ECOLÓGICA VS. AGRICULTURA CONVENCIONAL	165
<i>Villar O, Carral E, Rodríguez T</i>	
• LAS LEGUMBRES: SEMILLAS NUTRITIVAS Y ECOLÓGICAS PARA EL FUTURO SOSTENIBLE	166
<i>Zornoza J, García MD, Raigón MD</i>	
2. SANIDAD VEGETAL	174
• NUEVOS INSUMOS VERDES PARA EL MANEJO ECOLÓGICO DE MALEZAS: LEGUMINOSAS ALEOPÁTICAS	174
<i>Garabatos-Capón A, Álvarez-Iglesias L, Pardo-Muras M, Puig CG, Pedrol N</i>	
• IMPACTO DE LAS DOSIS DE COBRE (CU) AUTORIZADAS EN VITICULTURA ECOLÓGICA	185
<i>Pérez P, Soto D, Paradelo M, Vázquez L, López JE</i>	
• EFECTO DE ACOLCHADOS BIODEGRADABLES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO PARA FRESCO Y EL CONTROL DE LA JUNCIA (CYPERUS ROTUNDUS L.)	193
<i>Marí A, Cirujeda A, Pardo G, Aibar J</i>	
• ASOCIACIÓN ENTRE PLAGAS: EJEMPLO DEL CULTIVO DEL CAQUI	200
<i>Vercher R, González-Cavero S, Estellés J, Mañó P</i>	
• EFECTO DE HIDROLATOS DE ROMERO Y TOMILLO SOBRE LA GERMINACIÓN Y EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE PARIETARIA JUDAICA L.	201
<i>Torres L, Díaz EA, Rigueiro A</i>	
• SEGUIMIENTO DE NIVELES DE IÓN BROMURO A ESCALA DE PARCELA EN SUELOS HORTÍCOLAS DEL CAMPO DE CARTAGENA	209
<i>Fernández P, Alcalá FJ, García JL, Taddei JL, Lacasa A</i>	
• EFECTIVIDAD DE LA GESTIÓN DE LOS CULTIVOS DE COBERTURA MEDIANTE EL "ROLLER CRIMPER" Y SU EFECTO SOBRE LA FLORA ARVENSE, LA FAUNA DEL SUELO Y LOS PULGONES EN SISTEMAS HORTÍCOLAS ECOLÓGICOS.	210
<i>Navarro D, Blanco-Moreno JM, Caballero-López B, Chamorro L, Sans FX</i>	
CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS	221
• RELACIÓN ENTRE LA PRESENCIA DE ENFERMEDADES Y LA APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS PARA SU CONTROL	221
<i>Londoño AM, Velásquez E, Lavelle P</i>	
• BÚSQUEDA DE BIOHERBICIDAS PARA LA AGRICULTURA ECOLÓGICA. LEGUMINOSAS DEL MATORRAL ATLÁNTICO	222
<i>Pardo-Muras M, Garabatos-Capón A, Souza P, Soto C, Puig CG, Pedrol N</i>	
• RESULTADOS DEL ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA MOVILIDAD Y PERSISTENCIA DE SALES DE FOSFONATOS EN CÍTRICOS ECOLÓGICOS	231
<i>Fernández P, Fenoll J, Garrido I</i>	
• ROTACIONES DE CULTIVOS HERBÁCEOS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA DE AMBIENTES SEMIÁRIDOS Y SU EFECTO SOBRE LA FLORA ARVENSE Y EL RENDIMIENTO DEL CEREAL. 23 AÑOS DE EXPERIMENTACIÓN	232
<i>Lacasta C, Meco R, Moreno MM</i>	
3. BIODIVERSIDAD, SEMILLAS, REPRODUCCIÓN VEGETAL	233
• ¿SON LAS VARIETADES TRADICIONALES DE TRIGO REALMENTE MENOS PRODUCTIVAS QUE LAS MODERNAS? DESMONSTRANDO UN MITO	233
<i>Carranza G, Guzmán GI, Aguilera E, Glez de Molina M, García-Ruiz R, Soto D, Infante-Amate J</i>	
• ADAPTACIÓN AGROCLIMÁTICA DE CULTIVARES DE MORA AL MANEJO ECOLÓGICO EN EL NORTE DE CÁCERES	240
<i>Ramos M, Izquierdo J, Cadórniga C, Sánchez A, Maya Y, Pérez JA, Tenorio JL</i>	

•DISPONIBILIDAD Y USO DE SEMILLAS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA: APORTACIONES DESDE EL SECTOR PRODUCTOR DE ANDALUCÍA	241
<i>Toro R, Aguirre I, Carrascosa M</i>	
•PRODUCCIÓN ECOLÓGICA VS PRODUCCIÓN CONVENCIONAL DE SOJA EN ÁLAVA.....	250
<i>Sanz-Sáez A, Tellechea B, Del-Canto A, Moreno A, Zabala C, Ortiz-Barredo A, Relloso JB, Lauzurica P, Ibañez P, Muñoz-Rueda A, Lacuesta M</i>	
•SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS A LA AGRICULTURA PERIURBANA Y LOS ESPACIOS VERDES	251
<i>Civeira G, Lado M, Vidal E, Paz A</i>	
•VARIETADES DE PIMIENTO ADAPTADAS A SUELOS POBRES EN FÓSFORO Y AGRICULTURA ECOLÓGICA	252
<i>Fita A, Rodríguez-Burruezo A, Raigón MD, Castell V</i>	
CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS	258
•MEJORA GENÉTICA DE LA RESISTENCIA Y REGULARIDAD PRODUCTIVA DE VARIETADES LOCALES DE MANZANO	258
<i>Dapena E, Blázquez MD, Llamero N, Meana A</i>	
•CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE 23 VARIETADES DE FRIJOL COMÚN (PHASEOLUS VULGARIS L.) EN LA ZONA DE ALICANTE, SANCTI SPÍRITUS.....	259
<i>Calero A, Pérez Y, Olivera D</i>	
•PLANTAS COMESTIBLES SILVESTRES DEL SURESTE ESPAÑOL COMO FUENTE DE DIVERSIDAD PARA LA COCINA MODERNA	267
<i>Sarabia JF, Pretel MT</i>	
•TIPIFICACIÓN DE VARIETADES LOCALES DE TOMATE DE CASTILLA-LA MANCHA CON MANEJO ECOLÓGICO	273
<i>Moreno MM, Villena J, González S, Mancebo I, Moreno MC</i>	
•LA QUINOA, UN CULTIVO DE FUTURO EN AGRICULTURA ECOLÓGICA.....	280
<i>Villena J, González S, Herencia I, Moreno MM, Meco R</i>	
4. SUELOS, FERTILIZACIÓN Y NUTRICIÓN VEGETAL	288
•OBTENCIÓN DE UN ABONO ECOLÓGICO MEDIANTE EL COMPOSTAJE DE ALGAS Y RESTOS DE PESCADO	288
<i>llera-Vives M, Seoane S, López-Mosquera ME</i>	
•LOS HONGOS MICORRÍZICOS PROTEGEN A LA VARIEDAD TRADICIONAL "MANZANA NEGRA" FRENTE AL ESTRÉS ABIÓTICO PRODUCIDO POR CARBONATOS.....	296
<i>Hernández A, Socorro AR, Jaizme-Vega MC</i>	
•EFECTO DEL SISTEMA DE CULTIVO Y GENOTIPO EN PIMIENTO SOBRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DEL SUELO ..	297
<i>Morales-Manzo II, Ribes-Moya AM, Raigón MD, Fita A, Rodríguez-Burruezo A</i>	
•CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE MACROPOROS DEL SUELO INDUCIDAS POR EL MANEJO ECOLÓGICO	302
<i>Soto D, Vázquez L, Pérez P, Paradelo M, López JE</i>	
•PRÁCTICAS REGENERATIVAS. CALIDAD DEL SUELO COMO ELEMENTO CLAVE PARA LA RENTABILIDAD DE LAS EXPLOTACIONES.....	309
<i>Imaz MJ, Arranz J, Kormenzana M, Epelde L, Enrique A, Ruiz R, Apesteguía M, Sáez JL, Mandaluniz N</i>	
•DINÁMICA DEL NITRÓGENO EN UNA ROTACIÓN CAUPI-BRÓCOLI: INFLUENCIA DE LA VARIEDAD Y DE LA PRÁCTICA DE MANEJO	313
<i>Sánchez-Navarro V, Zornoza R, Faz A, Fernández JA</i>	
•USO COMBINADO DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS Y ESTIÉRCOLES SOBRE LA MINERALIZACIÓN DEL NITRÓGENO EN SUELO	328
<i>Raigón MD, García E, Zornoza J, García MD</i>	
•INTERACCIÓN DE DIFERENTES ESCARDAS Y FERTILIZACIONES SOBRE EL CONTROL DE LA FLORA ARVENSE Y EL RENDIMIENTO DEL CEREAL. 20 AÑOS DE EXPERIMENTACIÓN	337
<i>Lacasta C, Meco R, Moreno MM</i>	
•COSTES DE LA AUTOGESTIÓN DE RESTOS DE COSECHA EN INVERNADEROS CON SUELOS ARENADOS.....	344
<i>Torres JM</i>	

•EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS CON <i>AZOTOBACTER CHROOCOCCUM</i> SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHUGAS Y ESCAROLAS EN CULTIVO ECOLÓGICO Y TRADICIONAL.....	354
<i>Amorós A, Valero M, Ato V, Almansa MS</i>	
•EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS CON <i>AZOTOBACTER CHROOCOCCUM</i> SOBRE LA GERMINACIÓN Y EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE LECHUGA Y ESCAROLA EN SEMILLERO	367
<i>Almansa MS, Valero M, Ato V, Amorós A</i>	
•EMPLEO DEL BIOFERTILIZANTE MICROORGANISMOS NATIVOS MULTIPROPÓSITOS EN EL COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO DEL FRIJOL COMÚN (<i>PHASEOLUS VULGARIS L.</i>)	379
<i>Calero A, Olivera D, Pérez Y</i>	
•LIMITACIONES PRÁCTICAS PARA LA UTILIZACIÓN DE MATERIALES DE ACOLCHADO EN CULTIVOS HORTÍCOLAS	388
<i>Cirujeda A, Marí AI, Gabriel G, Aibar J</i>	
•INTERACCIONES ENTRE MICROPARTÍCULAS Y BIOPOROS EN UN SUELO DEDICADO A HUERTA ECOLÓGICA	393
<i>Soto D, Vázquez L, Pérez P, Paradelo M, López JE</i>	
•EL USO DE ALGAS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA	400
<i>López de la Calle M, Illera M, Seoane S, López ME</i>	
•OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE MORINGA OLEIFERA MEDIANTE EL MANEJO DE MICROORGANISMOS DEL SUELO EN ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS	407
<i>Bernal AR, Arnés M, Garzón M, Méndez P, Lobo MG, Jaizme MC</i>	
•EFECTOS DE LA HORMIGA <i>ECTATOMMA RUIDUM</i> SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CAFÉ (<i>COFFEA ARABICA</i> ; VARIEDAD CATURRA)	408
<i>Rondón F</i>	
5. ELABORACIÓN Y CALIDAD AGROALIMENTARIA	409
•EFECTO DE LA CONVERSIÓN A LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA SOBRE LOS PARÁMETROS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS DE LA LECHE DE OVEJA	409
<i>Palacios C, De la Fuente LF, Abecia JA</i>	
•VARIEDADES TRADICIONALES DE TRIGO DURO: UNA GRAN OPORTUNIDAD PARA LA PASTA ECOLÓGICA ARTESANAL	416
<i>Carranza G, Guzmán GI, Glez de Molina M, Aguilera E, Torremocha E, Villa I, Herrera A, Corres A</i>	
•DESARROLLO DE GALLETAS ECOLÓGICAS NO ALERGÉNICAS	425
<i>Raigón MD, Castell V, Castell I, Ruíz ML</i>	
•CALIDAD EXTERNA, INTERNA Y NUTRICIONAL DEL HUEVO ECOLÓGICO VERSUS CONVENCIONAL DE GALLINA ISA-BROWN	435
<i>Rodriguez A, García MD, Raigón MD</i>	
•EVALUACIÓN DE COMPUESTOS AROMÁTICOS EN CERVEZAS DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA Y CONVENCIONAL	444
<i>Zambrano T, Moreno E, Rodríguez-Burruezo A, Picazos P, Raigón MD</i>	
•CARACTERÍSTICAS DEL CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS DE LA CARNE DE TERNERA SEGÚN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN (CONVENCIONAL VS ECOLÓGICO) Y EL TIPO DE ALIMENTACIÓN	453
<i>Palacios C, Revilla I, Sierra B, García I, Moraga E</i>	
•CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA CARNE DE TERNERA SEGÚN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN (CONVENCIONAL VS ECOLÓGICO), EL TIPO DE ALIMENTACIÓN Y LOS DIAS DE MADURACIÓN.....	454
<i>Palacios C, Revilla I, Sierra B, García I, Moraga E</i>	
•ESTUDIO QUIMIOMÉTRICO DE MINERALES EN SUERO EN VACUNO LECHERO EN ECOLÓGICO Y CONVENCIONAL	461
<i>Orjales I, Miranda M, Rodríguez R, López M, Rey-Crespo F, Herrero Latorre C</i>	
•EL PAN BIOLÓGICO INTEGRAL ARTESANO CON LEVADURA MADRE, CLAVE PARA LA SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIAS, LA NUTRICIÓN HUMANA Y LA SOSTENIBILIDAD DE LOS AGROSISTEMAS	469
<i>Galindo P, Medina S, Sanchez JL, Rodrigo E</i>	

CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS	482
• LA RABANIZA (DIPLLOTAXIS ERUCOIDES) COMO CULTIVO POTENCIAL: ESTUDIO DE CARACTERES NUTRACÉUTICOS	482
<i>Guijarro-Real C, Prohens J, Rodríguez-Burruezo A, Fita A</i>	
• CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA CARNE DE TERNERA SEGÚN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN (CONVENCIONAL VS ECOLÓGICO), EL TIPO DE ALIMENTACIÓN Y LOS DÍAS DE MADURACIÓN.....	488
<i>Palacios C, Revilla I, Sierra B, García I, Moraga E</i>	
6. COMERCIALIZACIÓN, CONSUMO Y DISTRIBUCIÓN AGROALIMENTARIA	494
• EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS FERIAS AGROECOLÓGICAS EN EL ECUADOR	494
<i>Satama-Bermeo M, Blanco M, Vega-Quezada C</i>	
• FUNCIONAMIENTO E EVOLUCIÓN DUNHA ASOCIACION DE CONSUMIDORAS: O BANDULLO ECOLÓXICO	506
<i>Vázquez MD</i>	
• CLÚSTERES DE LA PRODUCCIÓN AGRARIA ECOLÓGICA EN CATALUÑA.....	509
<i>Hoberg K, Martori JC</i>	
• ESTUDIO COMPARATIVO DEL SISTEMA DE CULTIVO SOBRE LA FRACCIÓN VOLÁTIL DEL PIMIENTO Y FORMAS RELACIONADAS (CAPSICUM SP.).....	510
<i>Ribes-Moya AM, Moreno-Peris E, Raigón MD, Fita A, Rodríguez-Burruezo A</i>	
• IMPLICACIONES DE LA PRESENCIA DE CLORATOS Y PERCLORATOS EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS ECOLÓGICOS	515
<i>Torres JM</i>	
• INFLUENCIA DE FACTORES EN EL CONTENIDO EN NITRATOS EN CULTIVOS DE ACELGAS Y ESPINACAS ECOLÓGICAS.....	527
<i>Raigón MD, Barbera N, Zornoza J, García MD</i>	
• DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA DE LOS SISTEMAS GANADEROS ECOLÓGICOS ANDALUCES Y DE LA COMERCIALIZACIÓN DE SUS PRODUCTOS	535
<i>Gutiérrez-Peña R, Mena Y, Horcada A, Aguirre I</i>	
CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS	536
• ACTITUD Y MOTIVACIÓN FRENTE A ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS.....	536
<i>Londoño AM, Velásquez E, Lavelle P</i>	
• SEGURIDAD ALIMENTARIA, TRAZABILIDAD DE LOS PRODUCTOS DE LA ACUICULTURA Y TICS	537
<i>Cano A</i>	
7. GANADERÍA, BIENESTAR ANIMAL, ACUICULTURA Y APICULTURA.....	540
• CREACIÓN DE ZONAS HÚMEDAS EN GRANJAS DE VACUNO LECHERO PARA TRATAMIENTO DE EFLUENTES GANADEROS	540
<i>Castro J, Valladares J, Veiga X, Piñeiro J, Romay D</i>	
• CONTRIBUCIÓN AL MANEJO ZOOTÉCNICO Y SANITARIO DE LA CRÍA ECOLÓGICA PORCINA EN CATALUÑA ..	541
<i>Argemí Armengol I, García Romero C</i>	
• AVANCES SOBRE TERAPIAS ALTERNATIVAS PARA LA GANADERÍA ECOLÓGICA EN ESPAÑA.....	548
<i>Núñez M, García C</i>	
• DIFERENCIAS CUALITATIVAS EN LOS OVOCITOS DE CORDERAS NACIDAS EN UNA EXPLOTACIÓN ECOLÓGICA FRENTE A CORDERAS CONVENCIONALES.....	566
<i>Abecia JA, María GA, Palacios C, Casao A</i>	
• SANITIZACIÓN DE ESTIÉRCOL CON HONGOS FILAMENTOSOS ANTIPARASITARIOS	571
<i>Arias MS, Miguélez S, Arroyo F, Hernández JA, Silva MI, Sanchís J, Sánchez-Andrade R, Paz A</i>	
• ¿EXISTEN DIFERENCIAS PRODUCTIVAS EN LA RAZA FRISONA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE EXPLOTACIÓN?	572
<i>Rodríguez R, Orjales I, Miranda M, López M</i>	

• APORTACIONES TÉCNICAS A LA ALIMENTACIÓN ECOLÓGICA Y MANEJO HOLÍSTICO DE LA CRÍA ECOLÓGICA BOVINA EN GALICIA	579
<i>García C, Neira XX</i>	
• LAS RAZAS AUTÓCTONAS DE GALICIA Y SU IMPORTANCIA PARA LA GANADERÍA ECOLÓGICA.....	585
<i>Sánchez E, García C, Vaz JL</i>	
• POTENCIALIDADES BIOECOLÓGICAS DE LA GALLINA PIÑEIRA EN GALICIA	586
<i>Rey E, García C, Casas E</i>	
CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS	587
• ESTUDIO COMPARATIVO DE TREMATODOS RUMINALES EN GRANJAS LECHERAS ECOLÓGICAS Y CONVENCIONALES	587
<i>Orjales I, Rodríguez R, López M, Mezo M, González M, Miranda M</i>	
• EFECTO DO PASTOREO EN PRIMAVERA DE PRADEIRAS DE TREVO EN COMPARACIÓN CO RAIGRÁS INGLÉS SOBRE A PRODUCCIÓN E COMPOSICIÓN DO LEITE DE VACÚN	592
<i>Veiga M, Resch C, Dagnac T, Fernández-Lorenzo B, Pereira-Crespo S, Valladares J, Botana A, Flores-Calvete G</i>	
• CONTROL BIOLÓGICO DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN CABALLOS AUTÓCTONOS PRG EN PASTOREO	599
<i>Pérez G, Hernández JA, Rodríguez MI, Bonilla R, Carvalho de M LM, Paz A, Sánchez-Andrade R, Arias MS</i>	
8. SISTEMAS AGROFORESTALES, APROVECHAMIENTO DE MONTES Y OTRAS PRÁCTICAS.....	605
• POTENCIALIDADES DE LOS ECOSISTEMAS RURALES Y RAZAS AUTÓCTONAS PARA LA CRÍA ECOLÓGICA EN CASTILLA LA MANCHA.....	605
<i>Cordero R, García C</i>	
• EFECTO DO TIPO DE PASTO SOBRE A PRODUCCIÓN E A COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRAXOS E ANTIOXIDANTES LIPOSOLUBLES DO LEITE DE VACAS EN PASTOREO DE PRIMAVERA	617
<i>Botana A, Resch C, Dagnac T, González I, Pereira-Crespo S, Fernández-Lorenzo B, Valladares J, Veiga M, Flores-Calvete G</i>	
• FERTILIDADE DO SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS AGROECOLÓGICOS NO CERRADO BRASILEIRO. FERTILIDAD DEL SUELO EN SISTEMAS AGROFORESTALES AGROECOLÓGICOS EN LA SABANA BRASILEÑA	626
<i>Alcântara A, Stone F, Didonet D</i>	
• LOS "PRADOS DE REGA": UN PATRIMONIO CULTURAL Y NATURAL EN PELIGRO DE DESAPARICIÓN	636
<i>Castro J, López J, Rodríguez MA, Alvarez V</i>	
• INFLUENCIA DEL RIEGO EN VIÑEDOS ECOLÓGICOS DE LA RIBEIRA SACRA.....	637
<i>Fandiño M, Rey BJ, Teijeiro MT, Cancela JJ</i>	
• EFECTO DA ESPECIE, DO PRESECADO E DO USO DE INOCULANTE SOBRE A CALIDADE NUTRICIONAL E FERMENTATIVA DE ENSILADOS DE LEGUMINOSAS ANUAIS	642
<i>Pereira-Crespo S, Valladares J, Fernández-Lorenzo B, Díaz-Díaz N, Resch C, Botana A, Veiga M, Flores-Calvete G</i>	
• EFECTO DA ALIMENTACIÓN CON ENSILADOS DE TREVO VIOLETA E RAIGRÁS INGLÉS E DA SUPLEMENTACIÓN CON ACEITES VEXETAIS SOBRE A PRODUCCIÓN E COMPOSICIÓN DO LEITE DE VACÚN	649
<i>Veiga M, Resch C, Dagnac T, Fernández-Lorenzo B, Pereira-Crespo S, Valladares J, Botana A, Flores-Calvete G</i>	
• USO SOSTENIBLE DEL AGUA A NIVEL DE CUENCA POR MODELACIÓN DE ESCENARIOS EXTREMOS PARA ESPAÑA Y MÉXICO	655
<i>Rangel R, Dafonte J, Neira XX</i>	
CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS	664
• AVALIACIÓN DA CAPACIDADE DE CONSERVACIÓN DA VEXETACIÓN FORESTAL REMANENTE PARA A FAUNA EDÁFICA	664
<i>Liñares V, Rodríguez T, Carral E, López E</i>	
• ENTOMOFAUNA AUXILIAR EN AGROECOSISTEMAS Y ECOSISTEMAS NATURALES	665
<i>Vercher R, González-Cavero S, Domínguez-Gento A</i>	
• COOPERATIVA MONTE CABALAR: ORGANIZACIÓN COOPERATIVA Y USOS GANADEROS TRADICIONALES PARA LA MEJORA DEL MONTE GALLEGO.....	667
<i>Barreiro XL, Gantes M, Cano A</i>	

•AGROECOSISTEMAS Y PRÁCTICAS CULTURALES TRADICIONALES EN LAS MONTAÑAS SEPTENTRIONALES DE GALICIA, PERSPECTIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	668
<i>Calvo MS, Díaz RA</i>	
•INFLUENCIA DE LAS PRÁCTICAS ECOLÓGICAS EN EL PERFIL LÍPIDICO DE ACEITES VEGETALES DESTINADOS A LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL	678
<i>Medeiros J, García MD, Raigón MD</i>	
•PASADO, PRESENTE Y FUTURO DEL ACEBUCHE EN LA SIERRA DE GRAZALEMA	685
<i>Sarabia JF, Rucabado T, Pretel MT</i>	
9. ASESORÍA, DIVULGACIÓN, FORMACIÓN E INVESTIGACIÓN.....	693
•HORTICULTURA ECOLÓGICA E VIVEIRO EDUCATIVO DE MUDAS NATIVAS NA ESCOLA CASTRO ALVES	693
<i>Bertazzo CJ</i>	
•HUERTOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE MÁLAGA	694
<i>Pérez-Lara J, Matas AJ, Quesada MA</i>	
•EL PAPEL CLAVE DE LOS MAYORES EN LA TRANSMISIÓN DE CONOCIMIENTOS: LA ASOCIACIÓN CIUDADES COMESTIBLES: HUERTOS ESCOLARES	710
<i>García C, Pereira MC</i>	
•LEGUMBRES, CEREALES INTEGRALES, FRUTAS Y HORTALIZAS ECOLÓGICAS EN LOS COMEDORES ESCOLARES ..	715
<i>Galindo P, Chia M, Fuentes-Guerra R, Rodríguez P</i>	
•RED DE APRENDIZAJE VERDE (GLN); RESULTADOS FINALES	725
<i>Burriel C, González V</i>	
•I PLA VALenciÀ DE LA PRODUCCIÓ ECOLÓGICA. ANÁLISIS DEL PROCESO PARTICIPATIVO Y DE LAS PRINCIPALES LÍNEAS ESTRATÉGICAS	726
<i>Cháfer MT, Roselló J, Gomis I, Garcia A, Amoros F, Rubio A, Mallach M, Domínguez-Gento A</i>	
•LA HUERTA ES UN AULA	727
<i>Colmenares R</i>	
•RECUPERACIÓN DE SEMILLAS LOCALES Y SU ENTORNO CULTURAL EN COMUNIDADES RURALES DE IBEROAMÉRICA (BIORED).....	728
<i>Del Cura F, Sarandón SJ, Bernardi J, Ortiz CE, Raigón MD, González V, Del Amo S, Sevillano B, Vidal R</i>	
•ASESORAMIENTO AGROECOLÓGICO A DISTANCIA DE SEAE	729
<i>Moreno JL, González V</i>	
•DIVULGACIÓN EN PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE SEAE: EL CASO DE LA REVISTA AE	730
<i>Maixent F, González V, Coronado E</i>	
•FORMACIÓN AGROECOLÓGICA EN SEAE, CON ÉNFASIS EN LOS EVENTOS ONLINE	731
<i>Cifre H, González V</i>	
•CAPITAL ENDÓGENO: CONSERVACIÓN DEL PAISAJE Y DESARROLLO RURAL EN GALICIA ESPAÑA.....	732
<i>Swagemakers P, Onofa A, Domínguez MD, Oostindie H, Groot J CJ</i>	
MESAS REDONDAS	740
MR1. POLÍTICAS AGROECOLÓGICAS Y AGROFORESTALES.....	741
•UN PLAN PARA LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN CASTILLA Y LEÓN.....	741
<i>Llorente J</i>	
•III PLAN ANDALUZ DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA, HORIZONTE 2020.....	742
<i>Jauregui J</i>	
•SITUACIÓN DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN LAS ILLES BALEARS.....	743
<i>Ginard M</i>	
•LA POLITICA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA DE GALICIA	744
<i>Rivas R</i>	

•AGROECOLOGÍA Y ORGANIZACIÓN DE AGRICULTORES ECOLÓGICOS EN ESPAÑA: SITUACION Y RETOS	745
<i>Ochoa J, Sanchis J, Calafat A, Rico JA, González V</i>	
•ECOCOMEDORES ESCOLARES EN CANARIAS	746
<i>Hernández M</i>	
MR2. NUEVO REGLAMENTO EUROPEO DE AE: ¿MÁS SOSTENIBILIDAD?.....	747
•UN PLAN PARA LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN CASTILLA Y LEÓN.....	747
<i>Llorente J</i>	
•OBSERVACIONES A LA PROPUESTA DE LA COMISIÓN EUROPEA DE NUEVO REGLAMENTO PARA LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA.....	748
<i>González JM</i>	
•NUEVO REGLAMENTO ¿MÁS SOSTENIBILIDAD?	749
<i>Barrera A</i>	
•NUEVO REGLAMENTO ¿MÁS SOSTENIBILIDAD?	750
<i>Escutia M</i>	
•NUEVO REGLAMENTO EUROPEO DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA ¿MÁS SOSTENIBILIDAD?	751
<i>Peiteado C</i>	
•LOS AGRICULTORES ECOLÓGICOS EUROPEOS ANTE EL NUEVO REGLAMENTO	752
<i>Calafat A</i>	
COMITÉS	753
•COMITÉ ORGANIZADOR.....	753
•COMITÉ DE HONOR	753
•COMITÉ CIENTÍFICO	753
•COMITÉ ASESOR	753
Índice autores.....	754

INTRODUCCIÓN

España es el principal país productor de alimentos ecológicos de la Unión Europea, aunque los niveles de consumo son todavía bajos. Sin embargo, los sistemas de investigación, desarrollo e innovación y su transferencia para apoyar su desarrollo no han evolucionado de la misma manera y son todavía incipientes.

Por otro lado, la Agroecología en sus tres vertientes (conocimiento transdisciplinar, movimiento y social y práctica agrícola), es la base científica para impulsar esta producción buscando soluciones a los grandes retos del sector agropecuario, integrando la experiencia y el conocimiento científicos para asegurar la perdurabilidad de los agrosistemas, en un proceso de cogeneración de conocimientos y tecnología.

Por ambas razones, SEAE ha venido organizando desde inicios de los 90, sus congresos cada dos años, que ha ido consolidando un espacio de encuentro y diálogo entre todos los actores de la cadena agroalimentaria ecológica (productores, elaboradores, consumidores, comercializadores, etc.) y los investigadores, asesores, formadores, autoridades, certificadores, para compartir las experiencias, avances y progresos técnico-científicos para solventar los problemas productivos de los operadores ecológicos, sin olvidar los aspectos ambientales, sociales y políticos del sector a nivel estatal. Este espacio se ha ampliado desde 2002 a todo el ámbito Iberoamericano.

Durante el congreso se celebra la Asamblea General ordinaria de la SEAE en la que, además de debatir sobre temas del presente y futuro de la asociación, se renuevan cargos directivos y se entregan los premios Ecolabora que este año 2016 van por su tercera edición

Para esta edición se ha elegido Lugo, capital agraria de Galicia, donde predominan los sistemas agrosilvopastoriles, que integran agricultura, ganadería y monte. El lema del evento se dedica esta vez a resaltar el papel que juegan las legumbres, tanto en los agrosistemas como en la alimentación coincidiendo con el año internacional de las leguminosas.

OBJETIVOS

- Facilitar el intercambio de resultados y avances de la investigación en agroecología y desarrollo rural.
- Compartir iniciativas, experiencias y proyectos de impulso de la formación, la innovación y la generación de conocimiento en la producción ecológica.
- Analizar los obstáculos que encuentran la agricultura ecológica en su desarrollo, para así plantear actuaciones que permitan superarlos.

SEMINARIO: "AGROECOLOGÍA EN EUROPA: ¿MITO O REALIDAD?"

AGROECOLOGÍA EN ESPAÑA: CO-EVOLUCIÓN DE CIENCIA, PRÁCTICA Y MOVIMIENTOS SOCIALES?. PRIMERA APROXIMACIÓN

Domínguez-Gento A, González V, Llobera F, Neira X, Raigón MD

Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). Cami del Port, s/n Km 1.
Edif ECA, Portón 1. Apdo 397. E-46470 Catarroja (Valencia)
seae@agroecologia.net

RESUMEN:

El término Agroecología se usó primero para definir un nuevo paradigma científico más holístico que ayudase a redefinir la producción de alimentos y la producción agraria en términos de mayor respeto con la naturaleza y como apoyo a los agricultores ecológicos en su práctica. En España, la introducción de este concepto se materializó en sus inicios en el desarrollo de metodologías de investigación, análisis y acompañamiento participativo a los agricultores ecológicos certificados, sobretudo desde una instancia académica singular. Recientemente ese concepto ha sido retomado también por técnicos e investigadores que han realizado aportaciones escritas y sobre todo, por numerosas iniciativas sociales que inciden más en apoyar modelos de producción sostenible, más que cumplir reglamentos. Igualmente el mundo académico que al inicio fue renuente a admitir la Agroecología como ciencia, ha definido áreas formativas en esta dirección. La hipótesis del trabajo es que la agroecología se ha entendido como la base científica que sostiene la práctica de la agricultura ecológica entre otras cosas, en España. Para ello, revisa y analiza la información escrita disponible sobre el término y su evolución en España con el objetivo ayudar a su desarrollo futuro, considerando esas tres dimensiones que la definen actualmente como ciencia, praxis y movimiento social para transformar la sociedad.

Palabras clave: ciencia, investigación participativa, movimiento social, producción ecológica.

INTRODUCCIÓN

Según lo indicado por Wezel y otros (2009), el término "agroecología" ha surgido al comienzo del siglo 20, y ha evolucionado significativamente tanto en la definición, como en su alcance. Esto ha sido así debido por la evolución de las dos principales disciplinas de las que toma sus raíces: agronomía y ecología, sino también de otras disciplinas como la zoología y fisiología botánica / planta, y sus aplicaciones en los temas agrícolas y medioambientales. En los últimos años la agroecología se está utilizando cada vez más en la literatura científica con un enfoque más amplio (Altieri 1994, Carrol, 1990, Ballon, 2015).

El primer manual de Agroecología que se conoció, se publicó en América Latina (Altieri, 1989), y la definió como "la base científica de la agricultura ecológica", en un intento de hacer más holístico su uso arrancando desde la fitopatología. Posteriormente, algunos autores españoles (Sevilla *et al.*, 2000) ampliaron esta definición para darle un enfoque más sociopolítico y cultural que sirviera para transformar la realidad, entendida como ciencia comprometida. Para estos autores la integridad del enfoque agroecológico necesitaba una articulación con dimensiones antropológicas y sociales más allá de las técnicas. Este grupo de autores redefinieron la Agroecología, entendiéndola en un contexto del desarrollo sostenible en los siguientes términos: "el uso de experiencias productivas de la agricultura ecológica para desarrollar propuestas de acción social colectiva para dar a conocer la lógica depredadora del modelo agroindustrial dominante para sustituirlo por otra que apunte a una agricultura más justa, económicamente viable y ecológicamente racional" (Sevilla *et al.*, 2002).

Esta definición profundizada posteriormente en el mismo sentido (Sevilla, 2004), que ilustra el origen y evolución de Agroecología en España, a partir del conocimiento multidisciplinar, para pasar a continuación a ser una práctica agronómica interdisciplinaria enfocada a agricultores y servir finalmente a un movimiento social que implica también a los consumidores y organiza sistemas de proximidad que buscan una mayor eficiencia económica, ecológica y social, poniendo en cuestión la necesidad o conveniencia de los sistemas de certificación por tercera parte.

Así, se puede afirmar que la agroecología se ha desarrollado en sucesivas fases, en principio en paralelo a la agricultura ecológica certificada, orientada por los agricultores ecológicos pioneros, y cuyo principal hito fue el reconocimiento legal en España en 1989. A partir de 2010, la agroecología evolucionó para convertirse en un fenómeno social que implicó a más disciplinas y de un modo más proactivo al movimiento ecologista y otros movimientos sociales y de consumo responsable (López, 2010).

Las primeras experiencias de transición agroecológica en España se iniciaron a mediados de los años 90 en Andalucía, tras la creación del Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC) como parte de la Escuela Superior de Ingeniería Agronómica y Forestal (ETSIAM) de la Universidad de Córdoba (UCO). Según López (2013), el equipo de investigadores del ISEC logró articular al movimiento ecologista y pacifista andaluz configurado en torno al Sindicato de Obreros del Campo (SOC), compuesto principalmente por campesinos sin tierra. Algunos autores sitúan el surgimiento de la Agroecología en Andalucía en el desarrollo de las cooperativas del SOC, al que ayudó el ISEC, donde se impulsó la comercialización de productos por canales cortos, en un intento de cerrar la brecha entre los agricultores y consumidores, especialmente a través de la creación Asociaciones o Grupos de Consumo en la mayor parte de las ciudades de Andalucía y otras ciudades españolas.

Objetivos y metodología

El objetivo principal de este trabajo es contribuir al desarrollo agroecológico futuro de la agroecología, considerando sus tres dimensiones: ciencia, praxis y movimiento social.

La hipótesis principal es que en España la Agroecología se ha entendido primero como base científica de la práctica de la agricultura ecológica y que ha sido promovida por movimientos sociales, que han coevolucionado en el tiempo.

La metodología empleada ha sido la revisión y análisis de la información escrita disponible sobre el término y su evolución.

Breves antecedentes de la Agroecología en España

Si entendemos la Agroecología en el sentido del naturalismo, la primera preocupación que en este sentido fue la de una nutrición más vegetariana del movimiento de la vida que apareció a principios del siglo XX (1925-1935) en España, justo antes de la Guerra civil. En este momento, parte del movimiento anarcosindicalista organizó sistemas comunitarios de cultivo de la tierra. Esta forma de pensar promovía la nutrición vegetariana, formas de vida saludable y comunitaria y otros comportamientos naturista (Bookchin, 2001).

Después de esta primera filosofía pre-agroecológica, algunos autores españoles expusieron la crisis de la agricultura tradicional y sugirieron la relevancia de las mejoras en esas prácticas agrícolas en algunos cultivos (Naredo y Campos, 1983), o en la preservación de algunas prácticas agroecológicas como la rotación de cultivos entre cereales y diferentes variedades de leguminosas locales. Estas mejoras aunque no tienen una raíz agroecológica propiamente dicha, suponen una alerta sobre el inicio de la industrialización de la agricultura y la degradación de los agroecosistema.

La agricultura ecológica (AE) es la primera en términos históricos, y la más concreta aplicación de la estrategia agroecológica en España. En su primera fase, más propiamente agronómica, ya creció de modo notable (Guzmán y Morales, 2000), aumentando la complejidad de los sistemas agrícolas y fortaleciendo los procesos ecológicos (ciclo de los nutrientes, el control natural de plagas), como respuesta a la agricultura convencional.

Parecía claro que los graves problemas de insostenibilidad del sistema agrícola convencional no se podían resolver sólo con un cambio tecnológico para disminuir el impacto ambiental. A pesar de que el cambio tecnológico es importante, el nuevo enfoque agroecológico hacía hincapié en que era necesario cambiar el sistema agroalimentario en su conjunto, no solo el enfoque de producción agraria.

En esta revisión se distinguen dos fases en esta progresión de la agroecología, una en sentido amplio (agroecología lato sensu) más centrada en la ciencia y la tecnología agraria de base ecológica y en la certificación, y la segunda de impulso agroecológico (stricto sensu), complemento con una visión sistémica que incluye de modo más decidido los procesos sociales y culturales.

Primeros pasos de la Agroecología en España

Algunos autores identifican el primer enfoque agroecológico (senso lato) con la primera generación de asociaciones de productores, entre las que destaca la Coordinadora de Agricultura Ecológica (CAE) surgida a finales de los años ochenta; muchos de cuyos miembros fueron cofundadores más tarde la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), en 1992, en la que se incorporaron investigadores. La SEAE reunió en una misma estructura asociativa a productores, asesores, investigadores y operadores ecológicos, con el fin de apoyar y formar a más actores implicados en los métodos de producción ecológica.

En esta fase se centró una parte de la actividad del movimiento de la agricultura ecológica hacia los aspectos más filosóficos: fundamentos, principios y objetivos de esta agricultura. Pero en esta primera fase de la SEAE se consideró estratégico incidir también en la política pública de certificación. En 1988 se inició unas negociaciones con el gobierno central para legislar la producción ecológica en España.

En este sentido agroecológico es importante tener en cuenta que frente a otras denominaciones en países del entorno, en España se propuso el término agricultura ecológica (frente a otros términos como agricultura biológica u orgánica) para incidir en un enfoque sistémico y ecológico. Por otro lado el enfoque político y crítico estaba presente cuando se consiguió la adopción de organismos de control semi-públicos, con una gestión democrática mediante una junta elegida por los operadores orgánicos.

En este sentido esta primera generación agroecológica surgió desde un enfoque asociativo y ecologista, y lo hizo en España de un modo particular si lo comparamos con otros países europeos. En Alemania comenzó como una disciplina científica; en Francia surgió muy vinculado al movimiento de agricultores campesinos (Bellon, 2013). Uno de los problemas más relevantes para desarrollar la Agroecología en España, fue el hecho de que la modernización agrícola y los bajos rendimientos agrícolas y ganaderos de muchos territorios, había erosionado ya al llegar los años 80, la mayor parte del conocimiento campesino, así como la lógica y las prácticas tradicionales de manejo de los recursos naturales (Gallar *et al.*, 2012). La agricultura campesina en España quedaba lejos de los objetivos de viabilidad económica que en otros agrosistemas europeos más húmedos y productivos, o en otros territorios europeos con menor fragmentación de la propiedad y mayores superficies todavía persistía. La marginalidad de una parte importante del tejido agrario en España jugó en contra de un asociacionismo agroecológico de productores. En esa época, buena parte de los productores ecológicos eran tildados como neo-agricultores.

Sin embargo es notable que una de las preocupaciones de estos precursores de la Agroecología en España fuera recuperar y reconocer el sentido de este saber campesino, y recopilar las prácticas y conocimientos que se estaban erosionando. Se identificó ya entonces la necesidad de que la comunidad académica y la Universidad centraran sus esfuerzos en este trabajo de memoria usando herramientas propias de las ciencias sociales para este fin.

La educación y la investigación en Agroecología

Para desarrollar esta primera fase del despliegue de la agroecología como disciplina científica, el ISEC estableció a comienzos de los años 90 una Maestría y un Doctorado en la Universidad Internacional de Andalucía (UNIA), con sede en La Rábida apoyado por becas del Sistema de Cooperación Educativa español. La mayoría de los profesores asociados provenían de Latinoamérica. También buena parte de los estudiantes provenían de este subcontinente. Los estudiantes de estos cursos y programas, hicieron varios estudios de casos en Andalucía en diferentes lugares, utilizando metodologías participativas para interactuar con los agricultores. Esta actividad ha producido una importante lista de los estudios de Agroecología, buena parte centrados en el análisis de las prácticas campesinas y en el uso de técnicas de participación.

Para dar una idea más aproximada del avance de la educación universitaria y la investigación en su contribución a la Agroecología, se han analizado los trabajos fin de estudios que contenían en su título el nombre de Agroecología en las dos Universidades pioneras en España: la Universidad de Córdoba (UCO) y la Universidad de Internacional de Andalucía (UNIA), teniendo las investigaciones finales proporcionados por los estudiantes publicadas en el sitio web. Los resultados son:

- De los 43 trabajos de doctorado aprobados en la UCO, por los estudiantes en años ocho (1997-2009), 10 tienen la palabra Agroecología en el título, pero sólo uno era sobre España (Guzmán Casado GI, 2002)
- De los 93 trabajos fin de Master presentados en siete años (1997-2004) en la UNIA, 33 tienen la palabra o radical Agroecología en su título, pero sólo dos eran casos estudiados en España (García Alfonso P, 2004; Escalona Aguilar MA 2002)
- Por otra parte, de 25 trabajos de investigación de maestría y doctorado que se presentan en el período 2005-2007, en el programa de doctorado interuniversitario (UNIA y UCO) y en la UNIA, 10 tienen la palabra agroecología, en el título y cuatro tratan de escenarios españoles Bobo, 2005, García Montes F, 2011; López D, 2012; Montero Glez E, 2009)
- Si tomamos períodos más cercanos a nuestros días (2006 y 2007), se observa que de 25 estudios fin de maestría presentado, 13 tienen la palabra Agroecología en el título y seis son estudios en casos españoles (Caravias Pérez A, 2007 ; Gallardo Araya NL, 2007; Foraster Pulido L, 2007; Ibáñez Verdú M, 2007; López Agudo B, 2007; Sanabria Caro V, 2007)

A esta lista hay que añadir los trabajos fin de máster (TFM) y de doctorado más recientes defendidos en la Universidad Pablo de Olavide (UPO), que desde 2010 forma parte del consorcio que oferta al maestría de Agroecología de Baeza (Jaén) y tiene una línea propia de Doctorado en Agroecología. Si se toman en cuenta los TFM de Agricultura, Ganadería y Silvicultura Ecológica, que lleva ya cuatro ediciones y en el que participan la UNIA, UPO y la propia SEAE, observamos un cambio de tendencia ya que la mayoría de trabajos de investigación son sobre España, realizados con un enfoque mayoritariamente agroecológico. Pero aún así, podemos concluir que al final del siglo pasado y en el comienzo del nuevo, la cantidad de TFM o doctorados de nivel universitario sobre Agroecología en España, es todavía escaso. La mayor parte de tesis sobre Agroecología en dichas universidades ha sido realizada hasta hace cinco años por estudiantes de doctorado foráneos de origen latinoamericano. A pesar de todo ello, se detecta un incremento del uso del enfoque agroecológico en estos trabajos.

En el nivel de Máster oficial en 2007 en la Universidad Miguel Hernández (UMH) en su sede de Orihuela (Alicante), puso en marcha el oficial de Agroecología, Desarrollo Rural y Agroturismo, en cooperación con miembros de SEAE. También por esa época la Universidad Internacional de Andalucía (UNIA), estableció uno de Agroecología en su sede de Baeza (Jaén). Más tarde, otros Masters relacionados con la agricultura ecológica y la Agroecología han sido apoyados por SEAE. Actualmente la UPV (2015) de Valencia también está organizando un curso de postgrado sobre Agroecología y Alimentación, donde los miembros de SEAE son profesores.

En los niveles de formación profesional en España, un plan de estudios de aprendizaje especialización agroecológica se definió por el Ministerio para la Educación en 2010 en las escuelas de formación profesional. Este plan de estudios fue adaptado en las diferentes Comunidades Autónomas. La SEAE participó activamente en influir en conferir un enfoque amplio y multidisciplinar ante las autoridades educativas y las políticas activas de empleo que comenzaron a usar la agricultura ecológica como salida profesional.

El problema más relevante en ese momento era el profesorado, pues no había personal formado para impartir estos temas, y se requería un enfoque muy agrario centrado en la profesionalización como principal vía y salida de mercado de las producciones agroecológicas. En este periodo muchos de los docentes en estos procesos de formación se capacitaron en algunos cursos que SEAE impartía sobre Agroecología como el principal referente formativo en España.

Cuadro 1. Educación Universitaria en Agroecología en España (en 2016)

Nivel	Año	Nombre	Lugar
Doctor	1995	Biodiversidad y Agroecología	UCO Córdoba
Msc	2007	Agroecología, D R y Agroturismo	UMH Orihuela
	2014	Agroecología (OP)	INEA-UVA Valladolid
	2010	Agroecología. Enfoque a la sostenibilidad rural	UCO/UNIA/UPO Baeza (Jaén)
	1999	Agricultura Ecológica (*)	UB Barcelona
OP (**)	2015	Agroecología y Alimentación	UPV Valencia
	2014	Dinamización Local Agroecológica	UAB Barcelona
	2015	Experto en Agroecología	UPNA Pamplona
Grado	2010	Ingeniería Agrícola y Áreas Rurales	INEA-UVA Valladolid
	2011	Ingeniería Agrícola y Alimentación (AE) y Agroecología (opt)	ETSEA-UdL Lleida
Asignat	2014	Agroecología (opt)	UEX Badajoz
	2016	Agroecología y Sistemas alimentarios	UVic-UCC
	2015	Agroecología hortos (opt)	USC-EPS Lugo
	2007	Agricultura Ecológica	US Sevilla

(*) No oficial (**) título postgrado propio (30 ETC)

Cuadro 2. Centros Formación Profesional en producción agroecológica

Región	Lugar/Provincia
Andalucía (3)	Sta. Maria del Águila (Almería)
	Chiclana de la Frontera (Cádiz)
	Chauchina (Granada)
Asturias	Llucos
Baleares Islas	Mao
Canarias, Islas (6)	Aruca Las Palmas (Las Palmas)
	La Oliva Las Palmas (Las Palmas)
	S Nicolas de Tolentino (Las Palmas)
	Villa de Tegui (Las Palmas)
	Guia de Isora (Sta Cruz Tenerife)
	Los Llanos de Aridane (Sta Cruz Tfe)
Cantabria	Heras
Castilla-La Mancha (3)	Aguas Nuevas (Albacete)
	Fuente-Alamo (Albacete)
	El Prat de Llobregat (Barcelona)
Cataluña (3)	Manresa (Barcelona)
	Alfarrás (Lleida)
	Reus (Tarragona)
Galicia	Ponteareas (Pontevedra)
Murcia	Jumilla
Navarra	Peralta
Valenciana C (5)	Altea (Alicante)
	Orihuela (Alicante)
	Nules (Castellón)
	Albaida (Valencia)
	Catarroja (Valencia)
Pais Vasco (2)	Arkauti /Arcaute (Araba/Alava)
	Arteaga Derio (Bizkaia)

Fuente: Mº Educacion, Cultura y Deporte. <http://todofp.es/todofp/que-como-y.../agraria/produccion-agroecologica.html>

Los retos de la comercialización y el enfoque de circuitos cortos.

Durante la primera generación agroecológica en España el tema de la comercialización seguía un enfoque convencional, sin una explicitación clara de las opciones comerciales.

Los llamados circuitos cortos de comercialización, que serán una de las señas de identidad de la nueva generación agroecológica, no se comenzaron a implantar en España de manera amplia, como objetivo de viabilidad económica (y de crítica a las estructuras convencionales de mercado), hasta finales de los años 90, aunque existieron antecedentes interesantes impulsadas por la Federación Andaluza de Consumidores de Productos Ecológicos (FACPE), o de la Federación Ecologista Pacifista de Andalucía, a inicios de los años 90. No podemos ignorar la experiencia desarrollada entre 2004 y 2008 en la Junta de Andalucía con la creación de la Dirección General de Agricultura Ecológica y la labor de dinamización agroecológica que se desarrolló en esos años y la creación y fomento de canales alternativos de comercialización (Bioferias). En ese periodo se impulsaron tres proyectos pilotos de Sistemas Participativos de Garantía (SPG), en distintos lugares, con el apoyo de IFOAM, con resultados dispares.

Aunque se haya desarrollado una enorme cantidad de actividades en torno a esta temática, destacamos aquí tres encuentros de SEAE sobre comercialización en canales cortos que ha organizado en Almería (2009), Benetusser (Valencia) (2011) y Pizarra (Málaga) en 2015, además de otros talleres sobre Sistemas Participativos de Garantía en Granada 2012 y Villena 2013.

En 2013 se incluyó el objetivo del fomento de los circuitos cortos de comercialización en el Reglamento FEADER por parte de la Comisión Europea, con lo que esta dimensión explícita de esta nueva generación de la agroecología se insertó de forma indirecta en los objetivos y el discurso de las políticas públicas de las Comunidades Autónomas. Estas mediadas o no han sido puestas en marcha o apenas han tenido resultados. A partir de 2010 se han ido incorporando a la investigación (Torremocha 2012).

Asesoramiento, difusión y publicaciones pertinentes en Agroecología en España

En este sentido, las investigaciones del equipo académico del ISEC, publicaron la mayor parte de lo estudiado sobre todo el uso de herramientas agroecológicas para analizar el tipo de sostenibilidad en el desarrollo rural en España (Guzmán *et al.*, 2000). Otras publicaciones compilan artículos sobre la gestión de los agroecosistemas mediterráneos enmarcados dentro de los fundamentos de la agroecología (Labrador y Altieri, 2001).

Algunos investigadores de SEAE también han contribuido al desarrollo de prácticas agroecológicas con un enfoque más agronómico. Este es el caso de las técnicas de biofumigación o biosolarización (Bello *et al.*, 2010). También la SEAE ha publicado al menos cuatro manuales sobre los principios de Agroecología (Glez Molina, 2011), fertilización en sistemas agroecológicos (Pomares y otros, 2009); Gestión del agua (Neira, 2014) y algunos números de la revista *Ae* se dedicaron a prácticas agroecológicas. Algunos otros títulos de Editorial Icaria, han contribuido a difundir la Agroecología. Muchos de los trabajos sobre Agroecología, fueron presentados en los Congresos bianuales de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE).

Por otra parte, la Universidad de Murcia y SEAE pusieron en marcha en 2006 la Revista Científica Agroecología, donde se publican artículos producidos en Latinoamérica y España dos veces al año. En la década de los 2010 también varios estudios han sido publicados tratando de proponer nuevos conceptos para los sistemas agroalimentarios. En este sentido algunos capítulos han sido escritos por SEAE (Holt Giménez, 2013), para contribuir a crear esta visión. En la siguiente Cuadro se enumeran las publicaciones más importantes a nivel estatal y regional.

Estas acciones se han complementado con programas de formación para asesores y operadores desde el año 2005, lo que refuerza una continua mejora de las buenas prácticas agroecológicas y tratan de incorporar la metodología horizontal "de campesino a campesino", de difusión de la Agroecología. Nuevas

medidas también se han desarrollado para la información, asesoramiento y divulgación técnica a través de diversos proyectos estatales implementados por SEAE (AEFER, Eco-Elabora, Ganaeco, etc.), o en su revista de divulgación técnica (Revista Ae) que han puesto de relieve aspectos y experiencias que conducen a un mayor control de los operadores de la cadena alimentaria en todas las etapas y en el interés de asegurar la integridad del producto ecológico, y la promoción de la transparencia. En este sentido, SEAE llevó a cabo un estudio de compilando los problemas de contaminación de maíz ecológico en España (Bello *et al.*, 2007). En otros proyectos de SEAE ha contribuido a mejorar el enfoque agroecológico (Nicholls *et al.*, 2012).

Algunos de los eventos organizados por SEAE sirvieron para intercambiar experiencias y conocimientos, en temas relacionados con la Agroecología. Ejemplos relevantes son las Jornadas Técnicas sobre semillas y biodiversidad en la producción ecológica en Sangonera la Verde de Murcia (2003) y Gijón (2011), dos congresos estatales sobre agricultura ecológica urbana periurbana en Elx (2010) y Utrera (2013). En los dos últimos años SEAE ha sido coorganizado dos simposios sobre municipalismo y agroecología en Lugo (2014) y en Ciudad Real (2015). De todos estos eventos se publicó un breve cuadernillo. Además SEAE ha organizado otras actividades de intercambio sobre la Agroecología con apoyo de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) y Redagres en Madrid (2011 y 2012).

Aparte de estas investigaciones y publicaciones mencionadas con el objetivo de acompañar los procesos agroecológicos rurales, no había servicio de asesoramiento reales y específicos en Agroecología. A comienzos de 2000 algunos proyectos promovidos por SEAE, trataron de readaptar la metodología campesino a campesino a las condiciones del agro español, retomando elementos del movimiento latinoamericano y enfoques de transferencia horizontal de conocimientos utilizados en la última etapa por los extintos Servicios de Extensión Agraria en España. Pero la realidad es que a día de hoy aunque en algunas comunidades autónomas existe nominalmente un servicio de asesoramiento institucional a la producción ecológica, como el caso de Andalucía, estos no tienen la cobertura, la dimensión o el necesario enfoque agroecológico, a excepción de Andalucía. Sin embargo, a pesar de la parálisis de las políticas públicas han surgido pequeñas iniciativas de asociaciones, cooperativas y profesionales que desarrollan, con una gran precariedad profesional, servicios de formación y asesoría, con frecuencia complementado la actividad con la producción, sin apoyo público, etc. Esta es probablemente una característica orgánica de la nueva generación agroecológica surgida tras la profunda crisis económica reciente. Estas redes bautizadas como "bioregionales" o colaborativas de productores y asesores, de consumidores e investigadores, requieren un estudio más preciso, está dando pie a un ecosistema de actores agroecológicos que impulsan una más profunda transición agroecológica.

La investigación en Agroecología: el peso de SEAE

Como se indicó anteriormente, buena parte de los resultados de las investigaciones en Agroecología y agricultura ecológica han sido presentados y difundidos en los Congresos bianuales SEAE, 11 en total desde su creación en 1992 (SEAE, 1994; 1996; 1998; 2000; 2002; 2004; 2006; 2008; 2010; 2012 y 2014). Estos eventos han servido para promover la cultura innovadora de los investigadores y operadores ecológicos, aunque los conocimientos compartidos no parecen haber repercutido en el impulso de las nuevas redes sociales agroecológicas y de pequeño emprendimiento. También se han presentado algunos pocos trabajos de investigación desde estos actores de la nueva agroecología social. en los Congresos de la Sociedad Española de Sociología. En los Congresos de SEAE en total se han encontrado 84 trabajos que incluyen la raíz de la palabra "Agroecología" en su título, de los cuales 63, corresponden a equipos de investigación españoles. Uno de los tipos más conocidos de evento son las jornadas técnicas y científicas bianuales de SEAE.

Más de 30 conferencias, simposios, seminarios a nivel internacional, nacional o regional, han sido organizadas por la SEAE, con mayor intensidad desde el año 2000, que sirvió de mejora en la profundidad de las buenas prácticas en la producción orgánica. Ambos tipos de acción son cada vez más las reflexiones, debates y estudios de interés para la sostenibilidad en la producción ecológica, expresada también por los operadores ecológicos que participan en este tipo de eventos.

Cuadro 3. Congresos de SEAE Congresos y comunicaciones en Agroecología

Año	Nº Congreso, slogan, Lugar	Nº
1994	I Prácticas Ambientales para una agricultura de Calidad, Toledo	1
1996	II Agricultura Ecológica y desarrollo rural, Pamplona	2
1998	III Alternativas para un mundo rural del tercer milenio , Valencia	4
2000	IV Armonía entre Ecología y Economía, Córdoba	2
2002	V Agricultura y ganadería ecológicas, diversificación y desarrollo solidario, Gijón (Asturias)	3
2004	VI Agroecología: La transición de los agrosistemas, Almería	6
2006	VII AE manejo sostenible del agua y calidad de los alimentos, Zaragoza	1
2008	VIII Cambio Climático, biodiversidad y desarrollo rural, Bullas (Murcia)	6
2010	IX Calidad y seguridad alimentaria, Lleida	8
2012	X Resiliencia, innovación, competitividad, eficiencia Albacete	11
2014	XI Agricultura Ecológica Familiar, Vitoria-Gasteiz	8

Fuente: SEAE

Los movimientos y experiencias agroecológicas en España

Desde el año 2000, los procesos de transición agroecológica se promovieron en el contexto de la lucha contra la especulación que amenazaba sobre todo a las áreas de los alrededores de las grandes ciudades. Ejemplos históricos en este sentido son la Huerta de Valencia, donde se desarrolló la iniciativa Per l'Horta, apoyada por el SEAE. Otra iniciativa similar se llevó a cabo por la asociación para impulsar la agricultura ecológica, en la Vega de Granada, impulsada por GRAECO.

Más tarde, algunas plataformas locales surgieron en España, tales como Delta Viu, luchar por la preservación del Delta del Llobregat en el área metropolitana de Barcelona, en la Huerta Zaragozana para proteger lo que queda de las extensas zonas de huerta tradicional que están contiguos a éstas ciudades, preservando el uso agrícola y la promoción de la agroecología en esos territorios como una manera de restaurar la vida y la capacidad de promover la riqueza social y ecológica. En Cataluña, hay que destacar el trabajo que se realiza desde 2006 por L'Espai Agroecològic Recursos (L'ERA), una asociación de profesores y estudiantes del Centro de Formación Agrícola de Manresa. Todas estas experiencias cuentan con miembros de SEAE, que acogieron a la agroecología como acciones centrales en sus agendas, dando cuenta de su potencial para promover nuevos modelos sociales.

En el marco de la Alianza por la Soberanía Alimentaria, creada en 2008 en el ámbito estatal, sobre la base de las iniciativas y organizaciones regionales, varios procesos unen la experiencia de producción y el consumo agroecológico. Hoy en día, hay muchas organizaciones y movimientos ambientales y sociales diferentes. A finales de este año la Plataforma Rural española, de la que es parte SEAE, también adoptó el enfoque agroecológico de La Vía Campesina.

Más recientemente, surgió la iniciativa de Agricultura de Responsabilidad Compartida (ARCO), apoyada por COAG, la Federación Andaluza de Cooperativas de Productores y Consumidores Ecológicos (FACPE), o la Xarxa de Consumo Solidario en Cataluña. Estos son ejemplos de cómo construir alternativas al sistema agroalimentario (Calle, 2013); Actualmente también hay otros tipos de iniciativas que están desarrollándose a través de grupos de consumo, bioferias, programas de consumo social de los productos ecológicos. Varios proyectos e iniciativas han adoptado un enfoque agroecológico para impulsar acciones integrales en agricultura ecológica (López *et al.*, 2010), y refuerzan la capacidad de las organizaciones locales de desarrollo rural sostenible, en los niveles municipal, regional y estatal. Buena parte de estas iniciativas se ubican en lo local o al nivel de comarca, cerca de las grandes ciudades, donde los grupos de agricultores (asociaciones o cooperativas) y consumidores de productos ecológicos están cerca o en contacto.

Un proceso interesante de refuerzo del enfoque agroecológico lo aporta la red de municipios agroecológicos TERRAE, que iniciada en 2010, se constituye como asociación intermunicipal de ámbito estatal en 2012 lanzando un banco de tierras agroecológicas on line, y un proceso de formación de técnicos municipales y cargos electos para diseñar e implementar políticas agroecológicas locales, la figura del Dinamizador de Iniciativas Locales Agroecológicas DILAS (Llobera y Redondo, 2014).

El enfoque agroecológico de la Red TERRAE incluye la creación de escuelas municipales de agroecológicas (Romon y Llobera, 2016) sobre todo destinadas a desempleados y colectivos en riesgo de exclusión, la generación de sistemas de tratamiento de los residuos orgánicos vinculados a la agricultura, y la creación de una marca de kilómetro cero, en la línea de slow food, construida sobre la confianza y la proximidad entre el ayuntamiento y su DILAS, un pequeño productor local y un restaurante o comercio que se compromete por escrito a comprar durante determinado periodo, cantidad y precio al producto formado o tutelado por el municipio de la red (Llobera, F y Redondo, M. 2015).

En el siguiente cuadro se resumen alguno de los proyectos que se desarrollaron entre los años 2009 y 2012 con el apoyo de recursos públicos. La mayoría de estos proyectos han desaparecido o se han redireccionado a pequeños proyectos de autoempleo su actividad al desaparecer los recursos públicos, especialmente a partir de 2013. En el transcurso de estos tres años se ha producido por la bajada de la inversión pública. una desinstitucionalización y una ecologización de la agroecología, con un aumento de las iniciativas sociales y de base, en la mayoría de los casos organizadas en plataformas sin adscripción asociativa.

Cuadro 4. Ejemplos de iniciativas/proyectos con enfoque agroecológico España

Proyectos/ promotores	Lugares	WEB
Agricultura de responsabilidad compartida ARCO	Varios. Coordinadora de Organizaciones de Agricultores (COAG). (no operativa)	www.arcocoag.org
Ecos del Tajo (no operativa)	8 Grupos Acción Locales de Extremadura, Aragón y Madrid.	www.ecosdeltajo.org
Ecologistas en Acción	Varios	www.ecologistasenaccion.org
Esporus (Cataluña).	Espai de Recursos Agroecològics Manresa (Bages)	www.associaciolera.org/
Valle Guadalhorce RdG Málaga	8 municipios de Málaga y GAL	www.valledelguadalhorce.com
Proyecto Gripiá	Asociaciones urbanas y de Montañas. Empresa social (Lleida)	www.projectegripiá.cat/
Red Terrae	Municipios y GAL en Cantabria, Extremadura, Castilla-La Mancha. Iniciada en 2010; Ahora cuenta con más de 40 municipios en 8 CCAA	www.tierrasagroecologicas.es
Sociedad Española de Agricultura Ecológica	Catarroja (Valencia), asesoría y formación de AE en colaboración con La Unió de Llauradors i Ramaders PV	www.agroecologia.net
Universidad Rural Paulo Freire	11 Grupos de Acción Local, P Rural y otros entidades locales	www.universidadruralsr.com/
Federación Agroalimentaria CCOO	Proyecto TREDAR de formación agroecológica de desempleados y creación de grupos de consumo en centros de trabajo 2012-2016	http://www.tredar.es/app/

Fuente: Propia SEAE

A partir de las elecciones autonómicas de 2015 parece que los nuevos los gobiernos regionales (C Valenciana, Baleares, etc.) y de las principales ciudades españolas (Barcelona, Madrid, Valencia o Cádiz) están más abiertos a apoyar medidas agroecológicas, pero de un modo restringido por los hábitos de ejecución de los programas de desarrollo rural y las limitaciones presupuestarias. Llama la atención que esta nueva tendencia de políticas públicas en contextos de decrecimiento del presupuesto a partir de 2015, se esté enfocando mucho en la línea de la coproducción de políticas públicas (Subirats *et al.*, 2008) entre los movimientos sociales agroecológicos locales o regionales con las administraciones locales o autonómicas.

Recientemente, se creó la Plataforma Tecnológica Agroecológica (PTA) a nivel estatal por los miembros españoles de IFOAM, para tratar de influir en las políticas de investigación en España y movilizar recursos hacia la investigación agroecológica.

SEAE y la Agroecología en España: Objetivos y acciones

Los objetivos de la SEAE son ... "unir los esfuerzos de agricultores, técnicos, científicos y otros, destinados a desarrollar sistemas sostenibles de producción agrícola basado en principios ecológicos y socioeconómicos promovidos por los movimientos de la agricultura ecológica, cuyo principal objetivo es la obtención de alimentos y materias primas de alta calidad, respetando el medio ambiente y la conservación de la fertilidad del suelo, mediante la utilización óptima de los recursos locales, la promoción de las culturas rurales", los valores éticos del desarrollo rural y calidad de vida.

Este enfoque, más allá de las técnicas agronómicas, se puede encontrar en algunos artículos en los boletines internos de SEAE (Porcuna *et al.*, 1996) y algunas de las presentaciones inspiradoras de los congresos de SEAE (Sevilla, 2004). Por otra parte, SEAE modificó sus propios estatutos en 2005, para incluir un nombre adicional Sociedad Española de Agroecología, que redefiniera y clarificase el enfoque hacia dimensiones sociales y políticos, con mayor sensibilidad hacia los objetivos sociales y sistémicos de las transiciones agroecológicas enfocados a sistemas de producción y consumo más allá de las cuestiones técnico productivas, contribuyendo de esa forma a una ampliación del concepto de la AE.

Por otro lado, si bien es cierto que la SEAE concentró sus acciones en la difusión del conocimiento de tecnologías para el cultivo de plantas y la cría de ganado en la primera etapa hasta el año 1999, no es menos cierto, que la participación en el desarrollo de los aspectos normativos del sector fue escasa, al contrario de lo que ha ocurrido a muchos miembros de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica (IFOAM). También es una realidad que cada vez que había una posibilidad, SEAE ha apoyado actividades de las entidades relacionadas con el desarrollo y fortalecimiento de nuevas formas de organización de los agricultores ecológicos pequeños y sus vínculos con grupos y cooperativas de consumo.

Muchos de los miembros de SEAE participan activamente en el desarrollo de grupos de consumidores de productos ecológicos. Estas iniciativas de grupos de consumidores crecieron en diferentes lugares, con una amplia presencia regional, y se han convertido con el tiempo los espacios abiertos importantes para conocer y reflexionar sobre temas de consumo, canales cortos de lo local a los problemas mundiales, o más específicas, tales como las semillas tradicionales o los OMG, y ahora son ejemplos interesantes de desempeño social agroecológico.

SEAE utilizó su capacidad de incidencia para influir en las autoridades y legisladores para adoptar enfoques agroecológicos favorables, la difusión de los resultados de los estudios existentes que destacan los beneficios de la AE y los impactos ambientales (biodiversidad, cambio climático y calidad del agua y del suelo) en diversos ecosistemas agrícolas.

COMENTARIOS FINALES

La Agroecología en España se planteó por algunos autores como herramienta de gestión para mantener un mundo rural vivo. Su desarrollo vino desde la consolidación de la agricultura ecológica, aunque una idea que ha sobresalido en España es que la agroecología va mas allá abarcando otros fines que integren los aspectos

socio-políticos (comercialización justa para los consumidores y productores) con los ambientales (gestión de la biodiversidad), sin descuidar los sociales.

Sin duda, la conversión a la gestión agroecológica aporta más complejidad a los agroecosistemas fortaleciendo los procesos ecológicos (reciclaje de nutrientes, control natural y / o biológico de plagas...), lo que sin duda aporta más resiliencia a los sistemas de producción. A nivel socio-político, la AE certificada de España ya se ha convertido en una alternativa real para miles de pequeños agricultores, y para una nueva generación de productores surgidos de entornos urbanos que pueden repoblar el medio rural constituyendo un nuevo perfil el neocampesinado agroecológico (Llobera, 2014).

La formación y la investigación agroecológica, aunque ha avanzado, tienen todavía muchos retos que superar. Sin embargo, hay varias experiencias de producción ecológica en España con actores locales, que muestra que la Agroecología está en condiciones de ofrecer soluciones concretas a la crisis rural. En este sentido, la agroecología, está llamada a desempeñar un papel importante en el diseño de alternativas productivas y a fortalecer los procesos de sostenibilidad en zonas rurales.

REFERENCIAS

- Altieri MA. 1985. Agroecología. Bases Científicas de la Agricultura Alternativa. Valparaíso: CETAL
- Altieri MA 1994. Biodiversity & pest management in agroecosystems. Hayworth Press, New York. 185 pp.
- Astier M, P Roge. 2012. Cambios en el clima, sistemas campesinos en México y la Red Iberoamericana de Agroecología para el desarrollo de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. En Actas X Congreso SEAE Albacete. Edita SEAE. ISBN: 978-84-940245-3-5.
- Astier M. 2006. Medición de la sustentabilidad en sistemas agroecológicos. En Actas VII Congreso SEAE, Zaragoza. Edita SEAE. ISBN: 978-84-612-5354-8.
- Bello A, Jordá C, Tello JC. 2010. Agroecología y producción ecológica. Edita CSIC, 77 pp.
- Bello A, Porcuna JL, Fabeiro C, González V. 2007. Organic Farming integrity in Maize cultivation in Spain. In: Stein AJ & Rodríguez-Cerezo E. (Eds.) Third International Conference on Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-GM based Agricultural Supply Chains Book of abstracts, European Commission Joint Research Centre. IPTS Luxembourg: Office for Official Publications EC 2007, 373-374 pp.
- Bobo Mariño S. 2004 Metodologías de investigación de procesos sociales para el estudio de las transformaciones agrarias desde la Agroecología. TFM UNIA
- Carrol CR, JH Vandermeer & PM Rosset. 1990. Agroecology. McGraw Hill Publishing Company, New York.
- Guzmán Casado GI. 2004. Estudios del proceso de transición agroecológica a nivel predial: el caso de la SCA El Romeral. TD UCO
- Bookchin Murray. 2001. Los anarquistas españoles: los años heroicos 1868-1936". Es Numa, 2001. 457pp.
- Cáceres L, L Monge, J Ramón, J Wiegel, F Guharay, E Chavarría, M L Guzmán, J Aguirre, V González, E Castellón, E Rodríguez, M Verschuur. 2000. Una caracterización de la experimentación Campesina en Nicaragua. En Actas IV Congreso SEAE Valencia
- Caeiro I, A Lillo. 2014. El papel de los Dinamizadores de Iniciativas Locales Agroecológicas: innovación profesional al servicio de los objetivos de la agroecología in Actas: II Congreso AE urbana y periurbana. Huertos urbanos, autoconsumo y participación social, Utrera (Sevilla). Edita SEAE. 978-84-942437-0-7.
- Calle A, Gallar, D. 2010. Nuevos movimientos globales y agroecología: el caso de Europa. En ISDA 2010, Montpellier, June 28-30
- Caravias Pérez A. 2007. La Agroecología como herramienta de recuperación de agroecosistemas tradicionales. El caso del Valle de Huebro (Almería). TFM UNIA
- Coiduras Sánchez P, JL Porcuna Coto, JR Díaz Álvarez. 2010. La certificación participativa vs tercera parte un análisis agroecológico. Actas IX Congreso SEAE, Lleida. Ed SEAE. ISBN: 978-84-614-3856-3.
- De la Cuadra C. 2004. Utilización de los recursos fitogenéticos en agroecología in CD Actas VI Congreso SEAE, Almería. Edita SEAE. ISBN: 84-609-2297-9. DL: M-38168-2004.
- Del Valle González J, L Redal Merino. 2014. El huerto agroecológico como herramienta educativa. La experiencia de la cooperativa Germinando, Actas II Congreso de AE urbana y periurbana. Huertos urbanos, autoconsumo y participación social, Utrera (Sevilla). Ed SEAE. 978-84-942437-0-7.

- Díaz I, B García. 2008. La Agroecología en las estrategias de conservación en espacios protegidos. En Actas VIII Congreso SEAE, Bullas (Murcia). Edita SEAE. ISBN: 978-84-612-5722-5.
- Dimuro G, M Soler, E De Manuel. 2014. La agroecología urbana en Sevilla: canales cortos de comercialización y nuevo modelo de ciudad, in Actas: II Congreso de AE urbana y periurbana. Huertos urbanos, autoconsumo y participación social, Utrera (Sevilla). Ed SEAE. 978-84-942437-0-7.
- Egea-Fdez JM, C De la Cruz, JM Egea-Sánchez. 2012. Propuesta de un centro de agroecología y desarrollo rural en el municipio de Castril (Granada). Actas X Congreso SEAE. Ed SEAE. ISBN: 978-84-940245-3-5.
- Egea Fdez JM, JM Egea Sánchez, A Esteban, R García. 2012. El banco de semillas de la red de agroecología de la región de murcia como herramienta para el desarrollo rural. En Actas X Congreso SEAE, Albacete. Edita SEAE. ISBN: 978-84-940245-3-5.
- Egea Fdez JM, JM Egea Sánchez, JM Soler. 2010. Las vías pecuarias como instrumento para el desarrollo rural agroecológico. El caso de la vía de poniente (Región de Murcia), En Actas IX Congreso SEAE, Lleida. Edita SEAE. ISBN: 978-84-614-3856-3.
- Egea Fdez JM, JM Egea Sánchez. 2010. Aproximación a la valoración de lugares de interés agroecológico. El caso del Arroyo Blanco, el valle de ricote y la huerta de Murcia in CD Actas IX Congreso SEAE, Lleida. Edita SEAE. ISBN: 978-84-614-3856-3.
- Egea Fdez JM, JM Egea Sánchez. 2010. Lugares de interés agroecológico en áreas de montaña del paisaje cultural tierra de iberos (R Murcia) in Actas IX Congreso SEAE, Lleida. Edita SEAE. ISBN: 978-84-614-3856-3.
- Egea Fdez J, JM Egea Sánchez, FJ Larrosa. 2014. La red de educadores agroecológicos de la Región de Murcia. En Actas II Congreso AE urbana y periurbana. Huertos urbanos, autoconsumo y participación social, Utrera (Sevilla). Edita SEAE. 978-84-942437-0-7.
- Egea Fernández JM, JM Egea Sánchez. 2010. Lugares de interés agroecológico en llanos interiores, Cuencas y Vegas Murcianas. En Actas IX Congreso SEAE, Lleida. Ed SEAE. ISBN: 978-84-614-3856-3.
- Egea Sánchez JM, JM. Egea Fdez, C García Rosa (2008). El Centro de Agroecología y Medio Ambiente (CEAMA): Una iniciativa para el desarrollo rural sostenible. En Actas VIII Congreso SEAE, Bullas (Murcia). Edita SEAE. ISBN: 978-84-612-5722-5.
- Escalona Aguilar MA. 2002. Iniciativas de consumo de alimentos ecológicas en Córdoba, España; opciones que favorecen una visión agroecológica del consumo. TFM UNIA
- Guzmán G, D López, L Román. 2007. Las metodologías participativas de Investigación-Acción en Agroecología: construyendo redes locales de alimentación ecológica en el Estado Español. En rev científica Ecosistemas. 2007/1
- Foraster Pulido L. 2007. Las cubiertas vegetales en el rediseño del olivar para una transición agroecológica. TFM UNIA
- Galindo P. 2008. Condiciones para un consumo responsable agroecológico. Actas VIII Congreso SEAE, Bullas (Murcia). Ed SEAE. ISBN: 978-84-612-5722-5.
- Galindo P. 2007. Formación en un consumo responsable agroecológico. Actas XIII Jornadas Técnicas SEAE "Educación Universitaria y Asesoría en Agroecología", Madrid 2007. Ed. SEAE. ISBN: 978-84-612-5355-27.
- Galindo P. 2010. Seguridad alimentaria y consumo responsable agroecológico. Condiciones de posibilidad. En Actas IX Congreso SEAE, Lleida. Edita SEAE. ISBN: 978-84-614-3856-3.
- Gallar Hernández D, Acosta Naranjo R. 2014. La resignificación campesinista de la ruralidad: La Universidad Rural Paulo Freire. Pro-peasant Resignification of Rurality: Rural University «Paulo Freire». Revista Dialoecología y Tradiciones Populares. vol. LXIX, nº 2, 285-304 pp. ISSN 0034-7981, eISSN: 1988-8457
- Gallardo Araya NL. 2007. La Agroecología desde las huertas escolares urbanas. TFM UNIA
- Garcia Alfonso P. 2003. Las medianías en la Isla de la Gomera: una aproximación desde la agroecología. TFM UNIA.
- García Montes Fernando. 2011. Una estrategia cultural de fortalecimiento de la comunidad de pastores del Oriente de Asturias desde un enfoque agroecológico. TFM UNIA
- Girona P. 1998. Valores agroecológicos de la agricultura tradicional valenciana: el arroz. En Actas III Congreso SEAE, Valencia. Edita SEAE. DL: V-2097-2000.
- Glez. Molina M, Infante Amate I. 2010. Agroecología y decrecimiento. Una Alternativa Sostenible a la configuración del actual sistema agroalimentario español. Rev Economía Crítica, nº10, 2º Sem, ISSN: 2013-5254
- Gliessman S. 2007. Agroecology: the ecology of sustainable food systems. B Ratón CRC Press.
- González de Molina M. 2012. Agroecología y políticas públicas en Europa. En revista Agroecología. UM
- González de Molina M. 2012. Agroecología, políticas agrarias y cambio climático in Cuaderno Resúmenes Seminario Internacional: Agroecología - C Climático - Cooperación, Madrid. Edita SEAE.
- González M. 2007. Agroecología y modelo educativo (presentación). En Actas XIII Jornada SEAE "Educación Universitaria y

Asesoría en Agroecología, Madrid. Edita SEAE. ISBN: 978-84-612-5355-5.

- González V. 2012. Agroecología práctica y cooperación técnica, in Resúmenes Seminario Internacional: Agroecología - Cambio Climático - Cooperación Madrid. Edita SEAE.
- Guzmán Casado GI, M González de Molina, E Sevilla Guzmán. 2000. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Ed MP- 535 pp
- Guzmán Casado GI, Morales Hernández J. 2012. Agroecología y Agricultura Ecológica. Aportes y Sinergias Para Incrementar la Sustentabilidad Agraria. En Revista Agroecología nº 6. Edita UM/SEAE
- Guzmán GI, Alonso AM. 2008a. A comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain. *Agricultural Systems* 98: 167-176.
- Guzmán Gloria I, Daniel López b , Lara Román & AM. Alonso. 2012. Participatory Action Research in Agroecology: Building Local Organic Food Networks in Spain, In *Agroecology & Sustainable Food Systems*, 37:127–146, 2013
- Holt Giménez E. 2013. Movimientos Alimentarios Unidos!: Estrategias para transformar nuestros sistemas alimentarios. Ed. Icaria. Barcelona
- Homs P, S López-Petit. 2010. Tota cuta viu y la kosturica: un caso de relación directa entre consumidores y productores agroecológicos caminando hacia la transformación social. En *Actas IX Congreso SEAE, Lleida*. Edita SEAE. ISBN: 978-84-614-3856-3.
- Labrador J, A Sicilia, A Torrejón. 2009. Agroecología, Fertilidad y Mediterraneidad. La gestión de la materia orgánica desde la perspectiva del territorio. En *XV JT SEAE: Agricultura y Ganadería Ecológica Mediterránea, Mallorca*. Edita SEAE.
- Labrador J, Altieri MA. 2001. Agroecología y desarrollo: Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agroecosistemas mediterráneos. Ed Mundi-Prensa. Univ Extremadura
- Levidow L, M Pimbert, G Vanloqueren. 2013. Prácticas agroecológicas en Europa: ¿alimentado o transformando el régimen agroalimentario predominante?. *Actas IV Congreso SEAE, Vitoria-Gasteiz*
- López D, GI Guzmán. 2012. La agroecología en el centro. Estrategias de multifuncionalidad y transversalización de lo agrario en procesos de transición agroecológica a escala de sociedad local. En *Actas X Congreso SEAE, Albacete*. Edita SEAE. ISBN: 978-84-940245-3-5.
- López D. 2013. Sembrando alternativas. Un pequeño manual práctico para la Dinamización Local Agroecológica.
- López García D, Llorente Sánchez M. 2010. La agroecología: hacia un nuevo modelo agrario. Sistema agroalimentario, producción ecológica y consumo responsable. Proyecto Ecoagriculturas de fomento de la AE. Edita Ecologistas en Acción
- López P, J. M. González, J. J. Soriano, JM Camarillo. 2008. Recursos genéticos de interés agroecológico en Andalucía in *CD Actas VIII Congreso SEAE, Bullas (Murcia)*. Edita SEAE. ISBN: 978-84-612-5722-5.
- Llobera, F y Redondo, M. 2014. Dinamización de iniciativas locales agroecológicas: el método TERRAE. Consumo Gusto TERRAE. Diseñando estrategias de transición agroecológica desde la iniciativa de las administraciones locales. 126 pp. Edita Red TERRAE. Disponible en:
 - <http://www.tierrasagroecologicas.es/web/wp-content/uploads/2014/10/Manual-Terrae-vwebdef2.pdf>
- Llobera, F, 2014. Agroecología y neorruralidad: metodologías de acompañamiento y formación. *Actas IV Congreso SEAE, Vitoria-Gasteiz*
- Llobera, F y Redondo, M, 2015. Economía circular y Agroecología: integrando alimentos km0 y gestión de los bioresiduos, 153pp. Edita Red TERRAE. Disponible en:
 - <http://www.tierrasagroecologicas.es/web/wp-content/uploads/2015/01/Manual-Economia-circular-vweb-v7.pdf>
- Martín M, MM Pérez González. 2014. Experiencia de la Red de Municipios TERRAE como estrategia piloto para un giro agroecológico en las políticas de desarrollo local y empleo in *CD Actas: II Congreso AE urbana y periurbana. Huertos urbanos, autoconsumo y participación social, Utrera (Sevilla)*. Edita SEAE. 978-84-942437-0-7.
- Meco R, Moreno MM, Lacasta C. 2010. Productividad de sistemas de secano semiárido en manejo ecológico. En *La reposición de la fertilidad en los sistemas agrarios tradicionales (Garrabou R, Glez de Molina M, eds.)*. Barcelona: Icaria, pp: 85-108.
- Molina Casino M. A. (2007. Formación universitaria en agroecología y agricultura ecológica, En *Actas de las XIII Jornada SEAE "Educación Universitaria y Asesoría en Agroecología, Madrid 2007*. Edita SEAE. ISBN: 978-84-612-5355-6.
- Montero González E. 2009. Recuperación de variedades locales de frutales y conocimiento campesino en la Sierra Norte de Madrid. Aportaciones al desarrollo rural endógeno desde la Agroecología. TFM UNIA
- Neira X, A Marín JJ Cancela, T Cuesta. 2004. Agroecología y Riego. Perspectivas para el manejo y gestión del agua. *Actas VI Congreso SEAE, Almería*. Ed SEAE. I.S.B.N.: 84-609-2297-9. DL.: M-38168-2004.
- Neira X, JA Valencia, A Marín, JJ Cancela, T Cuesta. 2004. Agroecología en la ciudad. *Actas VI Congreso SEAE, Almería*. Edita SEAE. ISBN.: 84-609-2297-9. DL: M-38168-2004.

- Neira X, V Cuadrado, R Maseda, T Cuesta. 2011. Agroecología y gobierno de la materia orgánica in Actas II Simposio de Compostaje "Salud del suelo y uso de la energía en el mundo rural" CFEA "P Murias", Villaframil-Ribadeo (Lugo). Editan varios. ISBN: 978-84-615-1698-8.
- Neira X. 2010. Estudio del uso actual de los recursos naturales e hídricos en los agrosistemas, y el potencial de incorporación de criterios agroecológicos en Galicia. Actas IX Congreso SEAE, Lleida. Edita SEAE. ISBN: 978-84-614-3856-3.
- Nicholls C, A Henao. 2012. La red iberoamericana agroecología para el desarrollo de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático (REDAGRES). CdR Seminario Int Agroecología - C Climático - Cooperación, Madrid. Edita SEAE.
- Nicholls CI, MA Altieri, LA Ríos. 2013. Agroecología y resiliencia socioecológica. Edita Redagres
- Pajarón M. 1998. Valores agroecológicos de los sistemas agrarios actuales: el olivar in Actas III Congreso SEAE, Valencia. Edita SEAE. DL: V-2097-2000.
- Poa, Pío. 2001. Capítulo IX El peso del anarquismo (y III) La Revista de Libertad Digital
- Porcuna Coto JL. 2004. Agroecología, Agricultura Ecológica y sostenibilidad: La importancia de los sistemas agrarios tradicionales. Actas "I Conf Mundial IFOAM sobre Olivar Ecológico: Producciones y Culturas" y V Jorn Int Olivar Ecológico, Génave y Pte Génave, 2002 y 2004. Ed. SEAE. ISBN: 84-609-7732-3. DL: V-5103-2004.
- Porcuna JL, J Labrador. 1996. Aproximación al concepto de plaga y enfermedad desde un punto de vista agroecológico. En Actas II Congreso SEAE, Pamplona-Iruña. Edita SEAE. DL: B-22940-1998.
- Porcuna JL, J Labrador. 1996. Aproximación al concepto de plaga y enfermedad desde un punto de vista agroecológico. En Actas II Congreso SEAE, Pamplona-Iruña. Edita SEAE. DL: B-22940-1998.
- Porcuna JL. 2010. Agroecología, Agricultura ecológica y Sostenibilidad. Un trío imprescindible para el desarrollo rural. En revista Mundo Rural de Tenerife Ed. Cabildo Tenerife. pp 4-7
- Porcuna JL. 2012. La agroecología como estrategia para la cooperación internacional. En Cuaderno Resúmenes Seminario Internacional: Agroecología - C Climático - Cooperación, Madrid. Edita SEAE.
- Quilis Siurana J. 1998. Valores agroecológicos de la huerta de Valencia: las acequias. En Actas III Congreso SEAE, Valencia. Edita SEAE. DL: V-2097-2000.
- Red Andaluza de Semillas (RAS). 2014. Herramientas para el uso e intercambio de variedades locales en huertos agroecológicos. En Actas: II Congreso de agricultura ecológica urbana y periurbana. Huertos urbanos, autoconsumo y participación social, Utrera (Sevilla). Edita SEAE. 978-84-942437-0-7.
- Rivero J, R García Trujillo. 2004. El papel de la agroecología en los procesos de desarrollo rural sustentable. Estudio de caso. El riego tradicional del municipio castril, provincia de Granada. n
- Ramon, C y Llobera, F. 2016. Cómo montar una Escuela de Agroecología. Fundamentos, casos prácticos, contenidos formativos. 380 pp. Editorial Popular. Madrid
- Rodríguez Brit W. 2003. Valores agroecológicos del cultivo del plátano en Canarias in Actas de la Conferencia internacional para la producción ecológica del plátano. VIII JT SEAE "Tradición y Futuro", Pto Naos (La Palma)
- Rubio López MA, C Martínez Escobar, I Salmerón Ortega. 2012. Reserva de biosfera "Valle del Cabriel". Impulso al sistema de producción agroecológico, in Actas X Congreso SEAE Albacete. Edita SEAE. ISBN: 978-84-940245-3-5.
- Ruiz JA, MI Gutiérrez JM Ruz, JM Flores, F Puerta, F Campano. 2002. Control de la varroa con timol. Hacia el control integral y el manejo agroecológico in Actas V Congreso SEAE- Gijón (Asturias). Edita SERIDA-SEAE. D. L.: AS-3632/02.
- Ruiz JJ, JR Díaz, G Romero, R Moral. 2008. La Agroecología en la EPSO de la Universidad Miguel Hernández Elche. En Actas VIII Congreso SEAE, Bullas (Murcia). Edita SEAE. ISBN: 978-84-612-5722-5.
- Sanabria V. 2007. La acequia: una experiencia de producción y consumo agroecológico en Córdoba. TFM UNIA.
- López Agudo B. 2007. El conocimiento tradicional asociado al cultivo de la higuera en la Sierra de la Contraviesa. TFM UNIA
- Ibáñez Verdú M. 2007. La modernización de la agricultura de Nules (Castellón). Una propuesta de investigación desde la Agroecología. TFM UNIA
- SEAE. 2004. Agroecología: Referente para la transición en sistemas agrarios in CD Actas VI Congreso SEAE, Almería. Edita SEAE.
- SEAE. 2008. La Papa: un cultivo y una cultura con valores agroecológicos in Actas Seminario Internacional sobre la Papa Ecológica, Tenerife. Edita ICIA - SEAE. 75pp.
- SEAE. 2011. Manejo agroecológico del suelo, Actas XVIII Jorn Técnicas SEAE, Granada. Edita SEAE.
- SEAE. 2012. Actas I Simposio Agroecología y gobernanza del agua, En I Simposio Agroecología y gobernanza del agua, Lugo. Edita SEAE-SOGA.
- SEAE. 2012. Agroecología y gobernanza del agua, in Actas I Simposio Agroecología y gobernanza agua, Lugo. Edita SEAE, SOGA. 233pp.

- Segura ML, JI Contreras, I García, C García, IM Bueno. 2008. Fertilización nitrogenada de judía verde bajo invernadero con criterios agroecológicos. En Actas VIII Congreso SEAE, Bullas (Murcia). Edita SEAE. ISBN: 978-84-612-5722-5.
- Sevilla E, AM Alonso. 1994. Para una teoría etnoecológica centro periferia desde la Agroecología. En Actas I Congreso SEAE, Toledo. Edita SEAE. DL: TO-1067-1995.
- Sevilla E, GI Guzmán, J Morales. 1996. La acción social colectiva en agroecología in Actas II Congreso SEAE, Pamplona-Iruña. Edita SEAE. DL: B-22940-1998.
- Sevilla E, M González de Molina, A Alonso. 2001. El desarrollo rural de la "otra modernidad": Elementos para la recampesinización de la agricultura industrializada desde la Agroecología. En Congreso Vasco Sociología, Grupo de Trabajo 14 (Sociología Rural), Bilbao, 1-3 marzo. 10pp.
- Sevilla E. 2006. Agroecología y agricultura ecológica: hacia una 're'construcción de la soberanía alimentaria. Actas IV Congreso SEAE Almería y Revista Agroecología nº 1. Edit. UM-SEAE
- Sevilla E. 2010. Las bases sociológicas del desarrollo rural sustentable. En
- Sevilla Guzmán E, Guzmán Casado GI, Morales J. 1996. Acción social colectiva en agroecología. En II Congreso SEAE Iruña-Pamplona.
- Subirats J, Knoepfel C, Varone F. 2008. Análisis y gestión de políticas públicas. Barcelona, Ariel, 285 pp
- Torremocha, E. 2012. Los sistemas participativos de Garantía. Herramientas de definición de estrategias agroecológicas. Agroecología 6: 89-96, 2012
- Torres I, Y Pouliquen, F Malvar. 1998. Valores agroecológicos de las praderas en Galicia. En Actas III Congreso SEAE, Valencia. Edita SEAE. DL: V-2097-2000.
- Torres Villagrà J, B Urbano. 2007. Planificación del curso on-line de agroecología, fundamentos de ecología, para el Campus INEA virtual. En Actas XII Jornada SEAE "FP y capacitación en Agricultura y Alimentación Ecológica, Catarroja 2007. Edita SEAE. ISBN: 978-84-612-5355-34.
- Triana Marrero JJ. 2000. El enfoque agroecológico en la normativa sobre agricultura ecológica. En Actas IV Congreso SEAE, Córdoba. Edita SEAE. ISBN: 978-84-612-5357-9.
- UM. 2006. Revista Agroecología. Edita Facultada Biología Universidad de Murcia y SEAE
- UMH. 2008. Programa Master oficial de Agroecología, desarrollo rural y agroturismo.
- UPV. 2015. Programa Postgrado "Diplomado especialista en sostenibilidad, ética ecológica y educación ambiental Título Propio (30 ECTS)" Universitat Politècnica de València.
- Vadell J, M Colombàs, A Martorell. 2009. Aspectos agroecológicos de la isla de Mallorca. En XV Jornadas Técnicas SEAE: Agricultura y Ganadería Ecológica Mediterránea, Mallorca. Edita SEAE.
- Vázquez Meréns D, D Pérez Neira, X Simón. 2004. Un enfoque agroecológico para la gestión de los ecosistemas acuáticos. Actas VI Congreso SEAE, Almería. Ed SEAE. ISBN: 84-609-2297-9. DL: M-38168-2004.
- Vela M, S Peredo, A Jiménez. 2014. Agroecología urbana en el suroeste andaluz: contribuyendo a la resiliencia socioecológica desde la hortodiversidad. Actas II Congreso de agricultura ecológica urbana y periurbana. Huertos urbanos, autoconsumo y participación social, Utrera (Sevilla). Edita SEAE. 978-84-942437-0-7.
- Wezel A, S Bellon, T Doré, C Francis C, D Vallod, C David. 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review
- Zúñiga E, J Scheffelt, G Pizarro. 2002. Estudio comparativo entre un manejo agroecológico de plagas Coccidae y Ortezidae y uno unilateral, químico, en naranjos y olivos. En Actas V Congreso SEAE, Gijón (Asturias). Ed. Serida-SEAE. DL AS-3632/02.

AGROECOLOGÍA: MITO O REALIDAD EN EUROPA

Sánchez de Prager M

Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) - Colombia
msanchezpr@unal.edu.co

RESUMEN:

Las acepciones de las palabras mito y realidad, aparentemente provienen de dos vertientes distintas, sin embargo cotidianamente ocurren acercamientos mediados por la cultura, el poder económico, político y social con su inmensa influencia sobre el colectivo humano. La Agroecología desde la perspectiva de ciencia para acercarse a una de las realidades de producción de alimentos, tiene como objeto de estudio los sistemas de producción agraria sostenible, cuyas bases descansan en la utilización del sol como fuente energética, biodiversidad, ciclaje, optimización, sinergias, complementariedades, relaciones e interdependencias, el bienestar planetario, entre otros. A ella se opone la revolución verde con la amenaza del bienestar humano golpeado por el hambre, considerada dentro del mito de déficit de alimentos y la necesidad de tecnologías - con dueños incorporados - que van a superarla, aun cuando se arrase con el bienestar planetario. Sin embargo, la realidad sistematizada en cifras, apunta a que el problema estriba principalmente en la distribución de los alimentos. La realidad de la historia del planeta demostrada con instrumentos científicos, la cual se remonta a cuatro mil quinientos millones de años, coincide con las bases epistemológicas y prácticas de la agroecología y se contrapone a la revolución verde. Sin embargo, a los instrumentos de poder político y económico que cada vez se sofistican y dominan el mundo en una arrasante globalización y uniformización del colectivo, sólo se les ha opuesto la resistencia de los campesinos, agricultores, indígenas, en un consciente e inconsciente rescate de la seguridad alimentaria desde lo local y regional. Es la dimensión política de la Agroecología. Estas resistencias se repiten en el mundo, en América, África, Asia, Europa y Latinoamérica, donde sus mayores representantes son las comunidades campesinas, los indígenas, afrodescendientes, quienes en una lucha desigual enfrentan los mitos de la biotecnología llamada de "punta" con la biotecnología presente y aprendida en el largo proceso de la vida y del equilibrio fluyente: la dimensión tecnológica de esta ciencia. La respuesta de si la Agroecología es o será mito o realidad en nuestros entornos sólo puede ser resuelta por las historias de vida de las comunidades que resisten.

Palabras clave: bases meteorológicas, biotecnología, ciencia, realidad sistematizada, tecnología.

AGROECOLOGÍA EN FRANCIA: ¿INSTITUCIONALIZANDO UTOPIÁS?

Bellon S

Agroecology in Europe
Instituto Nacional de Investigación Agronómica (INRA)
Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), Unidad ECODESARROLLO
Domaine. Saint-Paul. Site Agroparc, F- 84914 Avignon
bellon@avignon.inra.fr

La agroecología se manifiesta como la interacción entre cuatro campos: movimientos sociales, ciencias, prácticas agrícolas y políticas públicas. Considerando que estamos en un momento clave de la institucionalización de la agroecología, proponemos explorar los hitos a lo largo de su desarrollo y especificar las distintas concepciones a las que ha dado lugar. El objetivo de esta contribución es el de clarificar el sentido y la importancia de la agroecología para diferentes actores de la agricultura.

La agroecología permaneció relativamente marginada en Francia hasta fines del 2000. Los movimientos sociales fueron pioneros, y ampliaron el círculo, en particular, en ocasión de un coloquio internacional organizado en Albi (Francia) en 2008. La polisemia y el boom del uso del término agroecología han sido constatadas tanto en el ámbito científico como en el espacio público a partir de 2010. Agroecología también influyó en las diversas formas de la agricultura, incluyendo la ecológica. Se integró en una política pública (proyecto "Produzcamos de otro modo" en 2012 y « ley para el futuro » del 13/10/2014), que ha dado lugar a la identificación de iniciativas colectivas relacionadas con la agroecología y a la creación de 250 « grupos de interés económico y ambiental ». Este último término da fe de una orientación para dirigir las prácticas y desempeño esperado (los pilares de la sostenibilidad), o para integrar los principios de la agroecología en señales oficiales de origen y calidad (Inao). También este marco referencial aparece en un momento de crisis de la agricultura, y puede ser difícil volver a encantar la. Aparece una especificidad francesa, y está siendo evaluada en diferentes niveles, para hacer frente a los desafíos que están surgiendo en el futuro de esta reforma.

Palabras clave: ciencias, movimientos sociales, prácticas agrícolas y políticas públicas.

AGROECOLOGÍA EN EUROPA: ¿MITO O REALIDAD?

Torremocha E

Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica (IFOAM)
IFOAM - Organics International Charles-de-Gaulle-Str.
5D-53113 Bonn
headoffice@ifoam.bio

RESUMEN:

Generada y consolidada en el nuevo paradigma científico de la complejidad, la agroecología afronta ahora el reto de su consolidación en un marco cambiante donde las "verdades" deben ser contextualizadas.

Por lo tanto a la pregunta ¿Mito o realidad? Solo se puede contestar con un "según quien, donde y cuando". Para un ciudadano europeo la agroecología es la realidad del momento: política, académica y cada vez más social. Si bien para quiénes (personas, instituciones y movimientos) estaban en la agroecología antes de su boom europeo, en muchos casos, la agroecología ha perdido parte de su esencia con su estallido político en el viejo continente.

En definitiva, como mito y realidad, la agroecología se enfrenta a la gestión de la complejidad en la que se sustenta. Y su reto es, siendo fiel a sus principios, integrar y gestionar la diversidad cultural y geopolítica, pero también de escalas y contextos, en la que se desenvuelve. Todo manteniendo su identidad y esencia

Palabras clave: agroecología, complejidad, contextualización, identidad.

MADRID AGROECOLÓGICO. IMPULSO A LA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA DE UN ÁREA METROPOLITANA

Del Valle J

Madrid Agroecológico
madridagroecologico@gmail.com; www.madridagroecologico.org

RESUMEN:

La Plataforma Madrid Agroecológico surge en enero de 2015 como un espacio de encuentro y articulación entre distintos colectivos y actores que buscamos dar un salto cualitativo, interpelando a las instituciones con propuestas de nuevas políticas públicas pensadas desde la agroecología y la soberanía alimentaria, con las que reconsiderar el sistema alimentario con criterios de justicia social y respeto a los límites biofísicos de los ecosistemas.

En estos 18 meses se ha generado un interesante espacio de coordinación y apoyo entre proyectos emergentes, consumidores y activistas. Uno de los primeros frutos de esta interacción ha sido los mercadillos agroecológicos, organizados con apoyo de las instituciones y que despiertan interés entre un número creciente de productoxs y consumidorxs. Otros proyectos como la recuperación de bio-residuos para su compostaje en huertas periurbanas o la implantación de criterios agroecológicos en los comedores escolares de escuelas infantiles de gestión pública, muestran caminos con los que apoyar y facilitar la transición agroecológica.

En el proceso hemos constatado la confusión terminológica (ecología y agroecología) existente en todos los niveles (también en la administración en áreas de desarrollo rural) y ligado a ello, la necesidad de desarrollar vías como la certificación social participativa con criterios que van más allá de lo ambiental, ofreciendo alternativas no elitistas de autonomía alimentaria en un contexto social crecientemente precarizado.

Palabras clave: autonomía, mercados campesinos, redes alimentarias alternativas, transición agroecológica.

AGROECOLOGÍA: ¿MITO O REALIDAD? EL EJEMPLO DEL REINO UNIDO

Burbi S

Centre for Agroecology, Water and Resilience (CAWR), Coventry University
Ryton Organic Gardens, Wolston Lane, Ryton-on-Dunsmore, CV8 3LG, United Kingdom

RESUMEN:

Agroecología. Agricultura Ecológica. ¿Qué significan en el Reino Unido? En los últimos años en el Reino Unido se ha observado un aumento del uso de esta terminología, inicialmente por parte de ONGs y grupos como la Landworkers' Alliance (red La Via Campesina), Oxford Real Farming Conference; pero también por parte de instituciones académicas y de investigación en el sector agropecuario y rural (Centre for Agroecology, Water and Resilience de la Universidad de Coventry, British Ecological Society subgrupo Agroecology, Organic Research Centre), y por parte del gobierno mismo (All-Party Parliamentary Group on Agroecology). No obstante, el aparentemente creciente interés en el estudio y la aplicación de los principios agroecológicos, quedan zonas grises de controversias. Un número creciente de productores tiene acceso a información sobre la agroecología, con jornadas abiertas productores-investigadores-políticos-extensionistas, o por tramite de asociaciones de productores con sistemas específicamente relacionados con la agroecología (Regenerative Agriculture UK, Permaculture Association UK). Todavía, ¿de qué tipo de información se trata? Hasta recién, la agroecología en el Reino Unido ha sido enfrentada primariamente desde la perspectiva de las ciencias naturales, creando controversias relacionadas con el impulso que reciben otros paradigmas (por ej. intensificación sostenible) y el debate histórico con la agricultura biológica. Tal situación sigue fomentando tensiones, sobre todo desde que las perspectivas social y política del movimiento agroecológico van ganando importancia con el objetivo de incluir todos los pilares de la agroecología y promover la soberanía alimentaria.

Palabras clave: agroecología, controversia, información, movimiento social, sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha observado en el Reino Unido un aumento de la utilización de la palabra agroecología en varios ámbitos. Originariamente, ONG y asociaciones como la Landworkers' Alliance (LWA, 2016), la cual forma parte de la red internacional La Via Campesina (2016) han adoptado la terminología en cuanto sostenedores de los principios y conceptos que caracterizan la agroecología en cuanto movimiento social que fomenta la soberanía alimentaria y "marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de manera más amplia" (Altieri & Nicholls, 2005). Aunque parezca lógico que el concepto agroecológico atraiga e interese a asociaciones arraigadas en la sociedad civil, otros sectores de la sociedad han demostrado interés en la agroecología. En enero de este año, la agroecología y su aplicación práctica han sido unos de los temas principales de Oxford Real Farming Conference (ORFC, 2016). Institutos de investigación a nivel universitario como el Centre for Agroecology, Water and Resilience de la Universidad de Coventry (CAWR, 2016), y otros como el Organic Research Centre (ORC, 2016), enfocan sus actividades en varios aspectos de la agroecología, aunque con trayectorias distintas. La British Ecological Society formó un grupo de trabajo con enfoque específico en la 'ecología de la agricultura' (agricultura ecology), investigando en tema de conservación, gestión de las malezas, producción de pasto, sistemas agroforestales (BES, 2016). A nivel gubernamental, el interés en la agroecología ha crecido a tal punto que el Gobierno ha instituido una mesa redonda enfocada en el específico en la agroecología, el All-Party Parliamentary Group on Agroecology (UK Parliament APPG, 2016).

Sin embargo, el significado de la palabra 'agroecología' todavía no queda claro. ¿Qué significa realmente agroecología? Aunque distintos grupos, académicos, gubernamentales y de la sociedad civil, utilicen cada día más a menudo 'agroecología' en sus actividades y publicaciones, el significado para cada uno de estos actores no parece ser lo mismo, sobre todo en relación con sus propias trayectorias, las cuales a veces pueden ser muy distintas. Este artículo intenta enseñar algunos ejemplos de la manera con la cual va creciendo el uso

de terminología relacionada con la agroecología en el reino Unido y de los distintos significados que la misma terminología tiene para los distintos actores.

ACCESO A LA INFORMACIÓN

Es importante considerar como la información, sobre todo con respeto a la innovación, se crea, circula y se difunde entre productores del sector agropecuario. Frecuentemente, el intercambio de información entre productores ocurre inicialmente y primariamente a nivel de la familia o de personas cercanas al productor mismo (Ingram *et al.*, 2010). Además de promocionar un sistema de soporte al productor, este mecanismo fomenta la creación de redes de intercambio de información entre productores (Klerkx & Proctor, 2013; McKenzie, 2011). Entonces, la interacción entre productores e investigadores, extensionistas y otros profesionales del sector forma parte de uno de los factores principales de éxito en la adopción de la innovación y de intercambio de conocimiento (Burbi *et al.*, 2016). Una influencia adicional en la manera de acceder a la información es representada por los medios de comunicación internet y social media (Burbi and Hartless Rose, 2016). En general, los productores aprecian el contacto directo con extensionistas u otros profesionales del sector (Rydberg *et al.*, 2008). No obstante, las distancias y barreras económicas al intercambio de conocimiento e interacción han estado impulsando los productores a buscar maneras alternativas de obtener la información sobre sus temas de interés. Sobre todo, las oportunidades de intercambio de conocimientos resultan influir de manera muy positiva sobre la adopción de prácticas innovadoras, como puede ser en el caso de las prácticas agroecológicas, y más en general, el respeto de las buenas prácticas de manejo (Islam *et al.*, 2013; Kings and Ilbery, 2010; Röckmann *et al.*, 2012).

En esta misma óptica, la organización de jornadas abiertas que reúnan no solamente los productores, extensionistas e investigadores, pero funcionarios del gobierno también, ha tenido mucho éxito en los últimos años. Iniciativas de este tipo suelen ser organizadas en un ambiente informal y relajado, fomentando el intercambio de conocimientos e ideas para la investigación con varios niveles de participación de los productores en el sector agropecuario (Daylesford Foundation, 2016). Los 'Field Labs' (laboratorios de campo) de la Soil Association es una iniciativa abierta a todos los productores, convencionales o ecológicos, que originó de la necesidad de promover la interacción y la colaboración entre productores e investigadores para fomentar la innovación y el intercambio de conocimientos (Soil Association, 2016). Los productores tienen así la oportunidad de discutir con los investigadores sobre los asuntos que más los afectan. Al mismo tiempo ellos pueden informarse y experimentar con nuevas tecnologías o prácticas que promueven la sostenibilidad medio-ambiental.

Por lo que atañe de los aspectos técnicos y prácticos de la producción agropecuaria, existen cursos a nivel universitario que adjuntan conceptos de ecología aplicada al sector agropecuario, utilizando la terminología de 'agroecología' (HAU, 2016). Institutos de investigación con varias sedes en el territorio nacional, como por ejemplo el Rothamsted Research Institute crearon un departamento que investiga específicamente en asuntos relacionados con la agroecología: ecología del suelo, insectos, maleas, utilización de biomasas para la producción de energía (Rothamsted Reseach, 2016). No obstante, estas iniciativas solamente consideran los aspectos meramente productivos de la agroecología: productividad, tecnología, ciencias agropecuarias, ingeniería agronómica; relacionándoles con conceptos de ecología, pero sin considerar los aspectos sociológicos que están a la base de la agroecología.

De momento, en el Reino Unido, los aspectos de desarrollo agroecológico y cooperación social son abordados por otros actores, los cuales tienen pocos enlaces con los canales más oficiales y gubernamentales de la investigación en el sector agropecuario. Organizaciones como Regenerative Agriculture UK (RegenAg UK, 2016) y Permaculture Association UK (PAUK, 2016) grupean productores que aplican varios sistemas de producción de hortalizas, frutas, cultivos y ganado (e.g. convencional, biológico / ecológico, agroforestería, silvopastoril, pastoril). Los productores tienen en común la característica de producir aplicando principios agroecológicos, solitamente en pequeña y mediana escala a nivel nacional, y el interés en mejorar sus prácticas para promover los conceptos de sustentabilidad socio-económico-ambiental de la agroecología. Eventos como la Oxford Real Farming Conference (ORFC) nació de la necesidad de contrastar eventos creados para el sector convencional (la Oxford Farming Conference: OFC, 2016) y crear oportunidades para el intercambio de experiencias. La

Oxford Real Farming Conference sigue ganando éxito y atraen cada año más público, no solamente entre productores del sector, sino miembros de la sociedad civil y personas interesadas en la producción de alimentos sostenible (ORFC, 2016). En el campo de la agroecología, la integración y la co-creación de los conocimientos es un pilar muy importante del desarrollo y de la difusión de la agroecología para que no quede solamente un mito, sino que sea una realidad para todos (Toledo, 2016).

En el Reino Unido, realidades como las CSAs ('Community Supported Agricultura: agricultura sostenida por la comunidad) representan un ejemplo de cómo miembros de la sociedad civil pueden involucrarse en la producción sostenible de alimentos, aprender técnicas y conceptos no solamente de producción agropecuaria, sino también de sostenibilidad socio-económica, sobre todo en los últimos años, en los cuales la crisis económica mundial ha afectado de varia forma poblaciones de distintos países. El Reino Unido, como otros países europeos, es uno de los países donde este tipo de intercambio e interacción social sigue ganado relevancia (Volz *et al.*, 2016).

A nivel académico, instituciones como el Centre for Agroecology, Water and Resilience de la Coventry University (CAWR, 2016) representan el único centro de investigación a nivel universitario que incluye e integra todos los pilares de la agroecología, desde la producción agropecuaria y gestión de los ecosistemas y de los recursos hídricos y del suelo, hasta la organización social y la soberanía alimentaria en lo urbano tanto cuanto en lo rural a nivel nacional y global. No obstante, la difusión de la agroecología encuentra todavía unos retos relacionados principalmente con estructuras socio-políticas que poco facilitan el cambio de trayectoria en el desarrollo del sector agropecuario.

RETOS, CONTROVERSIAS Y TENSIONES

El primer reto que la agroecología enfrenta en establecerse como realidad no solamente en unos sectores de la sociedad civil, es el debate histórico entre la agroecología y la agricultura biológica, o ecológica en español; en inglés la terminología utilizada es 'organic agriculture'. Basada primariamente en las ciencias naturales, la agricultura biológica es caracterizada por prácticas que respetan principios como la optimización del uso de los recursos naturales, sin insumos químicos sintéticos u OGMs. Mientras los principios que regulan la producción de tipo ecológico o biológico y la producción de tipo agroecológico se parecen, la agricultura ecológica todavía no logra incluir aspectos relacionados con la organización social de las comunidades, en condiciones urbanas y rurales, y el cambio económico-político del sistema de producción de alimentos que promueve la soberanía alimentaria. En este sentido, la visión productivista se enfrenta con una visión más holística, creando un reto en la mutua comprensión de la necesidad de mejorar o aportar cambios a los sistemas productivos tal como son ahora (Levidow, 2015; Levidow *et al.*, 2014).

En los últimos años se ha visto en Reino Unido un impulso creciente por parte del gobierno a la industrialización del sector agropecuario. El gobierno ha demostrado su soporte a partneriados con la industria en la UK Agri-Tech Strategy, una estrategia a largo plazo para la aplicación de conocimientos científicos en el sector de la producción de alimentos, "para el beneficio de la sociedad y de la economía nacional y extranjera" (DEFRA, 2013). El plan fue lanzado en julio de 2013 con fondos disponibles de £160 millones. Tal inversión demuestra el interés del gobierno en enfrentar asuntos del sector y fomentar un tipo investigación que promueva el uso de tecnología cada día más especializada. La agroecología, en cambio, promueve la autonomía de los productores de la dependencia de insumos y tecnologías. Sin embargo, la palabra 'agroecología' aparece más a menudo en textos y reportes a nivel nacional, con el riesgo de crear controversias cuando la agroecología viene cooptada para justificar la intensificación sostenible del sector (Lampkin *et al.*, 2015).

Existe todavía una confusión etimológica y de definición de 'agroecología'. De momento se encuentran varias terminologías (e.g. agroecology, agro-ecology, agricolgy) que parecen indicar los mismos conceptos, pero se podría pensar que en realidad son utilizadas para aprovechar del interés creciente en la agroecología, no solamente en el Reino Unido, sin necesariamente resultar en la adopción de todos los principios de la agroecología, sino seguir apoyando a una visión productivista.

Unos de los ejemplos más recién de las controversias que pueden surgir en el debate sobre la agroecología son la iniciativa de los Field Labs y Innovative Farmers de la Soil Association, y la iniciativa Agricology.

El primer ejemplo muestra la competición que surge en el sector de las colaboraciones con productores. El Centre for Agroecology, Water and Resilience (CAWR, 2016) había sido invitado a participar en la iniciativa organizando eventos tipo "farmers field schools", donde los productores podían intercambiar conocimientos teórico-prácticos entre científicos, investigadores y otros productores. Sin embargo, unos de los requisitos eran no mencionar la palabra 'agroecología' de ninguna forma y no organizar ninguna actividad que pudiera ser en contra de los principios de la agricultura biológica (Soil Association, 2016). Tal actitud creó tensiones en cuanto el entendimiento de lo que significa 'agroecología' resultó ser distinto.

Similarmente, la iniciativa Agricology (Daylesford Foundation, 2016) fue creada para atraer productores tanto convencionales como biológicos. Esto resultó en que, aunque la información promocionada a los productores originara de principios agroecológicos, los organizadores tomaron la decisión de no utilizar la palabra 'agroecología', creando otra palabra (agricology) para evitar de alejar a los productores más conservadores, sobre todo en el sector de la producción convencional.

En los últimos años, la falta crónica de fondos para la investigación, sobre todo de tipo participativo, ha probablemente influido en la manera en la cual estos tipos de iniciativas tratan de atraer productores y público, creando tensiones y a veces alejando los distintos actores involucrados en el sector, en vez que fomentar la colaboración.

Finalmente, adoptar los principios de la agroecología no significa solamente producir alimentos de manera sostenible (Altieri & Nicholls, 2005). La agroecología es un movimiento social y político también, donde no solamente se comparten los recursos y se intercambian experiencias (Anderson *et al.*, 2015). Los principios agroecológicos promueven la soberanía alimentaria a todos los niveles de la sociedad (Anderson, 2015) y se enfocan en asuntos relacionados con el acceso a la tierra y la recampesinización (Rosset & Martínez Torres, 2016). En el Reino Unido las nuevas generaciones enfrentan dificultades para acceder a la tierra por razones primariamente económicas, y se han visto crecer iniciativas como las CSAs para permitir a la gente de compartir recursos, labor y producción (Volz *et al.*, 2016). El acceso, intercambio y coproducción de conocimiento quedan factores basilares de la promoción de los principios de la agroecología (Wakeford *et al.*, 2016). En este sentido, ha sido inaugurada recientemente la red Agroecology Europe (2016), justamente para fomentar la colaboración a nivel europeo entre instituciones y asociaciones que comparten la visión holística agroecológica.

CONCLUSIÓN

El Reino Unido todavía no ha logrado llegar a un sentido común entre gobierno, instituciones académicas y de investigación y la sociedad civil sobre el significado de la agroecología. Todavía existen resistencias y separaciones tangibles, primariamente resultantes de la visión productivista que predomina el sector agrícola. El gobierno nacional y muchas instituciones todavía no aceptan los aspectos socio-políticos relacionados con la agroecología, fomentando en cambio el desarrollo de nuevas tecnologías para impulsar a la producción, sin apoyar a los pequeños productores y a los que aplican principios que no se clasifican de convencional o biológico de manera simple. El tema de la soberanía alimentaria sigue generando controversias y tensiones.

Sin embargo, la palabra 'agroecología' ha sido cooptada en unas instancias, de manera parecida a lo que va ocurriendo en Estados Unidos en los últimos años (Altieri & Holt-Giménez, 2016). Por ejemplo, en documentos o reportes para el público, iniciativas para atraer productores convencionales y biológicos, o por centros de investigación en búsqueda de recursos financieros. La falta de fondos para la investigación en agroecología que no sea meramente enfocada en los aspectos productivos de la agricultura resulta en el creciente reto que enfrenta la adopción de la agroecología como disciplina holística, movimiento social y político también, con el intento de promover la soberanía alimentaria. Además, la falta de reconocimiento del valor del conocimiento tradicional de los productores crea aislamiento de los productores mismos y entre productores, consumidores, investigadores y políticos. La auto-organización de la sociedad civil, basada primariamente en la búsqueda

de otras fuentes de información puede entonces representar una oportunidad para la creación y la difusión de conocimientos sobre la agroecología, para que salga definitivamente de la condición de mito y se ponga sólidamente como realidad en la sociedad británica.

REFERENCIAS

- Agroecology Europe. 2016. European Agroecology Association. Official Website: <http://www.agroecology-europe.org>
- Altieri MA, Holt-Giménez E. 2016. Agroecology "Lite:" Cooptation and Resistance in the Global North. Food First. Institute for Policy and Development. Oakland, United States. 18 October 2016. Available at: <https://foodfirst.org/agroecology-lite-cooptation-and-resistance-in-the-global-north/>
- Altieri MA, Nicholls CI. 2005. Agroecology and the search for a truly sustainable agriculture. United Nations Environmental Programme (UNEP), Environmental Training Network for Latin America and the Caribbean., pp. 185.
- Anderson C. 2015. Agroecology Now: The fight for agroecology in the United Kingdom. In: National Food Sovereignty Gathering 2015. pp. 1-8.
- Anderson C, Pimbert M, Kiss C. 2015. Building, Defending and Strengthening Agroecology. Report by the Centre for Agroecology, Water and Resilience (CAWR) and the Centre for Learning on Sustainable Agriculture (ILEIA). October 2015. pp. 1-8.
- BES. 2016. British Ecological Society. Agricultural Ecology Group. United Kingdom. Official Website: <http://www.britishecologicalsociety.org/membership-community/special-interest-groups/agricultural-ecology/>
- Burbi S, Baines RN, Conway JS. 2016. Achieving successful farmer engagement on greenhouse gas emission mitigation. International Journal of Agricultural Sustainability. 16 march 2016. <https://doi.org/10.1080/14735903.2016.1152062>
- Burbi S, Hartless Rose K. 2016. The role of Internet and social media in the diffusion of knowledge and innovation among farmers. 12th IFSA Symposium. Harper Adams University, England. 12-15 July 2016.
- CAWR. 2016. Centre for Agroecology, Water and Resilience. Coventry University. Coventry, United Kingdom. Official Website: <http://www.coventry.ac.uk/research/areas-of-research/agroecology-water-resilience/>
- CU. 2016. MSc Agroecology and Food Security. Coventry University, Coventry, England. Official Website: <http://www.coventry.ac.uk/course-structure/engineering-environment-and-computing/postgraduate/agroecology-and-food-security-msc/>
- Daylesford Foundation. 2016. Agricolgy Initiative. Daylesford Foundation, Game and Wildlife Conservation Turst, Organic Research Centre. Official Website: <http://www.agricology.co.uk>
- DEFRA. 2013. Agricultural technologies (agri-tech) strategy. Department of Food and Rural Affairs. UK Government. Official Website: <https://www.gov.uk/government/collections/agricultural-technologies-agri-tech-strategy>
- HAU. 2016. MSc Agroecology. Harper Adams University, Newport, England. Official Website: <http://www.harper-adams.ac.uk/postgraduate/201066/Y/2017/S/AGR/agroecology>
- Ingram J, Fry P, Mathieu A. 2010. Revealing different understandings of soil held by scientists and farmers in the context of soil protection and management. Land Use Policy 27 (1), 51-60.
- Islam MM, Barnes A, Toma L. 2013. An investigation into climate change scepticism among farmers. Journal of Environmental Psychology 34 (0), 137-150.
- Kings D, Ilbery B. 2010. The environmental belief systems of organic and conventional farmers: evidence from central-southern England. Journal of Rural Studies 26 (4), 437-448.
- Klerkx L, Proctor A. 2013. Beyond fragmentation and disconnect: Networks for knowledge exchange in the English land management advisory system. Land Use Policy 30 (1), 13-24.
- La Via Campesina. 2016. La Via Campesina: International Peasant Movement. Official Website: <https://viacampesina.org/en/>
- Lampkin NH, Pearce BD, Leake AR, Creissen H, Gerrard CL, Girling R, Lloyd S, Padel S, Smith J, Smith LG, Vieweger A, Wolfe MS. 2015. The Role of Agroecology in Sustainable Intensification. Report for the Land Use Policy Group, Organic Research Centre, Elm Farm and Game & Wildlife Conservation Trust. pp. 151. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.4777.5845>
- Levidow L. 2015. European transitions towards a corporate-environmental food regime: Agroecological incorporation or contestation? Journal of Rural Studies, 40, 76-89. <http://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.06.001>
- Levidow L, Neubauer C, Pimbert M. 2014. Fitting or transforming the dominant agro-food regime? In: International Workshop on System Innovation, 22-23 May 2014, Paris, France.
- LWA. 2016. Land Workers' Alliance. Member of La Via Campesina. United Kingdom. Official Website: <http://landworkersalliance.org.uk>

- McKenzie F. 2011. Farmer-driven innovation in New South Wales, Australia. *Australian Geographer* 44 (1), 81-95.
- OFC. 2016. The Oxford Farming Conference. 5-7 January 2016. Oxford University, Oxford, United Kingdom. Official Website: <https://www.ofc.org.uk>
- ORC. 2016. The Organic Research Centre. Elm Farm. United Kingdom. Official Website: <http://www.organicresearchcentre.com>
- ORFC. 2016. The Oxford Real Farming Conference. 6-7 January 2016, Oxford, United Kingdom. Official Website: <http://orfc.org.uk>
- PAUK. 2016. Permaculture Association UK. Knowledge Base. Official Website: <https://www.permaculture.org.uk>
- RegenAG UK. 2016. Courses. RegenAG UK. Official Website: <http://www.regenag.co.uk/index.php/course-calendar/>
- Rothamsted Research. 2016. Agroecology Research Group. Official Website: <http://www.rothamsted.ac.uk/agroecology>
- Rosset PM, Martínez Torres ME. 2016. Agroecología, territorio, recampesinización y movimientos sociales. *Estudios Sociales. Revista de investigación científica* 25(47): 275-299.
- Röckmann C, Ulrich C, Dreyer M, Bell E, Borodzicz E, Haapasaari P, Hauge KH, Howell D, Mäntyniemi S, Miller D, Tserpes G, Pastoors M. 2012. The added value of participatory modelling in fisheries management – What has been learnt? *Marine Policy* 36 (5), 1072-1085.
- Rydberg A, Olsson J, Gilbertsson M, Algerbo PA. 2008. Data- och informationshantering i lantbruket – ett växande problem. *Rapporter lantbruk och industri*, R 365.
- Soil Association. 2016. Field Labs. Duchy Future Farming Programme. Soil Association, The Organic Research Centre, Duchy Originals, The Prince of Wales' Charitable Trust.
- Toledo V. 2016. La agroecología como una revolución epistemológica. *Farming Matters*, 3(32.1), 18–21.
- UK Parliament APPG. 2016. The All-Party Parliamentary Group on Agroecology. Parliament of the United Kingdom. Official Website: <http://agroecology-appg.org>
- Volz P, Cressot N, Parot J, Gribble A. 2016. Overview of Community Supported Agriculture in Europe. European CSA Research Group (Eds.)
- Wakeford T, Anderson C, Pimbert M, Charanya R. 2016. Perspectives: Strengthening people's knowledge. pp. 1–6.

PRODUCCIÓN AGRARIA ECOLÓGICA VERSUS AGROECOLOGÍA EN EL MEDITERRÁNEO

Hoberg K

IFOAM Agribiomediterraneo / Natureco SL
Av. del Prat, 20. 08180 Moià
karen.hoberg@gmail.com

RESUMEN:

Los países mediterráneos comparten vecindad en el mismo mar y con ello unas condiciones climáticas similares, igual que una historia y cultura entrelazada. Sin embargo, de acuerdo con sendas situaciones geopolíticas y económicas se dan diferentes realidades no sólo en lo que se refiere a la producción agraria ecológica. Como grandes grupos –con todas sus excepciones y solapamientos- tendríamos: los países pertenecientes de la Unión Europea; la zona de los Balcanes y Turquía; el Oriente Próximo; el continente africano con el Magreb.

El cultivo común más extendido es el olivo pero en toda la región destacan otros típicos mediterráneos como la vitivinicultura, la fruta fresca, los frutos secos y la ganadería extensiva y de montaña, complementada por recolección silvestre.

En cuanto a la agroecología se pueden encontrar ejemplos e iniciativas en prácticamente todos los países, pero al mismo tiempo, se hace difícil diferenciar entre un sistema alimentario de subsistencia, y otro basado en un paradigma agrario nuevo apoyado en la ciencia y la innovación con un enfoque alternativo con futuro. Si además, desde una visión de gestión de cadena, se junta toda actividad exportadora de los productos mediterráneos con sus costes ambientales será cada vez más difícil trazar una línea clara entre un sistema agroalimentario ecológico y el resto.

Palabras clave: agroecología, mediterráneo, producción agraria ecológica.

CONFERENCIAS

C1. LEGUMINOSAS Y AGROECOLOGÍA

LEGUMINOSAS Y AGROECOLOGÍA

Sánchez de Prager M

Grupo Investigación Agroecología. Universidad Nacional de Colombia – Palmira agroecologia_pal@unal.edu.co;
msanchezpr@unal.edu.co

RESUMEN:

Las leguminosas a través de su evolución, aportes a los agroecosistemas y al ecosistema global, se han convertido en especies infaltables dentro de la agrobiodiversidad como característica fundamental de los sistemas productivos agroecológicos. Entre otras contribuciones, cabe resaltar su carácter multifuncional que inicia desde su establecimiento y contribución a los ciclos nutricionales del N y P, aunados a otros nutrientes, al ser integrantes de dos simbiosis que les permiten ser autosuficientes y, complementar directa e indirectamente la nutrición y salud de las plantas con las que comparte y/o a las cuales se adicionan como abonos verdes o acolchados. Proveen de alimentos de alta calidad proteica y son medicina tanto para humanos como biota en general; albergadoras de biomasa estable, flora y fauna que refugian y conservan para mutuo beneficio. Constituyen herramienta apreciada de investigación para entender sorprendentes mecanismos de relación que ocurren en la naturaleza, en cuya comprensión científica apenas avanzamos, sin embargo, los agricultores ya los manejan empíricamente. Estas cualidades convierten a las leguminosas en plantas apreciadas para hacer parte del paisaje urbano en las zonas verdes de las ciudades. Así pues, las leguminosas están íntimamente ligadas a la sostenibilidad de los agroecosistemas y a las diferentes propiedades emergentes que confluyen: fertilidad, calidad y salud del suelo expresadas en productividad y viabilidad económica, capacidad para renovarse y conservarse. Todo ello, articulado no sólo a la resiliencia del suelo, sino también a lo social, en términos de bienestar y calidad de vida de las comunidades establecidas y, en la dimensión ambiental, al ser capaces de contribuir en la disminución de impactos y generar cualidades sistémicas que aportan al ecosistema global. Nuestro eterno agradecimiento a las leguminosas y sus asociados.

Palabras clave: agrobiodiversidad, ciclaje de nutrientes, conservación, resiliencia, sostenibilidad.

LAS LEGUMINOSAS Y LA NUEVA PAC

Cores E

SDG Cultivos Herbáceos e Industriales. DG Producciones y Mercados Agrarios
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)
C/ Almagro, 33. 28010 Madrid; sgcherba@magrama.es

RESUMEN:

Uno de los aspectos más novedosos de la última reforma de la política agraria común (PAC) ha sido la introducción de un nuevo pago, pago para prácticas agrícolas beneficiosas para el clima y el medio ambiente, también conocido como pago verde o greening. Es un pago complementario al pago básico, de cumplimiento obligatorio para los agricultores, que pretende la mejora del comportamiento ambiental de las explotaciones.

Entre las prácticas a realizar por los agricultores dentro de este pago se encuentra la de establecimiento de superficies de interés ecológico (SIE) para salvaguardar y mejorar la biodiversidad de las explotaciones. Entre las SIE hay una especial referencia a las leguminosas como cultivos fijadores de nitrógeno. Tampoco hay que olvidar que la práctica de diversificación de cultivos, aunque no directamente dirigida a las leguminosas, al obligar a diversificar, tiene un efecto indirecto en las mismas.

En la aplicación de esta nueva PAC también se ha incluido unas ayudas asociadas voluntarias, dirigidas a mantener las producciones que los Estados miembros (EEMM) consideren importantes por aspectos ambientales, económicos o sociales. Dentro de éstas, España ha considerado dar ayudas a las legumbres de calidad y a los cultivos proteicos dirigidos a la alimentación animal, entre las que se encuentra las leguminosas.

Palabras clave: greening, pagos directos, política agraria común (PAC), superficies de interés ecológico (SIE).

C2. AGROECOLOGÍA Y PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

CONTRIBUCIONES CRUZADAS DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA A LA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA

Bellon S

Instituto Nacional de Investigación Agronómica (INRA)
Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), Unidad ECODESARROLLO
Domaine. Saint-Paul. Site Agroparc, F- 84914 Avignon, bellon@avignon.inra.fr

RESUMEN:

La Agroecología se internacionaliza y se institucionaliza. Este movimiento llama o desafía la Agricultura Ecológica (AE). A la inversa, la AE sirve como referencia a la Agroecología, en particular para ilustrar una posible transición agroecológica. El propósito de este texto es mostrar cómo las relaciones entre AE y Agroecología dirigen sus dinámicas. Al centrarse en las trayectorias de la AE y la Agroecología, y sus interacciones, parece que estas relaciones no son ni inclusivas, ni exclusivas. Su terreno común es evidente en los años 70, pero también las diferencias entre estos dos campos. Un marco de lectura analítica se propone en una segunda sección, comparándolos con una docena de criterios. Este enfoque comparativo se complementa con una revisión de los temas prioritarios de los estudios, de las publicaciones científicas y técnicas internacionales. La AE está mejor documentada que la Agroecología, pero sus intereses son diferentes. La tercera sección se centra en las transiciones agroecológicas y relaciones para la conversión a la AE, lo que hace de ella un modelo de transición. La AE ofrece una forma a la Agroecología, con la intensificación "eco-funcional", y nuevas convergencias aparecen manteniendo la autonomía relativa de cada uno de los campos.

Palabras clave: agroecología, conversión, dinámica, innovación, internacional, principios, prácticas.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la Agroecología se ha internacionalizado e institucionalizado. En muchos países, se incluye en las políticas públicas. También se convirtió en una parte importante del vocabulario científico y, potencialmente, en un nuevo estándar de la agricultura. Esta institucionalización desafía a los actores de la agricultura ecológica (AE). Se producen al menos dos posiciones. La primera consiste en afirmar que la AE sigue siendo el modelo más exitoso de la Agroecología, que encarna propuestas agroecológicas y que se expandirá cualquiera que sea el futuro de la Agroecología. La segunda tiene en cuenta la integración o la dilución de la AE en una Agroecología ampliada que afecta a la orientación de la AE. Entre estos dos extremos, es evidente que existen variaciones y pasos intermedios; pero todos cuestionan la autonomía relativa de la AE. El propósito de este texto es iluminar las relaciones entre AE y Agroecología, mostrando cómo pueden guiar el desarrollo de la AE. Estas relaciones son dinámicas; que se presentan en la primera sección del texto, que proporciona puntos de referencia en los campos de la construcción de la AE y la Agroecología, desde algunos hitos en congresos o en iniciativas significativas. Estas relaciones son identificadas por un enfoque más analítico basado en los principios, las prácticas y la producción científica de la AE y Agroecología. En una tercera sección se discuten las contribuciones de la AE a las transiciones agroecológicas. Ellas difieren de la transición en el sentido estricto, a pesar de que implican una forma de ruptura.

1. DINÁMICA DE LAS RELACIONES ENTRE AGRICULTURA ECOLÓGICA Y AGROECOLOGÍA

Varias fases pueden distinguirse en la relación entre AE y Agroecología, a lo largo de su propia historia. A pesar su evolución paralela, hay elementos de convergencia de aparecen durante los años 70. A partir de entonces,

el flujo de conocimiento entre estos dos campos se basará en los promotores a través de rutas prestadas de la AE y la Agroecología. Dos lógicas dominan las formas de institucionalización siguientes: la distanciación o la integración. Atravesan los fundamentos epistemológicos, las prácticas, los movimientos sociales y las políticas públicas.

1.1 La resistencia a las raíces

Las trayectorias de la AE y la Agroecología son paralelas hasta los años 70. Se presentan en varias publicaciones, centradas en la AE (Conford, 2001; Heckman, 2006) o en la Agroecología (Gliessman de 2015; Wezel *et al.*, 2009). Sus respectivos promotores y referencias son diferentes en cada una (AE o Agroecología) y en cualquiera de sus variantes. Las raíces de la Agroecología también se remontan a 1920. Desde el final de esta década, se pueden distinguir dos corrientes en Agroecología. Una destaca la sucesión de la ecología de los cultivos o producción agrícola, centrada más en el rendimiento y sus variaciones regionales (pe Klages, 1928). La otra favorece una ecología de la distribución de los cultivos y la adaptación de las plantas y los animales a su medio ambiente (pe. Bensin, 1930). Este último autor, agrónomo de origen ruso afincado en los EEUU, encontró inadecuadas las propuestas estándar de "modernización" del sector agrícola (mecanización e insumos químicos disponibles después de la primera Guerra Mundial...), relativa a las condiciones de suelo y clima o las situaciones locales de los agricultores. También hizo hincapié en la conveniencia de la cooperación internacional en la investigación en Agroecología para darle nombre a la ciencia que apoya este trabajo (Gliessman, 2016). Por su parte, los impulsores de la AE mismos eran también escépticos sobre el salto y la salvación tecnológicos promovidos después de la guerra. A pesar de las diferencias, comparten la necesidad de rediseñar las relaciones agricultura-naturaleza, tomando el vivo o la biología como fundamentos (Besson, 2009). Para ellos, no hay que doblegar la naturaleza a los objetivos establecidos por los seres humanos, sino más bien para incorporar actividades agrícolas - e incluso otras - en el funcionamiento de la naturaleza. El origen y las ideas de sus promotores nos llevan a las propuestas originales. Se refieren, en particular, a dos vertientes de lo orgánico. Esto se ve como un recurso para la gestión sostenible de la fertilidad del suelo y como forma de organizar la gestión a escala de una entidad (finca o territorio). Contiene el germen de un enfoque sistémico, con sus interrelaciones y autorregulación o metabolismo. Desarrollos paralelos y relativamente desconectados de la AE, se siguieron en diferentes partes del mundo. Francis y Van Wart (2009) exploran estas múltiples tradiciones de la cuenca mediterránea, Asia Oriental, zonas de América Central y los Andes, y el norte de Europa. Destacan el papel de esa potencia europea en lo que hoy se reconoce como la agricultura "orgánica", "ecológica" o "biológica" en diferentes partes del mundo.

1.2. Institucionalización de la agricultura ecológica y de la agroecología

En los años 70, Francia ha jugado un papel importante en el desarrollo de la AE, que a su vez representa la principal alternativa tangible y observable; Esto contrasta con el funcionamiento actual de los calificativos de la agricultura (Ollivier y Bellon, 2013). A nivel nacional, al menos dos son los libros de mención. El primero de ellos es una ambiciosa empresa intelectual (Colectivo, 1974). Esta voluminosa enciclopedia se basa en tres pilares: la ecología (los requisitos), la tecnología (posible), y la economía (opciones). Contrariamente a una idea aún en vigor, es la ecología y no agronomía, la que luego se toma como base de la orientación de la AE. Esta propuesta se toma como expresión dual, en el enunciado de un segundo libro (Cadiou *et al.*, 1975), el precursor de una serie de libros o artículos que indican las vías de desarrollo concurrentes de la AE. Este libro es el resultado de las encuestas de los agricultores. Como la enciclopedia mencionada, se muestra el predominio del modelo de agricultura de policultivo, seguido del cultivo de hortalizas semiurbano. En su lugar, refleja la importancia de la ecología en el AE. Las siguientes etapas del desarrollo de AE se han descrito en otra parte, también con referencia a otros países (Bellon y Lamine, 2009). A nivel internacional, subrayan el papel central de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica (IFOAM), fundada en 1972. IFOAM se refiere a la ecología en los primeros principios promulgados en 1980, "respetar la equilibrio ecológico y la fertilidad en el suelo a largo plazo". Su segunda reunión general se celebró en París en 1974, y su primera conferencia científica se llevó a cabo en 1977 (Suiza). La segunda (Montreal) tuvo como tema "las técnicas básicas de la agricultura ecológica". Curiosamente, las dos siguientes conferencias científicas que tuvieron lugar en los EEUU (Boston en 1982 y Santa Cruz en 1986) se refieren explícitamente a la agroecología (tema común: "Perspectivas mundiales de la Agroecología y los sistemas de agricultura sostenible").

Desde la aparición del término agroecología, se prestó atención a la relación (o su ausencia) entre la agronomía y la ecología. Un autor influyente en la agronomía francesa la había definido como "la ecología aplicada al campo cultivado y a la ordenación del territorio" (Hénin, 1967). En este sentido, otra obra ambiciosa y también voluminosa trató de conectar agronomía y ecología (Duthil, 1973). Pero al menos en Francia, tuvieron que pasar cuarenta años para que se considerasen las propuestas agroecológicas, a diferencia de otros países (pe Sauget, 1993 en EEUU; Petersen *et al.*, 2013 en Brasil). La traducción francesa de un libro dedicado (Altieri, 1986) tuvo poco eco. La AE se incluye explícitamente como ejemplo de agricultura con base ecológica, junto con la agricultura tradicional en diferentes regiones del mundo (pe, en los Andes). Los contenidos y prefacio (René Dumont), contienen el germen de dos pautas de estructuración de la Agroecología: la fecundidad del diálogo de saberes entre el conocimiento científico y el tradicional para diseñar sistemas técnicos integrados en los ecosistemas agrícolas; la importancia de las dimensiones sociales y económicas, ausentes en la dialéctica entre la agronomía y ecología. Mientras tanto, se afirmaron y evolucionaron los contornos de la definición de la Agroecología (Wezel y otros, 2009; David *et al.*, 2011), hasta el punto de diferenciar las interpretaciones (Dalgaard, 2003; Méndez *et al.*, 2016). La expresión y desarrollo de la Agroecología en Francia se presentó en otros lugares (Bellon y Olivier, 2012; Arrigon y Bosc, 2015).

El reflejo político de la Agroecología tiene diferentes estatus que la AE. En Francia, la AE está incrustado en el Programa "Produzcamos de otro modo", mientras que en Brasil AE y Agroecología se muestran en el mismo nivel (Planapo: Plan Nacional de Agroecología y producción ecológica / orgánica). Pronto se manifiestan y expresan las controversias en Brasil, tanto en los mercados como en los objetivos (la soberanía alimentaria de la Agroecología; mercado metrópolis urbana, la exportación de la AE certificados por terceros) como en la prioridad de los destinatarios (agricultores familiares, sin tierra...).

1.3 La circulación de las ideas se globaliza

A nivel internacional, IFOAM es un buen indicador de la construcción de relaciones entre AE y Agroecología. En su revista, "Ecology and Farming", IFOAM publicó un artículo de los dos presidentes sucesivos de la Sociedad Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) (Altieri y Nicholls, 2003). Este artículo fue traducido y publicado en 2009 en un número especial sobre Agroecología de la revista francesa "Nature & Progrès". Su título es explícito (Altieri y Nicholls, 2009). Da fe de la función crítica de la Agroecología en relación con ciertas derivas de la AE, a menudo incorporados en la tesis de la "convencionalización" de la AE en California (Buck *et al.*, 1997) que se extiende a otros países (pe Lockie y Halpin, 2005; Oelofse y col, 2011; Cid Aguayo, 2011). Sin embargo, en 2011 se firmó un memorando de entendimiento entre IFOAM y SOCLA. Recientemente, a finales de 2015 se celebró una conferencia por el Grupo del Mediterráneo (ABM AgriBioMediterraneo) de IFOAM en Vignola (Italia), donde se celebró el 25 aniversario de ABM. El tema fue "Agroecología y AE en la región mediterránea". El actual Presidente de IFOAM participó en el simposio organizado en 2014 por la FAO (Simposio Internacional sobre Agroecología para la Seguridad Alimentaria y Nutrición, 18-19 de septiembre de 2014, Roma) y en un evento de un mes planificado en la India (de mediados de septiembre a mediados de octubre de 2016), con el tema "El abecedario de los sistemas agroecológicos y la AE"¹.

En otras organizaciones o regiones del mundo, las posiciones son diversas: la confianza, la convergencia o la ignorancia. Para Agrisud (2010), que en una serie de experimentos agroecológicos identificó el prototipo de la Agroecología, "la Agroecología... tiende a un AE y ayuda a mejorar la salud de los agricultores y los consumidores". Por el contrario, la evaluación de los 15 años de medidas de apoyo (AFD, 2014) indica que el enfoque en un modelo técnico particular, bajo la bandera de la Agroecología (SVC: siembra directa con cobertura vegetal) ha ocultado la diversidad de situaciones locales y ha marginado a otras opciones, incluyendo la AE. Estas posiciones están evolucionando. Por lo tanto, en el estado de Paraná (Brasil), la Asociación de AE del Paraná (AOPA), que se estableció en 1995 se convirtió en la Asociación para el desarrollo de la Agroecología en 2003, que creó la certificación participativa agroecológica (red Ecovida) reconocida en el mercado nacional (Abreu *et al.*, 2015).

Una institucionalización fluida, profesional o particular es también evidente entre AE y la Agroecológica. Los laboratorios de investigación integran la Agroecología en su nombre. Profesores y investigadores reconocidos

por sus contribuciones a la AE se identifican con la Agroecología (Europa, EEUU, ...). Pierre Rabhi, experto destacado en la AE en Francia y África, se distanció de la AE en favor de la Agroecología: si bien reconoció el papel de la biodinámica (E Pfeiffer) como fuente de inspiración de "la agrobiología", la situó en un itinerario demasiado centrado en la fertilidad del suelo (Bellon y Ollivier, 2012). Sin embargo, en Burkina Faso (donde P Rabhi actuó durante largo tiempo), el Presidente del Consejo Nacional de la AE es también responsable de RAWA (Asociación para la Investigación y Formación en Agroecología, establecido en 1995). Un espacio en construcción que está abierto a caracterizar las trayectorias intelectuales y profesionales de los actores de la Agroecología, las redes en las que operan y las actividades que realizan.

Para concluir esta sección, esbozando rápidamente casi un siglo de historia, la AE es una forma histórica de la agricultura alternativa, conocida y reconocida por muchos públicos. Como agronomía en su tiempo, la agroecología es testimonio de la construcción de un campo interdisciplinario relacionado con el desarrollo de la agricultura, la transformación aún más radical y la rediseñar la relación entre la naturaleza, la ciencia y la sociedad.

2. LA AE Y LA AGROECOLOGÍA: RELACIONES NI EXCLUSIVAS, NI INCLUSIVAS

Estas relaciones se tratan con tres aspectos: los principios de la AE y la Agroecología porque dirigen las prácticas y desempeño esperado; un marco de evaluación comparativa entre AE y Agroecología, para aclarar sus diferencias o similitudes; un examen de los conocimientos, de las publicaciones científicas y técnicas a nivel internacional.

2.1 Importancia de los principios para guiar las prácticas o rediseñar sistemas

Tanto en la AE como en la Agroecología, el papel de los principios se reevalúa y reafirma periódicamente. Ellos comprenden no solo las prácticas de producción, sino también la elaboración y almacenado, control y certificación (al menos en AE) o los dispositivos experimentales, asesoramiento o formación. En AE, los principios fueron actualizados en 2005 como cuatro básicos: salud, ecología, cuidado y equidad. El primero de ellos se conecta con la salud del suelo, plantas, animales, humanos y el planeta. Es el precursor del concepto de "Salud", en agenda por otras razones (Roger *et al.*, 2016). El principio de ecología abarca tres dimensiones: limitar el uso de algunos recursos renovables, proteger el medio ambiente y trabajar con la naturaleza. Esta última dimensión también abre otras propuestas (Eggermont *et al.*, 2015). La tercera, a veces incorrectamente traducido del inglés ("care") por principio de precaución, hace referencia a la prevención y al cuidado. Es en parte el resultado de los dos principios anteriores, contemplando que la prevención se centra en los riesgos tecnológicos y el mantenimiento de la integridad de los productos ecológicos. Este último también se ejecuta a través de la totalidad de un sistema, una vida digna para los agricultores a precios justos para los consumidores, mostrando una solidaridad internacional. A estos principios se añadiría un principio de realidad en relación con su aplicación!. De alguna manera, los reglamentos europeos y las especificaciones o las marcas colectivas se utilizan para interpretar estos principios en reglas de aplicación (Allaire y Bellon, 2015). La Agroecología también se apoya en un conjunto de principios que pueden facilitar la comprensión de cómo funcionan los agro-ecosistemas y guiar su evolución. Estos principios, que parten de propuestas centradas en la agricultura de bajos insumos (Reitnjes *et al.*, 1992), son evolutivos. En el Congreso de SOCLA de 2015, Altieri los presentó de la siguiente manera: 1) incrementar el reciclaje de la biomasa y el balance en los flujos de nutrientes, 2) asegurar la calidad del suelo (contenido de materia orgánica y actividad biológica), 3) minimizar la pérdida de recursos (nutrientes, agua, recursos genéticos, biodiversidad), 4) diversificación de la base genética y de especies a nivel de la finca y del paisaje, 5) incrementar las interacciones biológicas y sinergismos, 6) establecer una agricultura de procesos ecológicos en el territorio, 7) fortalecer los procesos sociales y políticos de las comunidades. La articulación y aplicación de todos estos principios dan una orientación agroecológica, a pesar de que se pueden romper parcialmente en otras formas de agricultura (Stassart *et al.*, 2012). Más bien anclado en el área de la planta, estos principios se han adaptado en la protección de cultivos (Deguine *et al.*, 2016), y también en ganadería (Dumont *et al.*, 2014) o a la integración policultivos y ganadería (Bonaudo *et al.*, 2014) y en las dimensiones socioeconómicas (Dumont *et al.*, 2016). La diversificación de los componentes de un sistema de granja mixta con ganado que aumenta sus interacciones son cruciales para mantener la

función metabólica, inmunológico y productiva (Bonaudo *et al.*, 2014). La apertura en los sistemas alimentarios requiere pagar más por el almacenamiento, elaboración y transformación de los productos en los territorios (pe, en proceso de transformación ecológica). Esta es la razón por la que muchas experiencias agroecológicas también se refieren a las razas locales, indicaciones geográficas y quesos. Las cuestiones de la rediseño de los sistemas no se reducen a los sistemas de producción individuales.

Más allá de la convergencia de los elementos indicados en el apartado anterior, hay aquí también una serie de principios básicos comunes de la AE y la Agroecología. Es legítimo a posteriori el acercamiento entre AE y la agricultura de bajos insumos en las pasadas convocatorias europeas a presentar proyectos... Pero la importancia relativa de cada uno de estos principios y su profundización varía. Por ejemplo, cerrar los ciclos y la gestión del hábitat son cada vez más importante en AE, mientras que son una preocupación constante en Agroecología. Simétricamente, la no utilización de sustancias químicas o requisitos de certificación no están incluidas en la Agroecología (Cuadro 1).

Este tipo de análisis se puede extender a otros atributos, no sólo a los principios, y a las múltiples las facetas de AE y la Agroecología (Allaire y Bellon, 2015; Wezel y otros, 2009), ya que los principios delimitan, pero no definen completamente las prácticas o sus resultados.

2.2 Propuesta de marco de evaluación comparativa entre AE y Agroecología

Análíticamente, se pueden utilizar una docena de criterios para distinguir estos dos áreas. Se pueden dividir en 4 categorías principales:

- a) Marco referencial: paradigmas, definiciones, principios, conceptos, disciplinas (o la interdisciplinariedad);
- b) Regímenes: actores claves, modelos agrícolas, perspectiva de transición;
- c) Prácticas: en comparación con las tecnologías, la biodiversidad, los alimentos;
- d) Normas: regulación, certificación, control.

El contenido del Cuadro 1 se extiende esas categorías. En él se resumen, a veces de manera simplista, varios documentos. También se complementa algunos asuntos planteados en otras partes del texto.

Cuadro 1: Caracterización analítica de los modelos de AE y Agroecología

	Agricultura Ecológica (AE)	Agroecología
Paradigma	Orgánico (fertilidad del suelo)	Ecológico (salud de las plantas)
Definición	Sistema global de gestión agrícola y de producción alimentaria respecto al medio ambiente...	Estudio interdisciplinario y concepción de sistemas agrícolas y alimentarios sostenibles
Principios (sección anterior)	Éticos (respecto a la vida, equidad ...) y técnicas (ligada al suelo, rechazo de productos de síntesis)	Conservar los recursos, diversificar, generar interacciones, ajustar al contexto local
Conceptos claves	Sistemas de producción, ramas, cadena de valores, medio ambiente	Agroecosistemas re-concepción, soberanía alimentaria
Actores	Agricultores, operadores del aval, consumidores	Pequeños agricultores, científicos, movimientos sociales
Modelos agrícolas	Mixtos policultivos/ganadería rotaciones largas, horticultura periurbana	Sistemas tradicionales, multi estratificados, AE. Agroforestería
Perspectiva de cambio	Conversión, mantenimiento	Transición, rediseño
Tecnologías	Uso de sustancias y procesos naturales, no transgénicos	Reciclaje de nutrientes, protección biológica
Biodiversidad	Impactos positivos de la AE en la biodiversidad	Valorización de la biodiversidad
Alimentación	Calidad, valores, salud	Sistemas agri-alimentarios
Reglamentación	Reconocimiento histórico (UE,...)	Sin normas internacionales
Certificación	Sistemas de tercera parte	Algunos SPG (participativos)

Este cuadro confirma y matiza los hallazgos previos. Así, aparece una convergencia sobre la oportunidad de un pensamiento sistémico y de enfoques interdisciplinarios, tal como es la importancia de los enfoques preventivos o el uso de control biológico para la salud de las plantas y los animales. Pero puede ocultar que los sistemas privilegiados son diferentes (sistema de producción en comparación con agroecosistema), tal como son también sus propiedades emergentes (autonomía frente a la resiliencia). Del mismo modo, el modelo de referencia de asociación policultivos/ganadería se desvanece o se debe reinventar en la AE, mientras que el tema de la integración domina la Agroecología.

Todas estas categorías de análisis están atravesadas por una intención o propósito. Para la AE esto está formalizado en el preámbulo de la normativa europea (CE n° 834/2007), y Allaire (2016) en el desarrollo del ámbito programático, más allá de crecimiento del mercado de la AE. La intencionalidad permite definir las entidades objeto de transformación ("holones", con sus fronteras); estas entidades están incrustados en una ecología de los contextos en los que operan (Bland y Bell, 2007). Para la Agroecología, se está rediseñando los sistemas de alimentación y la agricultura sobre nuevas bases, la articulación de la ciencia, la práctica, los movimientos sociales (Wezel *et al.*, 2009) y la política pública.

En esta ocasión, hay que tener en cuenta que la Agroecología no se limita a los pequeños agricultores pobres, aún cuando estos son un público destinatario privilegiado (Altieri, 2003); Warner (2008) ha demostrado en California, una Agroecología en pleno corazón de la horticultura intensiva; Dumont *et al.* (2014) proponen un programa de investigación de toda la ganadería. Hay que considerar también que la Agroecología no es una forma de agricultura alternativa (Caporal y Azevedo, 2011). En otras tradiciones, el término AE sigue siendo la agricultura ecológica. Como corolario de esta base ecológica común en muchos países de habla hispana, la distinción entre AE y Agroecología depende de otros elementos (pe, la exportación frente a la soberanía alimentaria, que ocurre en el caso brasileño antes citado). Del mismo modo la agroecología no puede ser confundida con agroambiental, al menos cuando se reduce a un conjunto de medidas parciales para reducir los impactos negativos (Compagnone, 2012). No se puede reducir tampoco a una actuación doble o triple debido a que la Agroecología rediseña los métodos de evaluación tradicionales de la agricultura. Un cambio de los sistemas de valores (una axiología) debe coincidir con otros métodos de valoración (Centemeri y Renou, 2015), interrelacionando las cuatro categorías analíticas mencionadas anteriormente (Darnhofer *et al.*, 2009). Este proyecto está igual de abierto en AE (Koochafkan *et al.*, 2012.), como en la AE o alrededor de la permacultura (Fergusson y Lovell, 2013; trabajo en curso al Cems [Centro de Estudios de los movimientos sociales]). Vincular AE y Agroecología también ayuda a aclarar el alcance y las limitaciones de cada uno de ellos, modificando así la comparación habitual clásica de un concepto "convencional" que se desvanece. Y la lista de negaciones a continuación se puede ampliar para la Agroecología: esto no es una AE local o híbrida con la agricultura de conservación (Fleury *et al.*, 2014), la Agroecología no es la ciencia de la AE, ya que la AE es un dominio de aplicación de la Agroecología. Este punto se precisará en la sección siguiente.

Las relaciones entre AE y Agroecología no son ni exclusivas ni inclusivas. Ambos ofrecen juntas para completar los ciclos biogeoquímicos en el sistema de producción; aumentar la diversidad de plantas y animales; depender de procesos biológicos para manejar la fertilidad del suelo o para el control de plagas y enfermedades; vías de transición hacia sistemas agrícolas de apoyo ambientalizadas; favorecer las sinergias entre los distintos tipos de conocimiento. También proporcionan una oportunidad para integrar elementos prácticos de enfoques sistémicos, experimental (fenomenológica) y la formación ecológica (Francis, 2009).

2.3 Repaso a un banco de producciones científicas...

Un análisis cuantitativo de la literatura para identificar mejor la forma en publicaciones de la Agroecología nos indica los términos clave en este campo. Una primera observación es que la producción académica sigue siendo limitada, a pesar de la fuerte expansión desde 2004 y un ligero descenso desde 2012 (Figura 1).



Figura 1: Consulta basada sobre el base de datos Scopus (palabras clave "agro-ecología" o "agroecología"), durante el período de 1983 a principios de 2016 (número de trabajos / año) Total n = 2176 (según Bidaud y Ollivier, 2016)

Esta consulta actualiza el resultado de un estudio realizado por Wezel y Soldat (2009) sobre la misma base (Scopus) hasta el año 2007. Este análisis indicó una baja incidencia de la AE en los registros (título, resumen y palabras-clave) de los artículos seleccionados, menos de una docena de publicaciones / año. La misma consulta en otra base de datos WoS (Web de Ciencia) confirma la extensión de Agroecología, pero con una amplitud mucho menor (n = 880). Sin embargo, el análisis de co-ocurrencias AE y Agroecología es el mismo tamaño que antes (Figura 2).

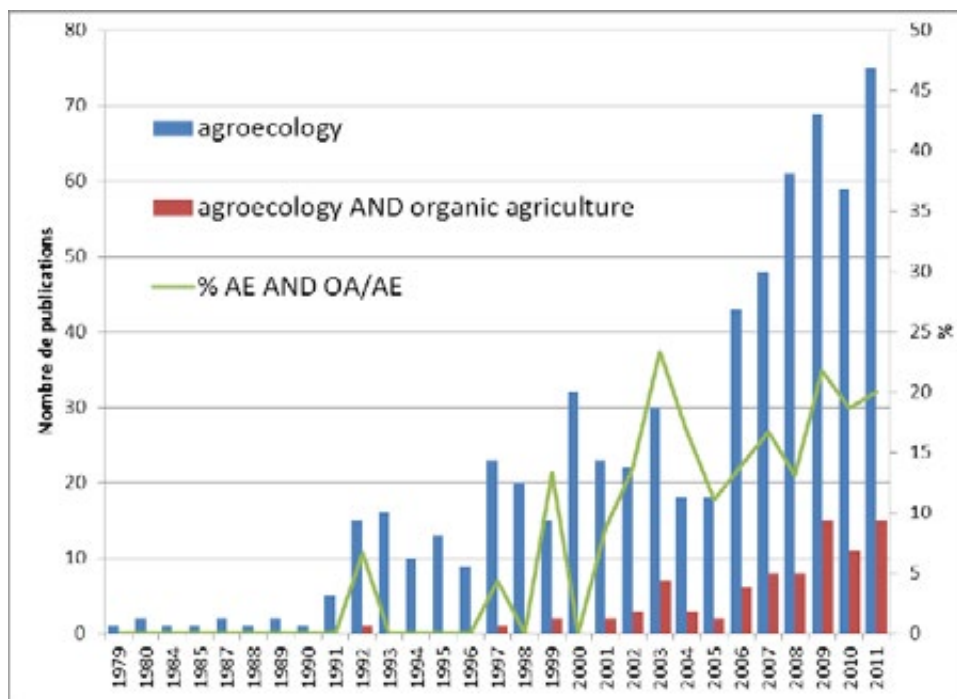


Figura 2: Dinámica de las publicaciones en Agroecología y su cruzado con la AE. (Fuente: WoS, según Ollivier, 2012)

Expresado como un porcentaje de la literatura de Agroecología, la co-ocurrencia de la AE es significativa (del 10 al 20% desde el año 2000). En contraste, el porcentaje de co-citaciones es muy baja (aproximadamente 1%) en relación con la producción académica en AE (alrededor de 13 000 publicaciones a nivel mundial identificados en el WoS). Este último ha aumentado considerablemente desde los años 90, particularmente en Europa y los EEUU. Deguine y Penvern (2014) mostraron que 16 publicaciones sobre protección agroecológica de cultivos (CEAP) se refieren a la AE; que atribuyen a la Agroecología un papel paraguas para la AE y también para el MIP (Manejo integrado de plagas).

Un análisis temático utilizado para completar esta observación. Ollivier *et al.* (2011) identificaron siete grupos temáticos en la literatura científica en AB: rendimiento técnico de los sistemas biológicos; gestión de la fertilidad del suelo; impactos de AE en la diversidad biológica; calidad de los alimentos, y los determinantes del consumo; conversión y dinámica; la salud y la producción animal.

En cuanto a la Agroecología, a partir de los registros de la misma base Scopus, Brym y Reeves (2016) identificaron 8 palabras focales que mejor se adaptan al campo léxico de la Agroecología. Con la clasificación de ellos en orden descendente, obtenemos el sistema (43% del total de 2722 > 2176 porque la consulta también incluye el radical "agroecológic"), la investigación (23%), la práctica (21%), la biodiversidad (11 %), el diseño (8%), los principios (6%), el movimiento (3%), la resistencia (2%). El término "sistema" dominó, pero por desgracia no se rechaza (pe como agroecosistema ...). Sin embargo, el papel de los principios y de los movimientos sociales es menor, por lo menos en esta literatura que hace hincapié en las preocupaciones de la investigación. Sólo el término biodiversidad es común en ambos análisis (AE y Agroecología). Y paradójicamente, las prácticas dominan al tema del diseño. Además se identificaron 22 términos adicionales, con respecto a palabras características del campo de la Agroecología. Los primeros cinco son: producción, sostenible, orgánica, conservación, biológica. La agroforestería y la agricultura sostenible se asocian frecuentemente o sinónimos para describir los sistemas agroecológicos. La Agroecología y sus autores tienen una influencia cada vez mayor en el campo de la agricultura alternativa (Ollivier y Bellon, 2013). También se diferencia en el hecho de su base teórica, sino también sus objetivos programáticos (científicos, técnicos, políticos...). Como en la AE (Lockeretz, 2002), existe una brecha entre las prácticas esperadas y de investigación.

El sesgo anglófono fue parcialmente compensado a través de un estudio cuantitativo de bases de datos de cinco Congresos Brasileños de Agroecología (Aventurier *et al.*, 2015). Durante el período 2006-2013, se hizo un corpus de 4240 referencias. Las cinco palabras más comunes están ahí: Producción (25%), desarrollo (24%), familia (23%), orgánico (22%), sostenibilidad (20%). El término sistema está menos presente que en la base de datos Scopus, y al mismo nivel que prácticas (15%). La posición de los 10 términos más utilizados varía por cada Congreso, aunque el término "orgánico" se encuentra todavía en el "Top10".

Otros autores (Gómez *et al.*, 2013. Ferguson y Morales, 2010) dan cuenta de la multiplicidad de centros de producción de conocimiento en Agroecología, que no se limitan al mundo académico de habla inglesa. La palabra agroecología, aparece como un término en expansión. Una publicación está dedicada a ella ("Agroecology for Sustainable Food Systems"). Los artículos más recientes están relacionados con la definición de las agendas de investigación en agroecología (pe Tomich *et al.*, 2011; Dumont *et al.*, 2014. Levidow *et al.*, 2015...).

Es evidente a partir del análisis anterior que muchas obras refiriéndose a la Agroecología no están en el centro de la construcción de este campo. El desarrollo de la Agroecología se da también a través de otros canales: libros, vídeos, plataformas y sitios web, conferencias, intercambios entre pares... Es en estos canales que circulan las ideas y se desarrollan medidas de acción. Como la AE, un dilema consiste en actuar en varios principios, al mismo tiempo, o en organizar una serie de objetivos en el tiempo de las trayectorias de innovación. Esta es una cuestión de las transiciones.

3. LA AE COMO FORMA DE AGROECOLOGÍA O DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

El tema de la transición es común en AE y en Agroecología, a pesar de que la AE se reduce a menudo a la conversión. Los vínculos entre estos dos significados y representaciones se especifican en una primera sección. Por

último, se muestra cómo la perspectiva de una intensificación "ecofuncional" en la AE se acompaña de una reactivación de la Agroecología en la AE, al menos en algunos institutos de investigación europeos dedicados a la AE.

3.1 Transición y conversión: compañeros de viaje

Mientras la conversión es un componente importante de la AE, la Agroecología se refiere principalmente a la transición. Estos dos términos deberían acercarse. Especialmente cuando se refieren al desarrollo de la AE y no a su crecimiento, expresándolo en términos de superficie o en número de productores, y más en general, a la transformación de la agricultura (y la alimentación). Este es el argumento que se desarrolla en un trabajo sobre las transiciones de la AE (Lamine y Bellon, 2009a). Nuestra propuesta fue considerar la transición a la AE en un periodo de tiempo y con una perspectiva más amplia. Se ve como un camino que implica tanto (i) la situación anterior a la conversión, con sus logros y conocimientos, (ii) la conversión en su sentido formal, tomado en serio ya que implica riesgos, las rupturas o cambios de paradigma, y cómo se consolida y renueva la identidad colectiva de la AE, (iii) y la dinámica luego de la conversión, inscritas en una duración de proyecto profesional, de actividad o de vida más larga. Junto a este trabajo, los autores también llevaron a cabo una revisión de la literatura sobre la conversión AB (Lamine y Bellon, 2009b). En los EEUU, los dos términos se utilizan a veces alternativamente (pe Friedman, 2001; Gliessman y Rosemeyer, 2010), aunque la conversión se reserva más bien al dinero o a las unidades de medida. Uno de los puntos de diferenciación entre la AE y Agroecología (Cuadro 1) es que la conversión a la AE certificada y controlada, se enmarca en estrictas restricciones y prohibiciones y que las infracciones pueden dar lugar a una descalificación. Es una condición de acceso a los mercados para vender productos ecológicos u orgánicos. Sin embargo, para la Agroecología, la transición no se refleja en los umbrales y no es todavía tema de categorías estadísticas o de identificación (aunque en Francia el INAO o signos comerciales lo planean). Y actualmente, la certificación ecológica es una forma de valoración económica de prácticas agroecológicas.

En un libro de referencia en Agroecología (Gliessman, 2007), el autor describe la transición como un camino compuesto de cuatro niveles. Los tres primeros fueron originalmente propuestos por Hill (1985), como diagrama "ESR" para Eficiencia, Sustitución y Rediseño. El primer nivel a favor de unas prácticas agrícolas de mejora de la eficiencia o la reducción del uso de ciertos insumos nocivos para el medio ambiente. Sin embargo, el marco referencial sigue siendo el de la agricultura convencional.

Un paso adicional de la transición a los sistemas agroecológicos es reemplazar los insumos externos en favor de la activación de los procesos ecológicos, a veces sin cuestionar la especialización de los sistemas y favoreciendo las preocupaciones ambientales parciales a expensas de la integridad de recursos. La falta de cambio en los ecosistemas agrícolas, puede dar lugar a continuación a los mismos problemas que los de la agricultura convencional (pe, el desarrollo de la resistencia a los productos de "control biológico"). El tercer nivel es rediseñar los agroecosistemas para operar sobre la base de un nuevo conjunto de procesos y relaciones ecológicas. Ejemplos de ello son la integración agricultura-ganadería o la diversificación de la estructura y la gestión de una finca con rotaciones más largas, la agroforestería...

Aunque el objetivo del autor era rediseñar el sistema alimentario (Hill, 1985), su propuesta se inspira en gran medida desde el campo de la protección de los cultivos. Este esquema ha sido un éxito, al menos en Francia (pe Ricci *et al.*, 2011) donde fue aplicado también a otras áreas (p.e. Le Pichon *et al.*, 2013). Este éxito puede parecer finales si se ve la fecha de publicación del texto seminal de Hill y otras publicaciones (Estévez *et al.*, 2000). Él no es ajeno al mundo de la AE, en la medida en que el autor habló en la conferencia plenaria en un congreso IFOAM-ISOFAR en 2005, después de lo cual hemos traído esta propuesta y pidió al autor a aclarar su posición (Hill, 2014). Otros autores han propuesto una representación similar a la definición de estrategias de pirámide en el manejo de plagas de la AE (Wyss *et al.*, 2005; Zehnder *et al.*, 2007), aplicado el régimen de ESR para categorizar las prácticas agroecológicas (Wezel *et al.*, 2014). De nuevo hay una permeabilidad entre la AE y la Agroecología. Sin embargo, este esquema ESR no puede ser tomado como lineal, con una serie de etapas sucesivas. La referencia a la AE permite a aclarar este punto y también su relación con la Agroecología. Por definición, la conversión a la AE implica un cambio mínimo como producir, tratar y conservar sin usar insumos químicos. Una de las críticas que también se dirige a la AE por los promotores de la Agroecología

(Rosset y Altieri, 1997) considera que ciertas formas de la AE están orientadas a los productos etiquetados y permanecen en este nivel de sustitución, o se oponen a una agroecología guiada por procesos ecológicos. Es cierto que algunos productores y otros actores en favor de la AE prefieren – en nombre de los bloqueos técnicos o reglamentarios - utilizar insumos alternativos autorizados en AE en lugar de rediseñar los sistemas, en cuyo caso el esquema es bastante SE(R). En la práctica, estos tres “niveles” se pueden combinar en el espacio y en el tiempo en una finca.

Otros estudios ponen de relieve la AE como la Agroecología, en una perspectiva de sostenibilidad agrícola. Por ejemplo, tras el informe de la IIASTD (2008), su co-presidente combina elementos del diagrama de ESR antes mencionado (Figura 3). Los dos primeros elementos se representan mediante flechas azules (E a la izquierda y la parte derecha S). La AE se integra de forma implícita entre los sistemas agroecológicos y sostenibles, aunque su productividad puede ser mejorada.

La Agroecología también está conectada a los sistemas tradicionales, cuyos conocimientos son valorados para conseguir el rediseño.

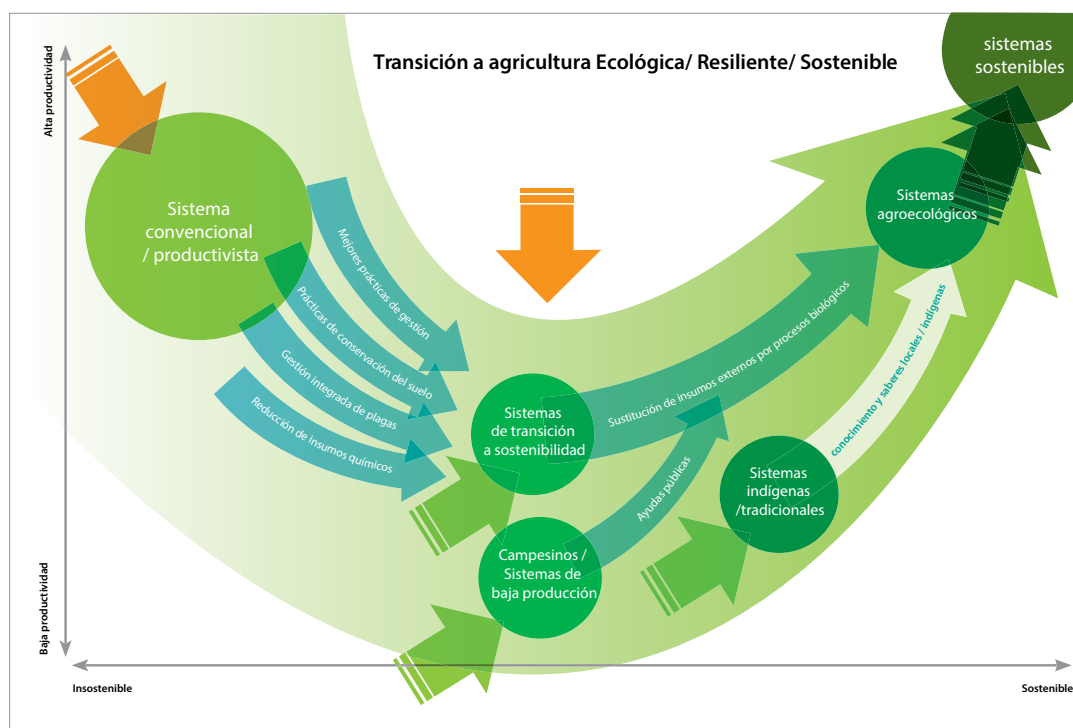


Figura 3: Desafíos de la transición y vías hacia sistemas sostenibles / ecológicos / resilientes (de Herren, 2010)

Gliessman (2007) a menudo usa la conversión a la agricultura ecológica, al menos en términos de sustitución, para ejemplificar la transición a una base ecológica para la gestión. También añade un cuarto nivel, donde se establece una conexión directa entre quienes producen los alimentos y los que la consumen, teniendo en cuenta todos los componentes del sistema agroalimentario. En este caso, el ejemplo mencionado con más frecuencia es la de la equivalente estadounidense de las AMAP (“Asociación para el Mantenimiento de la Agricultura Campesina”). También contribuye al IPES Alimentación [Panel Internacional de Expertos en Sistemas Alimentarios Sostenibles], copresidido por O. de Schutter (2011), ex Relator Especial de la ONU sobre el derecho a la alimentación. Las contribuciones respectivas de la AE y la Agroecología a facilitar la reconexión en los sistemas agroalimentarios se ha discutido en otra parte (Lamine, 2014).

El tema de las transiciones va más allá del nivel de los sistemas de producción, y es una área cada vez mayor. En un trabajo centrado en las comunidades científicas de la transición agroecológica (TAE) Ollivier (2015) muestra el papel unificador de la AE en la literatura sobre la TAE, que atraviesa las diferentes corrientes

disciplinarias. Otro autor identifica seis enfoques (Lachman, 2013) en los estudios de las transiciones. Uno de ellos, se describe como el metabolismo socio-ecológico, se centra en el flujo de materia y energía. Sirve como una referencia en Agroecología (pe Gonzalez de Molina y Toledo, 2011). Otro enfoque es ampliamente utilizado tanto en la AE como en la Agroecología: es la perspectiva "multinivel" (pe Geels, 2002; Stassart *et al.*, 2012.); su orientación es socio-técnica. Tanto en la innovación abierta, con varias articulaciones entre técnica, ambiental y social.

3.2 Un renacimiento de la Agroecología en la AE, mediante la intensificación "ecofuncional"

La Agroecología es un elemento fuerte en la programación de la I + D en AE. Esta apareció en el tema de la intensificación eco-funcional propuesto por la Plataforma "TP Organics" (Niggli *et al.*, 2008). De esta manera es una respuesta al diferencial de productividad de la AE/convencional, de manera de favorecer las sinergias entre la producción de alimentos y otros servicios de los ecosistemas, y una alternativa a otras propuestas (intensificación ecológica, sostenible...). En la AE, la intensificación eco-funcional "significa el uso del conocimiento y la obtención de un mayor grado de organización por unidad de superficie. Aumenta los beneficios de las funciones del ecosistema, incluyendo la biodiversidad, la fertilidad del suelo y la homeostasis. Se basa en los mecanismos de autorregulación de los organismos y sistemas biológicos o de organización. El vacío del reciclado de los materiales con el fin de limitar las pérdidas. Ella busca la mejor combinación entre la variación ambiental y la variabilidad genética de las plantas y cultivos. También es aumentar el bienestar de los animales de granja con un impacto positivo en la productividad y la salud. Utiliza y proporciona más puestos de trabajo por unidad de área de la granja "(Niggli *et al.*, 2008). La contribución de las nuevas tecnologías no se explica claramente a favor de una actitud cautelosa y una base de caso a caso. Un corolario de esta propuesta es la necesidad de ampliar la gama de criterios de actuación de la AE (Reganold y Wachter, 2016), en particular con indicadores agrupados en áreas de sostenibilidad (por ejemplo, con la función "SAFA" desarrollado por la FAO3).

La orientación propuesta para la AE toma los principios y enfoques de la Agroecología, incluso en términos de circulación del conocimiento. Ella ha conducido un programa de investigación para la AE (Schmid *et al.*, 2009). IFOAM Europa también ha tomado posición de la Agroecología, en un documento marco (Herren *et al.*, 2015). Se muestra una convergencia entre la AE y la Agroecología, que comparten un enfoque sistémico o integral de la agricultura y la alimentación, y están en una posición única para hacer frente a desafíos complejos e interrelacionados que nos enfrentamos (según Christopher Stopes, presidente del Grupo IFOAM UE). Este documento combina varias investigaciones del FIBL (Suiza) que, como ICROFS (Dinamarca), se posiciona sobre la Agroecología. En línea con la nueva agenda de IFOAM Internacional (Organic 3.0), el director del FIBL propone incorporar la Agroecología en la investigación de la AE, el desarrollo de una cultura de innovación que articula la innovación social, ecológica y tecnológica (Niggli, 2015). Otros autores añaden el tema de las innovaciones institucionales a la Agroecología para describir los paradigmas de cambio que sugieren, con el tiempo, las actitudes y los territorios (Lieblein y Francis, 2007; Tiftonell, 2014). En Inglaterra, otro instituto dedicado a la investigación en AE (Organic Research Centre) se centra en la Agroecología, a raíz de un estudio coordinado por su director (Lampkin *et al.*, 2015). Este informe se centra en tres modelos (AE, agroforestería, integración de policultivo y ganadería) y lo evalúa por el tamiz de cinco dimensiones (productividad, uso de energía y emisiones de gases de efecto invernadero, biodiversidad y servicios de los ecosistemas asociados, conservación de suelos y agua, rentabilidad). Concluye positivamente a favor de un enfoque agroecológico, reconociendo que las unidades de referencia de la AE usados moderan el diagnóstico de la productividad más baja en la AE y que la certificación mantiene una línea divisoria entre la AE y la Agroecología. Uno de los resultados de este estudio es una plataforma, llamada "agricology" (<http://www.agricology.co.uk/>), y que alberga una variedad de experiencias (de AE y otras agriculturas). Como en otros sitios web, esta iniciativa reciente de productores proporciona otros recursos. La AE también está representada, con su diversidad, pero junto a otros modos de producción. Encontramos aquí una presentación de la Agroecología como paraguas como un conjunto de formas de agricultura de base ecológica. Esta postura es también una fuente de ambigüedad, sobre todo en los discursos públicos (Abreu *et al.*, 2015), porque oscurece el propósito y el contenido de cada tipo de agricultura. Muchas diferencias que no sólo son semánticas; y esto en lugar comprometido para especificar las fronteras que operan hibridaciones. En esta dinámica, la sostenibilidad de la AE provienen de la aparición de dos características contradictorias: la capacidad de

propagarse a través de redes con un estricto marco económico (pero diferente de una lista de insumos permitidos); y la flexibilidad que permite la AE para redefinirse constantemente y adaptarse a nuevas situaciones (Teil, 2014), con valores en tiempo real.

CONCLUSIONES

Para concluir, queríamos aclarar los problemas de desarrollo de la AE a la luz de su co-evolución con la Agroecología, a partir de tres claves de lectura: construcción histórica de cada campo, diferencias o convergencias y elementos programáticos en curso. La AE está ahora (re)conocida por la sociedad en gran parte y todo el mundo tiene formada una opinión sobre esta cuestión transversal que afecta a la agricultura, el medio ambiente, la alimentación y la salud. Y la conversión sigue siendo un caso ejemplar de transición, que se encuentra en otros marcos temporales.

La Agroecología no se beneficia ni el mismo reconocimiento o de umbrales de inclusión explícitos, sobre todo porque no se guía por un mercado. Aún así, su existencia constituye un llamado sobre los propósitos de la AE en diferentes aspectos: (i) a volver a conectarse con sus fundamentos ecológicos desde una perspectiva de re concepción, por ejemplo, con la noción de agro-ecosistema que permite una visión más global del medio ambiente, (ii) tener más en cuenta las dimensiones sociales, incluidos los trabajadores agrícolas y los pequeños productores de iniciativas con enfoques colectivos (selección de la certificación participativa, la innovación inclusiva, la soberanía alimentaria, el acceso a la tierra ...), (iii) por asumir rupturas con algunas de las categorías conceptuales prevalecientes (reducción de los insumos en comparación con el rediseño, volúmenes de producción en comparación con la secuencia de las cadenas de valores frente a los sistemas agroalimentarios, con sus metabolismos ...).

La institucionalización de la Agroecología es bastante reciente en Francia, como en otros países. La cuestión es si irá acompañada de una estrategia de transformación o es más bien un enfoque conformista de la agricultura (Levidow *et al.*, 2013). No hay respuesta para esta pregunta y la Agroecología es más bien un programa en vez de una solución hegemónica. Las diferencias, y también los elementos comunes, la fluidez de las convergencia entre la Agroecología y la AE consolidarán este progreso.

1 <http://www.navdanya.org/component/content/article/571>

2 Institut National de l'Origine et de la Qualité

3 http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/nr/sustainability_pathways/docs/SAFA_Factsheet_French.pdf. Los cuatro dominios son: integridad del medio ambiente, resiliencia económica, bienestar social y buena gobernanza. Están disponibles en 21 sujetos para obtener un polígono sostenibilidad que representa la entidad analizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu de L.S., Bellon S., Brandenburg A., Olivier G., Lamine C., Darolt M.R., Aventurier P., 2015. Controversias e relacoes entre agricultura orgânica e agroecologia. In: A. Brandenburg, J-P. Billaud, C. Lamine (Eds.) Redes de agroecologias: experiências no Brasil e na França. Curitiba, BRA: Kairós Eds., pp. 171-198.
- Agrisud International, 2010. L'agroécologie en pratiques. Texte disponible sur le site d'Agrisud.
- (<http://www.agrisud.org/fr/lagroecologie-en-pratiques/>)
- Allaire G, Bellon S. 2014. L'AB en 3D: diversité, dynamique et dessein de l'agriculture biologique. Revue AE&S 4, n°1,
- Altieri MA. 1986. Agroécologie. Bases scientifiques d'une agriculture alternative. Debarb Ed.
- Altieri M.A., 2002. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments, Agr. Ecosyst. Environ. 93, 1-24.
- Altieri M.A. Nicholls C.I. 2008. Sauver l'AB. Sortir d'un modèle de production et de distribution spécialisé de type industriel. Nature & Progrès 70.
- Arrigon M., Bosc C., 2015. La transition agroécologique française: ré-enchanter l'objectif de performance dans l'agriculture. Congrès AFSP Aix 2015 (<http://www.congresafsp>).

- fr/st/st56/st56arrignonbosc.pdf
- Aventurier P., Ollivier G., Faggion de Alencar M.C., Bellon S., 2015. Estudio cientométrico dos
- Congressos Brasileiros de Agroecologia. In: A. Brandenburg, J.P. Billaud, C. Lamine (Eds.) Redes de agroecologias: experiências no Brasil e na França, Curitiba, BRA: Kairós Eds., pp. 37-64. Curitiba, BRA: Kairós Eds. <http://prodirna.inra.fr/record/308862>
- Bellon S., Lamine C., 2009. Enjeux et débats actuels sur la conversion à l'AB. In : C. Lamine & S. Bellon (Eds.). Transitions vers l'agriculture biologique. Pratiques et accompagnements pour des systèmes innovants. Quae-Educagri, pp. 19-50.
- Bellon S., Ollivier G., 2014. La agroecología en Francia: la institucionalización de utopías. In : Goulet F., Magda D., Girard N., Hernandez V. (Eds.) Agroecologia en Argentina y en Francia Miradas Cruzadas. INTA Ediciones. , pp. 31-52. <http://inta.gob.ar/documentos/la-agroecologia-en-argentina-y-en-francia-miradas-cruzadas>
- Bensin B., 1930. Possibilities for International Cooperation in Agroecology Investigation. Int. Rev. Of Agric. Part 1. Monthly bulletin of agricultural science and practice. The Institute for Agriculture, Rome 21, 277-284
- Besson Y., 2009. Une histoire d'exigences : philosophie et agrobiologie. L'actualité de la pensée des fondateurs de l'agriculture biologique pour son développement contemporain. Innovations Agronomiques 4, 329-362
- Bland W., Bell M., 2007. A holon approach to agroecology. Earthscan. 15p.
- Bonaudo T., Bendahan A.B., Sabatier R., Ryschawy J., Bellon S., Léger F., Magda D., Tichit D., 2014. Agroecological principles for the redesign of integrated crop-livestock systems. Europ. J. Agronomy 57, 43-51.
- Brym Z., Reeves J., 2016. Agroecological Principles from a Bibliographic Analysis of the Term
- Agroecology. In: E. Lichtfouse (Ed). Sustainable Agriculture Reviews 19, 203-231
- Buck D., Getz C., Guthman J., 1997. From Farm to Table: the organic vegetable commodity chain of northern California. Sociologia Ruralis 37 (1), 3-20.
- Cadiou P., Lefebvre A., Le Pape Y., Mathieu-Gaudrot F., Oriol S., 1975. L'Agriculture biologique en France, écologie ou mythologie. Presses Universitaires de Grenoble.
- Caporal F.R, de Azevedo E.O, 2011. Principios e perspectivas da agroecologia. Instituto federal
- Parana. Educação a distancia.
- Cid Aguayo B., 2011. Agroecología y agricultura orgánica en Chile: entre convencionalización y ciudadanía ambiental. Agroalimentaria. Vol. 17, Nº 32; enero-junio 2011, 15-27.
- Colectivo, 1974. Encyclopédie Permanente de l'Agriculture Biologique. Debard Ed Conford P., 2001. The origins of the Organic Movement. Floris Books.
- Compagnone C., 2012. Pratiques négociées et écologisation de l'agriculture. Revue Agronomie, environnement et sociétés 2 (1), 23-32
- Dalgaard T., Hutchings N.J., Porter J.R, 2003. Agroecology, scaling and interdisciplinarity, Agr.
- Ecosyst. Environ. 100, 39-51.
- Darnhofer I., Lindenthal T., Bartel Kratochvil R., Zollitsch W., 2010. Conventionalisation of organic farming practices: from structural criteria towards an assessment based on organic principles. A review. Agron. for Sust. Dev. 30(1), 67-81.
- David C., Wezel A., Bellon S., Doré T., Malézieux E., 2011. Agroécologie. In : Les mots de l'agronomie. <http://mots-agronomie.inra.fr/mots-agronomie.fr/index.php/Agro%C3%A9cologie>
- De Schutter O., 2011. Agroécologie et droit à l'alimentation. Rapport présenté à la 16ème session du Conseil des droits de l'homme de l'ONU, 23p. Texte intégral sur le site de l'Université de Louvain.
- Deguine J.P., Gloanec C., Laurent Ph., Ratnadass A., Aubertot J.-N. (Coords), 2016. Protection agroécologique des cultures. Ed. Quae (Chapitre 1 : décliner les principes de l'agroécologie à la protection des cultures).
- Deguine J.P., Penvern S., 2014. Agroecological Crop Protection in Organic Farming: Relevance and Limits. In S. Bellon and S. Penvern (Eds) Organic Farming, Prototype for Sustainable Agricultures. Springer Ed.: 107-130.
- Dumont A., Vanloqueren G., Stassart P.M., Baret P., 2016. Clarifying the socioeconomic dimensions of agroecology. Between principles and practices. Agroecology and Sust. Food Syst. 40 (1), 24-47.
- Dumont B., González-García E., Thomas M., Fortun-Lamothe L., Ducrot C., Dourmad JY., Tichit M., 2014. Forty research issues for the redesign of animal production systems in the 21st century. Animal 8 (8), 1382-1393.
- Eggermont H., Balian E., Azevedo J., Beumer V., Brodin T., Claudet J., Fady B., Grube M., Keune H., Lamarque P., Reuter K., Smith M., van Ham C., Weisser W., Le Roux X., 2015. Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe. GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society 24, 4, 243-248
- Estevez B., Domon G., Lucas E., 2000. Le modèle ESR (efficacité-substitution-reconceptualisation), un modèle d'analyse pour l'évaluation de l'agriculture durable applicable à l'évaluation de la stratégie phytosanitaire au Québec. Courr. Env. Inra 41, 97-104.

- Francis C., 2009. Education in organic farming and food systems. In: Francis C.A. (Ed), Organic Farming: The Ecological System. Agron. Monograph 54, Americ. Soc. Agron., Madison, WI, pp. 283-300.
- Francis C.A., Van Wart J., 2009. History of Organic Farming and Certification. In: Francis C.A. (Ed.) Organic Farming: The Ecological System. Agron. Monograph 54, Americ. Soc. Agron., Madison, WI, pp. 3-17.
- Friedman D., 2001. Transitioning to organic production. Sare. Usda. Washington DC.
- (<http://www.sare.org/Learning-Center/Bulletins/Transitioning-to-Organic-Production>)
- Ferguson B.G., Morales H., 2010. Latin American Agroecologists Build a Powerful Scientific and Social Movement. *Journal of Sustainable Agriculture* 34, 4, 339-341.
- Fergusson R.S., Lovell S.T., 2013. Permaculture for Agroecology: Design, Practice, Movement, and Worldview. *A Review. Agronomy for Sustainable Development*, 34, 2, 251-274
- Fleury P., Chazoule C., Peigné J., 2014. Ruptures et transversalités entre agriculture biologique et agriculture de conservation. *Economie Rurale* 339-340, 95-112.
- Geels F., 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case study. *Research Policy* 31, 8-9, 1257-1274.
- Gliessman S., 2016. Agroecology. Roots of Resistance to Industrialized Food Systems. In: V. Ernesto Méndez, C.M. Bacon, R. Cohen et S.R. Gliessman (Eds). *Agroecology. A Transdisciplinary, Participatory and Action-oriented approach*. Series *Advances in Agroecology*, CRC Press, pp. 23-33.
- Gliessman S., 2007. *Agroecology. The Ecology of Food Systems*. CRC Press.
- Gliessman S., Rosemeyer M., 2010. *The conversion to Sustainable Agriculture*. CRC Press
- Gómez L.F., Ríos-Osorio L., Eschenhagen M.L., 2013. Agroecology publications and coloniality of knowledge. *Agronomy for Sustainable Development* 33 (2), 355-362.
- Gonzalez de Molina M., Toledo V., 2011. Metabolismos, naturaleza e historia. *Hacia una teoría de las transformaciones socioecológicas. Perspectivas agroecológicas 7*. Icaria Int. Ed.
- Heckman J., 2006. A history of organic farming: Transitions from Sir Albert Howard's War in the Soil to USDA National Organic Program. *Renewable Agriculture & Food Systems*, 21, 143-150.
- Herren H., Hilbeck A., Hoffmann U., Home R., Levidow L., Muller A., Nelson E., Oehen B., Pimbert M., 2015. Feeding the people. *Agroecology for nourishing the world and transforming the agrifood system*. Ifoam EU group.
- Hill SB, 1985. Redesigning the food system for sustainability. *Altern.* 12 (3/4), 32-36
- Hill SB, 2014. Considerations for Enabling the Ecological Redesign of Organic & Conventional Agriculture: A Social Ecology and Psychological Perspective. In: S. Bellon & S. Penvern (Eds) *Organic Farming, Prototype for Sustainable Agricultures*. Springer Ed., pp. 401-422.
- Klages K.H.W., 1928. Crop ecology and ecological crop geography in the agronomic curriculum.
- *Journal of the Am. Soc of Agron* 20, 336-353.
- Koohafkan P., Altieri M.A., Gimenez E.H., 2011. Green Agriculture: foundations for biodiverse, resilient & productive agricultural systems. *International Journal of Agricultural Sustainability* 10, 61-75.
- Lachman D.A., 2013. A survey and review of approaches to study transitions. *Energy Policy* 58, 269-276.
- Lamine C., 2014. Sustainability and Resilience in Agrifood Systems: Reconnecting Agriculture, Food and the Environment. *Sociologia Ruralis* 55, 1, 41-61.
- Lamine C., Bellon S., 2009. Conversion to organic farming: a multidimensional research object at the crossroads of agricultural and social sciences. *A review. Agronomy for Sustainable Development* 29, 97-112.
- Lampkin N.H., Pearce B.D., Leake A.R., Creissen H., Gerrard C.L., Girling R., Lloyd S. Padel S., Smith J., Smith L.G., Vieweger A., 2015. Wolfe M.S., *The role of agroecology in sustainable intensification*. Report for the Land Use Policy Group. Organic Research Centre, Elm Farm and Game & Wildlife Conservation Trust.
- Le Pichon V., Filleron E., Ricavy I., Taussig C., Bellon S., 2013. Favoriser les innovations agroécologiques par une approche multi-niveaux des besoins d'expérimentation en productions végétales. *Innovations Agronomiques* 32, 285-296.
- Le Pichon V., Romet L., Lambion J., 2009. Approche multi-niveaux de la gestion des bio-agresseurs: grille d'analyse des expérimentations du GRAB. *Innovations Agronomiques* 4, 91-99
- Levidow L., 2015. European transitions towards a corporate-environmental food regime: agroecological incorporation or contestation? *J. Rur. Studies* 40, 76-89.
- Levidow L., Pimbert M. Vanloqueren G., 2014. Agroecological Research: Conforming—or Transforming the Dominant Agro-Food Regime? *Agroecology & Sustainable Food Systems* 38, 10, 1127-1155.
- Lieblein G., Francis C.A., 2007. Towards responsible action through agroecological education. *Ita. J. Agron. Riv. Agron.* 2, 79-86.

- Lockeretz W., 2002. Strategies for Organic Research. In: Powell et al. (Eds). UK Organic Research 2002: Proceedings COR Conference, 26-28/3/2002, Aberystwyth, pp. 25-31 (<http://orgprints.org/8490>)
- Lockie S., Halpin D., 2005. The 'Conventionalisation' Thesis Reconsidered: Structural and Ideological Transformation of Australian Organic Agriculture. *Sociologia Ruralis* 45 (4), 284-307.
- Méndez V.E., Bacon C.M., Cohen R., 2015. Agroecology: a Transdisciplinary, Participatory and Action-oriented Approach. (Introduction). In: V. Ernesto Méndez, C.M. Bacon, R. Cohen & S.R. Gliessman (Eds), *Agroecology. A Transdisciplinary, Participatory and Action-oriented approach*. Series Advances in Agroecology, CRC Press, pp. 1-22.
- Niggli U., 2015. Incorporating Agroecology Into Organic Research – An Ongoing Challenge. *Sustainable Agriculture Research* 4 (3), 149-157. (<http://orgprints.org/29200/>)
- Niggli U., Släbe A., Schmid O., Halberg N., Schlüter M., 2008. Vision for an Organic Food and Farming Research Agenda 2025. Organic Knowledge for the Future. Technology Platform Organics. IFOAM EU Group (Brussels, Belgium) and ISOFAR (Bonn, Germany). 60 pp.
- Oelofse M., Høgh-Jensen H., de Abreu L.S., Almeida G., El-Araby A., Yu Hui Q., Sultan T., de Neergaard A., 2011. Organic farm conventionalisation and farmer practices in China, Brazil and Egypt. *Agron. Sustain. Dev.* 31, 689-698.
- Ollivier G., 2015. Communautés scientifiques de la transition agroécologique. Document de travail. Inra-Sad. 158p.
- Ollivier G., Bellon S., 2013. Dynamiques paradigmatiques des agricultures écologisées dans les communautés scientifiques internationales. *Natures Sciences Sociétés* 21 (2), 166-81.
- Ollivier G., Bellon S., Penvern S., 2011. Thematic and citation structure dynamics of Organic Food & Farming research. In: Neuhoﬀ D. (Ed.) 3rd ISOFAR Scientific Conference / 17th IFOAM Organic World Congress, Korea, 28/09-01/10/2011, pp. 4.
- Petersen P., Mussoi E.M., Dal Soglio F., 2013. Institutionalization of the Agroecological Approach in Brazil: Advances and Challenges. *Agroecology and the Transformation of Agri-Food Systems. Agroecology and Sustainable Food Systems* 37, 1, 103-114
- Reganold J., Wachter J., 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants* 2 (2), 15221
- Reijntjes C., Haverkort B., Waters-Bayer A., 1992. Farming for the future: An introduction to lowexternal input and sustainable agriculture. MacMillan Press Ltd., London
- Ricci P., Bui S., Lamine C. (Eds), 2011. Repenser la protection des cultures. Innovations et Transitions. Quae Educagri (Eds)
- Roger F.L., Bonnet P., Steinmetz P., Peyre M., 2016. The One Health Concept to Dovetail Health and Climate Change Policies. In: E. Torquebiau (Ed.). *Climate Change and Agriculture Worldwide*, Springer Netherlands, 239-250.
- Rosset P.M., Altieri M.A., 1997. Agroecology versus input substitution: a fundamental contradiction of sustainable agriculture. *Society & Natural Resources* 10, 3, 283-95.
- Saugé N., 1993. Une approche américaine de l'agro-écologie. *Natures Sciences Sociétés* 1, 4, 353-61.
- Stassart P.M., Baret P., Grégoire J-Cl., Hance Th., Mormont M., Reheul D., Stilmant D., Vanloqueren G., Visser M., 2012. L'Agroécologie: trajectoire et potentiel. Pour une transition vers des systèmes alimentaires durables. In: Van Dam D., Streith M., Nizet J., Stassart P.M. (Eds.), *Agroécologie: entre pratiques et Sciences Sociales*, Dijon, Educagri, pp. 25-51.
- Teil G., 2014. Is organic farming unsustainable? Analysis of the debate about the conventionalisation of the organic label. In: S. Bellon, S. Penvern (Eds) *Organic Farming, Prototype for Sustainable Agricultures*. Springer Ed., pp. 325-345.
- Tiftonell P., 2014. Ecological intensification of agriculture - sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 8, 53-61.
- Tomich T.P., Brodt S., Ferris H., Galt R., Horwath W.R., Kebreab E., Leveau J.H.J., Liptzin D., Lubell M., Merel P., Michelmore R., Rosenstock T., Scow K., Six J., Williams N., Yang L., 2011. Agroecology: A Review from a Global-Change Perspective. *Annual Review of Environment and Resources* 36, 1, 193-222
- Warner K., 2008. Agroecology as Participatory Science: Emerging Alternatives to Technology Transfer Extension Practice. *Science Technology Human Values* 33, 754-77.
- Wezel A., Bellon S., Doré T., Francis C., Vallod D., David C., 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29 (4), 503-15
- Wezel A., Casagrande M., Celette F., Vian J.F., Ferrer A., Peigné J., 2014. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 34 (1), 1-20.
- Wezel A., Soldat V., 2009. A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability* 7 (1), 3-18.

- Wyss E., Luka H., Pfiffner L., Schlatter C., Gabriela U., Daniel C., 2005. Approaches to pest management in organic agriculture: a case study in European apple orchards. *Cab Int.: Organic-Research.com*, 33-36
- Zehnder G., Gurr G.M., Kühne S., Wade M.R., Wratten S.D., Wyss E., 2007. Arthropod pest management in organic crops. *Ann. Rev. Entomol.* 52, 57-58.
-
- Este artículo se publicó con la licencia Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)
- <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>
- Para la citación en la reproducción de este artículo, se debe mencionar obligatoriamente el título del artículo, el nombre de todos los autores, la mención de su publicación en la revista «Innovations Agronomiques», la fecha de su publicación, y su URL)

C3. SILVOPASTORALISMO Y AGROECOLOGÍA

SILVOPASTORALISMO Y AGROECOLOGÍA EN GALICIA

Rigueiro A, Mosquera MR

Departamento de Producción Vegetal, Escuela Politécnica Superior de Lugo (EPSL),
Universidad de Santiago de Compostela (USC)
antonio.rigueiro@usc.es, mrosa.mosquera.losada@usc.es

RESUMEN:

Silvopastoralismo es, etimológicamente, el pastoreo del bosque, aunque con frecuencia se entiende como pastoreo del monte, con estratos vegetales leñosos (árboles y arbustos en sentido amplio) e incluso herbáceos, considerándose habitualmente un aprovechamiento no maderero del monte. Cuando el ganado, con una carga ganadera y manejo adecuados, aprovecha el pasto natural del sotobosque o del matorral no arbolado, sin aplicación de insumos externos (fertilizantes) ni sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas o herbicidas, sin necesidad de riego, sin laboreo del terreno y con nulo o escaso uso de maquinaria, conservando los suelos e incrementando su efecto sumidero de carbono, contribuyendo a conservar o mejorar la biodiversidad animal y vegetal, reduciendo el riesgo de incendios forestales, creando empleo en el medio rural y mejorando el rendimiento económico de los montes y, por tanto, frenando el abandono de los mismos, estamos realizando una práctica que podemos considerar en el marco de la silvoecología, estrechamente relacionada con la gestión sostenible del monte y que podemos considerar disciplina vinculada de alguna manera a la agroecología.

Nuestro grupo de investigación lleva más de tres décadas realizando investigaciones en la España Húmeda sobre la ordenación del pastoreo en el monte y el empleo de sistemas silvopastorales como una técnica de control del combustible vegetal en el sotobosque de bosques y masas arboladas y, por lo tanto, de prevención de incendios forestales, al mismo tiempo que se incrementa el rendimiento económico de los montes, en el marco de parámetros de sostenibilidad y respeto al medio ambiente y a los equilibrios ecológicos. Aspectos importantes a tener en cuenta son la composición florística del sotobosque y la productividad, valor nutritivo y palatabilidad de las especies que lo componen, el tipo de animales, que deben ser compatibles con el arbolado, y la carga ganadera y manejo del ganado. En esta ponencia comentamos algunas de nuestras experiencias y los resultados más relevantes de las mismas.

Palabras clave: prevención de incendios forestales, silvoecología, sistemas silvopastorales, silvopastoralismo.

INTRODUCCIÓN

El pastoreo en tierras de monte ha venido siendo en el pasado práctica habitual en la mayor parte de las regiones ibéricas, y en algunas comarcas aún tiene importancia en la actualidad. Generalmente se aprovechaba, o se aprovecha, el pasto natural de las tierras a matorral, mejorándolo en ocasiones, llegando incluso a sustituirlo por pastizales implantados artificialmente. En la Iberia húmeda se realizaron en el pasado recientes experiencias, que en algunos casos continúan en la actualidad, acerca del aprovechamiento pascícola de los matorrales y de su mejora y transformación en pastizales (Sineiro, 1982; Sineiro *et al.*, 1999; Osoro *et al.* 1999).

La compatibilización del ganado con el arbolado ha sido tradicionalmente más problemática, siendo frecuente la prohibición por parte de las administraciones de la entrada del ganado en los bosques y masas

arboladas por el temor a posibles daños de los animales al arbolado o al regenerado del mismo, prohibición que con frecuencia supuso la ruptura del consenso entre administración y administrados y se considera que fue origen, en algunas zonas al menos, de conflictividad que desencadenó incendios forestales. En otras circunstancias, en cambio, árboles y ganado conviven de forma pacífica y fructífera desde antiguas calendas, es el caso por ejemplo del "ecosistema dehesa", muy bien representado en la Iberia mediterránea, tanto portuguesa como española (Olea, 1999), ejemplo por antonomasia de sistema agrosilvopastoral.

El pastoreo en los terrenos de monte sigue siendo actualmente un foco de conflictos en la Iberia húmeda, posiblemente más intensos en Galicia, por lo que es necesario ordenarlo, y la ordenación del pastoreo en montes arbolados puede organizarse a través de sistemas silvopastorales, técnicas que se vienen estudiando en las últimas décadas en diversos países y, en nuestro entorno próximo, en el norte de Portugal (Escola Politécnica de Vila Real), Galicia (Escuela Politécnica Superior de Lugo, Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán), Asturias (Centro de Investigación y Experimentación Agraria de Villaviciosa), País Vasco (Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario- NEIKER), etc.

SISTEMAS SILVOPASTORALES

La agrosilvicultura es una práctica ancestral en todo el mundo que consiste en la combinación de árboles con cultivos y/o animales en la misma unidad de gestión de tierra, estableciéndose entre los componentes interacciones tanto ecológicas como económicas (Nair, 1989).

Los sistemas agroforestales son muchos y muy variados, tanto como sus funciones y producciones. En esta ponencia nos centraremos en los sistemas silvopastorales, que son las prácticas agroforestales más desarrolladas en las regiones templadas e industrializadas, además de ser las más antiguas (Nair, 1991).

Entre los diversos tipos de sistemas silvopastorales que existen vamos a centrarnos en el pastoreo dentro de bosques y masas arboladas, más o menos aclaradas, en las que se pastan las especies arbustivas y herbáceas que crecen de forma natural en el sotobosque.

Desde hace cerca de 30 años se vienen investigando en Galicia los sistemas silvopastorales. Estos trabajos se iniciaron en el Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán, incorporándose más tarde a estas líneas de investigación equipos del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo y del Departamento de Producción Vegetal de la Escuela Politécnica Superior de Lugo. Diversas publicaciones testimonian la efectividad de estas técnicas desde el punto de vista de la reducción del combustible vegetal del sotobosque y, en consecuencia, de la disminución del riesgo de incendios forestales (Rigueiro, 1985, 1986, 1992, 1999; Silva, 1988, 1993). También se ha abordado la sustitución artificial de la vegetación natural que crece bajo el arbolado por especies herbáceas -más productivas, nutritivas, digestibles y palatables para el ganado-, es decir la creación de pastizales arbolados que, además de reducir los incendios forestales, mejoran aspectos productivos, paisajísticos, de transitabilidad, etc. (Rigueiro, 1985, 1992; Silva, 1993; Piñeiro y Pérez, 1988).

En varias comunidades autónomas españolas, además de Galicia, y en varios países -Portugal, Francia, Grecia, Italia, Reino Unido, Nueva Zelanda, Australia, China, Estados Unidos, Uganda, países latinoamericanos, etc.- también se presta atención a la investigación de los sistemas silvopastorales (Chaudhry & Silim, 1980; Knowles & Cutler, 1980; Lewis, 1983; Etienne, 1996). Estos modelos de utilización y gestión del monte arbolado suelen situarse dentro de los sistemas agroforestales que, a su vez, se relacionan con el aprovechamiento múltiple o aprovechamiento integral del monte.

A continuación expondremos sucintamente los resultados más interesantes de algunas de las experiencias realizadas en Galicia, centrándonos especialmente en la utilización del ganado como "desbrozadora", que se alimenta básicamente del pasto natural del sotobosque, reduciendo así la cantidad de combustible vegetal y, por tanto, el peligro de incendio forestal.

ARBOLADO

En un sistema silvopastoral es importante, de cara a conseguir una aceptable productividad del sotobosque, que el dosel arbóreo esté formado por especies que reúnan algunas de las condiciones siguientes: buena autotopoda, copa clara que deje pasar luz al suelo y no intercepte la lluvia en elevadas proporciones, descomposición rápida de la hojarasca y otros restos sin producir efectos alelopáticos sobre las especies del sotobosque aprovechables por el ganado, que sean eficaces bombas de nutrientes, compatibilidad con el tipo de ganado a utilizar, etc.

Los estudios de control del combustible del sotobosque mediante pastoreo se han realizado fundamentalmente en bosques de pino bravo o del país (*Pinus pinaster* Ait.), pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.), pino insigne (*Pinus radiata* D. Don) y eucaliptales de eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus* Labill.). Pinares y eucaliptales son las masas que cubren mayor superficie actualmente en Galicia -entre un 70% y un 80% de la superficie arbolada total- y proceden generalmente de repoblación forestal. La densidad del arbolado (número de pies por ha, cobertura del suelo en proyección vertical de copas, área basimétrica) está relacionada con la productividad del sotobosque, ya que al incrementarse la densidad llega menos luz al suelo, reduciéndose aquella (Dood, 1972).

Algunas de las experiencias gallegas se han realizado en pinares de más de 20 años de pinos bravos con una densidad superior a los 1000 pies por ha, que se redujo a 450-700 pies por ha, de pinos silvestres con 500-800 pies por ha tras una clara, de pinos insignes con una densidad de 800 pies por ha tras una clara y en eucaliptales con una densidad de 2000 pies por ha. De las experiencias a las que hacemos referencia en este trabajo los pinares de pino bravo y pino silvestre se encuentran en Monfero (A Coruña), el de pino insigne en Guitiriz (Lugo) y el eucaliptal en Zas (A Coruña).

PASTO NATURAL DEL SOTOBOSQUE

El pino bravo y el eucalipto blanco tienen copas claras que dejan pasar al sotobosque una proporción importante de radiación (entre el 20% y el 75%). Como consecuencia estas formaciones presentan un estrato herbáceo-subarbuscivo dominado por especies fruticasas heliófilas y por herbáceas heliófilas y esciadófilas. Especies abundantes son (Rigueiro, 1985): tojo arnal (*Ulex europaeus* L.), tojo molar o femia (*Ulex gallii* Planchon), zarzamora (*Rubus* spp.), brezos pequeños o carrascos (*Erica umbellata* L., *Erica cinerea* L., *Erica ciliaris* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull), urce mora (*Erica australis* L.), retama blanca (*Cytisus striatus* (Hill.) Rothm.), retama negra (*Cytisus scoparius* (L.) Link), carqueixa (*Chamaespartium tridentatum* (L.) P. Gibbs), helecho común (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn), *Daboecia cantabrica* (Hudson) C.Koch, *Halimium lasianthum* (Lam) Spach., *Pseudarrhenatherum longifolium* (Thore) Rouy, *Agrostis curtisii* Kerguelen, *Agrostis capillaris* L., *Holcus lanatus* L., *Holcus mollis* L., *Avena marginata* (Lowe) J. Holub, etc. La productividad del sotobosque se sitúa entre 2,5 y 3,2 t de m.s. por ha y año.

En el pino silvestre y en el insigne, en cambio, la transmitancia de la radiación solar a través del dosel arbóreo es menor, entre el 7% y el 27%, por lo que el matorral heliófilo tiene dificultades para establecerse en el sotobosque, haciéndolo sin dificultad las herbáceas tolerantes con la sombra, como *Agrostis capillaris* L., siendo la productividad algo menor, entre 1,4 y 2,8 t de m.s. por ha y año (Silva, 1993).

Los brotes tiernos de algunas especies de matorral (como los tojos, retamas y zarzas) y de algunas gramíneas (*Holcus lanatus* L., *Holcus mollis* L., *Agrostis capillaris* L.) son palatables y con un aceptable contenido proteico y digestibilidad (González Hernández, 1994).

Los sotobosques de las parcelas experimentales presentaban en el estado preoperacional una acumulación de biomasa entre 6 y 30 t de m.s. por ha, con predominio de las especies leñosas. Para favorecer el control efectivo del matorral por el ganado, éste debe pastar los brotes tiernos, en estado herbáceo, que es cuando son más apetecibles, nutritivos y digeribles y, en consecuencia, mejor controlados. Por lo tanto, antes de introducir los animales se hizo un tratamiento del sotobosque: aplastamiento, quema o roza (manual o mecánica).

GANADO Y MANEJO DEL MISMO

El ganado ha de ser compatible con el arbolado y ha de ser rústico, capaz de alimentarse básicamente del pasto natural que crece bajo el arbolado. En una primera fase, cuando el pasto leñoso es abundante, es aconsejable introducir lignívoros, como las cabras y los caballos, animales que admiten una elevada proporción de pasto leñoso en su dieta. Debido al tratamiento de pastoreo es frecuente que la vegetación del sotobosque evolucione, reduciéndose la cobertura de las especies leñosas e incrementándose la de las herbáceas, lo que hace recomendable ir sustituyendo algún ganado lignívoro por herbívoros (como ovejas y vacas). Sin embargo no se debe suprimir totalmente el pastoreo con lignívoros para evitar que el matorral se recupere. Para estos sistemas son muy adecuadas las razas autóctonas, pues suelen ser rústicas y adaptados al pastoreo extensivo, y utilizándolas contribuimos a la conservación de los recursos genéticos animales.

El caballo es compatible con eucaliptos y pinos, incluso desde edades tempranas del arbolado, ya que no los come, y controla bien los tojos, retamas y gramíneas duras; con las frondosas solo es compatible cuando no alcanza las copas. La cabra convive con el eucalipto blanco, incluso joven, sin hacerle daño, pero no sucede lo mismo con los pinos y otras frondosas, cuya copa come si está a su alcance, pudiendo incluso anillar los troncos cuando la corteza no está suficientemente desarrollada; controla bien los brotes de tojos, retamas, zarzas y brezos y también las herbáceas. Ovejas y vacas consumen bien el pasto herbáceo, y se consideran compatibles con pinos, eucaliptos y otras frondosas, cuando no pueden alcanzar sus copas; algunas razas rústicas, como las vacas cachenas, son buenas ramoneadoras, realizando un control eficiente del matorral no muy desarrollado.

En las experiencias realizadas en pinares en Monfero (monte público Marco da Curra) se consiguieron buenos resultados con una carga general inicial de 2 cabras por ha, que se fue variando según avanzaba el tapiz herbáceo del sotobosque, estabilizándose a partir del tercer año en 1 cabra y 3 ovejas por ha. El ganado se maneja según un modelo que podríamos considerar de pastoreo rotacional-extensivo, con el fin de conseguir cargas puntuales o instantáneas altas, que aumenten la efectividad en el control del combustible vegetal, incluidas las especies de menor palatabilidad. La parcela experimental se dividió en 4 subparcelas y el tiempo de ocupación de cada subparcela es de un mes aproximadamente, siendo por tanto el tiempo de reposo de 3 meses (Rigueiro, 1992).

En las parcelas de eucaliptos de Zas (monte Coto de Muiño, del grupo ENCE) los propietarios utilizan ganado en pastoreo libre o continuo. La carga ganadera general es de 1 cabra cada 2 ha y 1 yegua cada 4 ha. En Primavera sobra pasto y se permite la entrada de vacas de los vecinos del lugar, con una carga aproximada de 1 vaca por ha (Rigueiro, 1992).

En las parcelas de pino insigne de Guitiriz (monte vecinal en mano común de Sambreixo, Parga) se comparó el efecto del pastoreo continuo y rotacional con caballos de pura raza gallega. La carga general fue de una yegua cada 3 ha y el tiempo de ocupación y el de reposo los mismos que en la experiencia de Monfero.

CONTROL DEL COMBUSTIBLE VEGETAL

De los datos obtenidos de nuestros ensayos se deduce que el control del matorral es más efectivo utilizando pastoreo rotacional, en comparación con el pastoreo continuo, aunque con este último sistema se consigue también una situación aceptable, en lo que a prevención de incendios forestales se refiere.

El control del combustible vegetal vivo que realiza el ganado en el eucaliptal del monte Coto do Muiño (Zas, A Coruña) es muy importante, como puede apreciarse en los datos que se exponen en la tabla 1, que se refieren a una parcela talada hace 3 años y en la que, posteriormente a la tala, se hizo una quema de los restos de la corta y del matorral, introduciendo el ganado en una zona y acotando al pastoreo otra. Los resultados, desde el punto de vista de la prevención de los incendios forestales, son muy positivos en este monte, ya que apenas se ha visto afectado por los incendios en los últimos años, mientras que se han quemado superficies importantes en los alrededores.

En el pinar de Marco da Curra (Monfero, A Coruña) el matorral del sotobosque tenía, antes de iniciar la experiencia, una biomasa de 20-30 t/ha de materia seca y una altura media superior a los 2 m. El control de la vegetación del sotobosque es muy efectivo, predominando en la actualidad las especies herbáceas, con una altura máxima de 10-15 cm y una biomasa estabilizada de 0`5-2 t/ha de materia seca (Silva, 1988).

En la experiencia de Sambreixo, como ya hemos señalado, se compara el efecto del pastoreo rotacional y continuo de ganado equino en un pinar de *Pinus radiata* D. Don, con la finalidad de reducir el combustible vegetal del sotobosque y el peligro de incendio forestal. Se evaluó el pasto (biomasa) en oferta en cada rotación (el que hay cuando el ganado entra en cada subparcela en el pastoreo rotacional, y se hace una estimación simultánea en el continuo para poder comparar) para los tojos (*Ulex* spp.), especies dominantes en el sotobosque. Observamos que el pasto en oferta inicialmente (dos primeras rotaciones) es superior en las parcelas sometidas a pastoreo continuo, invirtiéndose la tendencia posteriormente, hasta la quinta rotación, en la cual, debido a la mayor presión del pastoreo rotacional, el pasto en oferta vuelve a ser mayor en las parcelas de pastoreo continuo. También se evaluó el pasto (biomasa) residual (el que hay cuando el ganado sale de cada subparcela en el pastoreo rotacional, y realizamos una estimación simultánea en el continuo para poder comparar) para las mismas especies de matorral. En las dos primeras rotaciones el pasto residual es mayor en las parcelas de pastoreo continuo, tendencia que se mantiene, aunque amortiguada, en las restantes rotaciones. En 20 meses de pastoreo el pasto en oferta se reduce un 66% y el residual un 87.5%, como promedio entre los dos sistemas de manejo, datos que son indicadores de la eficiencia del pastoreo en la reducción del combustible vegetal del sotobosque. El efecto desbrozador es inicialmente superior en el pastoreo rotacional pero tiende a igualarse en los dos sistemas con el tiempo. El ganado equino controla bien el estrato arbustivo dominado por tojos, mostrando preferencia por estas leguminosas.

Los resultados experimentales explican la eficacia del pastoreo en repoblaciones forestales, en relación con la reducción del combustible vegetal del sotobosque. Así, por ejemplo, en montes repoblados con eucalipptos sometidos a pastoreo durante tres años, la biomasa del sotobosque es un 80% menor que en las áreas en las que se impide el acceso del ganado. En montes repoblados con pinos del país la fitomasa aérea del sotobosque se incrementa a un ritmo de 5 t por ha y año en parcelas acotadas al pastoreo (Rigueiro, 1992).

BIBLIOGRAFÍA

- BAKER, 1979. Principles of Silviculture, 2ª ed., Mc Graw-Hills Book Co. New York.
- CHAUDHRY, M.A. & SILIM, S., 1980. La agrisilvicultura en Uganda. *Unasyva*, 128: 21-25.
- DODD Y COLS, 1972. Grazing values as related to tree-crown covers. *Canadian J.For.Res*, 2(3): 185-189.
- ETIENNE, M., 1996. Western European Silvopastoral Systems. Francia.
- GARCIA SALMERÓN, 1991. Manual de Repoblaciones Forestales, E.T.S. Ingenieros de Montes. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.
- GONZALEZ HERNANDEZ, P., 1994. Estudio de las formaciones arboladas y arbustivas como base para su aprovechamiento cinegético. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Santiago.
- KNOWLES, R.L. & CUTLER, T.R., 1980. Integration of Forestry and Pastures in New Zealand. New Zealand Forest Service, Wellington: 1-14.
- LEWIS & COLS, 1984. Integration on pines and pastures for hay and grazing. *Agroforestry System*, 2: 31-41.
- MATUSZ, 1962. Culture mecanique du sol forestier. FAO. Roma.
- NAIR, K. P. R., 1989. Agroforestry defined. In: *Agroforestry Systems in the Tropics*. Ed. P. K. R. Nair. Kluwer Academic Publishers: 13-20.
- NAIR, P.K.R. 1991. State of the art of agroforestry systems. *Forest Ecology and Management*, 45. Elsevier Science Publishers B. V.: 5-29.
- OLEA, L., 1999. El Ecosistema Dehesa: Producción y Conservación. Seminario sobre Producción de Pastos Extensivos. Mabegondo (A Coruña), 13-14 de diciembre.
- OSORO, K.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A. 1999. Conocimientos básicos para la gestión de los recursos pastables de la Cordillera Cantábrica. Seminario sobre Producción de Pastos Extensivos. Mabegondo (A Coruña), 13-14 de diciembre.
- PEREZ MOREIRA, R.; DIAZ-FIERROS, F., 1988. Resistencia del suelo y susceptibilidad a la compactación en terrenos a monte sometidos a pastoreo. *An. Ed. y Agrob*, XLVII (3-4). Madrid.

- PIÑEIRO, J.; PEREZ FERNANDEZ, M., 1988. Producción de pastos entre pinos. *Agricultura*, 672: 480-484.
- RIGUEIRO, A., 1985. La utilización del ganado en el monte arbolado gallego, un paso hacia el uso integral del monte. En: *Estudios sobre prevención y efectos ecológicos de los incendios forestales*, 61-78. Ed. VELEZ, R. y VEGA, J.A. ICONA (MAPA). Madrid.
- RIGUEIRO, A., 1986. Tratamientos silvopastorales para la prevención de incendios en Galicia. En: *Bases Ecologiques per la Gestió Ambiental*, 25-27. Ed. CASTELLO, J.I. y TERRADAS, J. Diputación de Barcelona. Barcelona.
- RIGUEIRO, A., 1992. Pastoreo controlado en los bosques gallegos. *El Campo*, 124: 29-33.
- RIGUEIRO, A. 1999. Sistemas Silvopastorales en Galicia. Seminario sobre Producción de Pastos Extensivos. Mabegondo (A Coruña), 13-14 de diciembre.
- SILVA, F.J., 1988. Aprovechamientos silvopastorales. *Actas curs d'Estudis Pirenencs*: 1-21. Seo de Urgel.
- SILVA, F.J., 1991. Ecological effects of agroforestry on pinewoods and eucalypts woods in Galicia (NW of the Iberian Peninsula). *Proceedings of the First European Symposium in Terrestrial Ecosystems: Forest and Woodlands*. Florencia. Italia.
- SILVA, F.J., 1993. Prácticas agroforestales en pinares y eucaliptales atlánticos, I: Producción del sotobosque. *Congreso Forestal Español*. Lourizán (Pontevedra). Ponencias y Comunicaciones. Tomo II.
- SINEIRO, F. 1982. Aspectos del uso ganadero del monte en Galicia. *Pastos*, 12(1): 1-39.
- SINEIRO, F.; DÍAZ, N. 1999. Sistemas de producción sobre pastos establecidos en terras a monte: síntese de 20 anos de investigación en Galicia. Seminario sobre Producción de Pastos Extensivos. Mabegondo (A Coruña), 13-14 de diciembre.

Tabla 1. Efecto del pastoreo sobre la biomasa y altura del sotobosque en 3 años en el eucaliptal del monte Coto do Muíño (Zas, A Coruña)

TRATAMIENTOS	Altura media sotobosque cm	biomasa sotobosque t mv ha ⁻¹
Corta, quema y pastoreo	20	10
Corta y quema, sin pastoreo	150	45

C4. SOBERANÍA ALIMENTARIA Y AGROECOLOGÍA

SOBERANÍA ALIMENTARIA Y AGROECOLOGÍA

Binimelis R

Cátedra de Agroecología y Sistemas Alimentarios, Universitat de Vic

RESUMEN:

Los sistemas agroalimentarios han sufrido un rápido proceso de homogeneización, comoditización, integración vertical y deterritorialización. El resultado es un sistema agroalimentario cada vez más globalizado e industrializado, con dramáticas consecuencias en el medio ambiente, las comunidades rurales, la diversidad biocultural y la salud. Con el doble objetivo de defender al campesinado y a las comunidades rurales y promover un sistema alimentario más justo y sostenible, en 1996 La Vía Campesina acuñó el concepto de Soberanía Alimentaria (SbA). Ésta se ha convertido en una de las principales reivindicaciones de los movimientos sociales internacionalmente.

En la exposición se discutirá la evolución del concepto de SbA, el cuál ha ido incorporando nuevas dimensiones a medida que los movimientos sociales han establecido nuevas alianzas. La SbA es un marco político que parte de la crítica a la lógica capitalista y a las teorías neoliberales aplicadas al sistema alimentario y una práctica para un modelo alternativo de sociedad que busca crear nuevos espacios de empoderamiento y de democracia radical. Así mismo, en la charla se analizarán los puentes entre la lucha por la SbA y la agroecología, así como algunos debates actuales dentro de los movimientos vinculados a la SbA y a la agroecología en el contexto europeo.

Palabras clave: alianzas, democracia radical, diversidad biocultural, empoderamiento.

C5. CAMBIO CLIMÁTICO, SUELOS Y AE

CAMBIO CLIMÁTICO Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

Alonso MJ

Oficina Española de Cambio Climático (OECC)
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)
Tel: +34-91-4361511; mjamoya@magrama.es

RESUMEN:

El sector agrario juega un papel ineludible como garante de la seguridad alimentaria, generador y sufridor del cambio climático, vertebrador del territorio, del paisaje y del desarrollo rural. Desde el punto de vista de cambio climático, la producción de alimentos supone; de manera implícita; emisiones de gases de efecto invernadero que se deberán minimizar mediante el desarrollo de las políticas y las medidas adecuadas. Además, se trata de un sector especialmente vulnerable a los impactos del cambio climático y por ello es imprescindible desarrollar dichas políticas y medidas que mitiguen y permitan que nuestro sector agrario se adapte al cambio climático.

La Agricultura Ecológica; por su visión holística de los sistemas agrarios; supone una oportunidad para integrar las opciones de reducción de emisiones, aumento de la capacidad de ejercer de sumidero de carbono de nuestros suelos y cultivos leñosos así como para aumentar la resiliencia, reduciendo la vulnerabilidad de los mismos ante el cambio climático. La calidad de los suelos, la integración de distintos sistemas (agrícolas, ganaderos, forestales e incluso acuícolas) o la biodiversidad son aspectos comunes a las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático y a los sistemas agroecológicos.

Palabras clave: adaptación, cambio climático, mitigación, sistemas agrarios.

EL SUELO, RECURSO CLAVE EN EUROPA: "SALVEMOS EL SUELO", UNA INICIATIVA CIUDADANA EUROPEA PARA SU PROTECCIÓN

García C, González V, Neira XX, Pajarón M, Raigón MD

Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)
Cami del Port, s/n. Km 1- Edif ECA. Apdo 397
E-46470 Catarroja (Valencia)
telefax +34 96267122. Móvil +34 627343399
<http://www.agroecologia.net>; vgonzalez@agroecologia.net

RESUMEN:

El suelo es un ecosistema vivo, esencial para la salud humana y el medio ambiente. Es un recurso vital, limitado, no renovable e irremplazable que proporciona el bienestar de las generaciones actuales y futuras. Sólo recientemente hemos sido capaces de entender las conexiones entre el suelo y aspectos de sostenibilidad más amplios: sin la protección del suelo, será imposible garantizar la seguridad alimentaria, detener la pérdida de biodiversidad, la transición a una agricultura libre de tóxicos, mitigar el calentamiento global y adaptarse al cambio climático.

Cuando se discute sobre los retos globales, no somos capaces de considerar uno de los recursos más importantes del planeta: el suelo. No es de extrañar: es una capa delgada que se encuentra por debajo de nuestros pies, cuyas funciones múltiples no son evidentes a primera vista. Esa es la razón por la cual en las últimas décadas hemos empobrecido, explotado, sellado, erosionado, contaminado este recurso vital como consecuencia de las demandas contradictorias de la mayoría de los sectores económicos. Las presiones humanas sobre los recursos del suelo, especialmente en Europa, han llegado a un límite crítico.

En la actualidad, no existe una legislación a nivel europeo se centra exclusivamente en la conservación y protección del suelo. Los esfuerzos realizados para incorporar los suelos en las demás políticas y leyes nacionales siguen siendo insuficientes para reducir su degradación. Existe la necesidad urgente de adoptar instrumentos jurídicamente vinculantes específicos para las principales amenazas del suelo que están presentes en la UE: la erosión, el sellado, la pérdida de materia orgánica, la pérdida de biodiversidad y la contaminación. Es nuestro deber de preservar el recurso suelo en beneficio de los actuales, así como las generaciones futuras.

Se presenta la iniciativa ciudadana Europea (ICE) "Salvemos el Suelo" (People 4 Soil), como red libre y abierta de las organizaciones europeas de la sociedad civil, institutos de investigación, asociaciones de agricultores y grupos ambientales, dirigida a pedir la introducción de una legislación específica en materia de protección y conservación de suelos. Para ello, se ha preparado una recopilación de datos estadísticos sobre el preocupante estado de los suelos en Europa, agrupados en cuatro grandes bloques.

Palabras clave: alimento, futuro, naturaleza, salud.

C6. LEGUMINOSAS Y CALIDAD AGROALIMENTARIA ECOLÓGICA

CALIDAD AGROALIMENTARIA ECOLÓGICA

Raigón MD

Dpto. Química. Escola Técnica Superior Ingeniería Agronómica y M Natural (ETSIAMN)
Universitat Politècnica València (UPV). Cami de Vera, s/n. E-46021 Valencia
mdraigon@qim.upv.es

RESUMEN:

La alimentación y la agricultura ecológicas vienen a responder a una demanda de la sociedad que exige la protección del medio ambiente y la calidad de los alimentos, haciendo especial hincapié en la necesidad de no utilizar a lo largo de la cadena de producción sustancias químicas sintéticas ni organismos modificados genéticamente". En los últimos años, el mercado ecológico, impulsado por un aumento regular de la demanda está ocasionando que anualmente, en la Unión Europea, en promedio, 500000 hectáreas de tierras agrícolas están cambiando a la producción ecológica. Las cifras, evidencian inquietudes que los consumidores cada vez más están sensibilizados hacia el consumo de alimentos ecológicos y éstos se relacionan directamente con mayor calidad, como así lo demuestran los artículos científicos más recientes. En esta ponencia se mostrarán evidencias, que permiten desacreditar cualquier opinión en contra.

Los alimentos ecológicos son los únicos regulados bajo condiciones estrictas de producción, cumpliendo con los requisitos generales de la reglamentación técnico-sanitaria que precisan los alimentos, y con la normativa de producción ecológica, que garantiza la no presencia de residuos y el cumplimiento de una normativa que apuesta hacia los valores de sostenibilidad, calidad y seguridad alimentaria.

Los ingredientes de calidad que se deben incluir en la dieta equilibrada para las personas y para el planeta deben cumplir una serie de criterios globales, entre los que destaca que los alimentos deben combatir el hambre de las personas en unos territorios, la generación de enfermedades de otros territorios y proporcionar alimentos bajo técnicas respetuosas con el medio ambiente, y amparados en valores que garanticen la justicia, seguridad y soberanía alimentaria. Por lo que estos criterios globales se traducen en dietas específicas a cada territorio, adaptables a la disponibilidad de recursos concretos en la producción local y de temporada, optimizando las materias primas disponibles en cada zona, los métodos de elaboración y gastronomías locales, y apoyando las agriculturas familiares y de producción agroecológica, favoreciendo el consumo de proximidad que permita crear estructuras de base que den solidez a la economía más próxima.

Palabras clave: agricultura familiar, alimentos de temporada, local, regulación, seguridad alimentaria.

PANELES

P1. GANADERÍA ECOLÓGICA EN GALICIA Y ALTERNATIVAS AGROECOLÓGICAS DE FUTURO

POTENCIALIDADES DE LOS ECOSISTEMAS RURALES Y RAZAS AUTÓCTONAS PARA LA CRÍA ECOLÓGICA EN CASTILLA LA MANCHA

Cordero R*, García C**

*Ciudad Real. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)

** Toledo. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE); carmelog@jccm.es

RESUMEN:

Castilla-La Mancha cuenta con una red extensa de agrosilvosistema de un gran interés agrario, biológico y medioambiental como es la Red Natura 2000, el sistema cereal-rastrojeras, dehesas-sistemas adehesados y áreas de montaña. Se estima una densidad ganadera media de de 0,14 UGM/ha.

Actualmente en Castilla-La Mancha se estima un total de 24 razas autóctonas y locales, vacunas (7) (Avileña Negra Ibérica y Bociblanca; Retinta; Berenda en negro y colorado, Cardena Andaluza; Pajuna); Ovinas (7) (Manchega blanca y negra; Merina; Talaverana; Alcarreña; Segureña); Caprinas (3) (Blanca Celtibérica; Negra Serrana; Agrupación de las Mesetas); Porcinas (4) (Ibéricas Retinta, Entrepelada, Torbical; Negro Lampiño); Cunicolas (1) (Gigante Español); Gallinas (1) (Castellana Negra); Abejas (Ibérica).

Las especies ganaderas con mayor censo en sistemas extensivos son el ovino de leche y carne (70% del total), seguidos del bovino (27%). El caprino de leche y carne, presentan bajas densidades, no mas del 3 % de la cabaña ganadera. El porcino extensivo esta restringido a Valle de Alcudia, Sierra Madrona y Campana de Oropesa, coincidiendo con las dehesas y sistemas adehesados. La gallina Castellana Negra en muy bajo número se concentra fundamentalmente en Ciudad Real y Toledo. El conejo Gigante Español tiene un núcleo restringido en Toledo. La Abeja Ibérica tiene especial importancia la apicultura con esta raza en la Alcarria y Montes de Toledo.

Las razas autóctonas y locales son fundamentales para la cría ecológica por sus grandes actitudes y capacidades de adaptación, para conservación medioambiental, zootécnicas y sanitarias en los planes holísticos de salud.

Palabras clave: agrosilvosistemas, ganadería ecológica, razas autóctonas.

VACAS CELESTES

Vaz JL

Verin Biocoop S.C.G
Travesía de Sousas 20. Ourense

RESUMEN:

Es necesario un cambio de paradigma en la visión del campo gallego. Si concebimos la tierra desde una perspectiva holística el concepto fundamental sería la interrelación con la totalidad. Formamos parte de un gran universo y de un sistema solar, que inciden en todos nuestros procesos. Somos un gran organismo en interrelación: la tierra, la planta, el animal y el hombre, en toda su complejidad.

Deberemos pensar en "global" y actuar en "local" si queremos recuperar equilibrios perdidos. Deberemos "desaprender" y corregir los errores y las falsas promesas de la revolución verde.

Deberíamos replantearnos el modelo de ganadería industrial que provoca un deterioro acelerado de nuestro hábitat, fruto de prácticas agroganaderas intensivas que contaminan la tierra, las aguas y la atmósfera (dióxido de carbono, metano, formaldehído, ...). Estas prácticas consisten en fertilizantes químicos, hormonas, pesticidas, herbicidas, antibióticos, etc, que se incorporan a la cadena trófica y acaban en nuestro cuerpo actuando como disruptores hormonales. Las consecuencias son cánceres, obesidad, alergias, infertilidad, resistencias a antibióticos, ... etc.

Esto es prioritario y trascendente; o cambiamos nuestra actitud ante el mundo o más pronto que tarde, acabaremos con el y nos quedaremos atrás.

Palabras clave: cultura, disruptores hormonales, éticas, paisaje, razas autóctonas.

LA PROBLEMÁTICA DE LA GANADERÍA ECOLÓGICA DE GALICIA

Lamelo R]

Servizo de Promoción de la Calidad Agroalimentaria, E-15703 Santiago
Consellería do Medio Rural - Xunta Galicia
Camiño Francés, 10, 15703, Santiago de Compostela
Tel: 981 54 02 52; ramon.jesus.lamelo.otero@xunta.es

RESUMEN:

La producción de alimentos de la ganadería ecológica representa el 52% de la producción certificada ecológica de Galicia. Estos productos se comercializan mayoritariamente en Galicia y el resto de España lo cual contrasta con el dinamismo exportador de otros productos ecológicos certificados en Galicia como las algas, la conserva de pescado o las castañas. Esta tendencia que se mantendrá en el futuro hace que sea fundamental mejorar los canales de comercialización locales de los productos de la ganadería gallega para que lleguen a todo tipo de puntos de venta y con un diferencial de precios adecuado como para que se consiga que se relance la demanda.

La ganadería ecológica gallega también adolece de una oferta concentrada que permitiría acceder a mercados que demandan nuestros productos y a los que no podemos llegar con una oferta atomizada.

La formación técnica de los ganaderos es insuficiente para afrontar los retos de la ganadería ecológica y por parte de la administración se debería habilitar una oferta formativa para técnicos y ganaderos en este ámbito.

El nuevo reglamento de ganadería ecológica puede suponer nuevas dificultades de adaptación sobre todo en la ganadería de aves y porcino por ser complicado cumplir los mínimos de alimentación de producción propia exigidos.

La ganadería ecológica de leche y carne gallega viene de un modelo productivo que hace difícil la transición a este modelo productivo ecológico para cuyas necesidades no está adaptado el mercado de los piensos o la estructura de la propiedad de la tierra.

Palabras clave: formación técnica, comercialización, promoción.

GANADERÍA ECOLÓGICA EN GALICIA Y ALTERNATIVAS AGROECOLÓGICAS DE FUTURO

Sánchez E

Consello Regulador de Agricultura Ecolóxica de Galicia (CRAEGA)
Ronda Emilia Casas Bahamonde, s/n (Edificio Multiusos)
E-27400 Monforte de Lemos (Lugo)
Tel: 982 405 300 - Fax: 982 416 530; craega@craega.es

RESUMEN:

En la actualidad en Galicia hay 818 operadores ecológicos, de los cuales 306 practican algún tipo de ganadería ecológica y 30 acuicultura. Constituyen el grupo de productores ecológicos más dinámico en cuanto al volumen de negocio generado y la tasa de crecimiento.

El crecimiento de la ganadería ecológica en Galicia es constante en los últimos años. Este crecimiento obedece a distintos estímulos en función de los diferentes tipos de producción.

Nos encontramos con producciones que su desarrollo está linealmente vinculado con la apertura de líneas de ayuda específicas para la producción ecológica y otras que su desarrollo está vinculado a la evolución del mercado y el interés por la industria transformadora en la comercialización de determinados productos.

Este desarrollo no es homogéneo en todo el territorio gallego. La provincia de Lugo tiene un protagonismo claramente superior a las demás provincias en todos los tipos de ganadería ecológica, salvo en lo referente a la acuicultura donde sólo está presente la modalidad ecológica en las provincias de A Coruña y Pontevedra.

El mercado de estos productos se centra fundamentalmente en el ámbito autonómico y nacional. Pero estamos en un momento en el que determinados productos están comenzando a conquistar nuevos mercados, generándose importantes expectativas para la internacionalización de las empresas ecológicas gallegas y entre ellas las vinculadas con la ganadería.

Palabras clave: empresas, expansión, mercado, protagonismo.

P2. COMERCIALIZACIÓN Y CANALES CORTOS AGROECOLÓGICOS

DEL SISTEMA DE PASTOREO A LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

Martínez S

Cobideza S.C.
Sociedad Cooperativa Bisbarra de Deza
E-36596 Cercio - Lalín (Pontevedra)
tel 986699915; info@cobideza.es

RESUMEN:

Cobideza S.C. fue fundada en 1992, aunque funcionaba como asociación de ganaderos desde los años 80. La cooperativa cuenta con más de 190 productores en activo de leche. De estas 190 explotaciones alrededor del 50% cuentan con menos de 25 vacas.

Ante la actual situación económica de muchas de estas explotaciones y la situación del sector lácteo, en abril de 2015 Cobideza S.C. puso en funcionamiento una quesería.

El objetivo de la quesería era la elaboración de un producto final diferenciador en el mercado, para lo que se apostó por un sistema de pastoreo.

A finales de 2015 Cobideza fue interesándose por la producción ecológica. Se organizaron charlas para informar a los socios y se mantuvieron reuniones con la distribución. El resultado fue el cambio de varias explotaciones en pastoreo a ecológico y un acuerdo con la multinacional LIDL para la formalización de contratos durante 5 años para la recogida de la leche ecológica. Por otro lado en julio de 2016 Cobideza adquiere unas nuevas instalaciones para su quesería en las que además de mantener la línea de producción convencional incorpora una línea de producción ecológica, que saldrá al mercado el 1 de octubre bajo la marca "Dona Cobiña".

Palabras clave: cobiña, pastoreo, quesería.

AGROECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA EN ÁREAS CRÍTICAS PARA LA BIODIVERSIDAD. LA EXPERIENCIA DE RIET VELL

Cirera JC

Riet Vell, S.A.

Ctra. Eucaliptus, Km. 18,5; 43870 Amposta

Tel: 678757619; www.rietvell.com; direccion@rietvell.com

RESUMEN:

Riet Vell es una iniciativa creada en 2001 por iniciativa de SEO/BirdLife con el objetivo principal de poner en marcha en el delta del Ebro una explotación de arroz ecológico favoreciendo la biodiversidad de este importante espacio natural. Para el desarrollo de su actividad Riet Vell compró una finca de 52 Ha de las que 42 se dedican a la producción ecológica de arroz y algo más de 10 se destinaron a la creación de una pequeña zona húmeda. Esta finca se ha convertido en uno de los lugares de referencia para los amantes de las aves que visitan el delta del Ebro.

Con la misma filosofía que el arroz, Riet Vell comenzó a trabajar en 2003 con pasta de trigo duro ecológico de zonas esteparias del valle del Ebro, donde este cultivo constituye un elemento más del ecosistema y forma parte del hábitat de numerosas especies de aves amenazadas. En 2015 se dio un nuevo paso comenzando a trabajar con legumbres ecológicas de las llanuras cerealistas de Castilla la Mancha. Estos cultivos, al igual que el arroz en el delta del Ebro o el trigo en las estepas aragonesas, forman parte de un valioso ecosistema con una importante biodiversidad.

Palabras clave: agroecología, arroz, aves, biodiversidad, conservación, legumbres, pasta.

COMERCIALIZACIÓN DIFERENCIADA DE LEGUMBRE ECOLÓGICA EN RED NATURA 2000

De Miguel E

Fundación Global Nature (FGN)
C/ Real 48. E-28231 Las Rozas. Madrid
Tel. (+34) 91 710 44 55; info@fundacionglobalnature.org

RESUMEN:

La Fundación Global Nature inició en 2009 una experiencia piloto para la conservación de la biodiversidad en las estepas cerealistas de Castilla León y Castilla-La Mancha mediante la recuperación de las rotaciones de leguminosas en cultivos de cereal de secano. La Fundación envasa con maquinaria propia y comercializa legumbres ecológicas producidas en la Red Natura 2000 mediante una imagen diferenciada basada en las aves esteparias. 65 toneladas de garbanzo pedrosillano, lenteja pardina y lenteja castellana se han comercializado ya, más de la mitad con destino al mercado alemán, ofreciendo a los agricultores entre un 20 y un 25% de precio más por sus productos.

Mediante el consumo de variedades autóctonas de legumbres, se conserva el patrimonio genético, se reduce la huella de carbono del cultivo (ya que la plantación de estas legumbres fija el nitrógeno en el suelo), y se conserva la biodiversidad.

Además de este proyecto, la Fundación ha apoyado otras iniciativas similares en La Mancha que han desembocado en la creación de dos cooperativas con nuevos productores de azafrán y almendra, ambas especializadas en la producción ecológica.

Todos estos proyectos se acompañan de diversos sistemas de indicadores agroambientales que permitan avalar el impacto positivo sobre la biodiversidad de estas producciones.

Palabras clave: comercialización diferenciada, indicadores agroambientales, legumbres.

COMERCIALIZACIÓN Y CANALES CORTOS EN LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

Sanchis J

Comité de Agricultura Ecológica de la Comunidad Valenciana (CAECV)
Cl. Tramontana, 16; E-46240 Carlet
Tel: 962538241; caecv@caecv.com; www.caecv.com

RESUMEN:

La normativa europea proporciona la base para el desarrollo sostenible de métodos ecológicos de producción, garantizando al mismo tiempo el funcionamiento eficaz del mercado interior, asegurando la competencia leal, la protección de los intereses de los consumidores y la confianza de estos.

Conforme a la normativa europea (R(CE) 834/2007-artículo 28), antes de comercializar un producto como ecológico o en conversión, todo operador que produzca, elabore, almacene o importe de un tercer país productos ecológicos o que comercialice dichos productos debe, notificar su actividad a las autoridades competentes donde se realiza la actividad; y someter su empresa al régimen de control establecido.

En la Comunidad Valenciana, el CAECV es la autoridad pública que verifica rigurosamente su cumplimiento (código de Control: ES-ECO-020-CV).

La normativa también persigue la creación de condiciones en las que este sector pueda progresar de acuerdo con la evolución de la producción y el mercado, por ello la misma norma permite que los Estados puedan eximir del control establecido a los operadores que vendan los productos directamente al consumidor o usuario final, bajo ciertas condiciones.

La Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural aprobó el 20 de junio de 2016, a propuesta de la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Agraria Común, regular determinadas excepciones relativas al régimen de control de los comerciantes minoristas.

Otras comunidades autónomas, como Andalucía, Cataluña, Castilla La Mancha o Murcia, también han regulado esta excepción.

Palabras clave: comercio minorista, confianza consumidor ecológico, tienda ecológica.

LA RED ECOVIDA DE AGROECOLOGÍA – UN EJEMPLO DE PROMOCIÓN DE UN DE ESPACIO RURAL JUSTO Y ARMÓNICO

Meirelles L

Rua Jose Rolim de Matos 59, Ipe Rio (Grande do Soul, Brasil)
laerciomeirelles@gmail.com; www.ecovida.org.br

RESUMEN:

La Red Ecovida de Agroecología es un espacio de conexión entre diferentes trabajos que se centran en la Agroecología. Existe desde 1998 e involucra 4.500 familias de agricultores familiares distribuidos en los tres estados del sur de Brasil. Estas familias tienen en la producción ecológica y en la construcción de circuitos solidarios y cortos de comercialización su foco de trabajo.

Los miembros de la Red Ecovida son casi todos organizados en pequeños grupos, asociaciones o cooperativas y ligados a un Núcleo Regional. Estos núcleos, actualmente 28, son los espacios donde la Red gana vida. Son organizados por la proximidad geográfica entre los diferentes miembros.

Con esta estructura y su dinámica de funcionamiento, la Red Ecovida ha cumplido con su tarea de crear vínculos entre los que producen y consumen productos ecológicos en el sur del país. Además, la Red busca conectarse con otras redes con objetivos similares, así como dialogar con el Estado, en sus distintos niveles, para demostrar la necesidad y oportunidad de promover políticas públicas de apoyo y promoción de la agroecología.

La agroecología pretende ser el vaso comunicante entre la necesidad de la producción de alimentos, su distribución justa y la preservación del medio ambiente. El ejemplo de la Red Ecovida es promisor para crear un espacio rural donde la gente pueda vivir bien. Basándose en la vida misma, que se organiza en Redes, la Red Ecovida busca ser un espacio que imita la vida natural, estimulando la integración, la cooperación, la horizontalidad en las relaciones, la interdependencia, y, en consecuencia la sustentabilidad, que son las estrategias de la propia vida para multiplicarse en el planeta.

Palabras clave: agroecología, canales cortos, interacción, redes, solidaridad.

P3. DESARROLLO RURAL AGROECOLÓGICO

LA COMIDA: TIEMPO DE EDUCACIÓN AGROECOLÓGICA Y CONSUMO RESPONSABLE

Ferreira B*, Galindo P**

* ANPA Acio-EIM A Caracola. C/Islas Cíes, s/n 15190-A Coruña; beaferreira@acaracola.com

** P Alimient Responsable Escuela. C/Puerto del Milagro, 8. 28018-Madrid; juliajara13@yahoo.es

RESUMEN:

Se da por hecho que los bebés no son capaces de autorregularse al iniciar su alimentación complementaria (AC). Experiencias como la EIM A Caracola lo desmienten haciendo al niño/a protagonista de su alimentación. En las siguientes etapas de desarrollo, se impone un modelo que desoye al niño y descuida la calidad de alimentos y elaboraciones.

Los comedores escolares no son sólo "comederos": son espacios de educación alimentaria, fomento de valores y creación de hábitos. Pero el comedor escolar actualmente proporciona una alimentación desvitalizada, excesivamente procesada y viajada generadora de hábitos enfermantes. Cada vez más, empresas multinacionales y ajenas a la educación se ocupan de dar de comer a nuestr@s hij@s en las escuelas.

Algunos proyectos de comedor escolar ecológico educan en una alimentación saludable, con productos de temporada que fomentan el desarrollo rural y generan vínculos entre agricultor@s locales y familias. Son semillas que indican el camino.

La Plataforma por una Alimentación Responsable en la Escuela constituida por AMPAs y entidades sociales impulsoras de la educación alimentaria agroecológica en las escuelas promueve cooperación y estrategias para involucrar a la comunidad educativa en la vuelta a una alimentación escolar saludable, ecológica y cercana.

Palabras clave: autorregulación, consumo responsable agroecológico, educación alimentaria, escuela, proximidad.

LA RESERVA DE BIOSFERA COMO FUENTE DE OPORTUNIDADES

Blanco JM

Asociación Mariñas - Betanzos
Antiga Cámara Agraria de Abegondo, 1º planta R/ San Marcos, s/n;
E-15318 Abegondo (A Coruña); Tel.: 981.669.541
www.marinasbetanzos.org; xerencia@marinasbetanzos.org

RESUMEN:

En 2013, el territorio de la Asociación Mariñas-Betanzos es declarado dentro del Programa MaB de la UNESCO como Reserva de Biosfera "Mariñas Coruñesas e Terras do Mandeo". Este reconocimiento como lugar de experimentación de prácticas innovadoras para conciliar la actividad humana y la conservación del medio ambiente, abre nuevas oportunidades para trabajar en el fomento de la sostenibilidad, contribuyendo a reducir la pérdida de la biodiversidad y conciliando aspectos ecológicos, sociales y económicos. Así, además de las oportunidades ligadas a la conservación ambiental y de los recursos naturales, se persigue el objetivo de un desarrollo socioeconómico respetuoso con el medio.

¿Por qué un Plan Alimentario?

El territorio de la Reserva presenta una enorme potencialidad para el desarrollo de una estrategia alimentaria, que estimule la producción, transformación y consumo de productos locales. Todo ello apoyado en el empleo de canales cortos de comercialización con la posibilidad del valor añadido obtenido a través de una Marca de Calidad.

El objetivo final ha sido el diseño participativo de un Plan Alimentario basado en la conservación de la biodiversidad, el fomento de la producción y del consumo responsable y el empleo verde.

El diseño participado de un Sistema Alimentario Local supone la creación colaborativa de una estrategia para desarrollar e implementar programas en relación a la producción, comercialización y consumo de productos locales.

El Plan Alimentario supone la identificación y evaluación de los objetivos y metas a alcanzar para crear un Sistema Alimentario Local sostenible.

Palabras clave: consumo responsable, diseño participativo, plan alimentario.

DE MADRID AL SUELO. LA EXPERIENCIA DE MADRIDAGROECOLÓGICO EN LA COPRODUCCIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESARROLLO RURAL Y SOBERANÍA ALIMENTARIA

Del Valle J

Madrid Agroecológico
madridagroecologico@gmail.com; www.madridagroecologico.org

RESUMEN:

La Comunidad de Madrid ha sufrido una profunda desagrarización. Frente a un tejido productivo convencional cada vez más envejecido y escaso nos encontramos, por el contrario, con un número significativo de iniciativas ecológicas y agroecológicas que cada vez son más abundantes.

En la otra cara de la moneda nos encontramos con que Madrid es uno de los principales mercados ecológicos del país y donde se concentran un buen número de iniciativas ciudadanas que giran en torno a la soberanía alimentaria.

Las políticas locales y regionales implementadas en la Comunidad de Madrid, salvo escasas excepciones, no parecen apostar por modelos agrarios alternativos al modelo convencional. Hasta hace poco ni siquiera existía un diálogo abierto entre los distintos actores vinculados a la agricultura ecológica y la agroecología generando una situación de "techo de cristal" donde parecía imposible un cambio de escala que ampliase las posibilidades de trabajar en torno a la soberanía alimentaria de manera transversal dentro del territorio de la Comunidad de Madrid.

En este contexto, en enero de 2015 un conjunto de activistas procedentes de distintas iniciativas agroecológicas y por la soberanía alimentaria de la región centro peninsular, decidieron enfrentarse al reto de ascender en la escala de coordinación, e integrarse bajo una plataforma para plantear alternativas a los sistemas agroalimentarios actuales. De este modo nace Madrid Agroecológico, un espacio de encuentro y articulación entre distintos colectivos y actores, desde el que plantear procesos de transición agroecológica para multiplicar la capacidad de transformación y cambio social de los distintos agentes que de manera nuclear proponen alternativas de producción y consumo en el territorio, conforme a los objetivos de la soberanía alimentaria y el desarrollo rural agroecológico.

Desde la Plataforma entendemos Madrid Agroecológico como un proceso en evolución, un proyecto que tiene dos objetivos básicos: en primer lugar, busca generar un espacio de encuentro e intercambio entre la producción, el consumo, la formación y la sensibilización agroecológica en la región central de la península ibérica, a través de la creación de una asamblea bio-regional y distintas comisiones temáticas desde donde trabajar propuestas como movimiento.

Por otro lado, pretende ser un agente referente para creación de políticas agroecológicas que hagan posible el cambio de modelo en el sistema agroalimentario a nivel regional mediante la incidencia en las instituciones generando un debate en torno a las actuales políticas de desarrollo rural y su aplicación sobre nuestro territorio.

Palabras clave: desarrollo rural agroecológico, políticas agroecológicas, soberanía alimentaria.

PRODUCCIÓN ECOLÓGICA EN LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO RURAL

Fontevredra E

Grupo de Trabajo de Políticas- SEAE
efontevredra@gmail.com

RESUMEN:

La política de desarrollo rural de la Unión Europea supone un instrumento de apoyo para el desarrollo sostenible de las zonas rurales. Estos apoyos son cofinanciados a través del Reglamento 1305/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la ayuda al desarrollo rural (FEADER).

Los Programas de Desarrollo Rural (PDR), herramientas para el diseño y puesta en marcha de esta política, para el periodo 2014-2020 en España cuentan con una dotación financiera de 13.200 millones de euros, de los cuales 8.297 millones de euros proceden del FEADER. Y se estructuran mediante un programa nacional, diecisiete programas regionales, uno por Comunidad Autónoma, y un marco nacional de desarrollo rural.

Todos los programas regionales han incluido la medida de apoyo a la agricultura ecológica consistente en una ayuda por hectárea que va desde 450 a 600€/año para los agricultores o agrupaciones de agricultores que se comprometan voluntariamente a adoptar o mantener las prácticas y métodos de la agricultura ecológica, establecidas en el Reglamento (CE) n° 834/2007.

El presupuesto programado en el conjunto de las comunidades asciende más de 700 millones de euros.

Palabra clave: medida apoyo a la agricultura ecológica, PDR

P5. CAMBIO CLIMÁTICO, BIODIVERSIDAD, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y COOPERACIÓN

ABEJAS, BIODIVERSIDAD Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

Ferreirim L

Greenpeace España
San Bernardo, 107 – 1º planta, E-2895 Madrid
luis.ferreirim@greenpeace.org

RESUMEN:

La producción de alimentos a nivel mundial y la biodiversidad terrestre dependen en gran medida de la polinización animal y en particular de la realizada por insectos. La polinización es el proceso que permite que se fecunden las flores y den así frutos y semillas. Las abejas, y otros insectos como mariposas y abejorros, son los responsables de este proceso. Incluso desde una perspectiva económica su labor para la agricultura es inmensa: 265.000 millones de euros a nivel mundial, 22.000 millones para Europa y más de 2.400 millones para España (calculado por Greenpeace).

Pese a su máxima importancia las poblaciones de polinizadores están disminuyendo drásticamente y algunas especies se encuentran ya al borde de la extinción. Varios son los factores que les amenazan, pero la agricultura industrializada tiene un enorme peso.

Ante estas amenazas, la agricultura ecológica se presenta como la mejor solución. Precisamente, los estudios de los últimos 30 años demuestran que en las explotaciones ecológicas existe un 34% más de biodiversidad en general y un 50% más de especies de abejas. La biodiversidad, de las cuáles las abejas son las reinas, es nuestro mejor seguro de cara a las amenazas que nos plantea el presente y el futuro.

Palabras clave: abejas, agricultura ecológica, biodiversidad, polinizadores.

DESARROLLO RURAL Y BIODIVERSIDAD

Perote E

Población Piñel de Abajo (Valladolid)
Plaza Mayor 1
atajoderojos@hotmail.es

RESUMEN:

El desarrollo rural de hoy debe de ir ligado en aras de evitar la despoblación y el abandono de los pueblos a dos ejes vertebradores o perspectivas. El primero la potenciación de la ley de la dependencia pues nos encontramos con una población muy envejecida, y el segundo al desarrollo de planes y políticas agroecológicas. La primera línea valga con el ejemplo del municipio de Villanueva de Ávila, con 220 habitantes, donde tienen un comedor social municipal donde comen, desayunan y cenan 50 ancianos por módicos precios en función de la pensión. De esta forma comen sano y caliente menús variados, se arreglan para ir aparentes y se preocupan los unos de los otros, si uno falta pronto los demás a buscarle. La segunda vía debe ser la agroecología y por extensión la agricultura ecológica a través del fomento de productos ecológicos en comedores escolares, hospitales y geriátricos, la disminución del IVA en los productos ecológicos o su eliminación para que sean más accesibles, pues no crean costes indirectos a la sociedad y si innumerables beneficios medioambientales, y por último el desarrollo de legislaciones que permitan el derecho a producir a pequeña acondicionando las normativas y el funcionariado a la pequeña producción, explotación y agricultura familiar.

Palabras clave: agroecología, despoblación, ley dependencia, variedades tradicionales.

HACIA UNA DEFINICIÓN DE SEMILLA ECOLÓGICA: LAS SEMILLAS QUE QUEREMOS PARA LOS SISTEMAS ECOLÓGICOS DE PRODUCCIÓN

Roselló i Oltra J

Red de Semillas "Resembrando e Intercambiando"

Caracola Centro Ecología Social "Germinal", CES (antiguo CIR)

Parque San Jerónimo s/n. E-41015 Sevilla

Tel-Fax: 954 406 423; <http://www.redsemillas.info>; joseproselo@gmail.com

RESUMEN:

La normativa actual que rige la producción ecológica (DOUE 2007) no considera en su articulado la definición de semilla ecológica. Todo ello a pesar de la importancia reconocida de la biodiversidad agrícola como parte inherente de los sistemas de producción ecológicos, y las semillas, como paradigma de esta diversidad, cuya correcta obtención y manejo es una de las principales garantías para la producción suficiente de alimentos.

Esta situación se arrastra desde hace demasiados años por lo que es urgente debatir sobre esta cuestión, ya que aceptar como semilla autorizada para la producción ecológica aquel material vegetal de reproducción, no considerado organismo modificado genéticamente (OMG), y que ha sido producido siguiendo los preceptos de la producción ecológica, es insuficiente para muchas personas y colectivos agroecológicos, ya que no incorpora la visión sistémica necesaria para analizar el concepto de semilla ecológica.

Este Reglamento de la producción ecológica fomenta el uso de semillas comerciales y además crea barreras normativas al uso de variedades locales e intercambio de semillas entre operadores ecológicos. Estas limitaciones disminuyen el uso de biodiversidad cultivada tan útil y necesaria para el manejo ecológico de los agrosistemas.

Desde la Red de Semillas "Resembrando e Intercambiando" se han realizado diversas propuestas, como la comunicación al V Congreso de SEAE de Gijón, en 2002 ("Aportaciones al debate sobre la elaboración de la reglamentación europea de semillas ecológica"), o con otras entidades (Plan de acción sobre semilla ecológica, con COAG y SEAE, en 2003), a la que se une la presente propuesta de definición de semilla ecológica.

Desde un punto de vista agroecológico la semilla ha de ser producida en un medio, y con unas técnicas, que mejoren la fertilidad, promuevan la diversidad agraria y mantenga los recursos naturales, al tiempo que incluya elementos sociales que completen el enfoque sistémico que requiere. Así se debe incluir la gestión colectiva de los recursos, los aspectos productivos, la selección y mejora agroecológica y los elementos culturales. Solo así obtendremos las semillas necesarias para la producción ecológica.

Palabras clave: material vegetal, mejora, normativa, OMG, recursos naturales.

INICIATIVA 4X1000 Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

González V

Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)
Cami del Port, s/n. Km 1- Edif ECA Potón 1 Apdo 397
E-46470 Catarroja (Valencia)
telefax: +34 96267122. Móvil: +34 627343399
www.agroecologia.net; vgonzalvez@agroecologia.net

RESUMEN:

Francia ha contribuido, en el marco de la COP21, a poner de manifiesto que la agricultura, a través del suelo, puede ayudar eficazmente a mitigar el cambio climático. La iniciativa 4X1000 para contribuir a fijar carbono de la atmósfera en los suelos y la biomasa. Si somos capaces, de manera sostenida, de incorporar carbono en los suelos agrícolas, podemos compensar, en pocas décadas, el total de emisiones de CO₂ a la atmósfera de toda la actividad humana.

El compromiso del Gobierno y de las instituciones españolas con esta iniciativa es claro. De hecho, el 10% de los organismos que se adhirieron a esta iniciativa en diciembre de 2015 son españoles, entre ellas SEAE.

La iniciativa 4X1000 en España se va a desarrollar a través de la Estrategia Española de Desarrollo Bajo en Carbono y Resiliente al Clima. En esta labor, se parte de la aplicación de una Hoja de Ruta que el Gobierno de España ha puesto en marcha con el fin de reducir un 10% las emisiones de los sectores difusos en 2020, respecto al año 2005, y que incluye medidas con un efecto positivo en el aumento del carbono orgánico en los suelos.

La iniciativa 4X1000 como una importante plataforma multilateral para dar respuesta, desde la agricultura, a la lucha contra el cambio climático. La agricultura ecológica debe jugar un papel crucial en esta iniciativa.

Palabras clave: biomasa, fijación carbono, reducir emisiones.

PLAN DE ACCIÓN PARA LA VALORACIÓN Y FOMENTO DE LA DIVERSIDAD AGRARIA VALENCIANA

Cháfer MT, Roselló J, Gomis I, Garcia A, Amoros F, Rubio A, Mallach M, Domínguez-Gento A

Servei Producció Ecològica, innovació i tecnologia (SPEit), Conselleria d'Agricultura, M Ambient, C Climàtic i D Rural, GVA. C/ València, sn. E-46920 Valencia
spe@gva.es; rosello_josolt@gva.es

RESUMEN:

Es notable la pérdida continua de la diversidad cultivada en nuestros campos, a pesar de todos los tratados, convenios y proyectos realizados, básicamente centrados en la conservación Ex situ, lo único constatable por todos los expertos es la reducción en el uso, y por tanto la pérdida, de las variedades locales de cultivo, que a su vez forman el conjunto más importante de nuestros recursos fitogenéticos. Las comarcas valencianas son un ejemplo concreto, a pesar de la gran riqueza de formas tradicionales, fruto de una larga y rica historia agraria, su uso es cada vez más reducido estando la gran mayoría de ellas en trance de desaparición en el campo.

Con objeto de revertir esta situación, dentro del Plan Valenciano de Producción Ecológica, se ha redactado un Plan específico de valoración y fomento de la diversidad agraria valenciana, centrada inicialmente en recursos fitogenéticos hortícolas. Tanto el diagnóstico como las propuestas de mejora se han elaborado participativamente con el sector implicado.

Se plantea crear una Colección de recursos genéticos hortícolas de interés para el sector agrario valenciano, que estará a disposición de los agricultores en general, y especialmente los productores ecológicos. Las existencias se mantendrán a través de su cultivo en la red de Estaciones Experimentales Agrarias de la Conselleria de Agricultura, junto con una red de agricultores y fincas colaboradoras. La valoración y divulgación se realizará a través de campañas de promoción en mercados locales y de calidad, en el ámbito gastronómico y en el educativo. También se apoyarán acciones de investigación, experimentación y transferencia de trabajos relativos a la prospección, recuperación del conocimiento agrario asociado y mejora de estos recursos fitogenéticos. La ejecución de todas estas medidas será evaluada por una Comisión de variedades locales que supervisará y propondrá mejoras en el Plan.

Palabras clave: diversidad cultivada, divulgación, fincas colaboradoras, recursos fito-genéticos.

P6. INNOVACIÓN AGROECOLÓGICA EN AE

DOS DIMENSIONES CLAVE DE INNOVACIÓN AGROECOLÓGICA: INNOVACIÓN RETROPROYECTIVA E INNOVACIÓN SOCIAL

Llobera F

Red Terrae

www.tierrasagroecologicas.es

francollob@gmail.com

RESUMEN:

La innovación es un término tan amplio como generalizado e insustancial -todos hacemos innovación-. La innovación requiere ser concreta para eludir ese riesgo de vacuidad. Por otro lado y en relación con la agroecología, ¿es innovador recuperar los mercadillos de pueblo?, ¿es innovador fomentar la máxima diversificación productiva que fue propia de los periodos de hambruna y de sociedades que no eran modernas o de mercado?.

Entendemos que la agroecología tiene dos componentes esenciales de innovación, -no tecnológica- que se discuten en esta comunicación: la retroproyección (Godet et al. 2000), y la innovación social (Murray G et al., 2010).

El concepto de innovación social se entiende como la capacidad de renovar los modos de concebir los vínculos sociales y el trabajo en red, aumentar el capital social y la motivación e implicación ciudadana frente al capital financiero o tecnológico que serían los capitales fundamentales en la mayor parte de los procesos de innovación industrial o productiva convencionales. Como ejemplo de innovación social consideramos el trabajo en red entre diferentes actores realizado en el marco del proyecto MadridAgrocomposta.

Para el tema de la innovación reprojectiva proponemos como caso el enfoque que desde la red de municipios TERRAE denominamos "agricultas" (Llobera F y Redondo M. 2014), un enfoque de innovación que parte de la entrevista en profundidad, historias de vida, el madrinazgo, o otras experiencias de vínculo con las personas mayores, con memoria, oriundas de un determinado lugar donde queremos desarrollar un proyecto o investigación agroecológica.

El enfoque retroproyectivo plantea retroceder para proyectar, fundamentar el futuro en el pasado. El más sólido referente de sostenibilidad lo confieren las comunidades campesinas tradicionales, ellas son parte esencial de la clave para lograr un sistema alimentaria y en general una sociedad más sostenible. El dialogo entre la innovación retroproyectiva y la innovación social consideramos que es precisamente el enfoque diferencial de la agroecología frente al más propiamente científico y agronómico que viene siendo habitual al hablar de agricultura ecológica.

Palabras clave: agrocompostaje, agroecología, innovación social, retroproyectivo.

LA AGRICULTURA ECOLÓGICA Y LA ASOCIACIÓN EUROPEA PARA LA INNOVACIÓN EN AGRICULTURA

Ónega FJ

Laborate - Universidade de Santiago de Compostela
Telf: 982 823 259
franciscojose.onega@usc.es

RESUMEN:

La Asociación Europea para la Innovación "Productividad y sostenibilidad agrícolas" (AEI-AGRI) se puso en marcha en 2012 para contribuir a la estrategia de la Unión Europea Europa 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador.

La AEI-AGRI es un nuevo instrumento político que intenta fomentar una agricultura y silvicultura competitivas y sostenibles, que permitan obtener "más y mejor con menos".

La AEI-AGRI reúne a agricultores y silvicultores, asesores, investigadores, empresas agroalimentarias y forestales, ONG y otros interesados y los convierte en socios de la innovación agrícola y forestal. Todos ellos son actores necesarios en el proceso innovador. Este nuevo instrumento contiene numerosos elementos que apoyan la agricultura ecológica y la innovación agro-ecológica. El sector ecológico, con una importante historia de fuerte colaboración entre disciplinas y entre investigadores y productores, está una posición ventajosa para beneficiarse de las oportunidades que ofrece la AEI-AGRI.

Para poner en marcha un proyecto de innovación sobre agricultura existen distintas fuentes de financiación, tales como la política europea de desarrollo rural o el programa europeo de investigación e innovación Horizonte 2020. EIP-AGRI contribuye a integrar diferentes fuentes de financiación para que juntas contribuyan a un mismo objetivo y multipliquen los resultados.

Palabras clave: AEI-AGRI, desarrollo rural, horizonte 2020, innovación.

PERSPECTIVAS DE LA INNOVACIÓN Y LA INVESTIGACIÓN EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO

Lainez M

Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), M^o Economía y Competitividad
Ctra. de La Coruña, km. 7,5 E-28040 - Madrid
Tel: 00 34 91 347 40 5; Fax: 00 34 91 347 40 54; manuel.lainez@inia.es

RESUMEN:

La agricultura y la industria alimentaria orientan su producción, a medio y largo plazo, en función de la rentabilidad de los procesos productivos y de los condicionantes externos a las propias explotaciones agrarias y a los centros de transformación. Por ello, podemos afirmar que los grandes vectores de la innovación en el sector agroalimentario, a medio y largo plazo, van a ser el mercado, las demandas de la sociedad, las condiciones que el cambio climático impone a los sistemas de producción y la normativa que derive de la aplicación de las políticas de desarrollo de la economía circular.

El mercado viene regulado por la demanda y la oferta. Así, los precios de que se pagan a los productores y a los transformadores de alimentos dependerán del nicho de mercado al que se dirige la oferta. Si se lleva al mercado un producto genérico, de consumo masivo, los precios en origen tenderán a alinearse con los costes de aquellos que producen más barato. Por tanto, la innovación en ese tipo de productores debe orientarse básicamente a reducir costes unitarios de producción. Se la oferta va dirigida a un nicho reducido de mercado, la innovación debe ir dirigida a seguir manteniendo esa diferenciación.

La sociedad también establece las tendencias de la innovación. En unos casos es la distribución, en su intento de diferenciar su oferta del resto de la competencia, quien marca los criterios de sus proveedores, obligando a estos a innovar. En otros son las políticas agrarias quienes, mediante incentivos a determinados sistemas de producción o transformación, promueven el desarrollo de nuevas tecnologías. En última instancia es la propia legislación, que en la mayor parte de las ocasiones deriva de las exigencias de la sociedad o del avance del conocimiento, quien impone las condiciones para la innovación. En este aspecto hemos visto normativas que afectan al suelo, al agua, a la fertilización, al uso de fitosanitarios y zoonosanitarios, a los antibióticos, al bienestar animal, a las emisiones de gases o a la protección de la biodiversidad.

Otro aspecto que va a promover la innovación a corto plazo en el sector agrario es el cambio climático y la modificación de las condiciones productivas a la que deberán adaptarse las condiciones de manejo y las tecnologías. En este ámbito hemos de considerar los nuevos patrones de temperaturas, especialmente en lo que respecta a horas frío necesarias para determinados cultivos, o en las consecuencias en la reproducción y el crecimiento del ganado, especialmente el extensivo. Por supuesto, un elemento fundamental en este ámbito será la disponibilidad y el manejo del agua, ligada a las condiciones del suelo.

Una política que también va a condicionar de forma notable las nuevas tecnologías en el sector agroalimentario serán las nuevas medidas que se vayan imponiendo a los sistemas económicos como consecuencia de la necesidad de desarrollar la economía circular, en un contexto de reducción de la disponibilidad de materias primas. Los criterios de eficiencia en el uso de los recursos y desarrollo de la bioeconomía van a ser fundamentales.

Para desarrollar toda esa innovación vamos a asistir a un aumento del conocimiento disponible en determinadas áreas como la genómica y las tecnologías relacionadas, los estudios de la microbiota humana, animal y del suelo, la biología fundamental, la ecología, las nuevas tecnologías de procesado y conservación de alimentos, las tecnologías digitales aplicadas a la agricultura de precisión y la transformación de las cadenas de valor alimentarias, adaptándolas a las nuevas tecnologías y patrones de demanda..

Palabras clave: conocimiento, mercado, políticas, tendencias.

INNOVACIÓN AGROECOLÓGICA EN FRUTALES

Dapena E

Programa Fruticultura. Area Cultivos Hortofrutícolas y Forestales.
Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)
Carretera de Oviedo s/n E-33300 Villaviciosa (Asturias)
Tel.: +34 985890066
edapena@serida.org; www.serida.org

RESUMEN:

Se mostrará una visión panorámica de algunas innovaciones agroecológicas en materia de producción frutal desde una perspectiva holística, en especial en cultivo de manzano, derivadas de las investigaciones llevadas a cabo en el Programa de Fruticultura del SERIDA, directamente y en colaboración con otros grupos de investigación del estado español y a nivel europeo.

Entre dichas innovaciones cabe destacar los avances logrados en cuanto a prospección, evaluación, selección y mejora, orientada a disponer de variedades de elevada calidad y resistencia, que haga más viable el cultivo de modo ecológico y complementariamente sobre los avances en el estudio de las relaciones suelo planta y la gestión de la fertilidad del suelo, el control de arvenses a fin de limitar su competencia respecto al árbol, así como los estudios orientados al aprovechamiento de la biodiversidad funcional en la defensa vegetal.

Por último, destacar algunos avances en el conocimiento de componentes estrechamente relacionados con la calidad del fruto como los aromas o los fenoles o el control genético de la transmisión de algunos caracteres relacionados con la resistencia o la composición fenólica del fruto.

Palabras clave: calidad, frutales, innovación agroecológica, manzano, mejora genética, resistencia, técnicas de producción ecológica, variedades locales.

COMUNICACIONES

1. POLÍTICAS, PLANES DE ACTUACIÓN, DESARROLLO RURAL Y CAMBIO CLIMÁTICO

ESTUDIO DEL METABOLISMO SOCIAL DEL AGUACATE EN MICHOACÁN, MÉXICO. UNA APROXIMACIÓN AGROECOLÓGICA ENCAMINADA AL ENTENDIMIENTO Y RECUPERACIÓN DE SISTEMAS DE CULTIVO TRADICIONALES

Zirión M*, Astier M**, Figueroa M**, Guzmán G***, Glez de Molina M***

*Medio Ambiente y Sustentabilidad Universidad Pablo de Olavide (UPO),

**Centro Investigaciones Geografía Ambiental (CIGA), Universidad Nacional Autónoma México (UNAM)

***Laboratorio de Historia de los Agroecosistemas (UPO)

RESUMEN:

El aguacate en Michoacán a partir de los años 50 pasó de ser cultivado en un sistema agro-forestal (ekuario), a ser un cultivo predominantemente intensivo de una sola variedad, la variedad Hass, dedicado predominantemente a la exportación. Esto, aún cuando supone un crecimiento económico, conlleva fuertes problemas ambientales y sociales.

En este trabajo se utiliza el enfoque de la agroecología y del metabolismo social para mirar hacia los sistemas antiguos de cultivo de aguacate, entender su funcionamiento y promover su recuperación, con el fin de ajustar los modelos de producción y consumo a las capacidades locales.

Bajo este enfoque se intenta averiguar cómo se han modificado los flujos de energía y materiales al cambiar el modo de producción de tradicional a industrial y las repercusiones de estos cambios en la vida de los productores y en los ciclos naturales de los ecosistemas. También se identifican los incentivos que hubo para el cambio, qué actores han estado involucrados, y los instrumentos políticos en los que se puede incidir para revalorizar las prácticas tradicionales y abrirles mercado a sus productos en pro de la economía local.

En esta exposición del trabajo se presentarán los resultados obtenidos a partir de una primera investigación bibliográfica así como un primer trabajo de campo, con el cual se identificaron las diferentes maneras de apropiarse, transformar, re-utilizar y desechar los recursos en sistemas de cultivo de aguacate con diferentes gradientes de intensificación.

Palabras clave: agroecología, flujo energía, prácticas tradicionales.

INTRODUCCIÓN

En las sociedades agrícolas tradicionales los agroecosistemas estaban integrados a escala territorial. Aun cuando había intercambios de productos entre sociedades y territorios, prácticamente todos los insumos (fertilizantes, labor, etc.) provenían de la extracción de biomasa del territorio, y los desechos eran aprovechados y re-circulaban también dentro del mismo, por lo que se puede decir que eran sistemas en los que predominaban los bucles internos de energía y materiales. Sin embargo, a partir de la revolución verde, en muchas zonas la agricultura se ha desvinculado enormemente del territorio para poder producir grandes cantidades de alimento en sistemas de monocultivo y exportarlo a otros sitios, a la vez que se importa lo que se cultiva en otros lugares. De esta manera se utilizan también muchos insumos externos al agroecosistema y los desechos no son re-aprovechados dentro del mismo (Fischer, *et al.* 2014; González de Molina, 2010; Guzmán, González de Molina y Alonso, 2011). Esto ha pasado en México con varios cultivos, uno de ellos el aguacate y todo su sistema de producción, en el cual se centrará este trabajo.

México es parte de Mesoamérica, una de las 8 regiones del mundo que son consideradas centros de origen de plantas y animales domesticados. Es uno de los países con mayor diversidad biológica y cultural en el mundo, lo cual ha llevado a un aprovechamiento heterogéneo de los recursos naturales, dando lugar a la generación de por lo menos 100 especies cultivadas, entre las cuales están el maíz, amaranto, frijol, habas, tomate, calabaza, algodón, chile, aguacate, vainilla y cacao (Toledo y Barrera-Bassols, 2009).

Las diferentes formas de aprovechamiento de los recursos naturales en todo el país conforman diferentes agroecosistemas tradicionales: terraza, huerto, solar, patio, oasis, tajos, milpa, cacaotal, así como chinampa, tlacolol, kool, metepantle, milpachichipera, huamil, milpamezquital, palmamilpa, calal, te'lom, kuojtakiloyan y ekuaro (Moreno-Calles, *et al.*, 2013). Todos ellos tienen la característica de preservar selectivamente componentes forestales, agrícolas y en algunas ocasiones animales silvestres, y también de que de ellos depende la economía y subsistencia locales. Brindan además servicios ecosistémicos de retención de suelo, amortiguamiento de los efectos de huracanes, control de plagas, mantenimiento de fuentes de agua, mejoramiento del microclima, control de incendios y abasto de diferentes recursos (Moreno-Calles, *et al.*, 2013 y 2014).

El aguacate, a partir de mediados del siglo XX y hasta la fecha, ha sufrido una fuerte industrialización. México es el mayor productor, consumidor y exportador de esta fruta en el mundo (González, 2014 y Macías, 2011), y, dentro del país, el estado de Michoacán se encarga del 85.9% de su producción (SIAP, 2014) lo cual trae consigo fuertes impactos negativos ambientales y sociales (Thiébaud, 2011; De la Tejera *et al.*, 2013; Ghavez *et al.*, 2012; Barsimantov y Navia s/f, Anaya y Burgos, 215; Astier *et al.*, 2014).

En los últimos años se ha observado un creciente auge en el cultivo orgánico del aguacate, sin embargo, éste ha sido guiado en la mayoría de los casos por el beneficio económico que representa, y en muchos casos es cuestionable su verdadera vocación de sustentabilidad. La importación de fertilizantes es muy grande y el aguacate que se produce bajo este sistema es casi exclusivamente para exportación, por lo tanto, el verdadero catalizador del cambio sería dejar de importar tanto insumo (Guzmán & Astier, en prensa), y que estos aguacates pudieran comercializarse dentro del país.

Sabemos que el cultivo de este frutal es insostenible en el largo plazo en la manera como se está realizando (Thiébaud, 2011; De la Tejera *et al.*, 2013; Ghavez *et al.*, 2012; Barsimantov y Navia s/f, Anaya y Burgos, 215; Astier *et al.*, 2014), y siendo que originalmente el aguacate se cultivaba en un sistema agro-forestal (Moreno-Calles *et al.*, 2014; Alarcón, 2009; Montiel *et al.*, 2008), nos interesa entender el funcionamiento metabólico de estas prácticas tradicionales, conocer las bondades sociales y ecológicas que tienen, y saber hasta qué punto pueden fomentarse en el panorama actual del cultivo.

Este trabajo es la primera parte de una investigación doctoral que lleva el nombre de esta ponencia y que se está realizando dentro del Doctorado en Medio Ambiente y Sociedad de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, en colaboración con el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, de la Universidad Nacional Autónoma de México. En esta primera parte del trabajo buscamos un municipio del estado de Michoacán en donde siguiera existiendo el cultivo de aguacates en huertas de traspatio. En el municipio de Tingambato identificamos los diferentes tipos de huerta que existen con diferentes gradientes de intensificación, investigamos cuál ha sido la evolución del cultivo y hacia dónde se dirige.

Consideramos importante mirar hacia los sistemas antiguos y promover su recuperación, así como fomentar la comercialización de sus productos a través de canales cortos de comercialización, que vinculen nuevamente el consumo y la producción al territorio.

MATERIAL Y MÉTODO

A lo largo de todo el proyecto utilizaremos el enfoque del metabolismo social con perspectiva agroecológica. Consideramos pertinente explicar el porqué y posteriormente detallar las actividades realizadas en la primera estancia del doctorado.

El metabolismo social es un enfoque con el que se estudia a diferentes escalas, los flujos de recursos en una sociedad, su entrada, los procesos que ocurren dentro de la misma (sus formas de apropiación, circulación, transformación y consumo), y posteriormente los residuos (calor y toda una gama de desechos) que son emitidos al ambiente. Con la misma importancia este enfoque analiza la parte intangible del metabolismo social, es decir, las estructuras sociales que determinan cómo ocurren dichos flujos (González de Molina y Toledo, 2011).

La agroecología tiene tres dimensiones de estudio e intervención: la dimensión ecológica-agronómica, la dimensión socio-económica y cultural, y la dimensión socio-política (Guzmán, s/f); por lo tanto desde la agroecología se tiene interés en estudiar e intervenir en muy diversos puntos de todo el proceso de producción y consumo de alimentos.

Ambos enfoques pueden por lo tanto dialogar entre sí y servirnos para entender las transformaciones que han sufrido los sistemas agrícolas de determinado territorio a partir de la industrialización de la agricultura, qué repercusiones sociales y ecológicas ha tenido este cambio, y los procesos sociales, económicos y políticos que lo han acompañado, para de esta manera tener datos concretos que se puedan usar como base para hacer propuestas de intervención en pro de una agricultura más saludable para la naturaleza y las personas.

Dentro de la dimensión ecológica-agronómica de la agroecología es importante estudiar el funcionamiento de los agroecosistemas. Estudiar el metabolismo agrario de un agroecosistema supone considerar los flujos de nutrientes y energía que hacen funcionar el sistema productivo, no únicamente las entradas y salidas del mismo, sino también los flujos internos (Guzmán y Astier, en prensa). Dentro del agroecosistema existen flujos productivos (destinados a formar parte de la producción o output del sistema de cultivo), y flujos reproductivos (que sirven para mantener los fondos del agroecosistema, es decir, el sostén que lo mantiene vivo y funcional). Un sistema es más sustentable cuando maximiza flujos internos de materia y energía (Guzmán & González de Molina, en prensa), lo cual está directamente relacionado con la cantidad de biomasa que proviene del mismo sistema y se re-integra a él para hacerlo funcionar. Al manejar un agroecosistema se pueden tomar decisiones de manejo para re-circular nutrientes y energía y así mantener en el largo plazo sus estructuras funcionales (Guzmán & González de Molina, en prensa).

Los datos obtenidos de estudios metabólicos pueden servir como herramienta para comprobar que cierto tipo de sistema de cultivo es más sustentable que otro y abogar por él. Pero además de los flujos relacionados con el agroecosistema hay que considerar los flujos de estos con la sociedad, lo cual forma parte de las dimensiones socio-económica, cultural y política de la agroecología.

En el caso del aguacate es importante considerar todas las dimensiones. Para conocer el funcionamiento metabólico de huertas con diferentes gradientes de intensificación deberemos contar con detallada información sobre el manejo de las huertas. Será necesario contabilizar la productividad primaria neta de todas las especies en la huerta y saber qué cantidad sale de ella (para venta o consumo familiar), qué cantidad se re-integra en la misma (por ejemplo, hojas, ramas, plantas arvenses, fruta caída), y qué cantidad se acumula en las estructuras perennes (truncos y raíces). Será también importante saber qué maquinaria se utiliza, cuánto gasta de combustible, cuántas horas se usa; cuánta agua se utiliza para riego y cuánta energía se usa para regar; cuáles y cuántos inputs (abono, herbicida, pesticida) se utilizan, de dónde provienen y cómo se aplican; y cuánto trabajo humano se utiliza para manejar la huerta.

Por otro lado también es importante conocer todas las estructuras sociales que determinan este funcionamiento, qué redes de comercialización existen, organizaciones de productores, prácticas culturales, políticas, y la percepción de las personas sobre todo ello.

En esta primera parte del trabajo se hizo una intensiva investigación bibliográfica para conocer los estudios existentes sobre el aguacate, la historia del cultivo en el Estado de Michoacán, los impactos ambientales que tiene y los cambios tecnológicos que se han impulsado.

A través de pláticas con diferentes personas buscamos un municipio en el que pudiéramos encontrar solares con sistema tradicional de cultivo de aguacate y a partir de ahí empezamos a hablar con otros productores de

aguacate que poseen huertas con diferentes sistemas de manejo y que nos hablaron sobre la historia del cultivo en el municipio, su percepción sobre los cambios que ha habido y su visión a futuro.

El municipio en el que comenzamos la investigación fue Tingambato. Decidimos por el momento quedarnos ahí porque es una región en donde hay todo tipo de huertas, tuvimos buen recibimiento por parte de los pobladores, y está en una zona con un clima homogéneo para poder comparar resultados entre huertas. Posteriormente decidiremos si queremos ampliar el estudio a otros municipios que pudieron haber sufrido un proceso diferente.

En el municipio visitamos dos solares, tres huertas con cultivo de aguacate orgánico, dos huertas con cultivo de aguacate convencional para exportación, una huerta con cultivo convencional para consumo nacional, dos huertas con cultivo ecológico (sin certificado), para consumo nacional, y hablamos con el presidente de la Junta Local de Sanidad vegetal del municipio de Tingambato. Realizamos entrevistas a los productores dueños de estas huertas además de pláticas informales con otros habitantes del pueblo que aún tienen huertas de traspatio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El primer resultado de esta investigación es la reconstrucción, a partir de fuentes bibliográficas, de la historia de la industrialización del aguacate en el estado de Michoacán. Hablaremos primero del aguacate en Michoacán y después nos centraremos en las huertas visitadas en el Municipio de Tingambato.

En el Estado de Michoacán, hasta los años cincuenta predominaba el cultivo de cereales y ganadería bovina alrededor de los pueblos; y en las huertas de traspatio (ekuario en la lengua indígena purépecha, o solar en castellano) se cultivaban varios frutales (entre ellos variedades criollas de aguacate), café, hortalizas, y maíz para autoconsumo (Thiébaut, 2011). Algunas de las familias que tenían aguacate criollo en sus solares lo comercializaban a diferentes partes del país.

Como documentan Moreno-Calles, *et al.*, 2013 y Alarcón, 2009, el ekuario o solar es un sistema agro-forestal que se encuentra cerca o al lado de la casa, donde se manejan alrededor de 50 especies de árboles frutales y otros cultivos, y en algunas ocasiones animales, en aproximadamente 300 m². Es un sistema productivo manejado principalmente por mujeres y niños y se encuentra inserto en una estrategia local de subsistencia.

A partir de la década de los sesenta, el Instituto Mexicano del Café empezó a promover la siembra de aguacate criollo en huertas más grandes como árbol sombra para el café (Thiébaut, 2011; Garibay y Bocco, 2012). Comenzó entonces a popularizarse el comercio del frutal y a introducirse variedades mejoradas. Se introdujo la variedad Fuerte del estado de Puebla y posteriormente la variedad Hass de California, que tuvo gran éxito debido a la cantidad de pulpa que tiene, a la rigidez de su cáscara, su larga vida en el árbol y de anaquel y sus múltiples floraciones a lo largo del año (Stanford, 1998). Empezaron a injertarse los árboles criollos con variedad Hass y a expandirse como monocultivo. En 1970 el mercado nacional se saturó, los precios bajaron y muchos productores vendieron sus huertas a propietarios más grandes, muchos de ellos inversionistas que habían hecho dinero previamente en el Valle de Apatzingán con otros cultivos. En 1982 se abrió el mercado Europeo y siguió creciendo el cultivo del aguacate en más municipios de Michoacán de la meseta purépecha, zona a la que pertenece Uruapan, la capital aguacatera del estado (Stanford, 1998).

En el año 1992 con la reforma del artículo 27° de la constitución, se privatizaron los ejidos y se permitió la venta de terrenos de propiedad social (Thiébaut, 2011). Muchos campesinos vieron esto como oportunidad de tener dinero fácil y vendieron sus propiedades a personas foráneas que empezaron a hacerse de grandes cantidades de tierra (Stanford, 1998). En 1994 se firmó el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), abriendo las posibilidades de intercambios comerciales entre México, Estados Unidos y Canadá. Sin embargo, el mercado estadounidense seguía cerrado para el aguacate mexicano porque había riesgo de contagio de plagas (barrenador de hueso, de rama y mosca de la fruta). Debido a grandes esfuerzos de asociaciones de productores y de la SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), se implementaron fuertes medidas de inocuidad para erradicar estas plagas, y en 1997 se

terminó el veto, se abrieron las fronteras de Estados Unidos para el aguacate mexicano y se aceleró progresivamente su expansión (Thiébaud, 2011).

La apertura del mercado estadounidense puso la atención de la gran mayoría de los productores en conseguir una mayor producción y un control efectivo de las plagas para poder exportar. Esto hizo que se comenzara a hacer uso de grandes cantidades de fertilizantes, pesticidas y herbicidas.

Por otro lado, el paquete tecnológico de la revolución verde hizo que aumentara la productividad del trigo de irrigación en otras zonas del país, con la que la agricultura cerealera de la meseta purépecha no pudo competir (Garibay y Bocco, 2012). Actualmente el aguacate se expande sobre tierras maiceras (prácticamente extintas), y sobre bosques, provocando erosión, una menor infiltración del agua, pérdida de biodiversidad; además de contaminación por fertilizantes, herbicidas y pesticidas (Chávez *et al.*, 2012). La deforestación para implantar huertas de aguacate es de 690 hectáreas anuales en la meseta purépecha (Chávez *et al.*, 2012).

Al final de la década de los 60 el aguacate Hass alcanzó una superficie de 15,000 hectáreas en el estado, para finales de los 70 la superficie cultivada era de 23,000 hectáreas, en los 80 era de 35,000, y en el primera década del 2000 aumentó a 83,000 (Garibay y Bocco 2012). En 2010 se cosecharon en Michoacán, 950,942 toneladas en 103,302 hectáreas de aguacate, en un valor de 12,640.7 millones de pesos (De la Tejera *et al.*, 2013). Actualmente hay alrededor de 120,000 hectáreas sembradas con aguacate (SEDRUA, 2016).

Los efectos positivos han sido el incremento de ingresos en la región, fuentes de empleo y mejoramiento en los servicios de los pueblos. Sin embargo, las grandes ganadoras han sido ciertas familias y empresas ubicadas sobre todo en Uruapan, que controlan insumos, empaque y comercialización tanto en el mercado nacional como en el internacional (Montiel, 2008). El PIB Agropecuario del estado de Michoacán es de los más importantes del país (De la Tejera *et al.*, 2013): representa el 8.1% del PIB agropecuario del país según datos de INEGI, 2014, pero el hecho de que éste esté financiado en buena medida por el aguacate de exportación, sugiere que esto no significa que haya un verdadero estado de bienestar para la mayoría de los agricultores michoacanos.

El apostar todo al cultivo del aguacate, y perder cultivos básicos como el maíz, implica riesgos de pérdida de biodiversidad productiva y ecológica, inestabilidad en los mercados y un crecimiento económico dependiente (De la Tejera *et al.*, 2013).

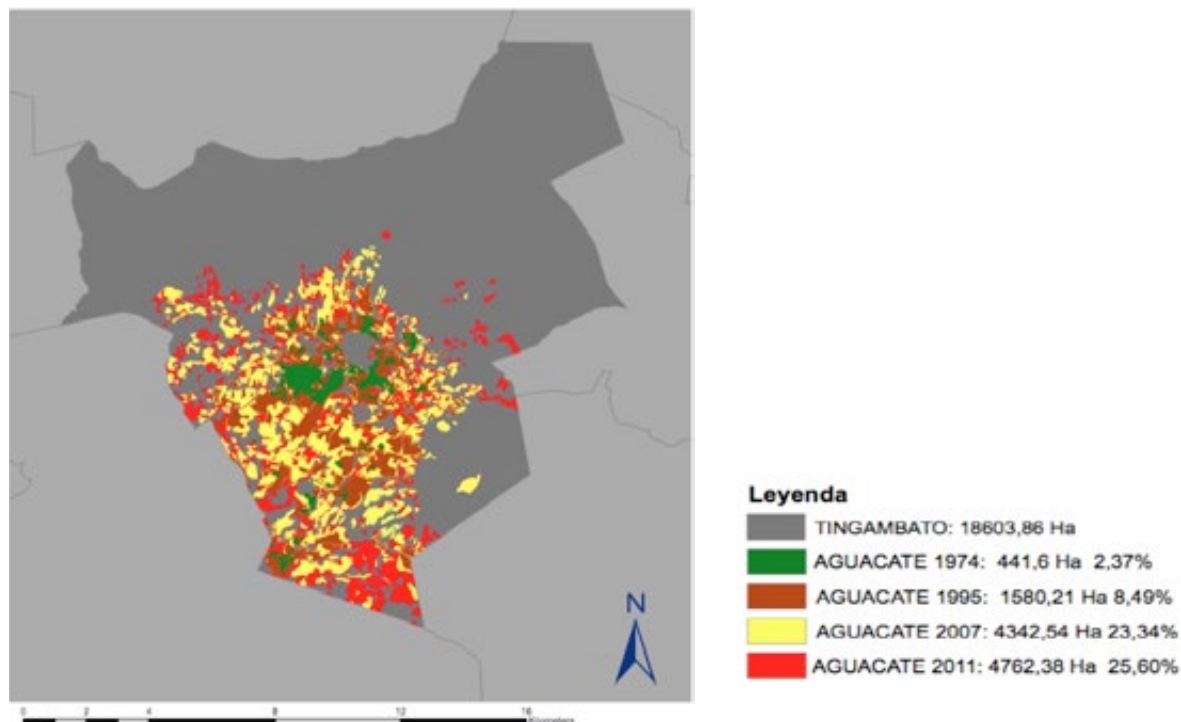
En el Municipio de Tingambato, donde se realizó la primera estancia exploratoria de esta investigación, las huertas de aguacate se han incrementado de 441.6 hectáreas en 1974, correspondiente al 2.37% de la superficie municipal, a 4762.38% hectáreas en 2011, correspondiente al 25.60% de la superficie municipal.

No tenemos todavía los datos exactos, pero según los informantes con los que hablamos en la primera visita, alrededor del 80% del aguacate se cultiva en propiedad privada, 15% en ejido y 5% en propiedad comunal. De las huertas en propiedad privada, más o menos el 60% está en manos de la gente del pueblo y 40% (que son las huertas más grandes y alejadas de la cabecera municipal) son de fuereños.

Las huertas más pequeñas, cercanas al pueblo, son huertas viejas que destinan su producción mayoritariamente al consumo nacional, aunque hay algunas personas que las tienen certificadas para exportación. Las huertas más nuevas son prácticamente todas para exportación, y en una zona del pueblo, llamada "La escondida", empiezan a proliferar cada vez más las huertas con certificado orgánico para exportación.

En el pueblo sigue habiendo varios solares detrás de las casas, pero están muy abandonados y son cada vez más pequeños porque las familias han crecido y entonces se han ido construyendo casas en el lugar donde anteriormente se tenía el huerto. En los patios de las casas se pueden ver bastantes árboles criollos antiguos, de unos 50 años, con algunos otros frutales, y unos cuantos animales de granja. Pero sí puede observarse que la mayoría están descuidados o en vías de ser abandonados.

Expansión de la superficie dedicada al cultivo de aguacate en Tingambato (Michoacán)



Fuente: Elaborado por Jaime Vila a partir de datos del proyecto "Evaluación del Impacto Ecológico del Cultivo de Aguacate a Nivel Regional y de Parcela en el Estado de Michoacán" del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA-UNAM).

Los árboles criollos se conservan porque a los habitantes del pueblo les gusta más su sabor que el del aguacate Hass y porque les recuerda otra época, pero se cultiva casi únicamente para autoconsumo y para vender el hueso y que sea injertado en viveros para producir plantas de aguacate Hass. Al injertar un hueso de aguacate criollo, que está perfectamente adaptado a las condiciones edafo-climáticas de la zona, los aguacates Hass crecen muy bien. Quien está interesado en comprar el hueso tiene trato directamente con los dueños de los árboles y van a la huerta a comprarlos, pero se paga a precio de hueso, mucho más barato que los aguacates Hass.

En los solares que visitamos había las siguientes especies: a) frutales: durazno, manzana, higo, membrillo, naranjo, zarzamora, aguacate, chirimoyo, granada, limón; b) medicinales: hierbabuena, manzanilla, ruda, árnica; c) hortalizas: jitomate, cebolla, calabaza; d) especias: chile habanero, tomillo; e) otras: maíz, nopal, chayote, café; f) ganado menor: gallinas, puercos, conejos; g) ganado mayor: caballos, asnos, bovinos.

Según un estudio de Montiel *et al.*, 2008, el sistema agro-forestal es más productivo y económicamente más rentable que el sistema de monocultivo, pero debido a que no existen las condiciones de mercado favorables para muchos de los cultivos, aparte del aguacate, cada vez más las familias abandonan su manejo y aprovechamiento. Algunas familias venden todos los productos de su solar, pero otras lo tienen exclusivamente para autoconsumo.

Las labores de manejo que antiguamente se realizaban en los solares para mantenerlos productivos están muy abandonadas y lo que permanece en pie es porque fue sembrado hace varias décadas. Es un sistema en el que toda las hojas que se caen y la maleza que se quita del suelo es apilado junto con ramas, estiércol de ganado (si hay), y desechos orgánicos de la casa, y después usado para abonar los cultivos. De hecho, hay una variedad de maíz que sólo crece en estos espacios, conocido como maíz ekuaru, y se piensa que se desarrolla muy bien en estos espacios ya que tienen suelos altamente nitrogenados (Alarcón, 2009).

Para la metodología que se pretende aplicar en etapas posteriores es importante poder realizar un taller en el que se puedan obtener datos estimados de todos los flujos internos de biomasa en el solar, y conocer de qué manera se mantienen productivos sin necesidad de insumos externos, y qué proporción de dichos flujos están destinados a mantener la fertilidad y vida del sistema. Las dueñas de los solares ponen mucho énfasis en que antes nunca se oía hablar de abonos y en que la tierra se mantenía siempre fértil.

Como mencionan Burgos *et al.*, (2011) y Astier (2014), hay una amplia diversidad de producción en las huertas de aguacate, dentro de un mismo tipo de manejo se encuentran niveles muy diferentes de consumo de energía y los tipos de productores son muchos y muy variados.

Mucho del manejo que se le da a una huerta está determinado por el tipo de certificación con el que cuentan. Los productores que comercializan dentro de México deben estar registrados ante la Junta Local de Sanidad Vegetal del municipio al que pertenecen pero no existen controles sobre las prácticas que realizan. Existen entonces dentro de las huertas destinadas al consumo nacional, huertas convencionales en las que se aplican fertilizantes y pesticidas en grandes cantidades y que son muy dañinos para el socio-ecosistema en el que están, y huertas en las que se lleva a cabo un manejo orgánico y son prácticamente silvestres. Dentro de este segundo tipo hay además de aguacate Hass, algún aguacate criollo que no fue injertado, pinos y muchas de las especies comestibles que encontramos también en las huertas de traspatio. Si no tienen un certificado orgánico para exportación es porque no les ha interesado o porque no cumplen con las normas de inocuidad.

Los aguacates producidos en estos dos sistemas son comercializados por los mismos intermediarios, empresas empacadoras que se encargan de la cosecha y la venta de los aguacates a diferentes mercados del país.

Las huertas que destinan su producción al mercado nacional son muy heterogéneas; no se puede generalizar en su descripción porque al no haber controles, el tipo de manejo que se les da depende cien por ciento del productor, de qué tanto le importe y conozca los impactos negativos de sus prácticas o qué tanto interés tenga en la conservación del ecosistema natural. Es interesante llevar a cabo el estudio del funcionamiento metabólico de estas huertas porque, siendo que tienen un manejo tan diferente, que unas dependen de insumos externos y otras funcionan sin añadir nada externo a la huerta, ambas destinan sus productos al mismo mercado y al mismo precio. Los flujos internos de nutrientes y energía son seguramente muy diferentes. Y en cuanto a flujos externos, unos gastan más en insumos, pero tienen una mayor producción de aguacate, y los otros no gastan en insumos, y aunque producen menor cantidad de aguacate, producen también otras especies útiles.

En cuanto a las huertas que destinan su producción al mercado de exportación, hay también una gran variedad. Se estima que el 90% tienen una producción convencional y el 10% una producción orgánica, y el tamaño de las huertas y su edad varía mucho.

Los productores de exportación suelen ser asesorados por ingenieros y llevan una bitácora muy detallada de todas las labores que se realizan en las huertas. Los ingenieros se rigen por las normas de las certificadoras, y dependiendo del país destino, éstas son más o menos exigentes con respecto al manejo. Estados Unidos, por ejemplo, pone la mayor atención en el control de plagas, mientras que países como Holanda exigen con igual importancia la conservación de cierto porcentaje de cubierta forestal.

Cada vez hay más control en cuanto al tipo de insumos que se aplican, procurando que sean menos dañinos tanto para las personas como para el ecosistema, pero las principales normas a cumplir son de inocuidad, para mantener las plagas erradicadas. Según la base de datos SISPRO-SECOPA, una huerta convencional de aguacate de temporal puede usar en un año alrededor de 6 tipos de fertilizantes, 3 de herbicidas, 14 de insecticidas y 13 de fungicidas, según registros para el periodo 2005- 2007 (De la Tejera *et al.*, 2013).

Según un estudio de Anaya y Burgos, 2015 sobre el consumo energético de las huertas de aguacate, se gasta el 54.5% de la energía para fertilización, 39.9% para control de plagas, 5.6% control de malezas, y 0.2% riego. La fertilización está relacionada con la capacidad económica de los productores y es significativamente mayor en las huertas que producen aguacate para venta de exportación que en aquellas que venden para el mercado interno.

En el caso de las huertas que visitamos de exportación, observamos que en todas se realizan prácticas de poda y solo una contaba con sistema de riego. Según datos de la Junta Local de Sanidad Vegetal, del total de las huertas del municipio cerca del 10% son de riego, las demás son de temporal.

En las huertas con manejo convencional para exportación a Estados Unidos, las certificadoras no permiten tener otras especies además de aguacate ya que lo consideran un riesgo a sus controles de inocuidad, por lo tanto hay únicamente aguacate. En las huertas orgánicas no existe esta restricción, y en dos de las que visitamos había también, además de aguacate otros árboles y especies comestibles como manzano, chirimoyo, chiles, frijoles, duraznos, plantas medicinales, además de colmenas para hacer miel.

En las bitácoras que se entregan a las certificadoras deben registrar absolutamente todas las prácticas que se realizan en la huerta, pero por ejemplo, si hay fertilizantes o pesticidas que fabrican ellos mismos a partir de otras especies cultivadas en la huerta, esos no pueden ponerlos en la bitácora porque no son productos certificados, aunque los ingenieros asesores sí permiten su uso. Hay entonces muchas prácticas que re-circulan nutrientes dentro de la huerta y que no quedan registrados. Surge la pregunta de ¿qué tendría que hacerse para que se permitiera oficialmente y se reconocieran las bondades del uso de fertilizantes y pesticidas fabricados a partir de productos de la misma huerta? El hecho de que hasta la fecha no se permita oficialmente es porque las certificadoras, tanto orgánicas como convencionales, son las mismas que tienen el negocio de venta de insumos y no quieren dejar de hacer negocio con eso.

En las huertas orgánicas observamos una mayor diversidad que en las huertas convencionales. Solamente el aguacate se exporta y tiene certificado orgánico, pero los otros productos se aprovechan para consumo familiar o venta local. Solamente algunos grandes productores orgánicos tienen certificado orgánico también para productos de alto valor comercial como el café o la macadamia.

Es importante resaltar el hecho de que las huertas orgánicas visitadas están en manos de miembros de la comunidad indígena, que al ser personas originarias del lugar conocen las prácticas tradicionales y tienen interés en conservar sana su tierra. Los miembros de la comunidad tienen huertas pequeñas, menores al promedio. Visitamos huertas de 2 hectáreas certificadas orgánicas. Las huertas grandes están sobre todo en manos de personas foráneas. Pero estas pequeñas huertas pueden ser rentables gracias a que diversifican su producción y fabrican ellos mismo muchos de los insumos que aplican.

La cosecha y comercialización en las huertas orgánicas la hacen empresas emparadoras con las que tienen firmado un contrato y son ellas quienes se encargan de cosechar, empaclar y exportar. No hay empresas emparadoras que se dediquen a comercializar aguacate orgánico certificado exclusivamente dentro de México porque las emparadoras no consideran que haya demanda y personas dispuestas a pagar el valor agregado. Sin embargo, los mismos productores entrevistados que tienen huertas de aguacate orgánico han visto reducidos los precios de producción al convertirse al manejo orgánico porque fabrican varios de los insumos, fertilizantes y pesticidas, y porque tienen ganancias gracias a la venta de los otros productos que cultivan en su misma huerta.

Es preciso llevar a cabo un estudio detallado del funcionamiento metabólico de todo tipo de huertas para tener datos concretos de qué tipo de manejo está teniendo mayor cantidad de flujos internos de nutrientes y energía, y si favorece el mantenimiento a largo plazo del sistema de cultivo. Es importante en un análisis posterior hacer los cálculos exactos a partir de datos obtenidos de bitácoras, datos proporcionados por la Junta Local de Sanidad Vegetal y talleres y entrevistas más detalladas. Sin embargo, con las entrevistas y visitas realizadas hasta ahora se puede ver la gran diferencia de manejos que existe y cómo unos no reciben ninguno o pocos insumos externos, y otros al contrario no reutilizan casi ningún producto dentro de la huerta, excepto las hojas que caen al suelo y el fruto abandonado en el terreno.

Siendo un lugar en el que el manejo de sistemas agro-forestales se practicaba tradicionalmente y en el que sigue habiendo conocimiento ligado a ello, y que la agricultura orgánica está comenzando a crecer, son muchas de estas prácticas las que se pueden fomentar, y pueden hacer que productores locales, no solamente grandes inversionistas, tengan huertas con certificado orgánico y lleven a cabo prácticas tradicionales incluso en huertas pequeñas ya que el cultivo de otras especies, además del aguacate, se puede vender de manera local y favorecer su economía.

CONCLUSIONES

Los sistemas agro-forestales se encuentran bajo la presión de los sistemas especializados y de la racionalidad económica que los impulsa. Pero la promoción de la agricultura sostenible debe ser tema prioritario de las estrategias de desarrollo y de la política para el combate de la pobreza y la conservación de los recursos naturales de las áreas rurales de Michoacán. Consideramos entonces que se podría aprovechar la racionalidad económica que impulsa la agricultura orgánica actualmente para fomentar que se retomen prácticas de manejo tradicional agro-forestal. El incorporar mayor diversidad biológica hace que se obtengan mayores beneficios y que haya menor riesgo tanto ambiental como económico (Montiel *et al.*, 2008), lo cual es muy importante para estar prevenidos ante la llegada de una plaga o el cierre repentino de las fronteras con Estados Unidos, por ejemplo.

Las siguientes preguntas a responder serían ¿cómo fomentar el consumo en el mercado nacional de los productos orgánicos, ya sea que cuenten o no con certificado?

¿Cómo se puede poner en valor los productos de los ekuaros, más allá de la certificación orgánica, que pueden tener los aguacates en monocultivo?

¿Hay en el contexto del mercado mexicano una manera de diferenciar entre productores para el mercado nacional que llevan a cabo una agricultura convencional o una ecológica?

¿Se puede promover un etiquetado de los productos que provienen de huertas con manejo ecológico en las que el aguacate tiene certificado orgánico de exportación pero los otros productos se venden en el mercado local y nacional sin certificado?

Estas son preguntas que surgen al querer re-valorizar las prácticas agro-forestales resaltando sus bondades sociales y ecológicas y al tratar de fomentar su inclusión en los sistemas productivos que están creciendo tanto actualmente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las personas que participaron en las entrevistas. Y en cuanto a la ayuda para financiar el trabajo de campo agradecemos al proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT (no. IN-210015), así como al CONACYT por la beca de doctorado.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón-Chaires, P. 2009 . Etnoecología De Los Indígenas P'urhpecha. Una Guía Para El Análisis De La Apropiación De La Naturaleza. Morelia, Michoacán.
- Anaya, C. A., & Burgos, A. L. 2015. Energy consumption in the management of avocado orchards in Michoacán, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 21(1): 5-90
- Astier, M.; Merín-Urbe Y.; Villamil-Echeverri L.; Garciarreal, A.; Gavito, M. & Masera, O. 2014. Energy balance and greenhouse gas emissions in organic and conventional avocado orchards in Mexico. *Ecological Indicators* 43: 281-287
- Barsimantov, J., & Navia, J. n/d. Land use and land tenure change in mexico's avocado production region: Can community forestry reduce incentives to deforest for high value crops.
- Burgos, A., C. Anaya, I. Solorio. 2011. Impacto ecológico del Cultivo de Aguacate a nivel regional y de parcela en el Estado de Michoacán: Definición de una Tipología de Productores. Informe final a la Fundación Produce Michoacán (FPM) y la AALPAUM. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA/UNAM Campus Morelia). Morelia, Michoacán, 90 pp. + 3 Anexo
- Chávez, G; Tapia L.M.; Bravo M.; Sáenz T.; Muñoz J.; Vidales I.; Larios A.; Rentería J.B.; Villaseñor F.J.; Sánchez J.J.; Alcántara J.J.; Mendoza, M. 2012. Impacto del cambio de uso de suelo forestal a huertos de aguacate. INIFAP, SAGARPA.
- De la Tejera Hernández, B; Santos O., A; Santamaría, H.; Gómez M., Thania; Olivares, C. 2013. El oro verde en Michoacán: ¿un crecimiento sin fronteras? Acercamiento a la problemática y retos del sector aguacatero para el Estado y la

sociedad. *Economía y Sociedad*, vol XVII, no. 29. julio-diciembre: 15-40

- Fischer, J.; Abson, D. J.; Butsic, V.; Chappell, M. J.; Ekroos, J.; Hanspach, J.; Kuemmerle, T.; Smith, H. G.; and von Wehrden, H. 2014, Land Sparing Versus Land Sharing: Moving Forward. *Conservation Letters*, 7: 149–157. doi: 10.1111/conl.12084
- Garibay Orozco, C., & Bocco Verdinelli, G. 2012. Cambios de uso del suelo en la meseta purépecha (1976-2005). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental .
- González de Molina, M. & Toledo, V.M. 2011. *Metabolismos, naturaleza e historia. Hacia una teoría de las transformaciones socioecológicas*. Ed. Icaria: 375, Barcelona.
- González de Molina, M. 2010. *A guide to studying the socio-ecological transition in european agriculture*. Agro-Ecosystems History Laboratory Pablo de Olavide University. Sevilla.
- González, H. 2014. Specialization on a global scale and agrifood vulnerability: 30 years of export agriculture in Mexico. *Development Studies Research*, Vol. 1, No. 1: 295-310
- Guzmán, G.I., & González de Molina, M. (en prensa). How to Measure Energy Efficiency in Agroecosystems. In (G.I. Guzmán and M. González de Molina, eds.) *Energy in Agroecosystems: A Tool for Assessing Sustainability*. Boca Raton: CRC Press.
- Guzmán G.I.; González de Molina M.; & Alonso A. 2011. The land cost of agrarian sustainability. An assessment. *Land Use Policy* 28: 825-835
- Guzmán G.I., & Astier, M. (en prensa). Organic Farming: Between The Relocation Of Energy Flows and Input Replacement. In (G.I. Guzmán and M. González de Molina, eds.) *Energy in Agroecosystems: A Tool for Assessing Sustainability*. Boca Raton: CRC Press.
- Guzmán, G.I. (sin fecha). *Agroecología: Donde confluyen la investigación y la acción*. Material docente Maestría de Agroecología. Laboratorio de Historia de los Agroecosistemas. Universidad Pablo de Olavide.
- INEGI, 2014. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. En: http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/especiales/especiales2015_12_2.pdf
- Macías, A. 2011. México en el mercado internacional de aguacate. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, vol XVII, no. 3, julio-septiembre: 517-532
- Montiel, G., Krishnamurthy, L., Vázquez, A., & Uribe-Gómez, M. (2008). Opciones agroforestales para productores de aguacate. *Terra Latinoamericana*, 26 núm. 1: 85-90
- Moreno-Calle, A.I.; Toledo V.M.; y Casas A. 2013. Los Sistemas Agroforestales Tradicionales De México: Una Aproximación Biocultural. *Botanical Sciences* 91 no.4: 375-398
- Moreno-Calles A.I.; Galicia-Luna V.J.; Casas A.; Toledo V.M.; Vallejo-Ramos M.; Santos-Fita D.; y Camou A. 2014. La etnoagroforestería: El estudio de los sistemas agroforestales tradicionales de México. *Etnobiología* 12 (3): 2-16
- SEDRUA, 2016. Secretaría de Desarrollo Rural y Agroalimentario. En: <http://sedrua.michoacan.gob.mx/exporto-michoacan-un-millon-de-toneladas-de-aguacate-sedrua/>
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2014. *Atlas Agroalimentario*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
- Stanford, L. 1998. *Mexico's avocado industry in export agriculture: Examining the avocado industry of michoacán*. Chicago, Illinois: Latin American Studies Association.
- Thiébaud, V. 2011. Evolución del paisaje aguacatero en michoacán: Procesos socioeconómicos y medioambientales. *Estudios Sociales*: 235-254
- Toledo, Víctor M. & Narciso Barrera-Bassols. 2009. *La Memoria Biocultural. La Importancia Ecológica De Las Sabidurías Tradicionales*. Perspectivas agroecológicas. Barcelona: Icaria

DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO DEL PARQUE AGROECOLÓGICO SOTO DEL GRILLO. SITUACIÓN AGRONÓMICA, SOCIAL, COMERCIAL Y ECONÓMICA

Lopez D*, Otero L*, Rada A***

*Univ Pablo Olavide (UPO). Ctra. Utrera Km.1, E-41013 Sevilla; daniel.lopez.ga@gmail.com

**Grupo Rehabilitación Fauna Autóctona y su Hábitat (GREFA)

Monte del Pilar s/n, E-28220 Majadahonda; luciotta@hotmail.com

***Con los Pies en la Tierra. Plaza del Escorial 11, E-28909 Getafe (Madrid)

ainhoa.rada.uyarra@gmail.com

RESUMEN:

En el año 2008 el Ayuntamiento de Rivas-Vaciamadrid (Madrid) puso en marcha el Parque Agroecológico Soto del Grillo, proyecto pionero en la región, el cual está conformado por 32 Ha de regadío, mayoritariamente destinadas a producción hortícola, y 13 Ha de secano. Su creación tuvo como objeto recuperar una zona históricamente agraria a través de la implantación de proyectos productivos que permitieran generar empleo y tejido social.

Se ha realizado un Pre-Diagnóstico de la situación del Parque a través de Metodologías de Investigación-Acción Participativas, cuyo objetivo ha sido evaluar de manera integral las causas que favorecen o limitan la actividad productiva desde las perspectivas social, comercial, agronómica y económica.

Los resultados apuntan a la existencia de una gran interrelación entre los diversos factores que afectan a los cuatro bloques estudiados. Así, se ha detectado que la producción y la rentabilidad se ven afectadas por múltiples factores que actúan sinérgicamente, sobre los que subyace la falta de planificación productiva, comercial y empresarial de los proyectos productivos. A su vez, esto influye en que la formación de tejido social sea incipiente y desorganizada, no existiendo un modelo de coordinación concreto. Además los canales comerciales son dispares, aunque predominan los Canales Cortos de Comercialización.

Por tanto, resulta necesario corregir y restaurar las estructuras sociales, comerciales y productivas que permitan mejorar el desarrollo de la actividad agrícola. De lo contrario la viabilidad del Parque y su papel motivador para futuros proyectos de producción agroecológica periurbana podrían verse afectados.

Palabras clave: agricultura periurbana, comercialización, investigación-acción participativa, producción agroecológica, tejido social.

INTRODUCCIÓN

La Comunidad de Madrid viene sufriendo desde hace 30 años un proceso de desagrarización (López 2008) potenciado por la expansión urbana y los cambios en los usos del suelo (Del Valle 2013), dado que la presión urbanística sobre los espacios agrícolas periurbanos supone, en muchos casos, la pérdida de suelo agrario de alta calidad agronómica (Hernández-Jiménez, Ocón y Guillén, 2009). En contraposición, la superficie cultivada y el número productores en ecológico van en aumento, aunque siga suponiendo un porcentaje pequeño de la producción agraria total (Del Valle 2013).

A pesar de ofrecer oportunidades sociales, económicas y ecológicas los espacios agrícolas periurbanos constituyen áreas degradadas, desvalorizadas e infrutilizadas (Niemelä et al. 2010; López 2012). Así, recuperar su actividad agrícola, ponerlas en valor y gestionarlas en base a criterios agroecológicos ayuda a potenciar sus beneficios y minimiza sus posibles impactos negativos (Gliessman 2007; Guzmán y Alonso 2007; Sans 2007). La visión integral de la agroecología y su capacidad para relanzar la vida social, comercial y cultural convierte estos espacios en potenciales para el desarrollo de modelos más sustentables (Egea Fernández y Egea Sánchez 2006; López y Tendero 2014).

En este contexto algunas administraciones públicas locales están promoviendo la agricultura periurbana como oportunidad de creación de empleo, por medio de la recuperación del uso agrario de la tierra (López y

Tendero 2014). Este es el caso del Parque Agroecológico Soto del Grillo, proyecto generado en base al programa agroecológico que el Ayuntamiento de Rivas-Vaciamadrid instauró en 2008. El Parque, pionero en la región y en funcionamiento desde 2012, se localiza en la Vega del Río Jarama y pertenece al cinturón metropolitano del sureste de la ciudad de Madrid (Fig. 1).

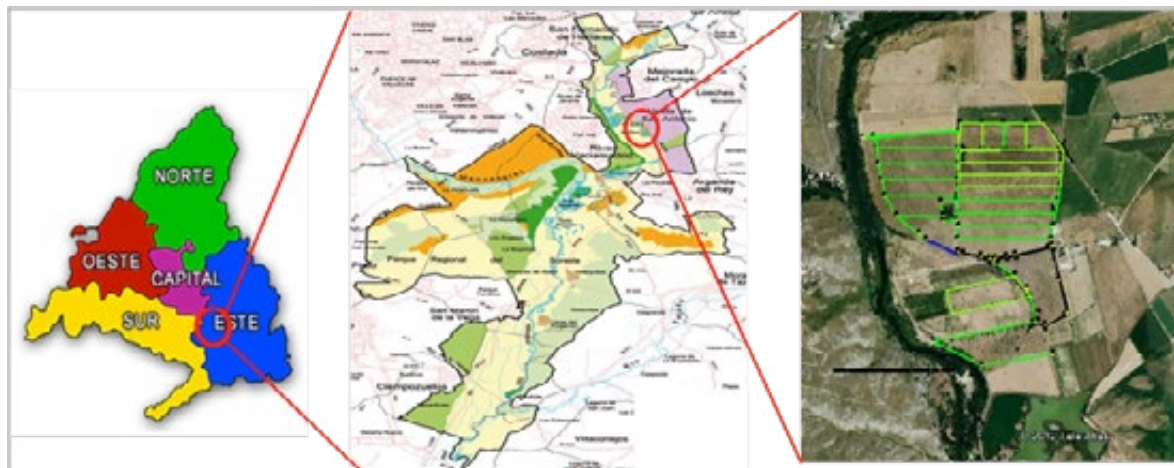


Figura 1: Localización Parque Agroecológico Soto del Grillo (Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de Parque Regional del Sureste y de imagen del Ayto de Rivas-Vaciamadrid.2015)

El objetivo inicial del Parque fue recuperar la actividad agrícola, el empleo y el tejido social de este espacio a través de iniciativas productivas agroecológicas. Cuenta con una superficie de 45 Ha (32 Ha de regadío y 13 Ha de secano) distribuidas en 21 parcelas: 16 producen en ecológico (13 hortícolas, 2 ganaderas, y 1 de frutales) y 6 de ellas se encuentran certificadas.

El Parque ofrece grandes capacidades para la producción agroecológica: es un espacio agrícola tradicional con gran biodiversidad (está incluido en las áreas protegidas "Parque Regional en torno a los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama", LIC - ES 3110006 "Vegas, Cuestas y Páramos del Sureste" y ZEPA - ES0000142 "Cortados y Cantiles de los ríos Jarama y Manzanares") que permitiría abastecer áreas próximas densamente pobladas, encabezadas por la ciudad de Madrid. Sin embargo, a pesar de sus potencialidades, tras estos años de experiencia parecen manifestarse un conjunto de limitaciones que podrían estar condicionando su desarrollo social, comercial, productivo y económico, así como la viabilidad de las explotaciones.

La detección de esta situación motivó la presente revisión del proyecto inicial siguiendo un esquema metodológico basado en la Investigación-Acción Participativa (metodologías de investigación participativa orientadas a la acción). Dicha metodología tiene por objetivo la devolución del conocimiento al conjunto de agentes implicados para que pueda darse un proceso de transformación (Alberich 2009) en el que la función del investigador, entendido como dinamizador, es acompañar durante dicho proceso. Combina técnicas cuantitativas, cualitativas y otras herramientas participativas basadas en las tres dimensiones clave de la agroecología (López 2012) (social, agronómica y ecológica).

Todo ello ha posibilitado realizar un diagnóstico exhaustivo y global de la situación que permite localizar los elementos limitantes y favorecedores a nivel económico, social, comercial y productivo y reconocer los aspectos clave sobre los que actuar. Por tanto, con la presente investigación se ha pretendido:

- Conocer la situación actual del Parque desde la perspectiva de los actores implicados en el mismo, y en especial de las iniciativas productivas instaladas en el mismo.
- Realizar una caracterización social, comercial, agraria y económica de las iniciativas productivas.
- Determinar los aspectos clave que condicionan o favorecen el establecimiento de estructuras sociales y comerciales, la producción hortícola y la situación económica en el Parque.

- Identificar sinergias y propuestas de actuaciones para el desarrollo de tejido social y comercial y en materia productiva y económica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la investigación se siguió una metodología basada en la Investigación-Acción Participativa adaptada 5 fases (Fig. 2) (López 2012; López y Guzmán 2013), dado que se ajusta al carácter integral de los objetivos planteados así como a los principios agroecológicos básicos (Guzmán Casado et al. 1996, 2000).

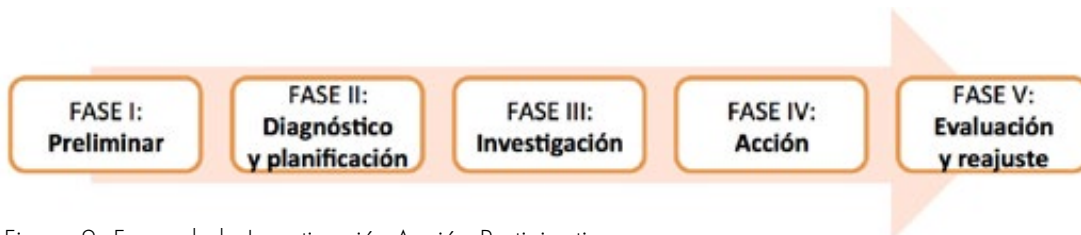


Figura 2: Fases de la Investigación-Acción Participativa (Fuente: adaptado de López y Guzmán 2013).

Se desarrollaron acciones encuadradas dentro de las dos primeras fases del proceso (Cuadro 1), concluyendo el estudio con el diagnóstico final y el diseño de una sesión de devolución de los resultados a los participantes. Se empleó un método mixto de técnicas de investigación social cuantitativas y cualitativas (Cuadro 2). La escasa disponibilidad de las personas productoras en el momento de desarrollo de la investigación impidió, sin embargo, la realización de un taller participativo de devolución. Por ello, conviene precisar que el presente diagnóstico debe ser entendido como "diagnóstico técnico", a pesar de que el diseño del método de investigación está tomado de una propuesta participativa. Queda abierta, por tanto, la posibilidad de retomar este trabajo para abrirlo efectivamente a la dimensión participativa de la investigación social.

Fase I: Preliminar

Se recogió información empleando diferentes técnicas. Mediante la "observación participante" (que comenzó antes del inicio de la investigación y prosiguió a lo largo de todo el proceso) el equipo investigador se introdujo en la realidad social a analizar pudiendo identificar posibles distorsiones derivadas de la interacción investigador-investigado y mejorar con ello la posterior interconexión de datos obtenidos mediante el resto de técnicas (Alberich 2009; López 2012). Se realizaron varias "reuniones con informantes clave". Algunas de ellas fueron encuentros informales con integrantes de "Con los Pies en la Tierra", una de las iniciativas productivas que operan en el Parque. Además, se mantuvo una reunión con la concejala delegada de Política Territorial, Urbanismo y Movilidad y Coordinadora del Área de Ciudad Sostenible y Territorio e impulsora de la creación del Parque, la cual permitió encuadrar la situación e informar a la administración del comienzo del estudio.

	Fase I	Fase II
Objetivos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Primer acercamiento a la realidad local 2. Evaluación del potencial agroecológico para llevar a cabo el proceso de transición 3. Recogida de información (informantes clave, fuentes secundarias, y observación directa del equipo investigador) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recogida de datos objetivos y subjetivos 2. Análisis de datos 3. Diagnóstico holístico de la realidad sobre el que establecer futuras actuaciones 4. Devolución de resultados 5. Diagnóstico consensuado 6. Creación Grupo Motor 7. Plan de Acción Integral y Sostenible

Cuadro 1. Objetivos de la Investigación-Acción Participativa (Fuente: adaptado de López y Guzmán 2013).

Fase I		Fase II	
Acciones y técnicas	Observación Participante		
	Reunión informante clave	Entrevistas semi-estructuradas	
	Análisis de información secundaria	Análisis de discursos	
	Elección de la muestra	Encuesta tipo cuestionario	
		Análisis de respuestas a cuestionarios	
		Realización de Flujogramas	
		Diseño de taller participativo de devolución de resultados	

Cuadro 2. Técnicas empleadas y acciones realizadas en cada fase de la Investigación-Acción Participativa (Fuente: elaboración propia 2015)

Se recogió información empleando diferentes técnicas. Mediante la "observación participante" (que comenzó antes del inicio de la investigación y prosiguió a lo largo de todo el proceso) el equipo investigador se introdujo en la realidad social a analizar pudiendo identificar posibles distorsiones derivadas de la interacción investigador-investigado y mejorar con ello la posterior interconexión de datos obtenidos mediante el resto de técnicas (Alberich 2009; López 2012). Se realizaron varias "reuniones con informantes clave". Algunas de ellas fueron encuentros informales con integrantes de "Con los Pies en la Tierra", una de las iniciativas productivas que operan en el Parque. Además, se mantuvo una reunión con la concejala delegada de Política Territorial, Urbanismo y Movilidad y Coordinadora del Área de Ciudad Sostenible y Territorio e impulsora de la creación del Parque, la cual permitió encuadrar la situación e informar a la administración del comienzo del estudio.

Se definió la realidad social, compuesta por dos grupos de agentes: el primero, las 14 iniciativas de producción ecológica en funcionamiento (en adelante, Productores); y el segundo, los 4 técnicos y políticos encargados de la gestión, desarrollo y coordinación del Parque (en adelante, Técnicos). En base a ello se definió que el tamaño de la muestra adecuado para la obtención en la Fase II de datos cualitativos debía ser el total de los implicados, mientras que para los datos cuantitativos se limitó a los Productores, dado el tipo de información a recabar.

Fase II: Diagnóstico y Planificación participativa

[A] Recogida y análisis de datos

Se utilizó metodología mixta compuesta de "encuesta tipo cuestionario" [técnica cuantitativa para recoger los datos más objetivables (Camarero 2006)] y de "entrevista semi-estructurada" (técnica cualitativa para recoger y generar discursos, más subjetivos, y explicar la realidad desde la perspectiva del investigado [Del Valle 2013]).

El cuestionario constó de 25 preguntas de respuestas cerradas, múltiples o abiertas. Su uso estuvo precedido de un pre-test para contrastar su adecuación. Se realizó a 12 representantes de las 14 iniciativas productivas. Los datos recabados se codificaron y se incorporaron en una matriz al software analítico SPSS. Para su análisis se aplicó estadística descriptiva (medias, frecuencias) y algunas variables que resultaron especialmente significativas se cruzaron en tablas de contingencia. Todas ellas eran de tipo cualitativo por lo que se realizó el test Chi Cuadrado para dilucidar su dependencia. Para la generación de tablas asociadas a los datos obtenidos por SPSS se empleó el programa informático Excel.

Se realizaron un total de 16 entrevistas individuales (representantes de 12 Productores y 4 Técnicos). Para garantizar la veracidad del discurso (Alberich 2009), se registraron mediante sistemas de grabación de audio. Además, para garantizar la confidencialidad los discursos fueron codificados: a cada entrevista se le asignó la

letra "E" seguida de un número correlativo, la letra "P" para productores o "T" para técnicos, y un nuevo número correlativo (Ejemplo E15T3: entrevista 15 cuyo informante es el técnico 3).

Se realizó un análisis de discurso de orientación semiótica para generar un significado del discurso (Santander 2011). Para ello, a partir de una lectura exploratoria de las transcripciones, se establecieron un conjunto de categorías emergentes (etiquetas o códigos que permiten diferenciar categorías conceptuales a partir de fragmentos de texto: palabras, frases o párrafos), y en una segunda lectura se identificaron, seleccionaron, clasificaron, codificaron y agruparon los diferentes fragmentos relevantes de cada entrevista según su correspondencia con cada categoría emergente, incorporando al análisis aquellos fragmentos que daban respuesta a los objetivos planteados (Santander 2011). Por último, se les dio una secuencia argumental y explicativa lógica (Vallés 1999), procediendo así a su interpretación y a la captación de la intersubjetividad entre los discursos.

[B] Realización de Flujograma con matriz

El equipo investigador realizó un conjunto de flujogramas para completar el diagnóstico. En ellos se relacionan, ordenan y clarifican los resultados obtenidos y se analizan las relaciones causa-efecto (Alberich 2009). Según las interrelaciones existentes entre los problemas caracterizados, se forman nudos con flujos de entrada (consecuencias) y nudos con flujos de salida (causas). Aquellos nudos con mayor número de flujos de entradas y salidas son los nudos críticos, y desvelan los problemas llave sobre los que plantear las posteriores actuaciones.

RESULTADOS

[A] Dimensión productiva y económica

Tal y como puede observarse en los flujogramas (Fig. 3 y 4), los resultados desvelan la gran cantidad de factores que influyen en la capacidad productiva y en la viabilidad económica de las iniciativas productivas, así como su estrecha interrelación. Los flujos de entrada y salida ponen de manifiesto 5 problemas llave: 2 son comunes a la dimensión productiva y económica y 1 de ellos, la falta de profesionalidad, es transversal.

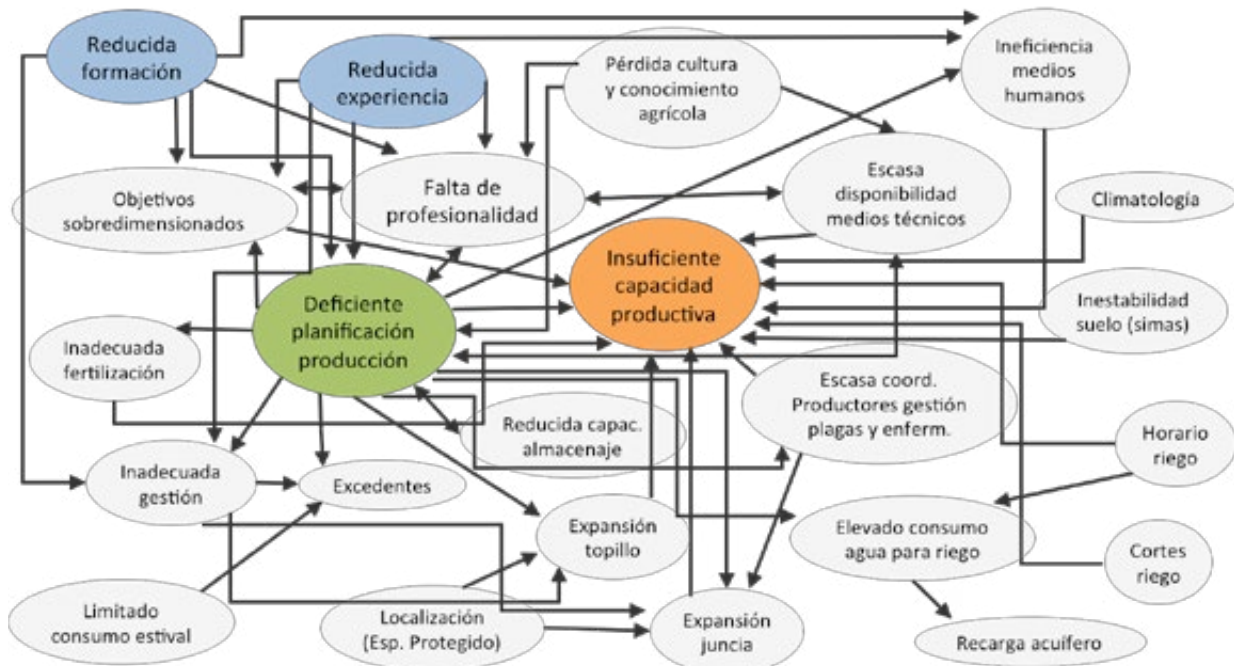


Figura 3. Flujograma dimensión productiva (Fuente: elaboración propia 2015). En él destacan problemas llave que son causa (color azul), consecuencia (color naranja) y causa y consecuencia (color verde) de las limitaciones productivas.

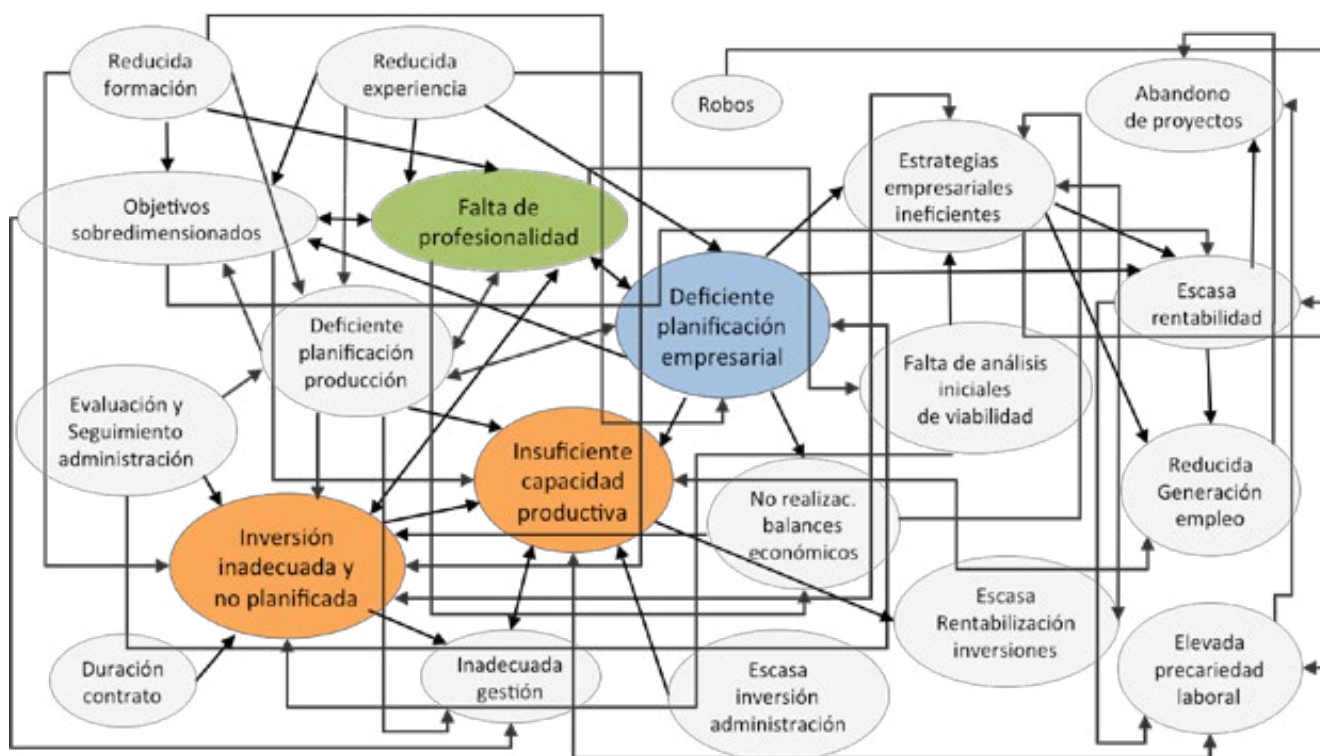


Figura 4. Flujograma dimensión económica (Fuente: elaboración propia 2015). En él destacan problemas llave que son causa (color azul), consecuencia (color naranja) y causa y consecuencia (color verde) de las limitaciones económicas.

A1. Formación y experiencia de los productores

La formación es escasa y principalmente "teórica pero no práctica" (E16T4), poco específica en AE y "no sólo a nivel agronómico sino a nivel comercial y empresarial" (E13T1). Esto revela que se está trabajando de forma poco profesional y con una "concepción de la agricultura como una ocupación muy idealizada y romántica" (E15T13): "hay que saber dónde se está desarrollando tu producción y tu negocio, y eso no se sabe si lo estudias" (E5P5). Hay que sumar que a pesar de tratarse de un espacio "históricamente destinado a la producción agrícola" (E14T2), apenas queda ya actividad y cultura agraria que favorezca sinergias y referencias: "no tienes de quién aprender" (E10P10) y se ha perdido el "saber transmitido durante generaciones" (E14T2).

A2. Planificación de la producción

Más del 90 % de la producción en el Parque es hortícola. La planificación se hace individualmente en cada iniciativa productiva, optando la mayoría por "huertas multi-producto" motivadas por criterios comerciales: "cada uno tenemos nuestros grupos de consumo, que nos piden que sea una huerta diversa" (E11P11). Para este tipo de producción, la planificación, la disponibilidad de medios y "el grado de conocimientos técnicos que requieres se multiplica para que esos cultivos, todos, se den bien, porque cada uno requiere sus cuidados (E10P10). Sin embargo, salvo proyectos concretos, la planificación es insuficiente, inadecuada o no puede implementarse ("se ha quedado de lado porque era imposible controlarlo" [E1P1]); son escasas las técnicas y estrategias productivas, y no existe diferenciación entre productores: "Uno de los problemas genéricos es que tienes un montón de frentes abiertos, sin capacidad de enfrentarte a ellos, ni técnica ni materialmente" (E10P10).

A3. Capacidad productiva

Está limitada por multitud de elementos que influyen directa e indirectamente, tales como la deficiente planificación, la ineficiente optimización del trabajo, y la "falta de material y equipamiento" (E10P10). La maquinaria

en propiedad suele ser aquella más asequible (desbrozadora y motoazada) pero no siempre la más necesaria. Todo ello redundaría en la imposibilidad de alcanzar rendimientos adecuados sólo con mano de obra, aunque impera la creencia de que "cuanto más mano de obra, más producción". Los medios técnicos que dependen de la administración tampoco escapan a las críticas, y algunos mencionan que "el riego [...] es el segundo factor limitante" (E2P2).

A4. Inversión

En general, los productores "no tenían casi inversión ni capacidad de inversión" (E13T1) "en personal, maquinaria y herramienta" (E16T4) como para poder gestionar y explotar adecuadamente un proyecto productivo de estas características. Se trata de proyectos precarios, aunque se reconoce que "echan muchas horas, y esas horas son equivalentes a muchos recursos personales y económicos" (E14T2). En conjunto la inversión ha resultado escasa, desigual entre proyectos, poco planificada y coordinada, y no siempre se ha rentabilizado.

A la administración se le reconoce "el gran detalle [...] de sacar esta iniciativa" (E12P12) y poner a disposición los medios y mecanismos para el inicio de la producción. Sin embargo, consideran que las inversiones actuales son limitadas y que son necesarias más infraestructuras. Por su parte, los técnicos son conscientes de que "los recursos públicos puestos en forma de dinamización, de creación de canales comerciales, de formación [...] etc., facilitarían mucho" (E14T2), aunque las "limitaciones presupuestarias actuales" (E16T4) suponen una "carencia importante de inversiones" (E16T4).

A5. Planificación empresarial

La mayoría de los productores carecían de experiencia empresarial y en emprendimiento, por lo que no se han establecido estrategias "de producción agraria [...], de comercialización [...] ni de gestión" (E12P12) o son ineficientes, por lo que actúan sinérgicamente las limitaciones de inversión, productivas y de comercialización. Más allá de percepciones subjetivas acerca de la viabilidad de los proyectos, apenas algunos productores realizan balances económicos internos sobre los que tomar decisiones empresariales y evaluar con una base sólida la realidad de la situación.

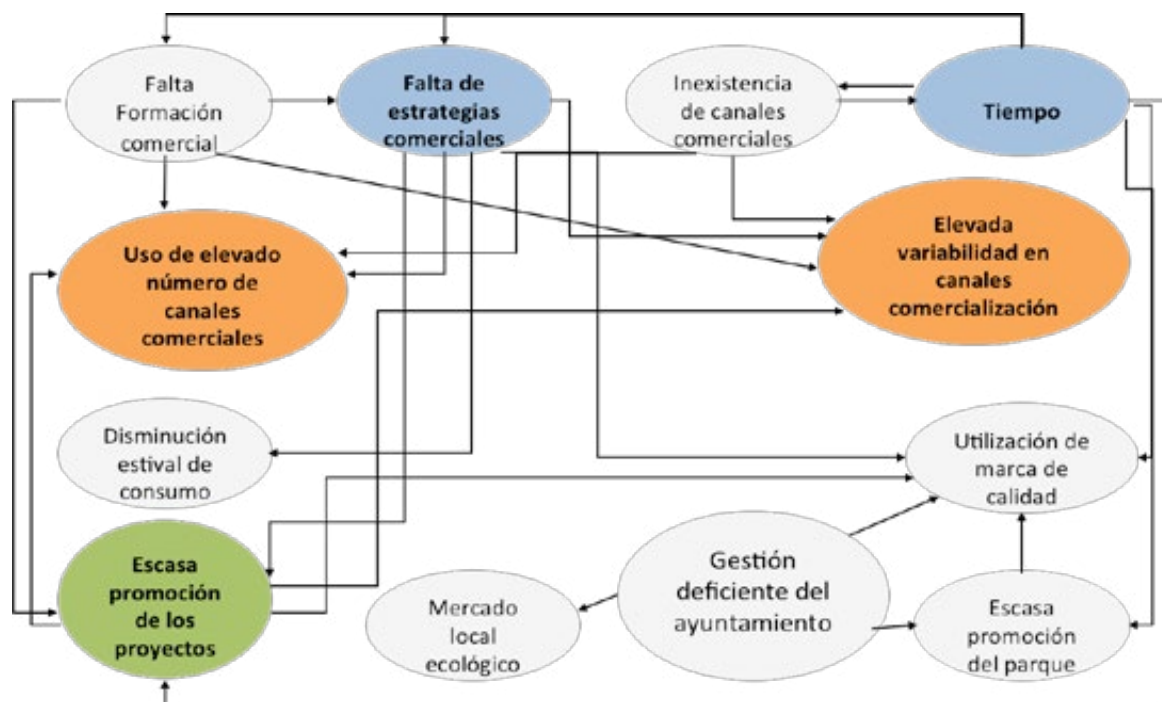


Figura 5. Flujograma dimensión comercial. (Fuente: elaboración propia 2015). En él destacan problemas llave que son causa (color azul), consecuencia (color naranja) y causa y consecuencia (color verde) de las limitaciones comerciales.

[B] Dimensión comercial

Las limitaciones surgidas en este ámbito son causadas principalmente por la falta de estrategias comerciales y de dedicación a tareas de comercialización por parte de las iniciativas productivas (Fig. 5). Así, las principales consecuencias de dichas limitaciones son la existencia de un elevado número de canales comerciales y de una alta variabilidad de los mismos (Fig. 5). Además se ha observado que la escasa promoción de las iniciativas es tanto origen como consecuencia de las limitaciones detectadas.

B1. Estrategias comerciales, dedicación y promoción de iniciativas

A pesar de que los productores reconocen la importancia de la comercialización y la promoción, se ha detectado en muchas de las iniciativas o bien una falta de estrategias comerciales y planes de marketing, o que éstos no están bien definidos: "primero tienes que tener tus consumidores y a la par ir produciendo, pero dedicarte a producir pensando que vas a atender consumidores, lo que al final ocurre es que no los tienes y has dedicado tu tiempo a producir en vez de a buscarlos" (E13T1). Por tanto, una limitación muy importante para la comercialización y la promoción es la falta de tiempo invertido en las mismas, la cual es debida a que "es muy difícil tirar de los proyectos de forma individual, como hasta día de hoy. Somos productores, distribuidores, vendedores, también publicistas... Imposible" (E9P9).

B2. Canales comerciales

Cada iniciativa productiva utiliza una de media 4,4 canales de comercialización, siendo los más usados los grupos de consumo, la venta a domicilio y los mercadillos especializados en ecológico, canales coincidentes con los tipos de venta más directa. Por otro lado, no se han observado patrones o tendencias, lo que confirma una gran variabilidad en la comercialización de las diferentes iniciativas productivas (Fig. 6). Se ha observado además, que los proyectos más antiguos utilizan menor número de canales de comercialización: 2 o 3 frente a 4 o más que usan el 67% de productores.

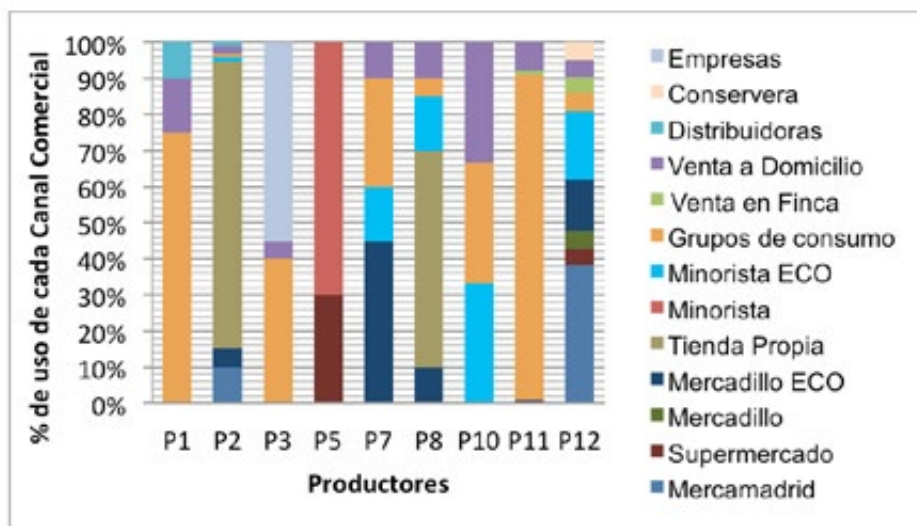


Figura 6. Porcentaje de uso de cada canal comercial según productor. (Fuente: elaboración propia).

[C] Dimensión social

Las limitaciones en materia social surgidas en el Parque tienen su origen principal en los fallos cometidos en colaboraciones realizadas en el pasado y en la tensión que esto ha originado entre los distintos productores (Fig. 7). Como consecuencia se ha producido una evolución individual de las iniciativas productivas, por lo que la colaboración es escasa y no existe una red colaborativa definida (Fig. 7).

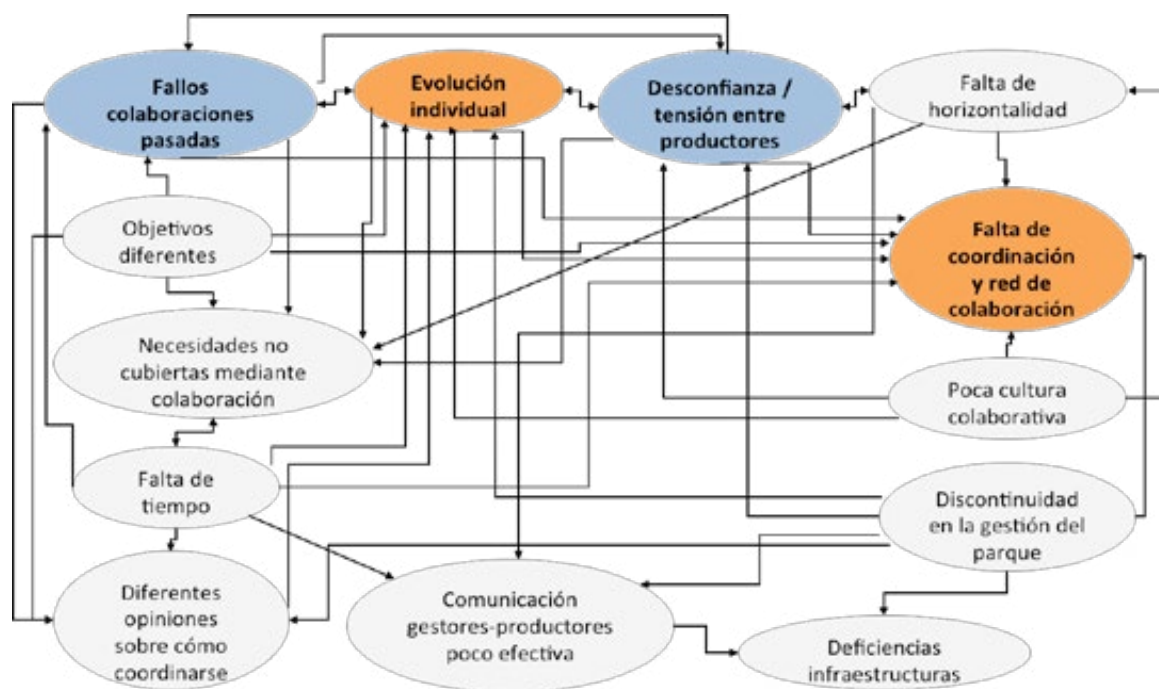


Figura 7. Flujograma dimensión social. (Fuente: elaboración propia 2015). En él destacan problemas llave que son causa (color azul) y consecuencia (color naranja) de las limitaciones sociales.

C1. Colaboraciones fallidas y tensiones entre productores.

Desde la implantación de las iniciativas productivas ha habido muchos intentos de colaboración entre ellas sin prácticamente tutela por parte del equipo gestor del Parque. Esto, junto con las particularidades de cada iniciativa y las afinidades surgidas a lo largo del tiempo ha provocado que aparezcan tensiones entre los productores: "cada grupo ha tenido su experiencia y a parte ya ha tenido sus relaciones con otros grupos, y ahora es cuando comienzan las rencillas" (E9P9). Se ha observado además, que ha faltado horizontalidad en las colaboraciones por lo que este hecho ha ayudado a aumentar la desconfianza entre los productores.

C2. Evolución individual y ausencia de Red efectiva de colaboración

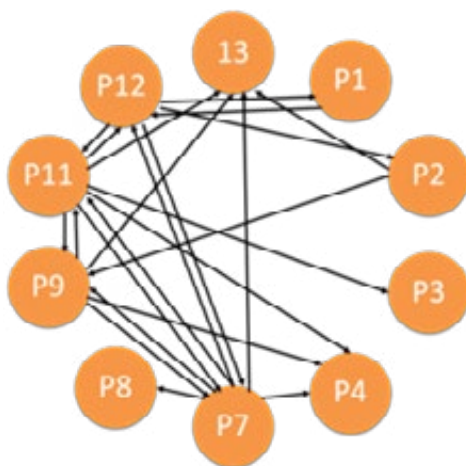


Figura 8. Esquema de relaciones de colaboración entre productores. Las flechas salen de cada productor dirigidas hacia los productores con los que afirman colaborar. (Fuente: Elaboración propia 2015).

A pesar de que se han detectado una serie de necesidades comunes a casi todas las iniciativas productivas, y de que existe una alta disposición a la colaboración [“esta historia es que me parece básica porque es en lo que más veo que falla el Parque. En que no estamos coordinados, y es que es básico” (E6P6)], la evolución de dichas iniciativas ha tendido a la individualidad. Sin embargo, no ha sido completamente independiente si no que la evolución ha sido paralela pero individual.

En consecuencia, no existe una red de colaboración definida (Fig. 8) ya que “para haber una red debería haber un mecanismo de organización y eso no lo hay. Hay colaboraciones puntuales, en momentos puntuales y entre colectivos individuales que se juntan en un momento dado y ya está” (E7P7). Así, se ha observado que empieza a haber una colaboración efectiva entre un grupo de 4 a 6 iniciativas (Fig. 8), pudiendo ser estas colaboraciones el germen de una red de colaboración efectiva.

DISCUSIÓN

El Parque agroecológico Soto del Grillo fue impulsado por el Ayuntamiento de Rivas con el objetivo de dar uso a unas tierras de propiedad municipal a través de la instalación de proyectos productivos agroecológicos sustentables agrónomica, económica, comercial y socialmente. Durante el desarrollo del proyecto municipal han existido diferentes idas y venidas del personal dinamizador del Parque, tanto de las asistencias técnicas como de los responsables políticos del proyecto municipal. En consecuencia, no ha habido una continuidad en el seguimiento del proyecto o las líneas estratégicas a desarrollar, faltando así una perspectiva estratégica de medio plazo.

[A] Situación productiva y económica

Los resultados de la investigación indican que tanto la producción como el rendimiento económico se están viendo limitados por un conjunto de factores socioeconómicos y ecológicos (Fig. 3 y 4) interrelacionados y sinérgicos, que tienen su epicentro en una inadecuada planificación económica y empresarial. La escasa formación y experiencia de los productores a nivel agronómico y empresarial constituye la causa más primaria de la deficiente planificación y ha tenido como consecuencia el establecimiento de objetivos idealizados y sobredimensionados.

En consecuencia, muchas de las iniciativas no han adoptado estrategias productivas ni económicas acordes a los medios técnicos, financieros y humanos requeridos para la instauración de un modelo de cultivo a escala productiva. Además, no parecen tener en cuenta algunos condicionantes económicos y ecológicos territoriales como la limitada producción invernal ligada a la climatología, la disminución de consumidores en épocas de máxima productividad, o la desaparición de estructuras y de cultura agraria tradicional.

La principal estrategia productiva adoptada es la “huerta multiproducto”, si bien resulta insuficiente para obtener una viabilidad real. En primer lugar, no viene acompañada de una planificación productiva acorde a la capacidad real de comercialización. Además, no disponen de los conocimientos técnicos ni de recursos y medios suficientes como para sacar adelante tanta diversidad de producción en cantidad y calidad aceptable para ser comercializada. Por último, no establecen estrategias de competitividad ni de diferenciación. Todo ello repercute negativamente en multitud de aspectos, tales como la eficiencia de los medios humanos y técnicos, así como la gestión de la fertilización, arvenses, plagas y enfermedades, o excedentes. A pesar de que los productores son conscientes de que convendría implementar nuevas estrategias, persiste un estancamiento que parece tener su origen en la escasa capacidad de inversión así como en el cuestionamiento de si a pesar del esfuerzo los cambios serían suficientes para hacer viables y rentables las iniciativas, teniendo en cuenta que ni siquiera aquellas profesionalizadas parecen alcanzar unos niveles de producción aceptables y acordes al cumplimiento de sus objetivos económicos.

La falta e ineficiencia de planificación y recursos para gestionar adecuadamente las parcelas redundan en la inestabilidad y merma de la producción, del valor comercial de los productos, y de la rentabilidad de los proyectos, quedando lejos de lo que cabría esperar en proyectos profesionalizados. Así, se entra en un círculo

vicioso en el que la insuficiente capacidad productiva hace que los proyectos no puedan seguir evolucionando y consecuentemente no consigan más recursos para reinvertir en una mayor capacidad productiva.

Por todo ello, la rentabilidad y la generación de empleo real y de calidad es el gran objetivo pendiente. Incluso los balances económicos internos de las iniciativas más profesionalizadas parecen ponerlo de manifiesto, no sólo a causa de todo lo que se ha venido exponiendo sino también por la acumulación de deudas producto de decisiones iniciales mal fundamentadas. Éstas tienen su origen en la falta de balances objetivos y en que una gran parte de las iniciativas basa su percepción de la rentabilidad en criterios subjetivos.

A pesar de todo, el hecho de que las iniciativas productivas resultaran adjudicatarias de las parcelas aun teniendo estrategias productivas y económicas deficientes, señala que la evaluación inicial por parte del Ayto. también fue poco realista, por lo que su limitada evolución tiene en última instancia responsabilidad compartida entre ambos agentes. Dada esta situación, la administración continúa jugando un papel fundamental en el impulso del proyecto. Si bien no tiene porqué ser necesariamente a través de inversiones directas en las iniciativas, como algunos discursos más victimistas reclaman, sí resultaría interesante incrementar las medidas indirectas encaminadas a la recuperación de estructuras y medios; la formación, asesoramiento y acompañamiento de los productores; el seguimiento y evaluación de las iniciativas; facilitar el acceso a recursos (líneas de financiación, apoyo técnico y logístico, búsqueda de ayudas económicas, facilitación de espacios como la conservera o almacén, etc.); y/o la coordinación de determinadas actividades.

[B] Situación social

La mayoría de proyectos llevan activos desde la implantación del Parque, por lo que aunque su evolución ha sido paralela, no ha sido conjunta sino más bien individual. Cabe pensar que proyectos que comienzan su actividad a la vez y en el mismo espacio son proclives a la colaboración, sin embargo en el caso de estudio la coordinación no está estructurada ni tiene perspectiva estratégica. En parte esta situación puede ser debida a que el uso de estructuras horizontales de trabajo no está arraigado culturalmente; y tampoco ha habido por parte de la institución promotora un esfuerzo decidido, coherente y continuado en el acompañamiento de estructuras cooperativas o asociativas entre iniciativas, de cara a superar esta limitación. En consecuencia, la falta de efectividad se justifica por la falta de experiencia en la utilización de este tipo de estructuras, dado que sí se ha detectado en el Soto del Grillo una alta disposición a la colaboración. Si bien en el comienzo de los proyectos la falta de tiempo podría ser un factor limitante para la colaboración, en la actualidad la principal limitación es la acumulación de malas experiencias de cooperación y la consiguiente aparición de tensiones entre proyectos, entendiendo éstas no sólo como conflictos surgidos entre ellos, sino también como la disparidad de opiniones sobre cómo se debería colaborar. No se ha detectado en el medio ningún tipo de mecanismos para corregir o reconducir este tipo de situaciones, lo que también se ha identificado en otros contextos como un reto de primer orden en el desarrollo de sistemas agroalimentarios locales (López *et al.*, 2015a)

Algunas de estas tensiones surgen como expresión del miedo a colaborar, ya sea por falta de horizontalidad en intentos anteriores de colaboración o por la sensación de incertidumbre que provoca depender de los demás. Aunque los productores justifican la falta de colaboración debido a rencillas personales concretas entre algunos de ellos, y por tanto, a situaciones particulares de dentro del Parque, estas situaciones pudieran no ser tan particulares. Así, durante el desarrollo del grupo de trabajo "Redes de producción para Canales Cortos de Comercialización" en el marco del II Seminario Internacional de Experiencias en Canales Cortos de Comercialización (Estella-Lizarra, 2013), se identificaron algunos retos para las redes de productores que coinciden con los problemas mencionados por los productores del Parque, tales como la diversidad de motivaciones y objetivos de los productores, la falta de cultura cooperativa o la falta de organización entre productores. Este tipo de limitantes ha sido señalado a su vez desde la perspectiva de la Dinamización Local Agroecológica, que pone el acento en la articulación y dinamización de las relaciones entre actores en procesos de transición agroecológica, y que propone herramientas específicas para trabajar sobre ello (López *et al.*, 2015b).

Como ya se ha comentado, existe cierta disposición hacia la colaboración. Ésta viene condicionada por algunas necesidades comunes que surgen en los diferentes proyectos productivos y por la posibilidad de crear

sinergias entre ellos. Cabe destacar que existe una mayor disposición a la colaboración entre aquellos proyectos que resultan más deficitarios. Esto es, aquellas producciones con mayores necesidades están más dispuestas a generar sinergias. Por consiguiente, un buen punto de partida para crear procesos colaborativos podría ser la creación de un banco de maquinaria común, lo que permitiría suplir las necesidades de los productores además de incentivar las relaciones entre ellos. Al mismo tiempo permitiría rebajar una cierta verticalidad observada, inducida por el hecho de que los productores que no poseen maquinaria contratan ésta a modo de alquiler con conductor a otros proyectos.

Asimismo, en el Parque se están dando algunas colaboraciones puntuales en materia comercial. Es verdad que no se puede afirmar que exista una estructura concreta para este fin, pero sí se puede decir que empiezan a crearse sinergias en este sentido. Sobre todo, y como ya se ha mencionado, entre proyectos con características o necesidades comunes. Así pues, hay un grupo de 4 a 6 iniciativas que realizan acciones colaborativas en esta dirección. Si bien no son acciones compartidas por todos en el mismo momento, del análisis de éstas se puede decir que está surgiendo una red de colaboración entre ellos. Dicha red parece que en este momento no va encaminada hacia una comercialización conjunta entendiéndola como forma clásica de cooperativa (López, 2015), ya que para ello se necesitan grandes inversiones en infraestructuras y personal. En este sentido, parte de los productores demandan este tipo de coordinación pero apoyando a su vez una intervención de la administración para impulsar económicamente una comercializadora común. En contraparte, para el caso que nos acontece parece más adecuado trabajar en la dirección de coordinación a través de un modelo de tipo "archipiélago" o "red de productores", ya que cada proyecto tiene sus propias vías de comercialización abiertas. Según este modelo los productores podrían seguir manteniendo sus canales comerciales beneficiándose además del intercambio de productos entre ellos a precio de coste, evitando así un sobrecoste para los consumidores. Este tipo de coordinación permitiría una mayor especialización productiva de los proyectos, disminuyendo los problemas asociados al cultivo "multiproducto". Por otra parte, permitiría también aumentar la diversidad de producto a ofertar y multiplicar las vías comerciales con menor esfuerzo que en el caso de las comercializadoras clásicas, disminuyendo los gastos logísticos y personales (López, 2015).

[C] Situación comercial

Dados los antecedentes de desagrarización en la Comunidad de Madrid, impera un discurso en el Soto del Grillo sobre la comercialización: es una ardua tarea debido al tiempo que hay que dedicar a crear canales de comercialización desaparecidos. Destacando el hecho de que en el Parque se utilizan un total de 13 canales diferentes de venta, puede ser que este discurso pesimista esté justificado por una falta bastante generalizada de planificación comercial, y no por la falta de canales de comercialización. Sin embargo, no se puede olvidar que aunque hayan desaparecido los canales de venta tradicionales, el concepto de agroecología aboga por el uso de canales alternativos y por el acortamiento de la cadena de comercialización. En este contexto, cabe decir que en el conjunto del Parque el mayor porcentaje de utilización viene dado por los canales que podrían encuadrarse dentro de la definición de canales "alternativos". Dado que las redes de distribución alternativas dependen de factores inherentes a los proyectos productivos tales como los objetivos de los mismos o su capacidad financiera (López et al., 2015c) y que existen muchas diferencias entre los proyectos del Soto de Grillo, no es extraño encontrar una gran variabilidad en la utilización de los diferentes canales de comercialización. Por tanto, estamos ante una situación generalizada de uso de estrategias de comercialización "multicanal" a través de redes híbridas de distribución (López et al., 2015c). Esto es, en el Parque la mayoría de proyectos utiliza más de dos canales de comercialización, alternando el uso de redes de distribución alternativas y convencionales.

No sólo es importante analizar el tipo de canales y redes utilizadas en la comercialización si no también la variabilidad de uso de éstas dentro de cada proyecto productivo. En este sentido y en correspondencia con los resultados analizados, en el Soto del Grillo existe una gran variabilidad interna en la utilización de diferentes canales ya que no se detectan tendencias al respecto. Esta situación induce a pensar que los proyectos productivos poseen un gran carácter de inmadurez. Esta hipótesis de proyectos inmaduros puede confirmarse haciendo una comparación con los datos aportados por López et al. (2015c) para producciones en Extremadura y en la Comunidad de Madrid, según la cual el número medio de canales utilizados en el Parque es bastante superior (4,4) que en el caso de Extremadura (2,3) y que en el resto de la CAM (2,8). Por otro lado, que las iniciativas más antiguas utilicen menor número de canales apoya la tendencia conservadora observada por Del Valle

(2013) en la CAM. Así, los productores con el tiempo van restringiendo los canales de comercialización a aquellos que más cómodos les resultan.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En relación a los aspectos agronómicos y económicos cabe señalar:

- La producción agrícola en el conjunto del Parque no ha alcanzado el desarrollo esperado, más allá de algunos proyectos.
- La rentabilidad económica y la generación de empleo son muy limitados, con elevada precariedad, incluso para aquellos proyectos más formalizados.
- El amplio conjunto de limitaciones actúa de forma sinérgica y tienen su epicentro en una inadecuada y/o deficitaria planificación de la actividad a nivel integral, relacionadas no sólo con aspectos agronómicos y económicos sino también con aspectos comerciales, estructurales y sociales.
- La falta de experiencia previa, seguimiento y evaluaciones internas y externas contribuyen con esta situación.
- Apenas se han planificado o implementado estrategias productivas y empresariales acordes con los medios disponibles y adecuadas a las necesidades y condicionantes productivos, económicos y comerciales, sin olvidar los condicionantes socioeconómicos y ecológicos propios del sector.
- La falta de balances económicos internos impiden diagnosticar la situación real y establecer decisiones empresariales fundamentadas.

En relación con los aspectos sociales y comerciales estudiados, se puede concluir que:

- La creación de tejido social es incipiente y no sigue ningún modelo concreto de coordinación, ya que la evolución de los proyectos ha sido individual dada la discontinuidad en el acompañamiento por parte de los gestores.
- Dada la alta disposición a la colaboración entre un grupo concreto de productores, se empiezan a crear coordinaciones puntuales entre ellos, lo que favorece la creación de una red.
- Gran parte de las colaboraciones surgidas son de índole comercial.
- En el conjunto del Parque se utilizan muchos canales comerciales diferentes, además de que éstos son variables, lo que implica una mayor dificultad de gestión, poca especialización e inmadurez de los proyectos productivos.
- Los canales de comercialización más empleados son: la venta a grupos de consumo, la venta en mercado especializados en ecológico y la venta directa a domicilio. Dichos canales pueden situarse dentro del marco de las redes alternativas de consumo y de los Canales Cortos de Comercialización.

Se considera necesaria la continuación del proceso de Investigación-Acción Participativa, instaurando así en el parque una figura de dinamizador/a local agroecológica que permitiera el desarrollo de acciones de carácter holístico encaminadas a aportar soluciones y alternativas. Algunas de dichas acciones podrían ser:

- Incentivar la planificación de la producción de acuerdo a los medios humanos y técnicos disponibles, de tal manera que la producción y los beneficios sean mayores en relación al trabajo empleado.
- Desarrollar actividades económicas encaminadas a diversificar y complementar constituyendo así una alternativa para aumentar los ingresos y mejorar la viabilidad de los proyectos.
- Realizar planes productivos, económicos y comerciales objetivos sobre los que realizar análisis concretos de las diferentes iniciativas.
- Fomentar la coordinación a través de un modelo de tipo "archipiélago" (López, 2015), ya que cada proyecto tiene sus propias vías de comercialización abiertas. Este tipo de coordinación permitiría una mayor especialización productiva de los proyectos, disminuyendo los problemas asociados al cultivo "multiproducto". Por otra parte, permitiría también aumentar la diversidad de producto a ofertar y multiplicar las vías comerciales con menor esfuerzo que en el caso de las comercializadoras clásicas, disminuyendo los gastos logísticos y personales (López, 2015).
- Plantear talleres conjuntos de resolución de conflictos para mejorar las relaciones sociales.
- Incrementar el acompañamiento y asesoramiento técnico de los productores.
- Favorecer que el apoyo institucional vaya encaminado a la adopción de medidas indirectas que

permitan dinamizar los proyectos, tales como recuperar de estructuras, o facilitar el acceso a recursos financieros y técnicos, entre otros aspectos.

Se propone retomar este proceso realizando una discusión participada de los resultados a través del acto de devolución planteado en el presente estudio, con la finalidad de establecer posibles acciones futuras legitimadas por los agentes implicados.

REFERENCIAS

- Alberich, C. 2009. Metodologías participativas. Manual. Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible (CIMAS), Madrid.
- Camarero, L. (coord.) 2006. Medio ambiente y sociedad: elementos de explicación sociológica. Thomson, Madrid. ISBN: 84-9732-498-6
- Del Valle, J. 2013. Dime quién eres y te diré cómo vendes. Proyecto fin de máster. Coord.: López, D. y Soler, M. Universidad Internacional de Andalucía, Baeza.
- Egea Fernández, J. M. y Egea Sánchez, J. M. 2006. Guía del paisaje cultural Tierra de Íberos. Una perspectiva agroecológica. SEAE. ISBN: 978-84-613-7870-8.
- Gliessman, S. R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*. 16 (1):13-23
- Guzmán 1996. Las metodologías participativas de investigación: un aporte al desarrollo local endógeno. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Córdoba. II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Pamplona-Iruña.
- Guzmán, G. I. y Alonso, A. M. 2007. La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. *Ecosistemas* 16 (1): 24-36.
- HernándezJiménez, V, Ocón, B. y Guillén, V. (2009). "Espacios periurbanos. Transición de la ciudad al campo". *Ecosostenible*, 49: 5-12.
- López, D. 2008. Agricultura en Madrid: Historia de una muerte planificada. <https://daniellopezagroecologia.files.wordpress.com/2010/10/agricultura-y-mr-en-la-cam.pdf>
- López, D. 2012. Hacia un modelo europeo de Extensión Rural Agroecológica. Praxis Participativas para la Transición Agroecológica. Un estudio de caso en Morata de Tajuña, Madrid. Tesis doctoral. Coord: Guzmán, G. & Rodríguez, T. Universidad Internacional de Andalucía, Baeza.
- López, D. 2015. Producir alimentos reproducir comunidad. Libros en Acción, Madrid. ISBN: 978-84-943183-1-3.
- López, D. y Guzmán, G. 2013. Metodologías participativas para la transición agroecológica. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE).
- López, D. y Tintero, G. 2014. Manual Práctico para la Dinamización Local Agroecológica. Cuaderno de Campo N-3. Campo Adentro. ISBN: 978-84-942336-0-9.
- López-García, D. Pontijas, B., González de Molina, M., Guzmán, G.I., Infante, J., y Delgado, M., 2015 (a). Diagnóstico y Guía de Objetivos y actuaciones para una estrategia orientada a la conexión de la distribución comercial con la producción endógena andaluza y evaluación externa de las acciones encaminadas a la implantación de un modelo de territorialización de la cadena productiva en Andalucía. Sevilla: Junta de Andalucía. Inédito.
- López-García, D., CalvetMir, L., Espluga, J., Di Masso, M., Tintero-Acin, G. y Pomar-León, A., 2015 (b). La dinamización local agroecológica como estrategia para la construcción de soberanías locales. *Ecología Política*, 49, p. 28-34
- López, D.; Del Valle, J.; Velázquez, S. 2015 (c). Híbridas y multicanal. Estrategias alternativas de distribución para el mercado español de alimentos ecológicos hortofrutícolas. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 241: 49-80.
- Nimelä, J., Saarela, S-R., Söderman, T., Kopperoinene, L., Yli-Pelkonen, V., Väre, S., Kotze, D. J. (2010). Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: a Finland case study. *Biodiversity & Conservation* 19: 3225-3243.
- Sans, F. X. (2007). Agroecología. *Ecosistemas* 16 (1): 1-2.
- Santander, P. 2011. Por qué y cómo hacer Análisis de Discurso. *Cinta moebio* 41: 207-224.
- Vallés, M. 1999. Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional. Editorial Síntesis, Madrid.
- II Seminario Internacional de Experiencias en canales cortos de comercialización. Estella-Lizarrá. 2013. Agroecología y soberanía alimentaria, hacia modelos alimentarios basados en la comunidad.
- https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/conclusiones_ccc_lizarrá.pdf

DESARROLLO RURAL AGROECOLÓGICO EN BUXHEIM (BAVIERA-ALEMANIA). LA IMPORTANCIA DE LA DIVERSIDAD

Pereira MC, Sueiro MJ

C/ Berlin nº 4, 4 E-28924 Alcorcón-Madrid

Tel: 00 34 619 323 464; mcpucceda@gmail.com; sueiromoyano@gmail.com

RESUMEN:

Buxheim es un municipio de aproximadamente 4000 habitantes perteneciente a la Alta Baviera y que depende administrativamente del distrito de Eichträtt (71 municipios). En él viven Dorothea Bonschab y Matthaus Bonschb matrimonio con 3 hijas. Llevan año y medio en un proyecto europeo de diversificación rural y a pesar de tener un pueblo cerca en el que existe una finca de producción ecológica certificada por Bioland, su negocio, que empezó hace veinte años, se ha ampliado y como comentan, al menos durante 10 años más (época de relevo generacional) piensan seguir ampliando.

Tienen una tienda en la que venden productos fundamentalmente de temporada y frescos, de su finca y alrededores, y una cafetería con una pequeña variedad de platos elaborados por ellos mismos con su propio producto. Antiguamente tenían la tienda donde ahora es la cafetería pero la han tenido que ampliar para abastecer la demanda de sus compradores.

A lo largo de este trabajo se describe como es su proyecto. Se pone de relevancia los factores que han propiciado el éxito y se hace una reflexión sobre la certificación ecológica.

Palabras clave: agroecología, certificación ecológica, diversificación, relevo generacional.

INTRODUCCIÓN

Alemania es una de la grandes importadoras europeas de alimentos ecológicos. Sin embargo sus programas de incremento en la producción, de preocupación por la recuperación del medioambiente a nivel nacional son más que patentes. Entre los proyectos que están llevando acabo están*

- Granjas demostrativas de cultivo ecológico
- El proyecto Arca de Noe donde tratan de recuperar variedades antiguas
- Introducción de animales de campo en terrenos cultivados
- Recuperación de meandros del Danubio en la zona de Inglostadt e implantación de huertos
- Cláusula de arrendamiento de tierras en las que se exige que la producción sea ecológica
- Proyecto de jardinería de Ingolstad "Del campo a la ciudad" donde se utilizan las flores y cultivos del campo para sembrar y plantar"
- Pasillos de hierbas espontaneas para la proliferación de fauna auxiliar

Todo ello significa un alto grado de conocimiento por parte de la sociedad consumidora



Figura 1: Huerto en meandro recuperado al río Danubio.
*(para ampliar información ver enlaces a paginas web en las referencias bibliográficas)

En la Zona de Baviera entre Inglostadt y Eichstätt de encuentra Buxheim un pueblo de 22,5 Km² y unos 3659 habitantes con casas pequeñas en las que se cultivan algunas hortalizas como parte de la ornamentación del jardín pero con arraigada tradición agrícola. En el siglo XVIII había 41 fincas que estaban trabajando a total rendimiento y 12 en las que se trabajaba a media jornada incluso hubo una fabrica de cerveza en el pueblo.



Figura 2: Vista del paisaje desde una de las casa de Buxheim

En el hay todo tipo de servicios como carnicería, banco, supermercado panadería y todo aquello que es necesario para no tener que desplazarse a una gran ciudad.

Aquí es donde viven el matrimonio Bonschab en su casa negocio. Sus hijas ayudan a la familia y han creado un espacio digital en facebook (www.facebook.com/bonschab) donde se puede ver sus novedades. Son ellos el objeto de esta comunicación

MÉTODO

Se ha indagado en la región y se ha comprobado que en los alrededores existían diferentes modelos de abastecimiento de un consumidor con una conciencia ambiental bien definida y todo ello en un radio de unos 19 Km.

Así, se ha visto una granja con el sello de certificación de Bioland donde se cultivaba, se criaba ganado y había venta directa. Un supermercado en el que se vendía toda clase de productos incluido comida orgánica para animales de compañía (fot 4 y 5), unos huertos de ocio para autoconsumo en terrenos recuperados al río Danubio y la finca negocio de los Bonschab



Figura 3: Supermercado de productos organicos en Ingoldt



Figura 4: Comida organica para animales de compañía

Debido a la importancia de buscar formulas para el asentamiento de los jóvenes en el medio rural español, se ha creído conveniente elegir como referencia el negocio de los Bonschab

RESULTADOS

Los Bonschab han creado un negocio de venta de productos, cultivados por ellos y de los agricultores de la zona, a los que no se hechan pesticidas.

Su horario de apertura de comercio es muy reducido puesto que si no estarían obligados a contratar a más personas y además sus productos transformados no los harían ellos.

Llevan 20 años trabajando y desde hace un año y medio, han ampliado el negocio abriendo un café en el que dan además platos elaborados por ellos.

La ampliación del negocio ha sido gracias a un proyecto europeo de diversificación.

En el negocio trabajan 3 personas contratadas a media jornada y los cinco miembros de la casa.

La venta de productos de panadería y bollería elaborada por ellos es también significativa a la hora de rentabilizar el negocio.

Se abastecen de aproximadamente 20 productores más que les dan el 50% de la producción que necesitan. Depende de la época del año, cultivan y venden unos productos u otros.

Pero debido a la demanda, que aumenta cada año, también venden productos con certificación ecológica.

La gente que compra es gente de toda condición social, desde matrimonios con coche de alta gama a vecinos en bicicleta.

Su horario de apertura es de jueves y viernes de 9-18 y los sábados de 8 a 13 horas para la tienda y los viernes y sábado de 8-18 horas para la cafetería.

Aseguran que su negocio es rentable y esperan que se produzca el relevo generacional dentro de 10 años dado la implicación que alguna de sus hijas ya tienen.

CONCLUSIÓN

En un negocio familiar, es necesario que todos los miembros se impliquen y además que en el negocio se refleje el alma de sus propietarios. En este caso, lo han conseguido. El diseño de las instalaciones lo han hecho ellos, la decoración tiene el alma de las hijas, la tecnología se ha aprovechado y así el boca a boca e internet ha hecho el resto.

Es necesario las referencias de este tipo para que se desarrolle la agroecología.

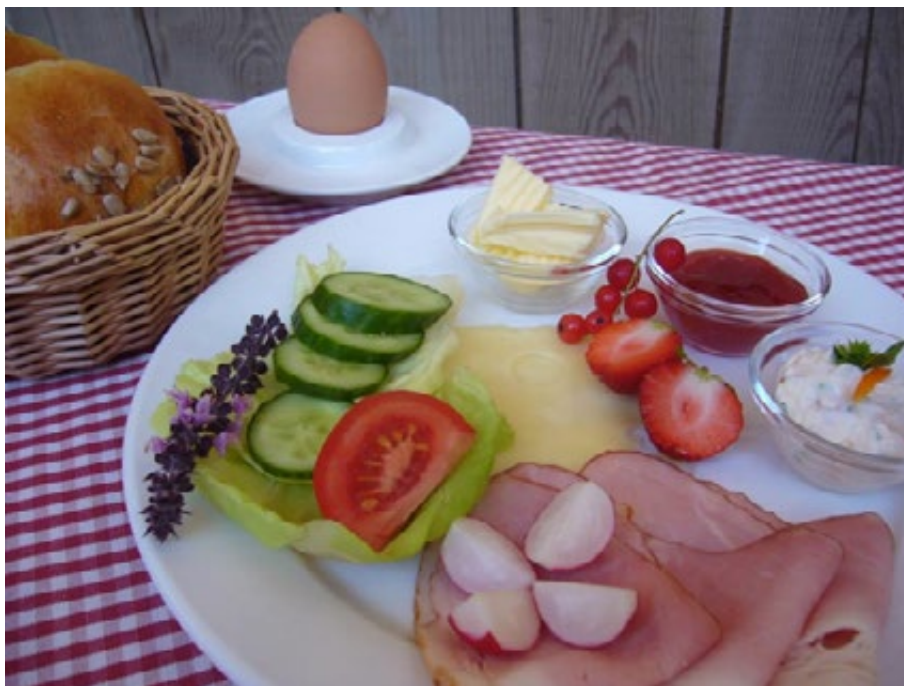


Figura 5: Uno de los platos del menú

Los cultivos sin certificar pueden convivir con los certificados siempre y cuando haya una total confianza entre los consumidores y los productores. Se deben apoyar los dos métodos par que de esta forma ambos sigan creciendo

REFERENCIAS

- Asociaciones con sello de calidad
- "Naturland" (<http://www.naturland.de/de/>), (Consultado en 29/07/16)
- "Bioland" (<http://bioland.de/start.html>), (Consultado en 29/07/16)
- "Biokreis" (<http://www.biokreis.de/>), (Consultado en 29/07/16)
- "Demeter" (<http://www.demeter.de/>), (Consultado en 29/07/16)
- Asociación nacional de Baviera de agricultura ecológica "Landesvereinigung für den ökologischen Landbau in Bayern e.V." Landsberger Str. 527, 81241 München; <http://www.lvoe.de>(Consultado en 29/07/16)
- Granjas demostrativas creca de Munich; <http://www.hatzlhof.de/> o <http://obergrashof.de/>; (Consultado en 29/07/16)
- "Krautgärten" Asociación de huertas por los ciudadanos en cooperacion con los ganjeros; <https://www.muenchen.de/rathaus/Stadverwaltung/Kommunalreferat/stadtgueter/krautgaerten.html>; (Consultado en 29/07/16)
- Portal de la informacion sur la agricultura ecologica (editor: El Ministerio de Agricultura - "Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN)") con una lista de las granjas ecologicas de demostración "Kontakt"; <https://www.oekolandbau.de/verbraucher/demonstrationsbetriebe/demobetriebe-im-portraet/bayern/>(Consultado en 29/07/16)
- Proyectos de jardines urbano con contactos, lugar ("Standort") y mapa: <http://anstiftung.de/urbane-gaerten/gaerten-im-ueberblick?view=map>(Consultado en 29/07/16)
- Sello de productos agricultura ecológica del region Baviera "Bio Bayern" (<http://www.stmelf.bayern.de/bio-siegel>) <http://www.bio-einkaufsfuehrer-bayern.de/>(Consultado en 29/07/16)

ESCENARIO DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE LEGUMINOSAS EN ESPAÑA: DE LO INVISIBLE A LO URGENTE

Amián I*, Jaizme MC**, Labrador J***, Porcuna JL****

*Consejería de Empleo, Empresa y Comercio. Córdoba; **Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Tenerife; ***Escuela Ingenierías Agrarias. UEX. Badajoz; ****FIAES. Instituto de Agricultura Ecológica y Sostenible

RESUMEN:

La producción de leguminosas ecológicas no sólo responde a la demanda de un producto comercial con un enorme valor nutricional, sino a las necesidades relacionadas con los bases agroecológicas que sustentan el modelo como son: la mejora de la fertilidad del suelo, la disminución de insumos, el fomento de la biodiversidad genética, el aumento de la biomasa y el mantenimiento de suelos vivos.

En ganadería ecológica sus usos son igualmente amplios; pastos, henificados, componentes de los piensos, semillas, diversidad polínica, etc.. Además forman parte de los componentes del agrosistema que proporciona bienestar al animal y diversificación territorial.

Más allá del manejo y la gestión agraria, aspectos relacionados con la soberanía alimentaria, con la recuperación del saber tradicional sobre usos que van más allá de lo alimentario y con una mayor autosuficiencia a nivel de finca, forman también parte de esa urgencia en la recuperación de su cultivo.

En España, un país vocacional y mayoritariamente preparado para lo extensivo, es "invisible" la producción ecológica de leguminosas -124.573 hectáreas producción grano más 396.055 de cultivos forrajeros (Magrama, 2014) - siguiendo la línea de una escasa producción dentro del modelo convencional, consecuencia de años de acuerdos y relaciones comerciales desequilibradas; de estrecheces de miras políticas, de desconocimiento del territorio, de intereses de los grandes monopolios alimentarios, al fin y al cabo de una enorme ignorancia por parte de nuestros gestores.

Ahora miramos al suelo, después a los bancos de germoplasma, luego volvemos la cabeza para preguntar cómo era el cultivo de aquella variedad que supera con creces las fuentes de proteínas al uso, finalmente repasamos la política de subvenciones que ha despreciado la biodiversidad y todas las posibles funcionalidades de estas plantas.

En este trabajo hacemos un recorrido por las causas que han generado el escenario actual y los desafíos que debemos abordar para recuperar la producción y el consumo ecológico de las leguminosas en nuestro país.

Palabras clave: biodiversidad vegetal, cultivo ecológico, proteínas vegetales.

AVALIACIÓN DA PRODUCTIVIDADE DE LEGUMINOSAS DE GRAO EN GALICIA

Pereira-Crespo S*, Díaz-Díaz N**, Díaz-Díaz D**, Crecente S**, Resch C**, Botana A**, Veiga M**, Flores-Calvete G**

*Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite (IIGAL), Mabegondo, E-15318 Abegondo, A Coruña.

**Instituto Galego de Calidade Alimentaria. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (INGACAL-CIAM). Apdo. 10, E-15080 A Coruña.

RESUMEN:

A principal utilidade agrícola das leguminosas de grao é o uso das súas sementes na alimentación animal e humana, debido ao seu elevado contido en proteína. Dentro das leguminosas de grao están as proteaxinosas, nas que se inclúen, entre outras, fabas e altramuces. O cultivo de proteaxinosas en Galicia é escaso, tan só 1774 hectáreas no ano 2011 (Anuario Estatística Agraria 2011 de Galicia), as cales son practicamente destinadas para autoconsumo humano. Actualmente non existe información destes cultivos en Galicia, por esta razón plantexouse un estudo cuxo obxectivo foi avaliar a produtividade de 5 variedades de fabas (Vicia faba var. minor (Harz) Beck) e 5 variedades de altramuces (Lupinus spp.) sementadas en outono de 2013 e primavera de 2014 en dúas localidades galegas, Mabegondo (A Coruña) na zona costeira atlántica e Pobra do Brollón (Lugo) no interior de Galicia con un clima temperado-mediterráneo.

Os rendementos medios, expresados sobre material cunha humidade aproximada do 10%, foron: 1,7 t/ha (1,3-2,1 t/ha) para fabas e 1,4 t/ha (1,1-1,7 t/ha) para altramuces. Os resultados obtidos para fabas e altramuces son comparables cos rendementos medios acadados na Unión Europea e superiores aos rendementos medios de España. Á vista destes resultados, o cultivo de fabas e altramuces para grao en Galicia pode ser unha opción viable para a obtención de materias primas proteicas destinadas á elaboración de pensos, ademais cumpre os requirimentos da PAC relativos á diversificación de cultivos como condición previa ao cobro de axudas do pago único.

Palabras clave: altramuces, fabas, materias primas proteicas, proteaxinosas, rendimento.

INTRODUCCIÓN

As leguminosas, polas súas características especiais, teñen un papel clave no desenvolvemento dunha agricultura sostible e compatible coa conservación do medio ambiente. A principal utilidade agrícola das leguminosas de grao é o uso das súas sementes na alimentación animal e humana, debido ao seu elevado contido en proteína. Dentro das leguminosas están as proteaxinosas (Reglamento CE 1251/99 e Reglamento CE 2316/99), nas que se inclúen, entre outras, fabas e altramuces.

A nova Política Agraria Común (PAC) supón un estímulo para que os agricultores diversifiquen os seus cultivos e aposten polo cultivo de leguminosas. Segundo as estimacións da Secretaría Xeral Técnica do Ministerio de Agricultura, Alimentación e Medio Ambiente (MAGRAMA), a superficie de proteaxinosas na campaña 2015/2016 aumentará un 31% fronte á campaña anterior, ata alcanzar as 218 mil hectáreas, distribuídas principalmente en Castela-A Mancha, Andalucía, Castela e León e Aragón. O cultivo de proteaxinosas en Galicia é escaso, tan só 1774 hectáreas no ano 2011 (Anuario Estatística Agraria 2011 de Galicia), as cales son practicamente destinadas para autoconsumo humano.

Actualmente non existe información destes cultivos en Galicia, por esta razón plantexouse un estudo cuxo obxectivo foi avaliar a produtividade de diferentes variedades de fabas e lupinos en dúas localidades galegas, Mabegondo (A Coruña) na zona costeira atlántica e Pobra do Brollón (Lugo) no interior de Galicia con un clima temperado-mediterráneo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foron realizados desde 2013 a 2014, nas fincas experimentais do Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM) sitas nas localidades de Mabegondo (Abegondo-A Coruña) e Pobra de Brollón (Lugo). A finca de Mabegondo ten clima tipo mediterráneo-marítimo e está situada a 43°15' N, 8°18' W, altitude de 100 m na zona costeira atlántica galega e a finca da Pobra de Brollón ten un clima temperado-mediterráneo e está situada a 42° 36' N, 7° 24' W, altitude 400 m, no interior de Galicia. Os solos de ambas fincas son de textura franco-limosa e de fertilidade media. O solo no ensaio en Mabegondo presentaba un pH 5,5-5,6 e unha riqueza en P₂O₅ e en K₂O de 19-22 e 210-225 ppm, respectivamente. O solo do ensaio en Pobra de Brollón presentaba un pH 6,1-6,0 e unha riqueza en P₂O₅ e K₂O de 21-23 e 197-202 ppm, respectivamente.

Na Táboa 1 móstrase as especies e variedades sementadas no decurso do ensaio, avaliáronse cinco variedades de fabas tamén chamadas faba-loba (*Vicia faba* L.) e cinco variedades de altramuces tamén chamados lupinos ou tremoceiros (*Lupinus spp.*), dentro dos que estaban representadas as especies de flores amarelas (*Lupinus luteus* L.), a de flores azuis (*Lupinus angustifolius* L.) e a de flores brancas (*Lupinus albus* L.). O deseño experimental seguido no ensaio foi o de bloques ao azar, con catro repeticións.

Especie/Variedade	Casa comercial
Fabas (<i>Vicia faba</i> L.)	
Prothabon 101	Battle
Prothabat 69	Battle
Rutabon	Battle
Vitabon	Battle
Sevilla†	Variedade experimental
Altramuces (<i>Lupinus spp.</i>)	
Azuro (<i>L. angustifolius</i> , flor azul)	Fertiprado (Portugal)
Estoril (<i>L. albus</i> , flor branca)	Fertiprado (Portugal)
Mister (<i>L. luteus</i> , flor amarela)	Battle
Nacional (<i>L. luteus</i> , flor amarela)	Fertiprado (Portugal)
Sevilla† (<i>L. albus</i> , flor branca)	Variedade experimental

† Semente non comercial

Táboa 1. Especies e variedades de proteaxinosas avaliadas.

As sementeiras realizáronse o 23 e o 31 de outubro de 2013 en Mabegondo e Pobra do Brollón, respectivamente, en parcelas elementais de 13 m² (10 x 1,3 m), cunha dose de 200 kg ha⁻¹ para os altramuces e de 180 kg ha⁻¹ para as fabas. A fertilización de fondo achegada a ambos cultivos, tanto en Mabegondo como na Pobra de Brollón foi de 60 kg de P₂O₅ e 60 kg de K₂O por ha. Non se fai achega de fertilización nitroxenada en ningún momento do cultivo. Durante o seguimento do cultivo rexistrouse a data e altura no inicio e fin da floración e o grao de encamado. A colleita dos cultivos realizouse a man entre o 7 e o 9 de xullo de 2014, e a separación do grao do resto da planta realizouse cunha colleitadora de cereais Wintersteiger, específica para ensaios, alimentándoa manualmente e efectuando os axustes necesarios para este tipo de sementes. As mostras de grao móéronse mediante un muíño ultracentrífugo Retsch ZM 200 utilizando un tamiz de 1mm. Posteriormente realizáronse as determinacións dos contidos en: humidade residual e materia orgánica (MO) mediante desecación a 102 °C e posterior calcinación secuencial a 460 °C nun analizador termogravimétrico MAC500 de Leco (LECO Corporation, St. Joseph, MI, EEUU), proteína bruta (PB) a partir do determinación

de nitróxeno de N total mediante dixestión micro Kjeldahl por ebulición con ácido sulfúrico e peróxido de hidróxeno, seguida da determinación colorimétrica do ión amonio, segundo o método descrito por Castro et al., (1990) adaptado ao autoanalisador de fluxo continuo AAlll (Bran-Luebbe, Inc., Technicon Industrial Systems Corp., Tarrytown, NY, EEUU), fibra neutro deterxente (FND) seguindo o procedemento proposto por Van Soest e Robertson (1991), fibra ácido deterxente (FAD) segundo Goering e Van Soest (1970) e amidón (AM) mediante polarimetría segundo o método oficial nº 34 do MAPA (1995).

RESULTADOS E DISCUSIÓN

Os ensaios leváronse a cabo segundo o previsto cun período outono-inverno máis húmido (agás o mes de novembro) que o habitual, sobre todo en xaneiro e febreiro, e a primavera-verán tamén máis húmida e con temperaturas medias comparables ás medias dos 12 últimos anos en ambas localidades (Táboa 2).

	POBRA DE BROLLÓN				MABEGONDO			
	Temperatura media (°C)		Precipitación (mm)		Temperatura media (°C)		Precipitación (mm)	
	Ensaio	Media 12 anos	Ensaio	Media 12 anos	Ensaio	Media 12 anos	Ensaio	Media 12 anos
Out. 2013	13,9	13,4	156,8	108,5	15,7	14,7	182,7	171,2
Nov. 2013	7,7	8,4	69,4	94,1	10,9	11,0	83,7	172,4
Dec. 2013	6,5	6,3	152,4	88,9	8,6	8,9	127,0	136,4
Xan. 2014	7,2	6,1	184,0	72,1	9,9	8,9	245,6	118,3
Febr. 2014	6,0	6,4	215,4	49,0	9,3	8,4	229,5	92,8
Mar. 2014	9,5	9,0	48,2	58,5	10,7	10,6	85,5	92,5
Abr. 2014	12,0	10,6	58,2	54,0	13,4	11,9	63,7	94,4
Mai. 2014	12,6	13,1	36,8	59,3	13,8	14,1	47,4	77,9
Xuñ. 2014	16,3	16,9	51,7	37,1	17,4	17,1	60,5	49,1
Xull. 2014	17,8	18,3	28,8	19,3	19,0	18,5	53,5	35,8

Táboa 2.- Temperatura media e precipitación acumulada durante os meses de ensaio.

Na Táboa 3 móstrase as data de inicio de floración e as alturas das plantas no inicio e fin da floración. As variedades de fabas floreceron nun estreito rango de 6 días (19-25 febreiro). A máis precoz foi a variedade Rutabon e a máis tardía Prothabat 101. As alturas do cultivo foron relativamente uniformes entre as variedades, oscilando entre 61,0 e 77,8 cm no comezo da floración e entre 64,8 e 96,3 cm no comezo de callado do grao.

O establecemento polo xeral foi deficiente, observándose ataques de aves (corvos) en Mabegondo durante a nascencia, o que obrigou a resementar os campos o 13/11/2013. Non se utilizaron herbicidas polo que a presenza de flora adventicia foi abundante. Ningunha das variedades estudadas mostraron sensibilidade ao encamado.

Os altramuces floreceron entre o 9 de marzo (Azuro) e o 19 de marzo (Nacional). As variedades Mister e Nacional presentaron flores amarelas, a Azuro azuis, Estoril e Sevilla flores brancas. As alturas do cultivo oscilaron entre 58,2 e 71,7 cm no comezo da floración e entre 66,7 e 79,2 cm no comezo de callado do grao. O establecemento foi mellor que para as fabas, pero en xeral non foi satisfactorio. Tamén se viron ataques de

corvos ás plántulas xerminadas, resementándose os campos o 13/11/2013. Tampouco se utilizaron herbicidas observándose abundante flora adventicia. En xeral non se presentaron problemas de encamado, agás para a variedade Nacional que se viu moderadamente afectada.

	Data inicio floración	Altura (cm)	
		Inicio floración	Final floración
Fabas			
Prothabat 69	23/02/2014	65,8	64,8
Prothabat 101	25/02/2014	61,0	72,8
Rutabon	19/02/2014	76,0	77,8
Vitabon	20/02/2014	81,5	96,3
Sevilla	23/02/2014	77,8	81,3
Altramuces			
Mister	09/03/2014	58,2	66,7
Estoril	10/03/2014	67,0	67,5
Azuro	09/03/2014	61,7	68,0
Sevilla	12/03/2014	71,7	79,2
Nacional	17/03/2014	64,2	69,2

Táboa 3. Datas e alturas de planta no inicio e fin da floración.

	MO	PB	AM	FAD	FND
Fabas					
Media	97,1	28,3	40,4	12,0	15,0
SD	0,18	3,13	4,58	1,82	2,02
Máximo	97,3	34,0	47,2	16,2	20,0
Mínimo	96,6	22,0	28,3	8,8	11,8
CV	0,18	11,04	11,33	15,16	13,47
Altramuces					
Media	96,3	38,0	8,2	18,8	22,8
SD	0,40	4,53	2,16	2,81	3,31
Máximo	97,0	43,5	11,9	25,1	29,0
Mínimo	95,7	28,5	4,4	12,1	14,7
CV	0,42	11,92	26,24	14,92	14,49

SD: desviación estándar; CV: coeficiente de variación; MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); ALM: amidón (%MS); FAD: fibra ácido deterxente (%MS); FND: fibra neutro deterxente (%MS).

Táboa 4. Composición química dos graos de fabas e altramuces (valores medios de tódalas variedades e localidades).

A composición química dos graos de fabas e altramuces para o conxunto de variedades ensaiadas nas localidades de Mabegondo e de Pobra de Brollón ($n=40$, para cada especie), móstranse na Táboa 4. Os valores medios (e rango de variación) para as fabas foron, expresados en porcentaxe sobre MS, os seguintes: MO 97,1 (96,6 a 97,3); PB 28,3 (22,0 a 34,0); ALM 40,4 (28,3 a 47,2); FAD 12,0 (8,8 a 16,2) e FND 15,0 (11,8 a 20,0). Para os altramuces os valores medios (e rango de variación) foron, expresados en porcentaxe sobre MS, os seguintes: MO 96,3 (95,7 a 97,0); PB 38,0 (28,5 a 43,5); ALM 8,2 (4,4 a 11,9); FAD 18,8 (12,1 a 25,1) e FND 22,8 (14,7 a 29,0).

Os graos das fabas, comparados cos de altramuces, presentaron valores medios moi semellantes de MO, máis baixos de PB, FAD e FND e claramente máis altos de ALM. Na maioría de leguminosas de grao o principal polisacárido de almacenamento é o amidón agás nos altramuces (Wiseman e Cole, 1988). O rango de valores de composición química para as variedades estudadas sitúanse no entorno dos reportados na bibliografía (Heuzé et al., 2015; AFZ-FAO- Feedipedia, 2015).

Na Táboa 5 móstrase o efecto da variedade e da localidade na produción das fabas. Os valores medios de produción de grao e proteína bruta nas dúas localidades diferiron significativamente ($p<0,01$). O rendemento medio do grao foi de 1704 kg/ha, sendo a produción de Mabegondo (2155 kg/ha) case o duplo do valor medio obtido no ensaio realizado na Pobra de Brollón (1253 kg/ha). O valor medio (e rango de variación) para a produción por hectárea de proteína bruta foi de 431 ± 254 kg (123 a 1222 kg), mostrando unha elevada variabilidade (CV de 58,8%). Na localidade de Mabegondo, o rendemento medio de PB por hectárea (582 kg/ha) foi un 52% superior ao da localidade de Pobra de Brollón (280 kg/ha).

A análise estatística mostrou que, a pesar das diferenzas observadas entre variedades, estas non chegan a ser significativas ($p>0,05$) debido á elevada variabilidade observada entre as mesmas variedades en cada localidade. A variedade Sevilla foi a que mellor rendemento tivo en Mabegondo (2747 kg/ha) e a variedade Rutabon a menos produtiva (1817 kg/ha). Sen embargo na Pobra de Brollón o maior rendemento foi para Vitabon (1789 kg/ha) mentres que Sevilla e Rutabon (1126 e 704 kg/ha, respectivamente) foron as menos produtivas. A interacción variedade x localidade non foi significativa ($p>0,05$) para ningún dos compoñentes de produción analizados (Figura 1).

Variedade	n	Produción (kg/ha)	
		Grao [†]	Proteína bruta
Prothabat 101	8	1807	472
Prothabat 69	8	1674	441
Rutabon	8	1260	314
Sevilla	8	1936	485
Vitabon	8	1844	443
	<i>p</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
	<i>dms</i>	-	-
Localidade	n	Grao [†]	Proteína bruta
Mabegondo	20	2155	582
Pobra de Brollón	20	1253	280
	<i>p</i>	0,0023	0,0002
	<i>dms</i>	551	141
Interacción Variedade x Localidade		<i>p</i>	<i>ns</i>
		<i>dms</i>	-

[†] 90% de materia seca

n: número de observacións (parcelas elementais); p: significación do test F no ANOVA; dms: diferenza mínima significativa entre dúas medias de cada columna

Táboa 5. Rendementos das variedades de faba. Efecto da variedade e da localidade.

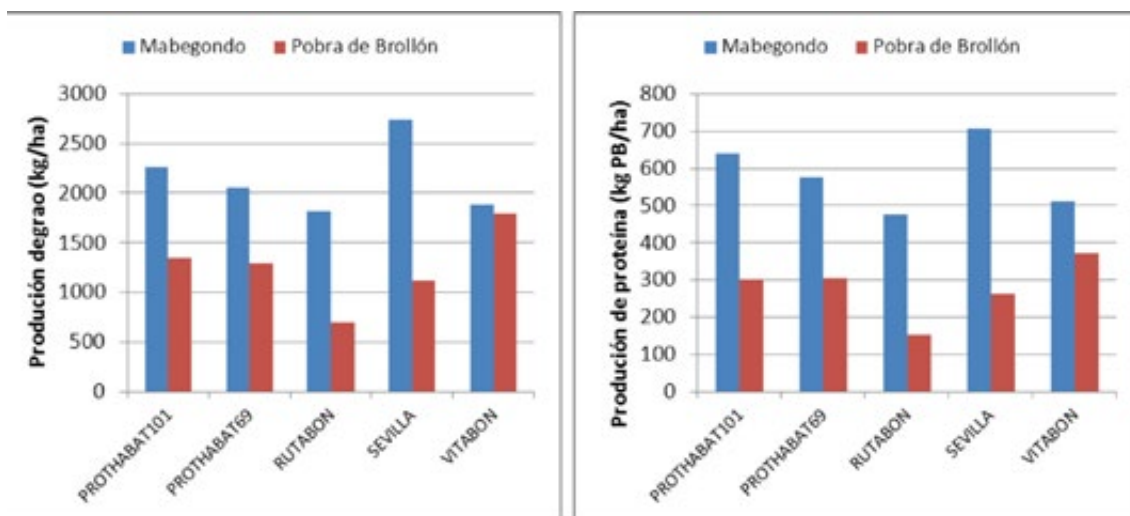
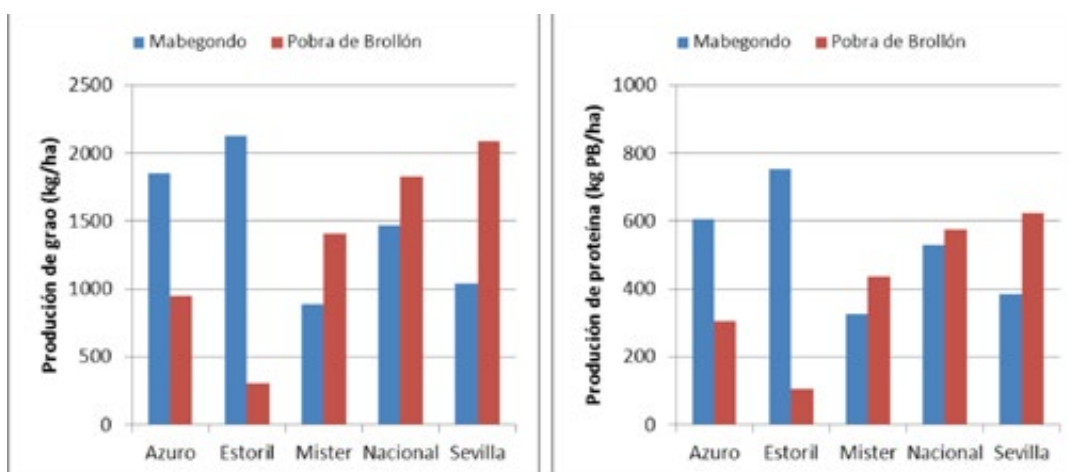


Figura 1. Rendemento por hectárea das variedades de fabas nas dúas localidades.

Na Táboa 6 móstranse os resultados do ANOVA realizado sobre a produción de grao e de proteína bruta obtidos para as diferentes variedades de altramuces sementados nas localidades de Mabegondo e de Pobra de Brollón. Non se detectaron diferenzas significativas entre variedades nin entre localidades para as compoñentes do rendemento ($p > 0,05$), oscilando a produción media das variedades entre 1146 e 1648 kg de grao/ha e entre 382 e 552 kg de PB/ha, nas variedades Mister e Nacional, respectivamente. Os rendementos medios en Mabegondo e Pobra de Brollón foron, respectivamente, de 1474 e de 1315 kg de grao/ha e de 520 e 410 kg de PB/ha. A variedade máis produtiva en Mabegondo (Estoril, con 2125 kg/ha) foi a que menos rendeu na Pobra de Brollón con tan só 308 kg/ha. A variedade Nacional foi a que tivo un rendemento máis equilibrado entre as dúas localidades, con 1648 kg/ha de media.



Táboa 6. Rendementos das variedades de altramuz. Efecto da variedade e da localidade.

Os valores medios (e rango de variación) para a produción de grao e de proteína por hectárea foron, respectivamente, de 1123 ± 796 kg (134 a 3507 kg) e de 380 ± 264 kg (45 a 1240 kg), mostrando unha elevada variabilidade, superior á do cultivo da faba descrito anteriormente (CV de 70,8% e de 69,5% para a produción de grao e de PB/ha, respectivamente). Na Figura 2 expóñense graficamente a interacción variedade x localidade significativa ($p < 0,05$) para ambos compoñentes do rendemento. Este efecto foi debido fundamentalmente ao

comportamento da variedade de flores brancas Estoril, cuxo rendemento por hectárea en Mabegondo (2125 kg de grao e 754 kg de PB) foi o máis alto das variedades ensaiadas, mentres que en Pobra de Brollón esta variedade rexistrou os rendementos máis baixos da serie (308 kg/ha de grao e 105 kg/ha de PB), mostrando unha mala aclimatación desta variedade ás condicións de medio na localidade de Pobra de Brollón.

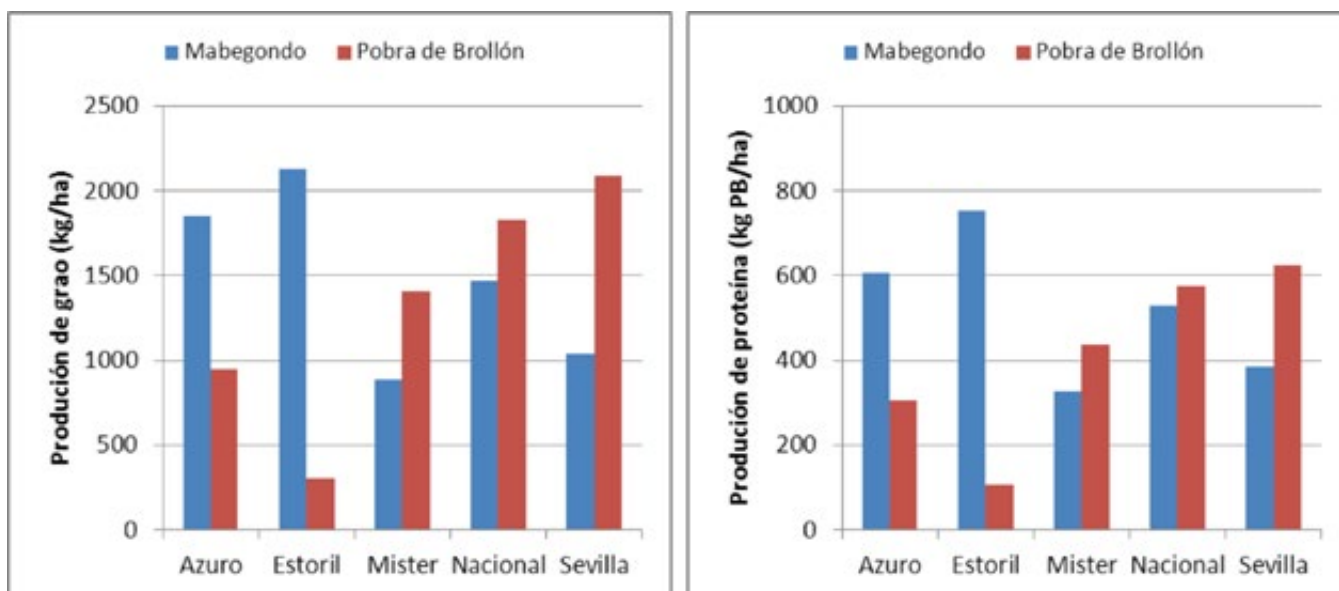


Figura 2. Rendemento por hectárea das variedades de altramuces nas dúas localidades.

Para a comparación de rendementos obtidos neste traballo tomouse como referencia, a información do Ministerio de Agricultura, Alimentación e Medio Ambiente de España, respecto das producións observadas nas últimas campañas no noso país e na UE para os cultivos de faba e altramuz (MAGRAMA, 2015). Á vista do anterior se salienta que os resultados produtivos de grao obtidos no presente traballo na localidade de Mabegondo (fabas 2155 Kg/ha e altramuz 1474 Kg/ha) son comparables cos rendementos medios acadados na UE e claramente superiores aos rendementos medios de España. Os resultados da localidade de Pobra de Brollón (fabas 1253 Kg/ha e altramuz 1315 Kg/ha) son semellantes e incluso un pouco superiores aos valores medios que o MAGRAMA cita para os cultivos desta especie en España.

CONCLUSIÓNS

As variedades de proteoxinosas avaliadas mostraron dificultades na súa implantación e competencia coa flora adventicia, a pesar destes inconvenientes e a vista dos resultados obtidos, o cultivo de fabas e altramuces para grao en Galicia pode ser unha opción viable para a obtención de materias primas proteicas destinadas á elaboración de pensos.

AGRADECEMENTOS

Traballo realizado no proxecto FEADER 2013/62 (Consellería do Medio Rural, Xunta de Galicia). Adrián Botana é beneficiario dun contrato predoutoral FPI-INIA.

BIBLIOGRAFÍA

- AFZ-FAO-Feedipedia. 2015. Disponible en: <http://www.feedipedia.org/node/279>
- AOAC Official Method 2003.06 Crude Fat in Feeds, Cereal Grains, and Forages. Journal AOAC Int. 86: 888-899.
- Castro, P; González-Quintela, A.; Prada-Rodríguez, D. 1990. Determinación simultánea de nitróxeno y fósforo en muestras

de pradera. Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP, 200-207. San Sebastián, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

- Goering, H.K. e Van Soest, P.J., 1970. Forage fiber analyses. U.S.D.A. Agriculture Handbook, 379: 1-12.
- Heuzé, V.; Tran, G.; Lebas, F.; Delagarde, R. e Lessire, M. 2015. Faba bean (Vicia faba). Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. Disponible en: <http://www.feedipedia.org/node/4926>
- Ministerio de Agricultura, Alimentación e Medio Ambiente (MAGRAMA). 2015. <http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/cultivos-herbaceos/leguminosas-y-oleaginosas/>
- Ministerio de Agricultura, Pesca e Alimentación (MAPA), 1995. Métodos Oficiales de Análisis. BOE n° 52, do 2 de marzo, 7167.
- Van Soest, P.J.; Robertson, J.B. e Lewis, B.A. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. J. Dairy Sci., 74: 3583-3597.
- Wiseman, J. e Cole, D.J.A. 1988. European legumes in diets for non-ruminants. Recent Advances in Animal Nutrition-1988, pp. 13-37. W. Haresign e D.J.A. Cole (Ed). London: Butterworths.

LA RURALIZACIÓN DE LAS CIUDADES, RETOS Y OPORTUNIDADES: EL PACTO DE MILAN

Pereira MC, Sueiro MJ

Dinamizadoras Agroecológicas, C/ Berlin nº 4, 4 E-28922 Alcorcón-Madrid
sueiromoyano@gmail.com; mcpuceda@gmail.com

RESUMEN:

Los ciudadanos/as están trayendo el campo a la ciudad. En España, los espacios ocupados para producir, pertenecen a zonas en su mayoría que iban a ser construídas, por lo tanto no preparadas agronómicamente. Desde este trabajo, se trata de analizar. Si técnicamente este desarrollo rural en la ciudad se esta realizando de una manera adecuada para el medio ambiente, socialmente sostenible y saludable para las personas.

Si siguiendo los pasos de la carta firmada en Milan en la Cumbre de Alcaldes el 15 de octubre del año pasado y conocida como "Pacto de Milán", se puede crear un ambiente óptimo para una adecuada ruralización y una alimentación saludable en la ciudad. Es necesario conocer los términos del Pacto de Milán al haber sido este firmado por los representantes de las alcaldías de más de cien ciudades en el mundo entre las que destacan, Madrid, Vitoria Barcelona, Belo Horizonte, Dakar y Moscú. Es por ello que en este trabajo se expone lo que es el Pacto de Milán y se analizan, desde un punto de vista agroecológico, las etapas para llegar una solución viable viendo las carecias que actualmente están teniendo algunas ciudades.

Palabras clave: agroecología, ciudadano, medioambiente ruralidad, salud.

LEGUMBRES, CLAVE EN: GESTIÓN DE LOS AGROSISTEMAS, SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIAS Y PRODUCCIÓN-DISTRIBUCIÓN-CONSUMO DE ALIMENTOS ECOLÓGICOS

Galindo P

La Garbancita Ecológica, Soc. Coop. Mad. De Consumo Responsable
C/Puerto del Milagro, 8 28018-Madrid; juliajara13@yahoo.es

RESUMEN:

*Las leguminosas son plantas capaces de fijar nitrógeno atmosférico por su simbiosis con el género bacteriano *Rhizobium* proporcionando fertilidad y favoreciendo biodiversidad al proveer nutrientes para los micro y macroorganismos, en un proceso organizado de transformación de materia y energía que desarrolla la vida en el suelo.*

Las legumbres –fruto de las leguminosas- son de vital importancia en la alimentación humana al aportar proteínas, hidratos de carbono, vitaminas, minerales y fibra, esenciales para una alimentación suficiente y de calidad para todas las personas y todos los pueblos. Las legumbres también alimentan la flora intestinal -microbioma-, responsable de los procesos de fermentación que proporcionan salud y fortaleza a nuestro sistema inmunológico.

El fomento del cultivo de leguminosas y del consumo de legumbres es esencial para la salud de los agrosistemas, el bienestar humano, los cuidados y la seguridad y soberanía alimentarias. Pero esto sólo es posible desde la agroecología que trabaja en 3 vertientes: prácticas agrícolas cooperativas con los procesos naturales; conocimiento transdisciplinar que ofrece alternativas donde la ciencia agronómica especializada agrava los problemas; y movimiento social al conectar con las demandas campesinas y ecologistas.

El fomento de la alimentación agroecológica requiere además, abordar el proceso global de producción-distribución-consumo de alimentos desde una investigación-acción-participativa-transformadora.

Palabras clave: agroecología, consumo responsable, legumbre, microbioma.

1.- INTRODUCCIÓN. LEGUMBRES Y LEGUMINOSAS EN EL AÑO INTERNACIONAL DE LAS LEGUMBRES

Legumbre es el fruto y leguminosa es la planta. Ambas han tenido importancia vital en el desarrollo de los agrosistemas y en la salud de las personas.

Las Leguminosas, o fabáceas es una familia botánica cuya característica es que el fruto es una legumbre, una vaina alargada encerrando dentro las semillas que son frutos dehiscentes –se abren al madurar-. Presenta un amplia distribución geográfica y botánica, 730 géneros y unas 19.400 especies. Habitan todos los continentes excepto las regiones árticas. La mayoría de las especies son hierbas pero también hay arbustos y árboles. A pesar del gran número de especies, sólo unas pocas se cultivan para consumo humano y animal que, por lo general, consumen el fruto maduro que es la parte más nutritiva de la planta.

El fruto de las leguminosas oscila entre 1 mm y 50 cm. Las legumbres comestibles proceden de hierbas –guisantes, garbanzos, lentejas, alubias, almortas, cacahuetes- y arbustos –algarroba, altramuz-.

La amplitud de climas y latitudes en las que se desarrollan los cultivos de las leguminosas, sus beneficios en la fijación del nitrógeno atmosférico y alternancia con cereal y las cualidades nutricionales de las legumbres han hecho de la leguminosa un cultivo ampliamente extendido y de la legumbre un alimento esencial para personas y animales desde el neolítico.

Las leguminosas han sido cultivadas para aprovechamiento humano en forma de alimento para las personas o el ganado en casi todas las culturas debido a su riqueza nutricional dado que las legumbres contienen todos

los macronutrientes (hidratos de carbono, proteínas y grasas), fibra, minerales y vitaminas. Todas ellas son bastante parecidas en composición de nutrientes, tan sólo varía la proporción de lípidos que en todas ellas suele estar en torno al 4% excepto en el cacahuete y la soja que puede alcanzar un 18%.

Sin embargo, el consumo de legumbres está en retroceso desde mediados del siglo XX en los países industrializados y avanza en los países emergentes y empobrecidos con el crecimiento del consumo de carne en base a soja transgénica en una uniformización de la dieta por industrialización, mercantilización y globalización de la agricultura y la alimentación. Con el retroceso de las legumbres crece la malnutrición y las enfermedades degenerativas como obesidad, diabetes, cáncer y enfermedades autoinmunes.

La FAO ha declarado 2016 como Año Internacional de las Legumbres, con la intención de "sensibilizar a la opinión pública sobre las ventajas nutricionales de las legumbres como parte de una producción de alimentos sostenible encaminada a lograr la seguridad alimentaria y la nutrición" y para "fomentar conexiones a lo largo de toda la cadena alimentaria que aprovechen mejor las proteínas derivadas de las legumbres, incrementando su producción a nivel mundial, utilizándolas de manera más apropiada la rotación de cultivos y haciendo frente a los retos que existen en el comercio de legumbres".

La situación no es para menos. Cada vez hay más enfermedades no transmisibles fruto de la generalización de la dieta occidental. La OMS en su Estrategia Mundial sobre Regimen Alimentario, Actividad Física y Salud acordada en 2004, expresamente hace un llamamiento a "aumentar el consumo de frutas, verduras, legumbres, cereales integrales y frutos secos"... a la vez que reclama "limitar las grasas en la dieta sustituyendo las grasas saturadas por insaturadas y tratar de eliminar las grasas trans; limitar la ingesta de azúcares libres y limitar la ingesta de sal" (OMS, 2004). En 2016 acaba de publicar "El Informe de la Comisión para acabar con la obesidad infantil" porque las consecuencias en la salud de la dieta occidental globalizada avanzan peligrosamente entre los más pequeños (OMS, 2016).

2.- LEGUMINOSAS, LEGUMBRES Y SIMBIOSIS.

Las leguminosas, junto con cereales y algunas frutas y raíces han sido la base de la alimentación humana durante milenios. Leguminosas y cereales fueron las primeras plantas cultivadas por las poblaciones sedentarias en el Neolítico. Hace 10.000 años en Oriente Medio se hacían asociaciones de cultivos entre trigo, cebada, lenteja y guisante. En las pirámides de Egipto se han encontrado restos de lentejas y guisantes con más de 7000 años de antigüedad. En yacimientos arqueológicos de México datados hace 6000 años se han encontrado harinas de legumbres, anteriores al cultivo de maíz. Hoy en día en Turquía, al sureste de las excavaciones de la antigua Anatolia, datadas hace 7000-8000 años antes de nuestra era, aún pueden encontrarse las parientes silvestres de las lentejas y guisantes que se encontraron en los restos arqueológicos.

Como alimento humano aprovechamos sólo el fruto en el caso de garbanzos, lentejas y judías secas, la vaina (en el caso de las judías verdes que consideramos verdura y no legumbre), o ambas según el estado de madurez (habas, judías, guisantes). Cuando se aprovechan más tiernas tienen menor contenido calórico porque tienen más agua pero, en general, no varían las proporciones de nutrientes.

Las leguminosas son un cultivo fundamental para la conservación de los agrosistemas debido a:

a) su adaptabilidad. Con casi 20.000 especies, las leguminosas tienen una enorme adaptabilidad y desarrollan estrategias de aclimatación a las condiciones ecológicas desde los trópicos a zonas templadas y frías. La familia de las leguminosas está presente en regiones áridas pero también hay especies acuáticas (que funcionan como depuradores naturales en aguas con excesivo nitrógeno). Las encontramos a nivel del mar y en altitudes elevadas como Los Andes.

b) simbiosis con microorganismos del suelo para la fertilización del suelo. Se trata de la asociación de mutuo beneficio con bacterias del género *Rhizobium* que fijan el nitrógeno atmosférico en las raíces de las legumbres. La relación se inicia con un diálogo molecular entre bacteria y leguminosa por el cual se reconocen; las raíces

de las plantas secretan compuestos flavonoides que estimulan a la bacteria a producir factores de nodulación que, al ser detectados por las raíces de la leguminosa, esta deforma los pelos radiculares y segrega lectina para permitir la infestación de la bacteria. Cada especie de legumbre se identifica con una especie de *Rhizobium* y, sólo con ella, la leguminosa produce una división en el cortex de su raíz para desarrollar los nódulos que serán invadidos por las bacterias. Una vez alojada en el nódulo, la bacteria fija el nitrógeno de la atmósfera y lo entrega a la planta en una forma asimilable usando la enzima nitrogenasa. La planta corresponde proveyendo a la bacteria con azúcares, proteínas y oxígeno. Para el transporte del oxígeno en el nódulo se forma una nueva molécula Leghemoglobina que solo puede sintetizar el oxígeno cuando se ha producido la simbiosis dado que la bacteria sintetiza el grupo Hemo de la molécula y la planta sintetiza la parte proteica o apoproteína.

Gracias a esta relación de mutuo beneficio entre bacteria y planta, son uno de los escasos cultivos que permiten la alternancia de cereales y legumbres. Tras la cosecha aún permanecen en el suelo cantidades significativas de nitrógeno para futuros cultivos. Esto es especialmente importante en zonas donde la industrialización de la agricultura aún no ha desterrado esta forma ecológica de proporcionar nitrógeno a los suelos, el nutriente del que más carecen y el que más se agrega en forma de fertilizantes químicos provocando contaminación en el suelo, en las aguas y en los alimentos. Pero también en zonas a regenerar tras los estragos de la agricultura industrial. La fijación del nitrógeno por las bacterias es muy beneficioso para el ambiente ya que activa el ciclo del nitrógeno extrayéndolo de la atmósfera para introducirlo en el suelo. Según la FAO, las leguminosas pueden fijar entre 72 y 350 kg de nitrógeno por hectárea y año. Además, algunas especies de leguminosas también son capaces de liberar fósforo en el suelo. Pero, como esto no proporciona negocio a las multinacionales de agroquímicos, lo que se promociona no es el cultivo de leguminosas sino la fertilización química. La forma más apropiada de cultivo de leguminosas es mediante agricultura ecológica, devolviendo al suelo su ciclo de fertilidad.

c) Bajo consumo hídrico respecto a otras fuentes de proteína. El fruto de la leguminosa proporciona la proteína con menor consumo hídrico. Las legumbres pueden obtenerse de cultivos de secano, tanto en climas poco lluviosos (lentejas, garbanzos, algarrobas o altramuces), como en tierras que retengan bien la humedad (guisantes, almorzas, guijas y habas) pero también en huertas, junto a ríos o pozos que permitan un aporte regular de agua (judías). De media, requiere 50 litros de agua por kilogramo. Por el contrario, la proteína de pollo necesita 4.325 litros/kg, la de carne de cordero 5.520 litros/kg, y para un kilogramo de carne de vacuno se llega hasta 13.000 litros de agua. Esta reducida huella hídrica hace de la producción de legumbres una opción inteligente en áreas y regiones más áridas y propensas a la sequía.

c) Principal fuente proteica para los animales. El más alto contenido proteico del grano de algunas especies de leguminosas la convierte en la principal fuente de proteína para los herbívoros y la mayor parte de los omnívoros incluyendo la especie humana. Las legumbres también alimentan la flora intestinal, denominada también microbioma, responsable de los procesos de fermentación que proporcionan salud y fortaleza a nuestro sistema inmunológico.

d) Facilidad de conservación y escaso desperdicio. Se pueden almacenar durante meses sin perder su valor nutritivo sin gasto energético. Únicamente requiere remojo previo entre 8 y 12 horas para hidratarse y favorecer la disponibilidad del almidón y las proteínas. Además su buena conservación y su escasez de residuos que pueden emplearse como forraje animal, implica que tiene muy poco desperdicio, lo que las convierte en una fuente ecológica de nutrientes.

3.- LEGUMBRES Y NUTRICIÓN.

Las legumbres, en su composición nutricional, tienen una proporción de nutrientes bastante parecida a las necesidades diarias de una persona adulta.

Proteínas. Las legumbres contienen entre un 20 y un 25% de su peso de proteínas (la soja alcanza hasta un 38%) cifra algo mayor que el contenido necesario diario de la dieta humana (15%) y casi todos los aminoácidos esenciales. Las carencias de aminoácidos como la metionina y cisteína son compensadas por los cereales que sí los poseen. A su vez las legumbres son una fuente importante de lisina, aminoácido esencial, del que

carecen los cereales. Por eso legumbres y cereales se complementan en la dieta proporcionando conjuntamente proteína de alto valor biológico si se ingieren en la misma comida. La elevada proporción de proteínas de las legumbres ha hecho que se empleen también para alimentar al ganado como fuente de energía y crecimiento, pero también para el desarrollo muscular en animales de labor.

Hidratos de Carbono-HC. Las legumbres contienen un 60% de HC (las necesidades son 60-65%). Por tanto son alimentos ricos en HC como patatas, cereales y frutas. Contienen polisacáridos complejos, el almidón. También contienen azúcares simples (sacarosa, glucosa, fructosa, galactosa, rafinosa y la estaquiosa, y oligosacáridos en las paredes celulares, lo que proporciona su textura característica.

Fibra: las legumbres poseen entre un 11 y un 25% de fibra dietética imprescindible para favorecer la peristalsis del intestino y evitar el estreñimiento. Junto con cereales, frutas y verduras aportan este componente esencial para el aparato digestivo que forma parte de la estructura de la pared celular (celulosa) de los vegetales. En sentido estricto no es un nutriente ya que no lo metaboliza el ser humano por sí solo porque el intestino delgado no tiene enzimas que puedan hidrolizarla, pero al llegar al intestino grueso, la flora intestinal cuenta con enzimas que la fermentan parcialmente y transforman en gases y ácidos grasos de cadena corta.

Grasa: salvo los cacahuetes y la soja, las legumbres tienen baja proporción de grasas (4%). La dieta humana requiere en torno a un 30%, pero pueden conseguirse de muchos otros alimentos. En el reino vegetal están presentes en los frutos secos, aceite de oliva.

Micronutrientes: Son buena fuente de hierro, cobre, entre los minerales y de calcio, aunque es más biodisponible en las hortalizas; contiene también betacarotenoides (precursor de vitamina A), ácido fólico y otras vitaminas del grupo B. No tienen mucha vitamina C que se compensa con verduras y frutas.

La legumbre se digiere bien en individuos sanos y además son HC de liberación lenta, lo que significa que tienen un índice glucémico bajo, provocando saciedad y protegiendo frente a la diabetes y la obesidad. Cuando provoca flatulencias es porque el individuo presenta trastornos gastrointestinales debidos a desequilibrios en la flora intestinal por baja presencia de bacterias fermentativas que facilitan la digestión de los azúcares no digeribles (hidratos de carbono complejos y fibra no soluble).

En lugar de prescindir de las legumbres para evitar el síntoma (flatulencias), hay que resolver el problema que lo causa: desequilibrio en la flora intestinal. Habría que ingerir probióticos de forma regular mediante alimentos fermentados probióticos (kéfir, chucrut, etc) para aumentar la población de flora intestinal beneficiosa dado que, su colaboración en el metabolismo de estos azúcares proporciona ácidos grasos protectores de la pared intestinal reduciendo el paso a la sangre de proteínas no digeridas y tóxicas. (Lazaro y Urederra, 2016). Prescindir de las legumbres es avanzar en una mala alimentación porque hay que sustituirlas por proteína animal y grasas.

El desequilibrio de la flora intestinal provocado por la dieta cargada de carne, grasas y carente de legumbres, cereales integrales, frutas y verduras es patente ante el avance de patologías gastrointestinales. Ciertos sectores de la medicina convencional están recomendando hace años la introducción de prebióticos, probióticos y simbióticos para la prevención pero también el tratamiento de diarrea aguda, diarrea del viajero, diarrea por antibióticos, alergia gastrointestinal, colon irritable, candidiasis vaginal, helicobacter pylori, enfermedad inflamatoria intestinal, sobrecrecimiento bacteriano intestinal, prevención del cáncer, reducción del colesterol, intolerancia a la lactosa, enterocolitis necrotizante. (Peña Quintana y Serra Majem, 2000). Aunque ya lo anunciaba hace un siglo en el Instituto Pasteur de París el científico ruso Iliá Mechnikov "la ingestión de microorganismos específicos como Lactobacillus puede desplazar las toxinas producidas por los microorganismos de putrefacción en el tracto intestinal, promoviendo la salud y prolongando la vida" (citado en Peña Quintana, 2006).

Algunos científicos señalan a la falta de fibra en la dieta, alimento de la flora intestinal como el origen del cáncer: "Cuando la dieta es pobre en fibra se producen cambios en la ecología de la microflora intestinal y una disminución en la población de Lactobacillus con incremento de bacteroides capaces de desdoblar los ácidos

biliares secundarios en compuestos carcinogénicos, como el deshidronorcoleno y el metilcolantreno" (Dupertal, 2010).

4.- LEGUMBRES EN LA DIETA MEDITERRÁNEA TRADICIONAL

Las legumbres han constituido un grupo de alimentos esencial en muchas culturas. Este es el caso de la Dieta Mediterránea (DM), un modelo de alimentación característico de los países ribereños del Mediterráneo que además del mar comparten un clima suave y una cultura abierta a la influencia de otros pueblos.

La dieta mediterránea se ha construido a lo largo de los siglos. Durante varios siglos los alimentos centrales procedían de cultivos locales; es el caso del trigo (para el pan), el olivo (para el aceite y las aceitunas) y la uva (para el vino); y también de pescado y marisco, más frecuente en los pueblos costeros, aunque los pueblos de interior lo sustitúan por pesca de río (truchas, cangrejos). Pero también encontramos alimentos introducidos por el mestizaje de culturas a las que se fueron abriendo los pueblos asentados en el Mediterráneo. La mayoría de las verduras y hortalizas fueron introducidas por los árabes; en los lugares donde más tiempo estuvieron asentados, mayor fue el desarrollo de los cultivos de huerta y más se introdujo en la dieta. Sin embargo, su influencia es enorme pues las verduras –junto con las frutas– constituyen uno de los grupos principales de la dieta mediterránea, muchas veces desconocido en las estadísticas del siglo XIX al tratarse de parcelas de autoconsumo. Las frutas forman parte de la DM gracias a un clima suave que ha permitido una infinidad de cultivo de frutales muy apreciados desde el tiempo de los egipcios. El consumo en el postre procede de los griegos, aunque nutricionalmente no sea apropiado porque la asimilación de las vitaminas se produce mejor en ayunas. Al final de la comida, la digestión de alimentos más pesados se ha iniciado y los ácidos del estómago destruyen las vitaminas.

El cultivo de las leguminosas es beneficioso para los agricultores gracias a la asociación con las bacterias fijan el nitrógeno atmosférico. El trabajo de estas bacterias es tan eficiente que aún queda nitrógeno biodisponible del suelo para las plantaciones posteriores. Por eso, en las rotaciones de cultivo, se asociaba al trigo, que necesitaba muchos nutrientes del suelo y también a otros cereales. Como vimos más arriba, la asociación cereal/legumbre también se produce en el consumo humano ya que los aminoácidos de los que carece la legumbre están en abundancia en el cereal y viceversa constituyendo su combinación una proteína de alto valor biológico. Dieta y asociación de cultivos se reforzaron mutuamente proporcionando sustento a los agricultores y desarrollando los paisajes agrarios que constituyen las estepas cerealistas. Estos territorios proporcionaron cereales para el pan, legumbres y forrajes para el ganado que pastaba y proporcionaba leche y quesos.

Las carnes tenían un lugar secundario en la Dieta Mediterránea, detrás de legumbres, pescados y mariscos en su aporte de proteína y procedentes de pequeños animales, preferentemente aves, de caza o de corral. Los embutidos se expandieron durante el imperio romano que practicaba la curación de carnes con especias y sal en forma de salchichas. Con la caída del imperio romano, se extiende la cultura de los pueblos germánicos cuya dieta consistía fundamentalmente en pan y carne. Sin embargo, la malnutrición por una ingesta excesiva de calorías, sobreabundancia de proteína animal, azúcares e hidratos de carbono refinados y déficit de frutas, verduras y legumbres, no se produce hasta bien entrado el siglo XX como consecuencia de la incorporación a la Unión Europea y la adopción de la Política Agraria Común que trajo consumo cambios en las pautas alimentarias inducidas por la producción de proteína animal barata en base a ganado estabulado y alimentado con piensos de alto rendimiento en base a soja transgénica importada de países terceros.

5.- ASOCIACIÓN CEREALES/LEGUMBRES EN EL CAMPO Y EN EL PLATO FUNDAMENTALES EN LA PROTECCIÓN DE LOS AGROSISTEMAS

En España los paisajes agrarios ocupan el 50% del territorio. Gran parte de esta superficie representa un alto valor ambiental por su importancia en la conservación de la biodiversidad: 10 millones de hectáreas de los 13 que se incluyen en la Red Natura 2000 lo constituyen los espacios agrarios. El equilibrio entre producción y conservación que se había desarrollado secularmente se quiebra en la 2ª mitad del siglo XX por 2 hechos relevantes aparentemente contradictorios: a) la industrialización de la agricultura (químicos, mecanización y desaparición de barbechos, linderos y vegetación natural y b) el abandono rural (desaparición de cultivos).

(SEO, 2012) Habría que añadir también un tercero, c) la reducción del consumo de pan y legumbres en la dieta que trajo consigo la pérdida de interés económico por el cultivo de cereal y leguminosas en asociación.

Los paisajes agrarios de secano, con alternancia de cultivos de cereal, leguminosas, barbechos, herbáceos, olivar, almendro y viñedo de cultivo ecológico son la mejor forma de proteger a las aves esteparias que los habitan acosadas por la mecanización, la reducción barbechos y linderos, el monocultivo y el empleo de abonos, plaguicidas y herbicidas químicos de síntesis. Constituyen el paisaje habitual de la España interior, también mediterránea pero con una dieta un poco más austera. La protección de la población de avutardas, indicador de la salud ecológica de estos ecosistemas tiene que ver con la promoción de prácticas tradicionales en desuso como barbechos, rotaciones con leguminosas, reintroducción de linderos y reservas de vegetación natural y la reducción de químicos hasta su eliminación. Aves como la avutarda, el aguilucho cenizo, el sisón común, la ganga ibérica, la ganga ortega, la perdiz común y la roja, entre otras, verían favorecida su población con la reintroducción de leguminosas –en los que su dieta contiene legumbres- en alternancia con cereales de cultivo ecológico y con el retraso en las cosechas de cereal para el crecimiento de los polluelos –en los que anidan en los cultivos- (Suarez Alvarez et al.. 2000; SEO, aves esteparias).

6.- TRANSICIÓN NUTRICIONAL: DIETA MEDITERRÁNEA/DIETA OCCIDENTAL GLOBALIZADA

La Transición Nutricional es un fenómeno social que se desarrolla simultáneamente en los países industrializados. Siguiendo a Cussó y Garrabou (2010) se trata del paso "de una dieta localista, estacional y básicamente vegetariana, a menudo monótona e insuficiente o inapropiada" (en los estratos más pobres y, como señalan Borderías *et al.* (2014), con profundas desigualdades en la familia "las mujeres comen menos y peor que los hombres... tienen peor salud, más mortalidad epidémica y menor estatura") a una dieta "diversificada, excesiva, desequilibrada y globalizada". "Es un proceso que se desarrolla estrechamente interrelacionado y en paralelo a la modernización y transformación agraria, al proceso de industrialización y crecimiento de la renta, de transición energética, de revolución en el transporte, de urbanización y de crecimiento demográfico" En nuestro país se pasa de una dieta mediterránea tradicional, con sus defectos y virtudes, a una dieta excesiva y progresivamente globalizada con gran protagonismo de los productos de origen animal conservando algunas señas saludables de identidad como son pescado, aceite de oliva, fruta y verdura. (Cussó y Garrabou 2010).

En Europa Occidental, la Transición Nutricional en Europa se realiza en dos fases: la primera incrementa la energía las proteínas y los nutrientes -con aumento del consumo de cereales integrales y patatas-; la segunda continúa aumentando, hasta el exceso, energía y diversificación de alimentos con el protagonismo de los alimentos de origen animal y los azúcares refinados. (Cussó y Garrabou 2010).

En los países más industrializados de Europa Occidental la primera fase se sitúa entre principios del XIX y principios del XX y la segunda finaliza en el último cuarto del siglo XX. En España arranca medio siglo después (mitad del XIX). La primera transición finaliza en los años 30 aunque se produce un retroceso importante durante la guerra civil y la posguerra. La segunda fase se desarrolla entre los años 60 y la actualidad en que nos hemos igualado, para mal, con el resto de países europeos.

Como expresan Galindo *et al.* (2016) en otra comunicación de este XII Congreso: "Las dietas preindustriales de casi todas las culturas presentan un buen equilibrio entre cereales y legumbres. Dicho equilibrio comienza a romperse, en primer lugar, con la reducción de la variedad de cereales empleados en la producción del pan, dando prioridad al trigo y, posteriormente a las harinas blancas de trigo de la mano de la industrialización del cultivo de cereales, de la molienda y de la elaboración de pan. En segundo lugar, con el retroceso del consumo de legumbre por el aumento de la cuota de carne, leche o lácteos (Cussó y Garrabou, 2010)."

A principios del siglo XX la dieta española estaba en torno a las 2500 calorías (Ver Cuadro 1). Se basaba en cereales, patatas y legumbres (44% de la ingesta), fruta y verdura (18%), vino (16%) y aceite (2%). El peso de la proteína animal era fundamentalmente en base a pescado y cerdo. La dieta era desigual a lo largo del año, condicionada por las cosechas. No era igual en todo el territorio. En las áreas urbanas esencialmente vegetariana y más monótona. Algunos colectivos como mujeres y niños no tenían todas sus necesidades satisfechas.

En 1930 se observa el descenso de consumo de cereal (baja a 400 gr diarios) y legumbre (baja a 30 gramos diarios). Se compensa la ingesta de HC por el aumento de patata (supera los 400 gramos diarios) y de proteína por el ligero incremento de pescados y lácteos. La ingesta de frutas y hortalizas también crece (400 gramos diarios) diversificándose la ingesta de micronutrientes. Se destaca también el aumento del consumo de azúcar (32 gramos diarios). Se trata de una dieta algo más calórica (2700 calorías) y diversificada, es decir, más saludable.

	1900 promedio	1930-35 promedio	1961 FAOSTAT	1981 FAOSTAT	2001 FAOSTAT
	gr./hab./día	gr./hab./día	gr./hab./día	gr./hab./día	gr./hab./día
Cereales (pan)	441,81	407,87	398,89	277,86	272,03
Patatas	265,42	410,93	347,69	270,31	223,56
Legumbres	37,36	30,56	27,25	14,36	15,72
Fruta	121,81	157,50	162,47	276,69	344,67
Hortalizas	155,28	347,13	457,92	467,03	442,69
Vino	254,58	222,22	164,42	166,75	94,89
Aceite	27,92	34,54	36,53	59,61	75,72
Grasa animales	8,75	17,50	4,06	6,75	12,97
Carne	54,44	56,85	60,61	210,22	320,75
Leche y queso	116,81	165,09	228,42	441,89	458,92
Huevos	20,42	13,33	21,83	44,06	39,17
Pescado	27,36	49,44	71,81	90,00	132,17
Azucar	12,50	32,22	56,28	84,47	91,69
Cerveza	-	-	37,03	152,78	194,44

Fuente: Elaboración propia a partir de consumo aparente¹ anual por Cussó y Garrabou, 2010.

Cuadro 1.- Ingesta media diaria a lo largo del siglo XX en España

La guerra civil y la posguerra en un contexto de guerra mundial provocan un enorme retroceso que luego se recupera en los años 50 de tal manera que la ingesta de 1961 es muy parecida a la de los años 30 aunque concluye la primera fase transición nutricional: ligero descenso en consumo de cereales, legumbres y patatas que constituyen el 37% de la dieta (unos 775 gramos diarios), un aumento de frutas y hortalizas (30% de la dieta en torno a 600 gr diarios). La proteína animal ha aumentado ligeramente en esos años constituyendo un 18% (carne, pescado y lácteos) y también crece el consumo de azúcar (ya son 56 gramos diarios).

La cultura gastronómica a principios de los 60 seguía la dieta mediterránea tradicional. La proteína animal se consumía en potajes, cocidos y arroces donde lo abundante eran hortalizas, tubérculos, verduras, legumbres, pasta, arroz y pan. En días señalados se consumían estofados, guisados, fritos o asados, donde la proporción de carne, igualmente acompañada de patatas, ensalada u otra guarnición, era predominante. En la cocina de los sectores con mayor poder adquisitivo, la dieta mediterránea contenía mayor proporción de verduras, frutas y hortalizas. En las economías más modestas, predominaban las patatas, las legumbres, la cebolla, el ajo y las verduras de estación. Pero en ninguna de ellas faltaba el pan, el aceite, los condimentos y la subordinación de los ingredientes de origen animal a los de origen vegetal.

Teniendo en cuenta que la 1ª transición supone una mejora en la cantidad, calidad y diversidad de la dieta respecto a épocas precedentes y que la 2ª transición en nuestro país no arranca en el siglo XX hasta avanzados los 70, podemos considerar que en los primeros 60 la población española disfruta de una Dieta Mediterránea

Tradicional algo más diversificada en las ciudades por la comercialización de frutas, verduras y pescados de temporada de otras regiones.

La Dieta Mediterránea es saludable precisamente porque mantiene a raya el consumo de carne y porque, aunque se adapta a vegetales de temporada y de cada territorio, realiza una adecuada combinación de estos con buen aporte de nutrientes, vitaminas y minerales. Un buen potaje con pan integral y vino es mejor alimento que un filete con ensalada y coca-cola. También es beneficioso para dignificar la vida en el campo de millones de personas que, por nuestros hábitos alimentarios, se ven obligadas a emigrar. Y además, es más barato.

La 2ª fase de la TN avanza hacia el desequilibrio de la dieta. Podemos ver que los promedios de ingesta en 1981 y 2001 avanzan en la dirección contraria a la diversificación y equilibrio de la 1ª fase. Cereales, patatas y cereales se han reducido en más de un 30% desde 1961 (32%, 36% y 42% respectivamente), mientras que el consumo de carne se ha quintuplicado, el de grasas animales, triplicado y el de lácteos y huevos, duplicado. El consumo de vino se ha reducido un 42% y el de cerveza ha quintuplicado. El consumo de azúcar crece un 62% situándose en 70 gramos diarios (muy lejos de los 25 gramos máximos diarios recomendados por la FAO). Las frutas se han duplicado pero las verduras están retrocediendo. La ingesta calórica supera las 3300 calorías, 1000 por encima de las necesidades y en un contexto de sedentarización creciente.

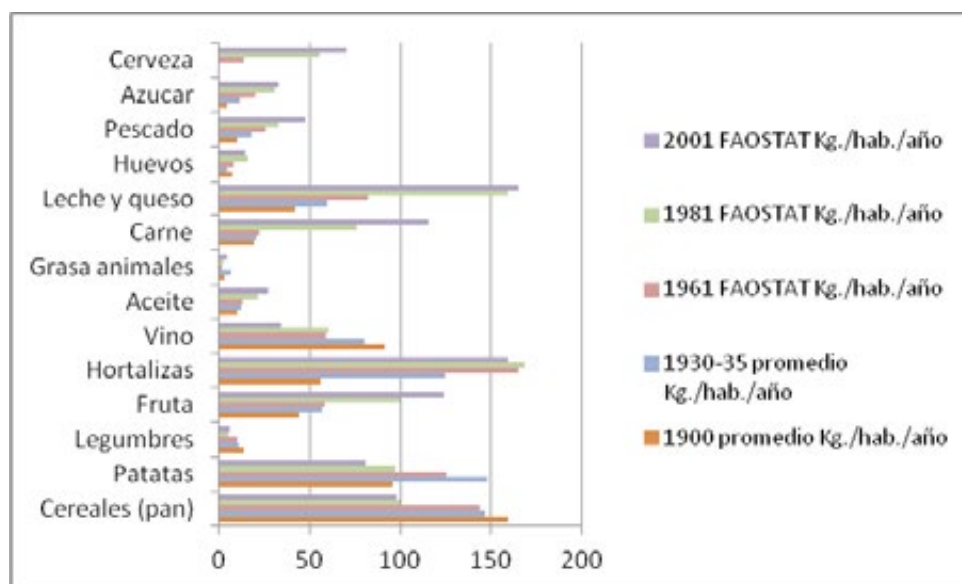


Fig. 1. Evolución del consumo de alimentos en el siglo XX

La TN incluye la globalización de la dieta lo que implica la uniformización en alimentos y formas de procesado y cocinado, así como la homogeneización entre zonas rurales y urbanas. Los patrones alimentarios de hoy no se derivan de nuestro clima, nuestra producción agroalimentaria y nuestra cultura gastronómica, sino de las campañas televisivas de las multinacionales. Esta presión cultural nos ha forzado a abandonar una dieta saludable, imponiéndonos formas de alimentación sólo beneficiosas para las grandes empresas de producción y distribución alimentaria.

Arrinconar hábitos alimentarios saludables adquiridos durante generaciones y sustituirlos por comida basura enfermante es resultado de la industrialización, mercantilización y globalización de la agricultura y la alimentación y del imperio de la libertad de empresa sobre los derechos humanos y la salud de las personas y la naturaleza. Un estudio de la Unidad de Investigación en Lípidos y Epidemiología del IMIM-Hospital del Mar de Barcelona (2008), demuestra que el consumo de comida rápida está creciendo y que ingerirla más de una vez por semana aumenta el riesgo de obesidad en un 129%. Dicho riesgo se deriva, no sólo de la ingesta de comida basura, sino también del abandono del anterior patrón alimentario basado en frutas, verduras, patatas, pan y cereales integrales, aceite de oliva, frutos secos, legumbres y pescado (LGE, 2008).

La entrada de España en la Unión Europea aceleró la Transición Nutricional en nuestros platos y nuestros campos y en nuestros comercios con el desarrollo de las grandes superficies. El adoctrinamiento publicitario ha borrado el recuerdo de la Dieta Mediterránea. Hoy la confundimos con comer alguno de sus ingredientes: frutas y verduras, aceite de oliva, queso, jamón, embutidos y una copa de vino. Sin embargo, dicha alimentación para que sea saludable requiere, sobre todo de cereales, pan y pasta, integrales, legumbres y frutos secos oleaginosos, de patatas y otros tubérculos como zanahorias, nabos, rábanos y condimentos como cebolla y ajo, romero, tomillo, azafrán, etc, todos ellos de cultivo ecológico. Lo más importante en una verdadera Dieta Mediterránea, además de los ingredientes, es la combinación y las proporciones entre los grupos de alimentos siendo los vegetales el principal aporte. Hoy día es al contrario. El consumo de carnes y derivados lácteos ocupan el lugar preferente. Aunque los alimentos de origen animal no están excluidos de la DM, deben ocupar un segundo lugar en la ingesta diaria y predominar, entre ellos, pescados y huevos. (LGE, 2008).

Ya estamos sobradamente en la etapa de preeminencia de enfermedades degenerativas descrita por Barry M. Popkin en 1993 debido al exceso de calorías y malnutrición de nuestra dieta occidental globalizada con algunas trazas de dieta mediterránea. La malnutrición en la que destacamos por su importancia cualitativa el déficit de fibra no soluble imprescindible para la salud intestinal, es responsable de las epidemias modernas de obesidad, diabetes, cardiopatías, cáncer y enfermedades autoinmunes. España es uno de los países europeos destacados en obesidad infantil.

7.- A POR LA 3º TRANSICIÓN NUTRICIONAL: CONSUMO RESPONSABLE AGROECOLÓGICO Y DIETA MEDITERRÁNEA AGROECOLÓGICA

Ancel Keys realizó un estudio epidemiológico entre 1984 y 1999 en 7 países (EEUU, Japón, Finlandia, Holanda, Yugoslavia, Italia y Grecia) conocido como "Seven Countries Study", aunque se realizaron también estudios preliminares: el primero en España, Italia, Sudafrica y Japón (1952-1956) y el segundo más formal en Finlandia, Italia y Grecia (1956-1957). Dicho estudio supuso un avance para la epidemiología cardiovascular y su prevención y reveló que el estilo de alimentación y vida (más activo) de los países mediterráneos favorecía su salud. Keys lo definió como "estilo de vida mediterráneo". Entre los beneficios de la Dieta Mediterránea destaca una mejor salud del sistema cardiovascular (por la abundancia de ácidos grasos omega 3 omega 6 y omega 9 en la dieta y su equilibrio. FAO-OMS recomiendan un equilibrio omega 6/omega 3 de 4:1 o 2:1. La dieta actual, cargada de grasas saturadas y de bollería industrial (que utiliza grasas con alto contenido en Omega 6) ha disparado la proporción a 12:1 lo que significa que los omega 6, sobreabundantes, neutralizan los efectos de los omega 3 provocan inflamación de las arterias.

El consumo abundante de verduras, legumbres y cereales integrales neutraliza los efectos del exceso de omega 6 porque la fibra presente en estos alimentos ayuda a eliminar residuos y grasas del organismo y su aporte de vitaminas y minerales evitan la oxidación de las grasas dentro del cuerpo. Además, algunas verduras son fuente de omega 3 como las espinacas, coliflor, brécol, frambuesas y aguacate. El aceite de oliva –omega 9– también contribuye a neutralizar los desequilibrios entre omega 6 y omega 3 porque, a diferencia de los ácidos grasos omega 6, no interfieren en el metabolismo de los ácidos grasos omega 3.

El análisis en España de la Transición Nutricional de la Dieta Mediterránea a la dieta occidental nos muestra como dicha transición no ha proporcionado más salud sino el avance de la medicalización y las enfermedades degenerativas, a la vez que se arruinan agricultores, se destruye el modo de vida en las zonas rurales forzando la emigración, se contaminan suelos y acuíferos por los fertilizantes y fitosanitarios de la agricultura química y desaparecen paisajes agrarios y las especies a ellos vinculadas como las aves esteparias.

La apuesta por un año Internacional para las Legumbres es una proposición necesaria pero insuficiente para revertir el avance de la obesidad, diabetes, cáncer y enfermedades autoinmunes causadas por la alimentación.

Hace falta sensibilizar a la población sobre la importancia de las legumbres y su combinación con los cereales integrales, frutas, verduras y frutos secos.

El fomento del cultivo de leguminosas y del consumo de legumbres es esencial para la salud de los agrosistemas, el bienestar humano, los cuidados y la seguridad y soberanía alimentarias. Pero esto sólo es posible desde la agroecología que trabaja en 3 vertientes: prácticas agrícolas cooperativas con los procesos naturales; conocimiento transdisciplinar que ofrece alternativas donde la ciencia agronómica especializada agrava los problemas; y movimiento social al conectar con las demandas campesinas y ecologistas.

Restrepo (2014) nos recuerda las cadenas de relaciones en el suelo para la formación de la vida y la fertilidad: "Un suelo no es fértil debido a grandes cantidades de hummus (teoría del hummus) o de minerales (teoría de los minerales) o de nitrógeno (teoría del nitrógeno) sino debido al crecimiento continuo de numerosos y variados microorganismos principalmente bacterias y hongos que descomponen los nutrientes a partir de la materia orgánica que proporcionan plantas y animales y los reconstruyen en formas biodisponibles para las plantas... la vida del suelo es un ambiente de crecimiento sano y vital para las raíces ... se encarga de un buen suministro de agua-nutrientes-agentes activos (fitohormonas, antibióticos, enzimas, co-enzimas para las plantas y las protege de los patógenos e insectos garantizando el mejor crecimiento posible en diferentes climas ... De acuerdo con la Teoría de la Vitalidad, la fertilidad de un suelo es mayor cuanto mayor sea el peso y variedad de su vida que crece y se alimenta de él y sobre él ... La autodesinfección de un abono se logra por la descomposición que bacterias, actinomicetos y hongos realizan de los restos orgánicos. Estos productos de la actividad microbiológica poseen un gran efecto antagonista sobre las enfermedades del ser humano, animales y plantas"

Labrador (2014) abunda en la conexión de la vida en el suelo y la vida que nos habita de nuestro cuerpo: "al igual que nuestra piel está habitada por cientos de especies de seres vivos, algunos residentes fijos y otros de paso, la edafosfera acoge y mantiene millones de formas de vida. Las consecuencias de su dinámica sobrepasan el universo de su hábitat, abarcando múltiples funciones ecosistémicas.

Las alternativas a los problemas de salud del suelo y de las personas caminan en la misma dirección: el reconocimiento de las relaciones simbióticas con los microorganismos -del suelo para la agricultura y del intestino para la alimentación y la medicina- y la búsqueda de reequilibrio en las poblaciones de esos microorganismos proporcionando alimento vegetal a las bacterias beneficiosas consiguiendo que se multipliquen y neutralicen a los microorganismos patógenos. Por eso, siguiendo a Cussó y Garradou (2010) "en nuestras manos está poner en marcha una tercera fase de la Transición Nutricional que nos permita mantener los aspectos positivos de la situación alcanzada y recuperar la sostenibilidad, la identidad y la salud de nuestra dieta garantizando nuestra seguridad y soberanía alimentaria". En nuestras palabras, la Transición Nutricional a la Dieta Mediterránea debe ser Agroecológica desde la producción hasta el consumo pasando por la distribución; desde los agrosistemas a la comunidad en la que vivimos.

La Garbancita Ecológica lleva trabajando para esta Transición Nutricional a la Dieta Mediterránea Agroecológica desde sus orígenes. Somos una cooperativa sin ánimo de lucro constituida en 2010 como logística propia de los Grupos Autogestionados de Consumo (GAKs) para el fomento de una alimentación responsable agroecológica, autogestionada, popular, ecofeminista y de responsabilidad compartida campo-ciudad. Apostamos por TN a la Dieta Alimentaria Agroecológica en nuestro nombre y señas de identidad.

Garbancita.- El garbanzo representa atributos fuertes de nuestro proyecto: proteína vegetal autóctona, semilla, nutritiva, vital, previsor de enfermedades y barata. Su acepción femenina evoca el trabajo de cuidados que realizan las mujeres con la intención de que sea valorado y compartido por los hombres. Nuestra cooperativa es un colectivo mixto de hombres y mujeres, dentro del cual funciona el Colectivo Ecofeminista "Las Garbancitas".

Ecológica.- Construimos responsabilidad compartida con agricultor@s que respetan la fertilidad de la tierra, la biodiversidad, el trabajo digno, los ciclos naturales, el equilibrio territorial y los circuitos cortos de comercialización.

Alimentación Responsable.- Se responsabiliza de las consecuencias económicas, ecológicas y sociales de nuestras formas de alimentación y consumo. Seleccionamos frutas y verduras ecológicas lo más cercanas y con

el menor número de intermediarios posible. Apostamos por el crecimiento de la alimentación ecológica y el decrecimiento de la alimentación industrializada, autolimitando nuestro consumo de alimentos convencionales y procesados. Desarrollamos programas de educación alimentaria dentro y fuera de la escuela. (PARE, 2016; LGE, 2016; Galindo et al., 2016b)

Autogestionada.- Nuestros fines sociales no se rigen por el lucro; autonomía respecto a bancos, subvenciones, partidos, sindicatos, iglesias y estado; funcionamiento participativo, transparencia, horizontalidad, cooperación, formación y apoyo mutuo.

Popular.- Participación y cercanía para crecer sin que aumenten los precios. Precios justos para agricultor@s y asequibles para consumidor@s. Alimentos saludables accesibles para toda la población.

Responsabilidad Compartida.- En relación directa con agricultor@s, ganader@s, acuicultor@s, elaborador@s y artesán@s ecológic@s, nos proveemos de alimentos de temporada recién recolectados y con certificación ecológica participativa. La Garbancita Ecológica y los GAKs construimos un proyecto integrado por agricultor@s y consumidor@s en términos de equivalencia y respeto en defensa de la seguridad y la soberanía alimentaria para todas las personas y todos los pueblos.

8.- CONCLUSIONES: ALGUNAS LÍNEAS DE TRABAJO

Leguminosas, legumbres y simbiosis son exponente de los cambios que debemos producir en la Agroecología y en el Consumo Responsable para avanzar en la TN hacia la Dieta Mediterránea Agroecológica.

Algunas líneas de trabajo:

- a) apostar por la recuperación de cultivo de legumbres ecológicas para consumo humano y animal en rotación con cereales ecológicos para la producción de pan junto con hortalizas y frutas ecológicas de temporada;
- b) proteger la producción de pan biológico artesano con levadura madre como complemento necesario de la legumbre ecológica mediante exclusión, en la certificación ecológica, de aditivos y levaduras panarias o químicas.
- c) Abordar la Transición Nutricional a la Dieta Mediterránea Agroecológica en las escuelas mediante la educación alimentaria agroecológica y la colaboración de las AMPAs en ese proceso propiciando la inclusión de la alimentación ecológica saludable en el comedor escolar y en la casa.
- d) Desarrollar el consumo responsable autogestionado capaz de sostener a agricultores y elaboradores ecológicos mediante proyectos de distribución de alimentos en circuito corto de comercialización y responsabilidad compartida agricultores-consumidores.
- e) El fomento de la alimentación agroecológica requiere además, abordar el proceso global de producción-distribución-consumo de alimentos desde una investigación-acción-participativa-transformadora.

En esta Transición Nutricional la Sociedad Española de Agricultura Ecológica tiene mucho que hacer; en especial, avanzar en una mirada integral en la que levante la vista de la producción ecológica y se abra a las aportaciones del consumo responsable agroecológico.

REFERENCIAS COMPLETAS

- Borderías C, Perez-Fuentes P y Sarasua C, 2014. La desigualdad en el consumo familiar. Diferencias de género en la España contemporánea (1850-1930). Rev. Int. Ciencias Sociales Areas. Nº 33. 2014. Pag. 105-120
- Cussó X y Garrabou R, 2007. La TN en la España contemporánea: las variaciones en el consumo de pan, patatas y legumbres 1895-2000. Rev. Investigaciones de Historia Económica. Invierno, nº7, pag 69-100. Descargado el 03/09/2016.
- Cussó X y Garrabou R, 2010. La globalización de la dieta en la España del siglo XX. X Congreso de Sociología 2010.
- Duperval Maletá P, 2010. Prebióticos, probióticos y simbióticos Cap 10 de "Nutrición del recién nacido". La Habana 2010 Editorial Ciencias Médicas Valdés Armenteros, Reina.
- Galindo P et al., 2016. El pan biológico integral artesano con levadura madre, clave para la seguridad y soberanía

alimentarias, la nutrición humana y la sostenibilidad de los agrosistemas. Comunicación presentada al XII Congreso de SEAE, Lugo, 22-24 septiembre 2016.

- Galindo P et al., 2016b. Legumbres, cereales integrales, frutas y hortalizas ecológicas en los comedores escolares. Comunicación presentada al XII Congreso de SEAE, Lugo, 22-24 septiembre 2016.
- Galindo P, 2015. Agroecología y consumo responsable. Dos aspectos del mismo proceso. II Encuentro estatal SEAE de Consumidores de Productos Ecológicos. Pizarra, nov 2015. [disponible 5/9/16]
- Keys A et al., 2016. Seven Countries Study. The Online Scientist [disponible 5/9/16]
- La Garbancita Ecológica (LGE), 2008. ¿Qué es la dieta mediterránea? [Actualizado a 5/9/2016]
- Labrador J (2014) en En lazo et al.. 2014. Microbiótica. Nutrición simbiótica y microorganismos regeneradores. Ediciones i. Madrid 222 pag.
- Lazo J y Urederra A, 2016. Nutrición simbiótica. Ediciones i. Madrid 222 paginas.
- La Garbancita Ecológica (LGE), 2016. Alimentación Responsable en la Escuela. Curso 2016/2017.
- OMS, 2004. Estrategia Global sobre alimentación, actividad física y salud. Resolución WHA57.17. Ginebra.
- OMS, 2016. Informe de la Comisión para acabar con la obesidad infantil.
- Plataforma por una Alimentación Responsable en la Escuela (PARE), 2016. Manifiesto-Decálogo (<http://comedoresresponsables.org/>)
- Peña Quintana L y Serra Majem L, 2013. Uso de prebióticos, probióticos y simbióticos en patología digestiva. Canarias Pediátrica (Canarias.); 37(2): 113-120, sept. 2013. Tab
- Peña Quintana L, 2006. Probióticos: situación actual y líneas de investigación. An Pediatr 2006;04 Supl 1:42-53 - Vol. 04
- Peña Quintana L y Serra Majem L, 2000. Uso de prebióticos, probióticos y simbióticos en patología humana. Pediatría (Madr.); 20(8): 279-289, sept. 2000. Tab
- Restrepo J, 2014 Agricultura regenerativa y microorganismos nativos del bosque. En lazo et al.. 2014. Microbiótica. Nutrición simbiótica y microorganismos regeneradores. Ediciones i. Madrid 222 pag.
- SEO. Aves esteparias http://www.seo.org/wp-content/uploads/tmp/docs/10Aves_esteparias.pdf
- SEO, 2012. Proyecto GANGA. Evaluación global de las medidas agroambientales para aves esteparias en 2007-2013. Informe final (Resumen).
- Suárez Álvarez VA, Zillett b y Capdevila-Argüelles L, 2000. La agricultura ecológica como instrumento de conservación de especies amenazadas: El caso de la Avutarda (Otis tarda). Actas IV Congreso de SEAE. Cordoba.

ESTUDIO DE LA HUELLA DE CARBONO EN EXPLOTACIONES DE OVINO DE LECHE DE CASTILLA Y LEÓN EN FUNCIÓN DE INDICADORES AMBIENTALES

Alonso C, Álvarez S, Palacios C

Area Producción Animal Dpto Construcción y Agronomía, F Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad Salamanca Salamanca.

RESUMEN:

Se ha estudiado las emisiones de gases de efecto invernadero, la llamada huella de carbono y los costes energéticos directos e indirectos de dos ganaderías de sistema de producción antagónico, convencional intensivo y ecológico, semiextensivo, durante cinco años (2011-2015), usando la herramienta NAIA (2014) que usa indicadores ambientales en base a encuestas realizadas en la ganadería de la estructura de superficie, instalaciones, maquinaria, insumos consumidos, energías directas y productos comercializados de casa granja durante los años del estudio. Los datos obtenidos se han expresado en kilogramos de equivalentes de CO₂ y megajulios (en el caso de la energía consumida), por oveja presente, para hacer la comparación entre ambas. Las emisiones por explotación o por oveja presente son significativamente mayores en el caso de la granja intensiva que la ecológica (728,96 vs 391,28 p < 0.05, kg EQCO₂/ov), lo mismo ocurre con el gastos energético de las granjas (10.514,70 vs 3232,36 MJ/ov). De todas las partidas de operaciones que se han estudiado, la correspondiente a los insumos es la más importante en el caso de la granja intensiva (351,31 vs 108,42 kg EQCO₂/ov con p > 0.0001), la partida de las emisiones de los animales sumada la gestión del estiércol, aunque en menor medida que los insumos también es mucho más importante en el caso de la granja intensiva (302,48 vs 212,64 kg EQCO₂/ov con p > 0.0001). En ambas granjas los consumos energéticos más importantes son los ocasionados por las energías indirectas que en el caso de la granja intensiva es muy superior e importante que en el caso de la ecológica y recuerdan que es la partida más importante que reducir en el caso de las dos ganaderías (9.684,53 vs 2.918,49 MJ/ov). No se han encontrado diferencias entre los datos de cada año en el caso de las dos granjas, lo que las define perfectamente en su sistema de producción. La reducción de los gases de efecto invernadero es una preocupación mundial que debe de ponerse en marcha en cada uno de los sectores productivos, el presente estudio nos da una referencia interesante para la reducción de gases en el caso de la granja intensiva, con la granja ecológica como referencia. Aún así el impacto de las ganaderías en el medio ambiente es el similar a las emisiones producidas por 112 españoles en el año 2015 en el caso de la granja intensiva y de 72 españoles en el caso de la granja ecológica.

Palabras clave: gasto energético, Gases Efecto Invernadero, ovejas de leche.

INTRODUCCIÓN

El sector ganadero contribuye con el 12% de todas las emisiones inducidas por el hombre (Havlik et al, 2014). Estas emisiones ganaderas proceden de la producción, elaboración y transporte de piensos, de la fermentación entérica, de la gestión del estiércol y del consumo de energía.

Las herramientas para el cálculo de la huella de carbono en ganadería son muy diversas. Existen gran variedad de ofertas on line para el cálculo de la huella de carbono ya sea de una persona, de una organización, de un evento o de un producto (carbonfootprint.com por ejemplo). También hay empresas certificadoras como AENOR, carbontrust, etc., o el propio MAGRAMA ya mencionado. Para el cálculo de la huella de carbono se utilizan diferentes metodologías como son las normas ISO14000, la PAS2050 o GHG protocol. Aparecen además herramientas cada vez más específicas en función de lo que se pretenda calcular. Otra manera de calcular las emisiones es mediante calculadoras como la que ofrece el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) en cuya página web podemos hallar, también de forma gratuita, la Huella de Carbono de una explotación agrícola, pero solo las emisiones directas, pues para hallar las indirectas se requiere un certificado de verificación de la huella de carbono emitido por entidades acreditadas (MAGRAMA,s.f.).

Para el cálculo de la huella agrícola y ganadera otras herramientas son: Air.e Hdc, FAMA SOStenible, GABI, SIMAPRO, OPEN LCA, COOL FARM TOOL, SUSTAINABLE MINDS SOFTWARE, BOOKFEEL, CALCUGEI, EURENERS, AGROLCAMANAGER, sigAGROasesor, o IMPACT TOOL. Son destacables las herramientas Planete y Dialecte desarrolladas por Solagro, una ONG francesa que diseña herramientas de evaluación e indicadores que ayudan a la agricultura a modificar sus modos de producción combinando la rentabilidad económica y la protección al medio ambiente. Por un lado, Dialecte captura el rendimiento de una granja en el conjunto de sus impactos y permite introducir datos en línea, mientras que Planete estudia el consumo energético y las emisiones directas de GEI. Esta última se convertirá según la Fundación Global Nature en DiaTerreO, esto es, una herramienta de cálculo nacional oficial francesa, que es de gran importancia pues utilizando una misma herramienta resulta mucho más fácil la comparación entre explotaciones, lo cual sería de gran utilidad en España.

En el presente estudio se calculan las variaciones de la huella de carbono en dos explotaciones de ovino de leche de la comunidad de Castilla y León utilizando como herramienta una plataforma que aúna indicadores ambientales con el cálculo de la eficacia energética y la emisión de gases de efecto invernadero. Esta herramienta es NAIA 2.0 que está diseñada como herramienta para la evaluación de la sostenibilidad de sistemas ganaderos. Valora, identifica y cuantifica el carácter multifuncional de la actividad agraria y su íntima relación con el medio rural con un total de 127 indicadores, agrupados en categorías (Batalla, Pinto y del Hierro, 2015) de los cuales hace un análisis desde el punto de vista económico, social y ambiental. Este estudio se centra en el análisis ambiental. Igualmente, puede considerarse una herramienta muy completa porque incluye el secuestro de carbono y las emisiones indirectas.

El objetivo de este estudio es la cuantificación mediante la herramienta NAIA 2.0 de las emisiones de GEI a lo largo de cinco años (2011-2015) de dos sistemas de explotación de ovino lechero (uno intensivo y otro ecológico) calculando las emisiones de GEI y el balance energético de un sector del que no hay apenas datos de emisiones de GEI en España, una forma más de ir "apagando las luces" que calientan el planeta y hacer más eficientes las explotaciones con la consecuente reducción de costes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han seleccionado dos granjas de ovino de leche de la comunidad autónoma de Castilla y León con características productivas diferentes como se puede ver en el cuadro 1: una de ellas es una explotación intensiva situada en Olmedo (Valladolid) (1) y la otra es una explotación ecológica semiextensiva (2) situada en Fariza (Zamora). En las granjas intensivas los animales no aprovechan a diente los recursos vegetales, por lo que no utilizan recursos de pastos comunales. Desde el punto de vista ambiental son ganaderías cuyas actividades requieren grandes esfuerzos energéticos y emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero (Palacios *et al.* 2014). Las granjas semiextensivas ecológicas sí aprovechan a diente los recursos vegetales y sí utilizan recursos de pastos comunales ecológicos. Las actividades de este grupo de ganaderías requieren menos esfuerzos energéticos y de GEI (Palacios *et al.* 2014).

Granja	Ovejas	Raza	UGM	SAT (ha)	UTA	Litros vendidos (2011)
Intensiva	1126	Assaf	215	2,07	5,12	382.104
Ecológica	1066	Churra	190,85	193	4,6	61.534

Cuadro 1: Características de las ganaderías de estudio.

Los cálculos de la huella de carbono se realizaron con la ayuda de la herramienta NAIA 2.0, que desde el punto de vista ambiental, es la herramienta para el cálculo de la huella de carbono en pequeños rumiantes de leche más completa que existe hoy en España, ya que considera las emisiones indirectas. La herramienta NAIA 2.0 calcula al introducir los datos, las emisiones de GEI y el balance energético. Una vez obtenidos los resultados, se procede, mediante hojas de cálculo, a guardar los datos finales y dividirlos entre el número de

ovejas de cada explotación para obtener las emisiones de CO₂-eq por oveja y por año en el caso de los gases emitidos y los megajulios (MJ) por oveja y por año en el caso de los balances energéticos. Seguidamente, de obtendrán otras unidades para comparar con otros autores como los equivalentes de CO₂ por tonelada o los megajulios por 1.000 litros de leche aunque de acuerdo con Ripoll-Bosch *et al.* (2011) "las comparaciones directas entre estudios suelen desaconsejarse, por posibles diferencias en la metodología analítica o de los límites del sistema", este es uno de los problemas de la Huella de carbono.

La herramienta NAI A 2.0 se basa en varias metodologías como son la PAS 2050 o las directrices elaboradas por el Panel Intergubernamental contra el Cambio Climático, (IPCC, 2006) para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Urdániz *et al.* (2008) explican el funcionamiento la herramienta.

Para la realización del balance energético se ha utilizado el balance a escala de granja, donde para cada explotación se estudia la distribución de la energía consumida y producida. La energía total consumida se divide en directa e indirecta. Por energía directa se entiende aquellos consumos relacionados con la movilidad y el transporte (gasolina, gasóleo), con la calefacción o refrigeración, con el consumo de agua, el consumo eléctrico... Por energía indirecta se entiende el uso de bienes estructurales ligados a la construcción de edificios y, principalmente de bienes de consumo que son intensivos en consumo de energía durante su producción (concentrados, forrajes, fertilizantes, semillas, pesticidas, maquinaria, edificios, productos veterinarios, plásticos, etc.).

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en las encuestas el programa empleado es el IBM SPSS STATISTICS versión 2.3 de 2015 en el que se ha utilizado un procedimiento ANOVA donde se comparan la ganadería (intensiva y ecológica) y el año que son valores fijos con variables dependientes y los resultados explican si existe significación estadística o no.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Emisiones de gases

No se encontraron diferencias estadísticas entre cada variable estudiada y el factor año, cada granja se mueve en rangos de emisiones muy similares durante los años cinco años del estudio.

Encontramos diferencias estadísticas en las variables estudiadas entre los dos tipos de ganaderías. El cuadro 2 muestra diferencias muy significativas estadísticamente ($p < 0.001$) en las emisiones netas que son mayores (un 169%) en la explotación intensiva (1) con una media de 632.52 frente a los 372,45 de la ecológica y una significación estadística en las emisiones totales en las que, de nuevo las emisiones de la granja intensiva (1) son mayores, un 186% con una media de 728.96, que la ecológica (2) con una media de 391,28.

Ganaderías	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	P significación
Emisiones totales	1	728,966	544,867	243,672	0,047
	2	391,282	12,688	5,674	
Secuestro	1	96,445	7,576	3,388	0,075
	2	18,825	4,047	1,81	
Emisiones netas	1	632,52	541,504	242,168	0,0001
	2	372,457	12,747	5,7	

Cuadro 2. Resultados de emisiones totales, netas y del secuestro de las granjas expresados en Kg CO₂-eq/ov/año.

Transformando las emisiones de GEI totales de las granjas en estudio a $\text{KgCO}_2\text{-eq/Kg}$ de Peso Vivo (PV) se comparan los datos con los de Ripoll-Bosch *et al.* (2011) que confiere a la ganadería intensiva un valor de $19,5 \text{ KgCO}_2\text{-eq/KgPV}$ frente a los $10,32 \text{ KgCO}_2\text{-eq/KgPV}$ de la ganadería intensiva (1) en estudio. Los datos para la ganadería ecológica del mismo autor son de $28,4 \text{ KgCO}_2\text{-eq/KgPV}$ frente a los $7,82 \text{ KgCO}_2\text{-eq/KgPV}$ de la ganadería ecológica (2) de este estudio. En ambos casos los valores de las ganaderías en estudio son inferiores.

También se han comparado las emisiones por toneladas (t) al año de CH_4 con las de Palacios *et al.* (2012), el valor medio obtenido para granjas intensivas es de $6,52 \text{ t/año}$ mientras que en la granja intensiva (1) de este estudio es superior a ambos casos con $9,76 \text{ t/año}$. Los valores medios obtenidos para las granjas ecológicas son de $4,74 \text{ t/año}$ y $10,43 \text{ t/año}$ frente a los $8,96 \text{ t/año}$ de la granja ecológica (2) estudiada. No se pueden comparar con los valores de N_2O y de CO_2 porque los autores recurren al sistema francés que solo estudia las emisiones directas.

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	p significación
Emisiones totales ganado 1	5	302,486	7,466	3,339	0,0001
Emisiones totales ganado 2	5	212,642	6,124	2,739	
Emisiones total suelo 1	5	44,414	1,202	0,537	0,0001
Emisiones total suelo 2	5	62,2	1,476	0,66	
Emisiones totales insumos 1	5	351,312	52,322	23,399	0,0001
Emisiones totales insumos 2	5	108,422	18,197	8,138	

Significación estadística cuando $p < 0,05$ y muy significativo cuando $p < 0,001$

Cuadro 3. Resultados de emisiones totales del ganado, suelo e insumos de las granjas, expresados en $\text{Kg CO}_2\text{-eq/ov/año}$

Se observan en cuadro 3 diferencias muy significativas estadísticamente ($p < 0,001$) en la producción de emisiones totales de los gases del ganado, los suelos y los insumos. Las emisiones son superiores en la granja intensiva (1) en cuanto a emisiones totales del ganado ($302,48$ vs $212,64$) y de los insumos ($351,31$ vs $108,42$) a las de la granja ecológica (2). Por otro lado las emisiones totales del suelo son mayores en la explotación ecológica (2) donde la media es de $62,2$ frente a los $44,41$ de la intensiva (1).

Los datos obtenidos en este estudio, para las emisiones totales del ganado en el caso de la granja intensiva (1), con una media de 302 MJ/ov , es menor al hallado por Palacios *et al.* (2014) para granjas intensivas, con una media de 472 MJ/ov . Lo mismo ocurre en el caso de las granjas ecológicas estudiadas por los autores anteriores cuya media es de 791 MJ/ov frente a los 212 MJ/ov de la ganadería ecológica (2).

Costes energéticos

En el cuadro 4 se observan las diferencias muy significativas estadísticamente ($p < 0,001$) de los consumos energéticos de las dos ganaderías en estudio. Los consumos de energía por oveja son mucho mayores en la granja intensiva (1) respecto a los consumos directos ($830,17 \text{ MJ/ov}$ vs $313,86 \text{ MJ/ov}$), los consumos indirectos ($9.684,52 \text{ MJ/ov}$ vs $2.918,48 \text{ MJ/ov}$) y consecuentemente los totales, que en la granja ecológica (2). La producción energética por oveja de los productos obtenidos en cada granja, es también estadísticamente diferente, en este caso la granja intensiva (1) produce un 348% más ($1.867,60 \text{ MJ/ov}$) que la granja ecológica ($536,39 \text{ MJ/ov}$).

Los datos obtenidos en este estudio, para el consumo energético directo en el caso de la granja intensiva (1)

es menor al hallado por Palacios *et al.* (2014) para granjas semiintensivas (1.141 MJ/ov) y mayor a las obtenidas para granjas intensivas (641 MJ/ov). La granja ecológica obtiene menores consumos de energía directa 313.86 MJ/ov que las obtenidas por el mismo autor en granjas ecológicas (450 MJ/ov). En lo que se refiere al consumo energético total, de nuevo es menor en la granja intensiva (1) (10.514 MJ/ov) y en la ecológica (3.232 MJ/ov) de este estudio que en las granjas semiintensivas (16.276MJ/ov) y ecológicas (5.293 MJ/ov) de los autores anteriores.

Ganadería	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	p Significación
E.total directa	1	830,178	77,238	34,542	0,0001
	2	313,869	62,767	28,07	
E.total indirecta	1	9.684,53	1662,385	743,441	0,0001
	2	2.918,49	172,959	77,35	
E.total	1	10.514,70	1.587,71	710,043	0,0001
	2	3.232,36	170,449	76,227	
E. Producida	1	1.867,61	149,094	66,677	0,0001
	2	536,392	105,521	47,19	

Significación estadística cuando $p < 0,05$ y muy significativo cuando $p < 0,001$

Cuadro 4. Resultados del gasto energético directo, indirecto, total y neto de las granjas, expresados en MJ/ov/año.

Bordet *et al.* 2010 estudian mediante la herramienta francesa Planete un grupo heterogéneo de explotaciones y expresan los resultados en megajulios por 1000 litros (MJ/1000L). Las granjas consideradas intensivas tienen una media de consumo energético de 11.156 MJ/1000l frente a los 28.324,97 MJ/1000L de la explotación intensiva (1) de este estudio. Es probable que esta disparidad se deba a que la media de ovejas en las granjas intensivas del es de 554 y la media de la granja intensiva (1) de este estudio es de casi el doble, 1.025,6 ovejas. También la producción de leche es muy diferente pues las granjas intensivas del sistema francés producen de media 136.295 litros y la granja intensiva (1) de este estudio 382.104, casi tres veces más.

Las granjas que entran dentro de un grupo más similar a la granja semiextensiva (2) poseen un consumo energético de 13.223 MJ/1000L y la granja semixensiva(2) de este estudio tiene un consumo energético de 59.042,43 MJ/1000L. De nuevo el resultado es muy superior en la granja ecológica (2) de este estudio. Si bien la producción de leche en este caso no varía mucho (87.653 litros de media de los autores vs 61.534 litros de media de la granja ecológica estudiada) el número de ovejas si es muy diferente pues para los autores anteriores la media es de 375 ovejas frente a las 1.066 ovejas de la granja ecológica (2), es decir, la producción de leche por oveja es mucho mayor en el primer caso.

CONCLUSIÓN

La repercusiones ambientales de la actividad productiva de las granjas de ovino de leche en las ganaderías del presente estudio, son mucho mayores en el caso de la granja intensiva que en la convencional, lo que permite aventurar que las granjas convencionales de producción intensiva deberán hacer esfuerzos importantes para reducir su impacto en el medio natural, tanto por las emisiones de gases de efecto invernadero como por los consumos energéticos derivados de la necesidad de insumos externos.

Para poder evaluar la importancia de estas emisiones de gases es interesante compararlas con las emisiones atribuidas por persona y año en España, por el banco mundial (2015) que corresponden a 5.800 KgCO₂-eq y con las emisiones de un vehículo normal que hace de media 10.000 kilómetros, que se establecen en 3.200 KgCO₂-eq /año y persona (ecologistas en acción, 2009).

Si se comparan estos datos con los de las granjas estudiadas se observa que la explotación intensiva (1) emite los mismos gases de efecto invernadero que una aldea de 112 personas al año y la granja ecológica (2) contribuye con el equivalente a una aldea de 72 personas. Si ahora se comparan con las emisiones de un vehículo las emisiones de la granja intensiva (1) emite los mismos GEI que 202 vehículos al año y la granja ecológica (2) emite el equivalente a 130 coches al año.

Si lo que se pretende es comparar las emisiones por oveja con las emisiones por español en el año 2015 el resultado sería de 9,16 ovejas por español para la granja intensiva (1) y de 15 ovejas por español para la granja ecológica (2).

Por último si se comparan las emisiones por oveja con las emisiones por vehículo se obtienen 5 ovejas por vehículo en el caso de la ganadería intensiva (1) y 8 ovejas por vehículo en el caso de la ganadería ecológica (2).

BIBLIOGRAFÍA

- Batalla, I., Knudsen, M. T., Mogensen, L., del Hierro, Ó., Pinto, M., & Hermansen, J. E. (2015). Carbon footprint of milk from sheep farming systems in northern Spain including soil carbon sequestration in grasslands. *Journal of Cleaner Production*, 104, 121-129.
- Bordet A-C., Bochu J-L., Trevisiol A. (2010). Références PLANETE 2010, Fiche 5- Production « Ovins et caprins lait ». .22p p .Toulouse : Solagro .
- Havlík, P., Schneider, U. A., Schmid, E., Böttcher, H., Fritz, S., Skalský, R., & Leduc, S. (2011). Global land-use implications of first and second generation biofuel targets. *Energy Policy*, 39(10), 5690-5702.
- IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Japan:IGES.
- MAGRAMA. (s.f.).Gases fluorados. Madrid, España. Recuperado de: http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/gases_fluorados.aspx
- MAGRAMA. (s.f.).Sección de huella de carbono y de compromisos de reducción. Madrid, España. Recuperado de: <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/Registro-Huella-Carbono.aspx>
- Palacios, C., Hidalgo, C., Álvarez, R., Rodríguez, P., Álvarez, S., Revilla, I. (2012). Comparison of environmental and economic indicators of organic and conventional sheep farms in milk production. In *Proceeding of the 2nd Organic Animal Husbandry Conference*. pp. 229/232. Hamburg/Trenthorst, Germany
- Palacios, C., Hidalgo, C., Revilla, I., Rodríguez, P., Álvarez, R., Sánchez, M., García, R.V., (2014). Explotación CL12-2014. In *incidencia sobre la calidad de los productos y el medio ambiente de los diferentes sistemas de ganaderías con pequeños rumiantes de aptitud lechera .Empleo de indicadores económicos, sociales y ambientales y tipificación final de sistemas*.
- Palacios, C., Álvarez, S., Hidalgo, C., Álvarez, R., Rodríguez, P., Revilla, I. (2014). Costes energéticos y huella de carbono de granjas de ovino de leche convencionales versus ecológicas. XI congreso de la SEAE "Agricultura ecológica familiar". pp.77/78. Vitoria
- Ripoll-Bosch, R., de Boer, I.J.M., Bernués, A., Vellinga, T. (2011). Emisiones de gases de efecto invernadero de la carne de cordero en España a lo largo de su ciclo de vida: una comparación de tres sistemas productivos". In *41 Jornadas de Estudio. XIV Jornadas sobre Producción Animal. AIDA.,, pp. 121-123. Zaragoza*.
- Urdániz, J.M.M., Salaberria, J.M. I., Miura, A.A., Tobalina, M.P., Cerezo, O.H., Martínez, P.S., Souville, C.I., Arretxe, L.N., Sánchez-Monge, E.I. & Ruíz, R. (2008). Diagnóstico de la sostenibilidad de sistemas agroganaderos. Incorporación de indicadores de carácter social y ambiental a programas de gestión técnico-económica. Memoria final. PROYECTO RTA2005-00174-C02.pp 80-102.

INFLUENCIA DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN EL ÉXITO DE PROGRAMAS DE COMPOSTAJE DESCENTRALIZADO PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS. ESTUDIO DE CASO EN SAKANA (NAVARRA)

Arizmendiarrrieta JS*, Plana R***, Isoa A*, Irigoyena I*

*Universidad Pública de Navarra (UPNA-NUP), Pamplona, Spain

**Organic Waste Management Consultancy, Barcelona, Spain

RESUMEN:

Las administraciones locales e instituciones deben gestionar los residuos orgánicos en origen evitando así su almacenamiento incontrolado y cumpliendo la legislación vigente. Así, muchos planes de prevención y gestión de residuos incorporan el fomento del compostaje descentralizado mediante políticas públicas y programas específicos. No obstante, en ocasiones, se actúa sin establecer criterios u objetivos previos lo que supone una inadecuada implantación de este sistema de gestión, imposibilitando la consecución de los objetivos de prevención y reducción, provocando una falta de optimización de los recursos utilizados.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la influencia de las políticas públicas en el éxito de los programas de compostaje descentralizado, como una opción real para la gestión diferenciada de la FORM de Sakana (Navarra) y por consiguiente, la reducción en peso de los residuos destinados a vertedero o incineración.

El estudio se ha realizado en los municipios rurales de Sakana, en donde se gestiona mediante compostaje la totalidad de los residuos orgánicos generados. Se parte de la hipótesis de que la obligatoriedad de la implantación del sistema genera un rechazo en la población y por consiguiente, la no consecución de los objetivos establecidos.

La presente investigación utiliza los instrumentos de la praxis para estudiar y extraer los resultados y conclusiones del trabajo.

Se constata la influencia de la obligatoriedad en la participación de la población en los programas de compostaje y del mismo modo, identifica y define las líneas de actuación para una correcta implantación del compostaje descentralizado en municipios y localidades similares.

Palabras clave: compostaje descentralizado, materia orgánica, programa de compostaje.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problemática de los residuos orgánicos y su gestión

Las administraciones locales e instituciones deben gestionar los residuos orgánicos en origen evitando así su almacenamiento incontrolado y posibles afecciones medioambientales y cumpliendo la legislación vigente.

En este sentido, en la gestión de la materia orgánica existe un consenso generalizado de que el tratamiento en origen de manera descentralizada es el sistema que mejor puede prevenir potenciales impactos ambientales (Zurbrügg et al., 2005), (Körner et al., 2008), (Adhikari et al., 2010) y (Andersen et al., 2012). Esta alternativa, entre otros beneficios, evita el almacenamiento incontrolado de la materia orgánica, el impacto ambiental y económico de su transporte, la producción de gases de efecto invernadero, etc.

Así, siguiendo las directrices de los programas y planes de gestión de residuos, las instituciones impulsan la implantación del compostaje descentralizado de la materia orgánica de los residuos sólidos urbanos mediante el desarrollo de programas de compostaje doméstico y comunitario. No obstante, en muchas ocasiones fomentan estas prácticas sin establecer criterios y objetivos previos, debido sobre todo a la falta de experiencia previa en este campo. Este hecho supone una inadecuada implantación del sistema, generando una serie de ineficacias como la no optimización de los recursos utilizados en forma de inversiones y materiales, la no consecución de los objetivos de prevención y reducción de residuos legalmente requeridos, la no obtención de un producto final del reciclaje de la materia orgánica en forma de compost de calidad, inadecuado diseño y ubicación de los puntos de compostaje, afecciones a los vecinos, etc. (Torras, 2013).

1.2. Políticas públicas en la gestión de residuos

Tradicionalmente la gestión de los residuos se ha considerado un problema ingenieril planteado desde un punto de vista basado únicamente en criterios de ingeniería, lo que ha motivado que la literatura de tipo tecnológico y ambiental sea muy amplia, mientras que la literatura de políticas públicas de residuos ha quedado mucho menos desarrollada (Goddand, 1995).

Así, en la literatura existente sobre políticas públicas de residuos no consta una única clasificación uniforme de los instrumentos que aplican las autoridades competentes sino que estas pueden clasificarse siguiendo distintos criterios (Vendung, 1998). De esta forma André y Cerdá (2005) clasifican las políticas públicas de residuos en 3 grupos:

- › Instrumentos económicos. Están basados en los principios de responsabilidad del productor y quien contamina paga. Son todos aquellos instrumentos encaminados a lograr los objetivos de optimización de la gestión de residuos a través de cauces económicos.
- › Instrumentos de mandato y control. Consiste en el establecimiento de normas y criterios legales de obligado cumplimiento para garantizar la práctica de acciones concretas.
- › Instrumentos formativos. Son aquellos cuyo objetivo es informar, formar y educar, junto con el fomento de la participación.

2. OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la influencia de las políticas públicas en el éxito de los programas de compostaje descentralizado, como una opción real para la gestión diferenciada de la FORM de Sakana (Navarra) y por consiguiente, la reducción en peso de los residuos destinados a vertedero o incineración.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Mancomunidad de Sakana

La Mancomunidad de Sakana (Sakanako Mankomunitatea) es la entidad local supramunicipal que agrupa a los municipios de los valles de Arakil, Burunda y Ergoiena. Los municipios mancomunados son: Ziordia, Olazti, Altsasu, Urdiain, Iturmendi, Bakaiku, Etxarri Aranatz, Arbizu, Lakuntza, Ergoiena, Arruazu, Uharte Arakil, Irañeta, Arakil e Irurtzun. Esta Mancomunidad participa en el Consorcio de Residuos Urbanos de Navarra.



Figura 1. Izquierda, distribución de los municipios en la Mancomunidad de Sakana. Derecha, ubicación de la mancomunidad en Navarra (Fuente: Mancomunidad de Sakana)

Esta mancomunidad es un ente administrativo de carácter público, con personalidad jurídica propia que, entre otras competencias, gestiona los residuos sólidos urbanos de todos los municipios asociados, servicio que abarca la recogida, gestión y tratamiento de los residuos sólidos urbanos, los residuos inertes y los residuos industriales no peligrosos.

3.2. Marco estratégico de la Mancomunidad de Sakana

El Plan Integrado de Gestión de Residuos de Navarra 2010-2020 (obsoleto), elaborado por la Dirección General de Medio Ambiente y Agua, establecía entre otros objetivos la recogida separada del 50% de los biorresiduos para el año 2020. El Plan 2010-2020 marca también que la materia orgánica debe recogerse de forma selectiva (o compostarse) con un nivel de impropios máximo del 10%. De esta forma, para conseguir ese objetivo, en el año 2013 la Mancomunidad comenzó con la implantación de un nuevo sistema de gestión con la intención de conseguir la máxima optimización de la recogida selectiva de residuos sólidos urbanos.

En lo que se refiere a la materia orgánica en este nuevo sistema se diferencian tres modelos diferentes:

- › Modelo basado en la recogida selectiva de residuos puerta a puerta (entre los que se encuentran los residuos orgánicos). Este modelo se complementa con el compostaje descentralizado (doméstico y comunitario) voluntario de la materia orgánica. Está implantado en los municipios más grandes de la Mancomunidad, excepto Altsasu e Iruztun.
- › En las localidades más pequeñas, es decir, hasta 400 habitantes, (Ziordia, Arruazu, Ihabar, Irañeta, Arakil, Ergoiena y Lizarragabengoa) la recogida selectiva se realiza mediante zonas de aportación. La materia orgánica se gestiona en su totalidad mediante el compostaje descentralizado. Este sistema, es el denominado modelo mixto y es el sistema objeto de estudio del presente trabajo

3.3. Esquema metodológico

3.3.1. Hipótesis

Se parte de la hipótesis de que la obligatoriedad de la implantación del sistema genera un rechazo en la población y por consiguiente, la no consecución de los objetivos establecidos.

3.3.2. Outputs de los procesos político-administrativos del sistema: servicios

En el caso de la gestión de residuos, el producto final de la política pública es la prestación de un servicio a los habitantes (Subirats et al, 2008), en este caso a los habitantes de Sakana. En lo que se refiere al compostaje descentralizado, este sistema comprende nuevos servicios tales como:

- › Campaña comunicativa: campañas de información, sensibilización, captación y formación. Antes y durante la implementación del nuevo sistema, se han llevado a cabo diferentes campañas ciudadanas con el objetivo de informar y sensibilizar a la población sobre el tema y a su vez, formar a la misma para la correcta utilización del mismo.
- › La asistencia y revisión de los procesos de compostaje doméstico o comunitario y del producto final. Se han realizado visitas técnicas de seguimiento donde se ha podido observar el estado del sistema/proceso de compostaje, tanto doméstico como comunitario. Durante el seguimiento se han registrado los datos necesarios para la caracterización del proceso y se han cuantificado y caracterizado los materiales aportados. También se ha analizado conforme a la legislación vigente el compost resultante de las zonas de compostaje comunitario.
- › Servicio de consulta y atención al clienteciudadano. Se han registrado las consultas quejas u otras incidencias durante el proceso de implantación y tras el mismo.

3.3.3. Evaluación del sistema: efectividad, eficacia y eficiencia

Para conocer el éxito o el fracaso de una política pública, es necesario realizar su evaluación. Así, en el presente trabajo se han estudiado los resultados obtenidos con este nuevo sistema en cuanto a eficacia y efectividad. Posteriormente, se ha realizado una comparativa con el modelo anterior.

- › Eficacia. Se ha comprobado si los resultados de recogida selectiva de la materia orgánica y reducción de la fracción resto han mejorado, y por consiguiente, se ha cumplido con lo exigido en la legislación vigente.
- › Efectividad. Se ha verificado si la población ha adaptado su conducta al nuevo sistema, y el impacto que ha tenido la política pública en dicho comportamiento, de forma que se hayan cumplido o no los objetivos de la Mancomunidad.

3.3.3.1. Participación en el programa de compostaje

Atendiendo a los objetivos del presente apartado, se ha realizado un diagnóstico de la situación mediante encuestas y entrevistas personalizadas con el objetivo de estudiar las actitudes de la población con respecto al programa de compostaje. El análisis se ha realizado en dos fases:

- › Análisis cualitativo mediante entrevistas en profundidad. Se han realizado entrevistas en profundidad con el objetivo de conocer costumbres, realidades, motivaciones, frenos y demás información en torno a la participación en el programa de compostaje. Las entrevistas se han realizado a un total de 25 personas.
- › Análisis cuantitativo mediante encuestas elaboradas a partir de la información obtenida en la primera fase. Se han realizado encuestas al 25% de los participantes en el programa (275 usuarios).

3.3.3.2. Recogida selectiva (o compostaje) de la materia orgánica

En los sistemas basados en la gestión de la materia orgánica mediante el compostaje descentralizado, uno de los indicadores para saber si el sistema es adecuado o no, es la cantidad de biorresiduos depositados en la fracción resto. De este modo, el sistema será más exitoso cuanto menor cantidad de materia orgánica sea depositada como residuo en la fracción resto.

Así, en el presente trabajo se ha estimado el volumen de biorresiduos gestionados mediante el compostaje descentralizado en cada uno de los pueblos. Para ello, se ha calculado el biorresiduo que debiera depositarse en los compostadores tomando como referencia que cada habitante genera 135kg de biorresiduo al año y, a continuación, se ha restado la cantidad de materia orgánica depositada y cuantificada en la fracción resto.

3.3.3.3. Caracterización de la fracción resto

El objetivo de la cuantificación y la caracterización de la fracción resto es conocer la cantidad y la composición media de los residuos de la fracción resto destinados a vertedero de los municipios que gestionan la materia orgánica mediante el compostaje descentralizado. Conociéndose tanto la cantidad (reducción) como la composición de esta fracción, y en especial el porcentaje de materia orgánica, se determina la efectividad del sistema. Se ha seguido la metodología de la norma UNE –EN 14899:2007.

3.3.3.4. Balance económico

Se ha realizado el balance económico del sistema de la Mancomunidad en su totalidad, no solamente el balance referente a los datos económicos del sistema mixto.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Seguimiento técnico. Proceso de compostaje, material gestionado y productos obtenidos

4.1.1. Compostaje doméstico

Se han realizado visitas técnicas de seguimiento al 77% de los compostadores domésticos del sistema mixto. En dichas visitas técnicas, entre otras acciones, se han resuelto dudas e incidencias, se ha dado soporte técnico en la aplicación del compost maduro, se han realizado pequeños cuestionarios para recopilar información sobre el proceso de compostaje, caracterización familiar, nivel de satisfacción, etc.

Se ha comprobado que prácticamente la totalidad de los usuarios aporta todo tipo de restos orgánicos al compostador (restos de comida crudos y cocinados, restos de jardín, etc.). Además, se ha detectado que el 23% de los usuarios tenían algún tipo de incidencia o anomalía en el proceso de compostaje (sequedad, aparición de olores, etc). Esto puede indicar que el hecho de realizar una única campaña de formación (mediante formaciones grupales) no es suficiente a la hora de implantar de forma masiva el compostaje doméstico. A su vez, mediante los cuestionarios, se ha confirmado que los usuarios necesitan y agradecen la visita técnica de seguimiento/asesoramiento.

4.1.2. Compostaje comunitario

Se han hecho visitas de seguimiento semanales a cada zona de compostaje comunitario en donde, se ha realizado el análisis general de la zona y del proceso de compostaje y al mismo tiempo, si la situación así lo requería, se han realizado las diferentes acciones de mantenimiento necesarias (volteo, riego, etc.).



Figura 2. Mantenimiento de la zona de compostaje comunitario. (Fuente: Elab. propia)

Se han detectado problemas de proceso en el 13% de las zonas comunitarias. Los problemas habituales observados son: velocidad de llenado excesiva, falta de humedad durante el proceso, presencia de impropios (5-6%) y presencia de dípteros. Estos problemas derivan de que es un hecho habitual que los usuarios hagan uso de los compostadores de las zonas comunitarias a modo de un contenedor de materia orgánica, es decir, no realizan las acciones de mantenimiento sino que solamente realizan la deposición de los restos orgánicos.

Debido a estos problemas de proceso, en ocasiones el material de estas zonas se ha llevado a la planta de transferencia de la Mancomunidad para finalizar el proceso en pila o montón (Fig 3).



Figura 3. Pila de compostaje. (Fuente: Elaboración propia)

El hecho de que en algunas zonas de compostaje, la población haga mal uso de las mismas indica que ha podido haber carencias en la formación, implantación o seguimiento del sistema.

4.1.3. Compost

El compost obtenido de las zonas de compostaje se reparte entre los usuarios del sistema. Por ello, se analizan todas las partidas de producto final siguiendo lo establecido en la normativa actual. En el 100% de los casos el compost obtenido era clase A, apto para su utilización en agricultura ecológica (RD 506/2013).



Figura 4. Reparto de compost. (Fuente: Elaboración propia)

4.2. Campañas y atención ciudadana

Al inicio del proyecto, es decir, antes de cambiar el sistema, se realizó durante dos meses una campaña de comunicación y participación. Ésta comprendía desde reuniones informativas hasta reuniones participativas para la toma de decisiones.

Durante el proceso, se realizaron como mínimo 2 dos reuniones por pueblo. En éstas, se exponían los datos de la gestión de residuos del momento, se daba a conocer el nuevo sistema y se explicaban las características y necesidades técnicas de l mismo.

En lo que se refiere a la gestión descentralizada de la materia orgánica, esto es, en las poblaciones en las que se había implementado el compostaje descentralizado con vía de gestión de la materia orgánica, se realizaron tantos talleres formativos de compostaje como fueron necesarios. A su vez, se decidió el modelo organizativo y en su caso, se formó más específicamente a los responsables de las zonas comunitarias.

Una vez finalizada esta campaña se han ido realizando año tras año acciones específicas de comunicación, sin ser estas acciones campañas de refuerzo. Además, se ha establecido una oficina de atención a los participantes que atiende entre tres y cinco consultas semanales la cual no tiene mucha actividad (3-5 consultas/semana).

4.3. Participación en el programa de compostaje

En el presente apartado se presenta un resumen de la participación (entendida la participación como uso del sistema) y de los factores que afectan a la conducta del compostaje en aquellos pueblos y localidades con el sistema mixto. Cabe recordar que los usuarios de este sistema podían elegir mediante que modo de compostaje

(doméstico o comunitario) iban a gestionar su materia orgánica. Así, un total de 1160 familias participa en el modelo mixto y tal y como se puede observar en la gráfica, el 44% de la población optó por realizar compostaje doméstico mientras que el 56% realiza compostaje comunitario.

A pesar de tratarse de un sistema "obligatorio" se ha considerado importante detectar y definir los perfiles de participación y las barreras y motivaciones de la población, ya que este hecho facilitará corregir y mejorar el sistema así como desarrollar futuras acciones sancionadoras.

Entre los principales motivos por los que los ciudadanos realizan compostaje se destacan: el cuidado del medio ambiente (24%), obligatoriedad del sistema (41%), la el civismo (12%) y otros motivos (23%).

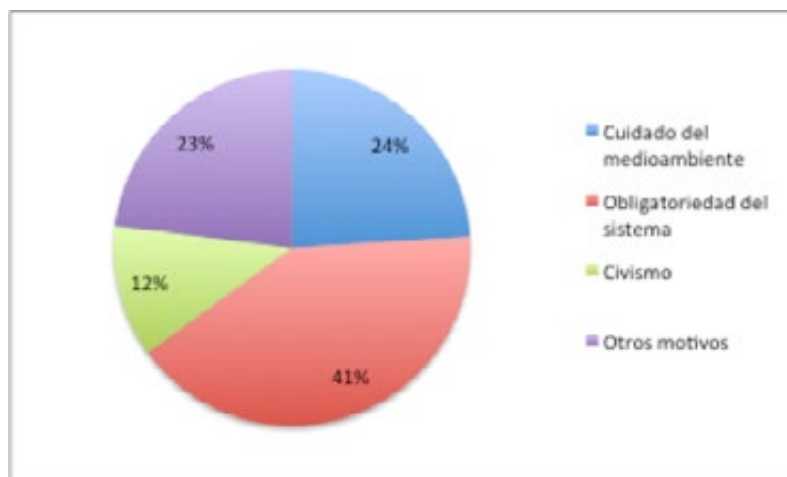


Figura 5. Motivaciones. (Fuente: Elaboración propia)

Entre la población contraria al sistema, se destacan las siguientes razones: imposición del nuevo sistema de gestión de la materia orgánica (34%), supone un gran esfuerzo (26%), falta de espacio en el hogar para otro cubo (19%), y otros motivos (21%).

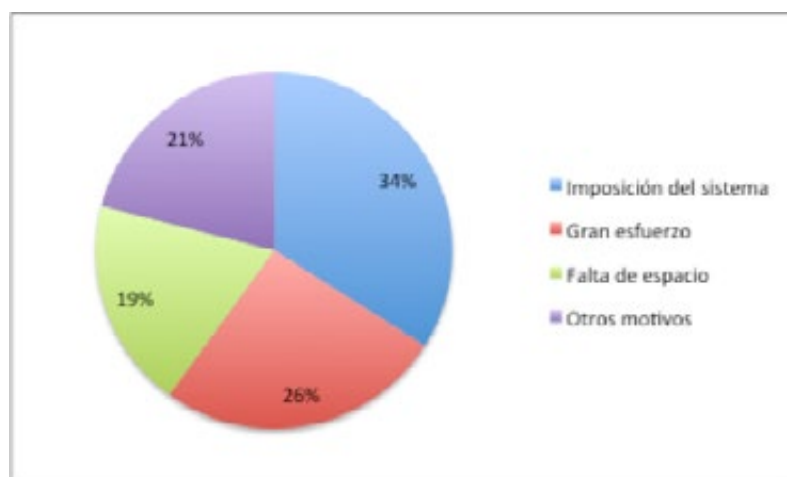


Figura 6. Barreras. (Fuente: Elaboración propia)

Cabe mencionar que en alguna localidad, debido a motivaciones ajenas al nuevo sistema, la población ha manifestado airadamente su descontento con la política de la Mancomunidad. Este hecho se ha gestionado realizando un mayor número de reuniones informativas y participativas.

4.4. Materia orgánica y fracción resto

4.4.1. Porcentaje de la fracción resto recogida

A continuación se presenta los porcentajes de la fracción resto a lo largo de los años para cada modelo:

Modelo	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
Puerta a Puerta	76,31%	27,00%	19,51%	21,30%
Mixto	76,31%	44,07%	38,33%	35,49%

Tabla 1. Porcentaje de la fracción resto destinada a vertedero. (Fuente: Mancomunidad de Sakana)

En el sistema mixto, a pesar de que debido al menor control en el aporte en comparación con el sistema puerta a puerta (en donde hay restricción horaria e identificación personal) los resultados deberían ser sensiblemente menores, en principio la proporción de la fracción resto debería acercarse a la obtenida en el modelo puerta a puerta. Así, aunque la fracción resto haya disminuido considerablemente con respecto al año 2012 (sistema anterior), es 1,7 veces mayor que la recogida en el sistema puerta a puerta.

Por ello, y debido a que el modelo mixto no ha logrado alcanzar su máxima potencialidad (en comparación con el sistema puerta a puerta), cabe suponer que no todos los residuos orgánicos se depositan en los compostadores (domésticos o comunitarios).

4.4.2. Caracterización de la fracción resto

Una vez caracterizados los residuos de la fracción resto de las localidades en donde se ha implantado el modelo mixto, se puede apreciar que únicamente el 42% de los residuos son recuperables, por lo que se puede intuir que el hecho de que el sistema no sea tan restrictivo, facilita a los usuarios realizar la separación de los residuos de una forma menos estricta. Atendiendo a la fracción orgánica, se observa que aparece en una proporción muy elevada (28%). No obstante, esta proporción es la habitual en comparación con los resultados obtenidos en localidades con un sistema de recogida similar (Gipuzkoako Hondakinen Kontsorzioa, 2015). Aun así, a pesar de ser un sistema basado en el compostaje, la gran cantidad de materia orgánica compostable encontrada en la fracción resto indica deficiencias en la implantación del sistema, tal y como se apuntaba en el epígrafe anterior.

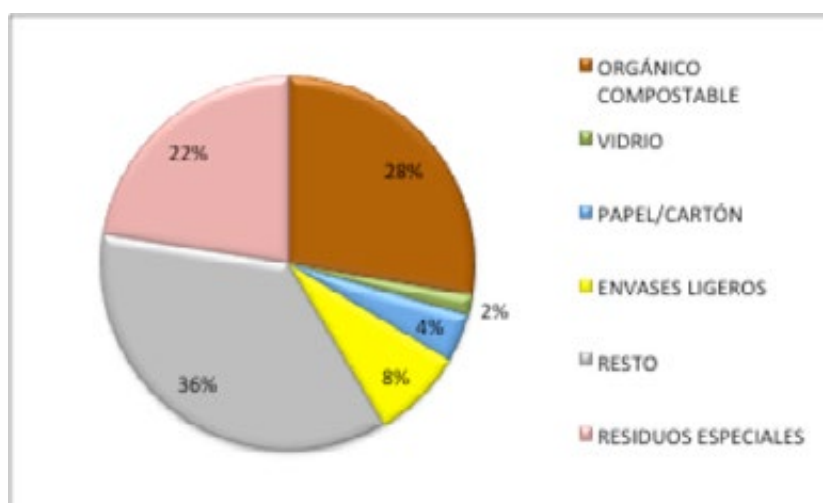


Figura 7. Caracterización de la fracción resto. (Fuente: Elaboración propia)

Si se observa la Figura 8 se puede apreciar que la mayor parte de los restos orgánicos detectados pertenecen a los subgrupos de restos de comida crudos y cocinados y otros restos de cocina (63%, 4% y 13%).

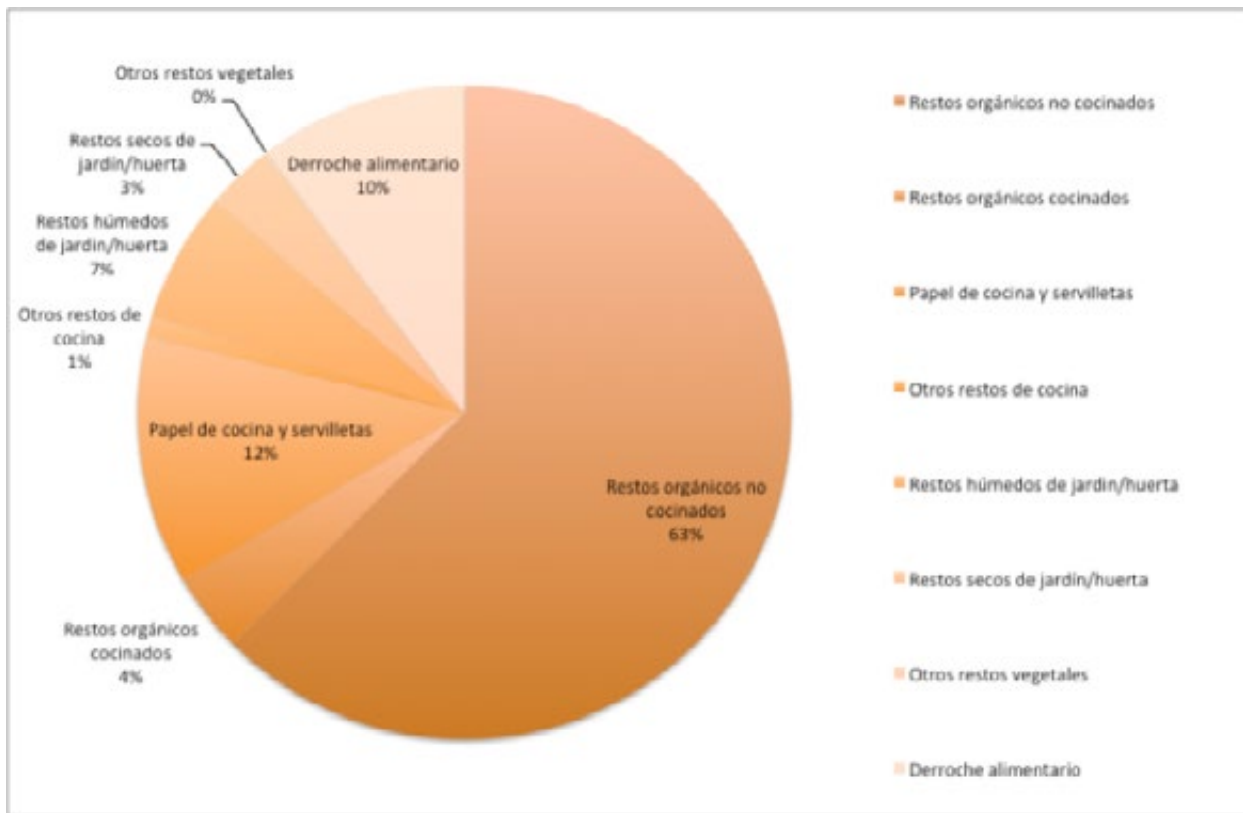


Figura 8. Residuos orgánicos. (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a la proporción que sí es verdaderamente fracción resto, prácticamente la mitad del residuo caracterizado son pañales (42%). Por otro lado, a pesar de que la mayoría de los municipios de los que procede el residuo caracterizado tienen un contenedor destinado a la recogida selectiva de ropa, gran parte de los textiles clasificados se encuentran en condiciones para poder ser reciclados.

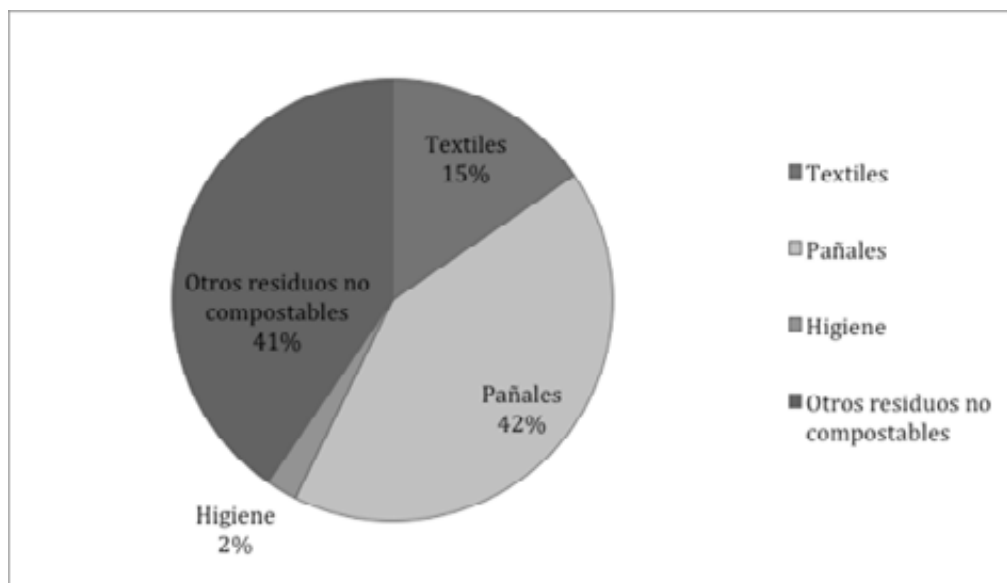


Figura 9. Resto. (Fuente: Elaboración propia)

4.4.3. Materia orgánica gestionada mediante el compostaje

Tomando como referencia que cada habitante de Sakana genera 480 kg de residuo al año (Garbitania, 2012), y que 135 kg son materia orgánica, se estima que la cantidad anual de materia orgánica destinada a vertedero junto con la fracción resto procedente de las localidades con el sistema mixto es de 180-190 toneladas.

Por otro lado, se preveía que mediante el compostaje se gestionase la totalidad de la materia orgánica generada en estos municipios, es decir, 320-340 toneladas anuales.

Por tanto, se puede concluir que en el sistema mixtos aproximadamente se está gestionando mediante el compostaje descentralizado el 55% de la materia orgánica, lo que supone el cumplimiento del objetivo establecido.

4.5. Balance económico

Actualmente la Mancomunidad no diferencia entre los diferentes sistemas ya que comparten servicios, personal etc. Por tanto, los costes de explotación como las entradas se contempla en su totalidad, esto es, como si fuese un único sistema. Por ello, no se puede valorar económicamente el sistema mixto de forma independiente. No obstante, atendiendo a la Tabla 2, se observa que con el modelo nuevo, el balance es positivo en comparación con el modelo anterior a pesar de que los costes de recogida sean mayores. Además, se estima indispensable el desarrollo del compostaje para que el balance mejore, ya que se reducirían los costes de gestión.

CONCEPTO	SISTEMA HASTA 2012 (€)	SISTEMA ACTUAL (€)
Servicio de recogida	-1.040.361,73	-1.514.200,38
Gestión	-542.053,56	-279.111,50
Entradas*	311.558,38	583.713,14
TOTAL	-1.270.856,91	-1.209.598,73
BALANCE	-----	61.258,18

*El nuevo modelo aumenta indirectamente los niveles de recogida selectiva de las fracciones papel/cartón y envases ligeros.

TABLA 2. Balance económico de explotación (Fuente: Mancomunidad de Sakana)

5. CONCLUSIONES

Se ha podido comprobar que el modelo mixto, logra recoger de forma selectiva algo más del 50% de los residuos orgánicos, pero la reducción de rechazo es mucho menor que en el sistema puerta a puerta, siendo del 30% aproximadamente.

Para la Mancomunidad el nuevo modelo es trascendental ya que se da una reducción global de los costes de gestión.

El hecho de no haber conseguido los niveles de eficacia y eficiencia esperados indica que la implementación de las políticas no se ha realizado adecuadamente.

El presente trabajo deja de manifiesto que es indispensable alcanzar un equilibrio entre la conveniencia de que la implantación de un sistema de tratamiento descentralizado de la materia orgánica sea de carácter obligatorio junto con una adecuada y completa información trasladada al ciudadano sobre las ventajas reales que este modelo supone.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Adhikari BK1, Trémier A, Martínez J, Barrington S. (2010). Home and community composting for on-site treatment of urban organic waste: perspective for Europe and Canada. *Waste Management & Research* 2011;28 (11), p. 1039 - p. 1053.
- Andersen, J.K., Boldrin, A., Christensen, T.H. y Scheutz C (2012). Home composting as an alternative treatment option for organic household waste in Denmark: An environmental assessment using life cycle assessment-modelling. . *Waste Management & Research*. 2012 Jan;32(1):p.31-p.40.
- André, J. And Cerdá, E. (2006). On the dynamics of recycling and natural resources. *Environmental and Resource Economics* 33(2), 199-221.
- Ansorena J. (2010). Compostaje de residuos de cocina y legislación europea. *Residuos No* 120:14-25.
- Bernache, G. (2011). El confinamiento de la basura urbana y la contaminación de las fuentes de agua en México. *Revista de El Colegio de San Luis*, vol. II, núm. 4, julio-diciembre, 2012, pp. 36-53.
- Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones (2015). Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular. COM(2015) 614 Final. Parlamento Europeo.
- De Feo, G.; De Gisi, S. Public opinion and awareness towards MSW and separate collection programmes: A sociological procedure for selecting areas and citizens with a low level of knowledge. *Waste Management & Research*. 2010, 30, 958-976.
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre residuos. *Diario Oficial*, núm. L 312 del 22.11.2008, p. 0003-0030. Comisión Europea.
- Elkano, A. (2014). Análisis del sistema de recogida de residuos en la Mancomunidad de Sakana: el modelo puerta a puerta. Universidad Complutense de Madrid.
- Ellen MacArthur Foundation (2015). *Growth within: a circular economy*
- *Vision for a competitive europe*. Sun. Volumen 1
- Ferrer, A. y Pérez, J. (2014). La generación de empleo en la gestión de la materia orgánica de residuos urbanos en el marco de la generalización de la recogida selectiva. Programa Operativo de Adaptabilidad y Empleo 2007-2013.
- Gallardo, A., Bovea, M.D., Colomer, F.J., Carlos, M. y Prades, M. (2009). Estudio de los modelos de recogida selectiva de residuos urbanos implantados en ciudades españolas. Análisis de su eficiencia. *Infoenviro*, 45, 67-74.
- Garbitania (2012). Plan de viabilidad técnico-económica para la recogida selectiva de residuos puerta a puerta de la Mancomunidad de Sakana. Usurbil, Gipuzkoa.
- Goddard, H.C. (1995). The benefits and cost of alternative solid waste management policies. *Resources, Conservation and Recycling*, 13, 183-213.
- Jesson, J.K., Pocock, R.L. Stone, I. (2014) *Barriers to Recycling: A review of evidence since 2008*, M-E-L Research, Birmingham. A report for WRAP.
- Körner, I., Saborit-Sánchez, I. y Aguilera-Corrales, Y. Proposal for the integration of decentralised composting of the organic fraction of municipal solid waste into the waste management system of Cuba. *Waste Management & Research*. 2008;28(1): p.64-p.72.
- Ley 22/2011, del 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. (2011) BOE, núm. 181 (29.07.2011).
- PEMAR (2015) Plan Estatal en el Marco de la Gestión de Residuos 2016 – 2022. BOE núm. 297 de 12 de Diciembre de 2015.
- Rodríguez, A. Ruiz, M., Rueda S., (2013). Gestión de biorresiduos de competencia municipal. Guía para la implantación de la recogida separada y tratamiento de la fracción orgánica. Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. 355 pp.
- Subirats, J., Knoepfel, P., Larrue, C. And Varone, F. (2008). Análisis y gestión de políticas públicas. Barcelona: Ariel, Ciencias Sociales.
- Torras, A. (2013). Situación del compostaje doméstico y comunitario en el Estado Español 2012. Red Estatal de Entidades Locales por el Compostaje Doméstico y Comunitario. Madrid. 343 pp.
- Vedung, E. (1998). Policy instruments: typologies and theories en Bemelmans-Videc, M.L.

CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS

CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA DE FINCAS DE SECANO CON CULTIVO DE OLIVO Y ALMENDRO CON MANEJOS DIFERENCIADOS

Landete-Tormo MB*, Matas AJ*, Ruíz-Sinoga JD***, Quesada MA*

*Dpto Biología Vegetal, Univ Málaga, Campus Teatinos s/n, E-29071, Málaga

***Dpto Geografía, Universidad de Málaga. quefe@uma.es

RESUMEN:

Se está realizando una caracterización funcional de fincas con olivos y almendros en cultivo de secano y sometidas a distintos manejos en la provincia de Málaga. En concreto, los manejos que hemos identificado son: convencional intensivo y ligero, ecológico y, por último como referente, una finca sin manejo durante 18 años y con una mínima intervención los dos últimos, centrada en cosechar. Las fincas se encuentran adyacentes y los recursos que están siendo analizados son diversidad y suelo.

Se pretende identificar elementos/especies presentes en las fincas cuyo papel funcional las convierta en candidatas en las condiciones ambientales y orográficas de la zona para ser empleadas como cultivos de cobertera o para restauración.

El trabajo se ha desarrollado entre los meses de mayo y julio con la intención de completar un ciclo anual que incluya el periodo húmedo típico del clima mediterráneo. Con respecto al suelo, se ha procedido al análisis de la textura, características físico-químicas, materia orgánica e infiltración, entre otras variables.

A nivel de diversidad hemos identificado un par de especies silvestres que actualmente predominan en la parcela con mínimo manejo y que están segregadas espacialmente. Estas especies pueden jugar un papel importante a nivel de servicios ecosistémicos, especialmente a nivel nutricional, de mejora de suelos y control de la erosión.

En lo que se refiere a las plantas cultivadas, las hojas de olivo y almendro presentan valores de conductancia estomática distintos a pesar de compartir las condiciones ambientales de suelo, humedad y temperatura. A nivel de fluorescencia foliar, el ciclo diario es similar aunque existen ligeras diferencias en los rendimientos.

Palabras clave: almendro, caracterización funcional, diversidad, olivo, secano, suelo.

COMO LA DESIGUALDAD DE INGRESOS ESTÁ AFECTANDO NEGATIVAMENTE EN CRECIMIENTO DEL PIB EN LOS EEUU

Neira-Cervera M*

*Concordia University Irvine (CUI), Global Mind Technologies. martinonc@hotmail.com

RESUMEN:

El actual sistema económico aplicado en las sociedades occidentales está en crisis. Ha estado en crisis desde el momento en que, ciertos economistas hicieron creer a la sociedad que "crecimiento económico" y "crecimiento del PIB" eran sinónimos. Sin embargo, la realidad ha sido diferente y crecimiento del PIB y desigualdad mostraron similares patrones de crecimiento. Aunque este artículo es muy consciente de las nuevas tendencias que reclaman a gritos un cambio completo en el paradigma económico, las políticas que se explicarán se mantiene dentro de los límites del sistema económico ortodoxo.

Este trabajo se centra en la desigualdad de ingresos ampliamente extendido de los Estados Unidos de América, utilizando el coeficiente de Gini como indicador de dicha desigualdad. Sobre la base de algunas de las políticas del que fue candidato Presidencial, Bernie Sanders a primeros de 2016 propuestas en su plan presidencial, se presenta un cambio en la política fiscal y un aumento en el salario mínimo con el fin de reducir esta desigualdad entre la sociedad americana. Teniendo en cuenta la idea preestablecida de una desigualdad en el ingreso óptimo, este artículo muestra cómo una reducción de la desigualdad de ingresos podría, de hecho, dar lugar a un mayor crecimiento del PIB. Esto podría ser un primer paso para resolver la dicotomía entre el gasto social y el crecimiento del PIB, que está tan presente en algunos economistas. Igualmente influiría en el potencial desarrollo de un modelo alimentario agroecológico.

Palabras clave: Coeficiente Gini, desigual ingreso, rango crecimiento del PIB, rango PIB óptimo.

SELECCIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA ECOLÓXICA VS. AGRICULTURA CONVENCIONAL

Villar O, Carral E, Rodríguez T

Escola Politécnica Superior (EPS) Lugo. Campus Terra. Universidade de Santiago de Compostela (USC). teresa.rodriguez@usc.es

RESUMEN:

Sobre a biodiversidade edáfica recae o correcto funcionamento dos sistemas agrícolas xa que regula procesos como a descomposición da materia orgánica, liberación e ciclo de nutrientes, supresión de patóxenos do solo mediante antagonismo, alteración da estrutura do solo ou interacción directa coas plantas (mutualismo, comensalismo, competición ou patoxénese) e a persistencia dos mesmos depende do mantemento da diversidade biolóxica.

A diversidade edáfica constitúe a base para obter un solo san, sobre o cal sustentar o cultivo. As actividades que exercen os organismos edáficos forman parte do conxunto de actividades e sucesos que ocorren no ecosistema edáfico, por tanto é prioritaria a súa conservación. As actividades e a fisioloxía dos solos ante unha variación do medio ou a súa resposta e capacidade de reacción ante perturbacións depende das diferentes especies que viven nel, polo que a riqueza do solo está na súa diversidade. Para avaliar os danos derivados das distintas prácticas agrícolas no agroecosistema, podemos empregar á fauna edáfica como bioindicadora da calidade dos solos.

Para isto o que se fixo foi comparar sistemas de cultivo en ecolóxico fronte a sistemas convencionais co fin de acadar indicadores de sustentabilidade.

Os resultados obtidos amosan que hai diferenzas entre ámbolos dous sistemas.

Palabras clave: agroecosistema, biodiversidade edáfica, ecosistema, solo.

LAS LEGUMBRES: SEMILLAS NUTRITIVAS Y ECOLÓGICAS PARA EL FUTURO SOSTENIBLE

Zornoza J, García MD, Raigón MD

Dpto Química. Universitat Politècnica de València (UPV). Escola Tècnica Superior Ingenieria Agronómica y Medi Natural (ETSIAMN). Cami de Vera, s/n. E-46021 Valencia.

juazorhe@etsmre.upv.es; magarma8@qim.upv.es; mdraigon@qim.upv.es

RESUMEN:

En su 68º período de sesiones, la Asamblea General de las Naciones Unidas ha declarado oficialmente el año 2016 como "Año Internacional de las Legumbres", y se ha designado a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura que facilite la celebración del Año en colaboración con los gobiernos, las organizaciones adecuadas, las organizaciones no gubernamentales y las demás instancias oportunas. Por legumbres se entiende las semillas secas de plantas leguminosas y en algunas zonas son conocidas también por el término leguminosas. Dentro de esta familia existe un amplio grupo de semillas comestibles constituyendo uno de los recursos alimentarios más importantes para la alimentación del presente y del futuro de todo el planeta. Las leguminosas han sido una parte esencial de la dieta del ser humano durante siglos y, también, un componente destacado en la dieta mediterránea. Nutricionalmente, las semillas de las leguminosas presentan una alta variabilidad, en función de la especie y de la variedad, pero también del sistema de producción (ecológico o convencional). Se pueden dividir en dos grupos, un grupo formado por soja, cacahuete, altramuç, etc. cuya energía es almacenada en forma de lípidos y un segundo grupo y más mayoritario, en el que la energía se deposita en forma de hidratos de carbono (entre un 30 y un 60%), destacando en este grupo las judías, garbanzos, lentejas, etc. La ingesta de legumbres es importante para la dieta, pero es mucho más importante que el consumo se realice de legumbres de producción ecológica, por las repercusiones medioambientales y por la mayor densidad nutritiva existente en estos granos.

Palabras clave: cacahuete, judía, lenteja, minerales, proteínas.

INTRODUCCIÓN

En su 68º período de sesiones, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró oficialmente el año 2016 como "Año Internacional de las Legumbres" (AIL 2016) (figura 1), y se ha designado a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) que facilite la celebración del Año en colaboración con los gobiernos, las administraciones, las organizaciones no gubernamentales y las demás instancias oportunas (<http://www.fao.org/pulses-2016/communications-toolkit/download-iys-logo/es/>).



Figura 1. Logotipo del Año Internacional de las Legumbres.

Por legumbres se entiende las semillas secas de plantas leguminosas y en algunas zonas son conocidas también por el término leguminosas. Dentro de esta familia existe un amplio grupo de semillas comestibles constituyendo uno de los recursos alimentarios más importantes para la alimentación del presente y del futuro de todo el planeta (Iqbal *et al.*, 2006).

El AIL 2016 pretende sensibilizar a la opinión pública sobre las ventajas nutricionales de las legumbres como parte de una producción de alimentos sostenibles encaminados a lograr la seguridad alimentaria y la nutrición. Haciendo incidencia en el fomento de las conexiones a lo largo de toda la cadena alimentaria para aprovechar mejor las proteínas derivadas de las legumbres, incrementar la producción mundial de legumbres, utilizar de manera más apropiada la rotación de cultivos y hacer frente a los retos que existen en incrementar el consumo de legumbres.

Con ello, los objetivos específicos del AIL 2016 son:

- Concienciar sobre el importante papel de las legumbres en la producción sostenible de alimentos y en las dietas saludables, y su contribución a la seguridad alimentaria y nutricional.
- Promover el valor y la utilización de las legumbres en el sistema alimentario, sus beneficios para la fertilidad del suelo y para combatir el cambio climático y la malnutrición y desnutrición.
- Alentar las conexiones a lo largo de la cadena alimentaria para una mayor producción de legumbres, fomentar la investigación y la mejor utilización de la rotación de cultivos, y hacer frente a los retos comerciales de estas semillas.

Existe una amplia diversidad genética en la familia de las leguminosas, tanto por el número de especies, como por el número de variedades dentro de cada especie, como por ejemplo y por orden alfabético, alfalfa, algarroba, almortas, altramuz (lupino o chochos), alubia (judía, habichuela, poroto o frijol), cacahuete (maní), carilla, guisante (chícharo o arveja), garbanzo, haba, lentejas, soja, titarro, trébol, veza, yeros, etc. entre las conocidas y comunes en la cuenca mediterránea, pero otras menos conocidas y presentes en el continente americano como canavalia (*Canavalia ensiformis*), dólico (*Lablab purpureus*), cajan (*Cajanus cajan* L.) o mucuna (*Stizolobium niveum*), aprovechables tanto por sus granos como por sus forrajes.

Desde el punto de vista botánico esta familia es importantísima por su aportación a la biodiversidad cultivada y espontánea del planeta (Gallardo *et al.*, 2008). Algunas de las especies, morfológicamente son arbóreas, como el algarrobo (*Ceratonia siliqua*), otras son arbustivas como el guaje (*Leucaena leucocephala*) y la gran mayoría son herbáceas, incluso algunas se emplean como ornamentales como las acacias (Trigo y García, 1990). La familia Leguminosas (Leguminosae), también conocida como Fabáceas (Fabaceae), es una familia tremendamente amplia, con 700 géneros y unas 17.000 especies, y mucha variabilidad entre las especies. Las leguminosas herbáceas podrían dividirse, en función de su utilización agrícola, en leguminosas de grano, leguminosas hortícolas, leguminosas forrajeras, y leguminosas pascícolas. El término legumbre se reserva para las que se cosechan y se consumen en grano seco, mientras que las de consumo verde como habas, judía verde, o guisantes, se clasifican como hortalizas.

Las legumbres son cultivos leguminosos anuales principalmente utilizados por el aprovechamiento de sus semillas o grano seco, aunque en algunos casos también se pueden consumir sus cosechas en verde, tanto para consumo humano, como para el consumo animal, empleándose en este caso también, como pasto o forraje para el ganado.

Las legumbres o granos secos presentan una alta diversidad de tamaños, formas y colores (figura 1).

Las semillas se encuentran en el interior de una vaina que deriva de un ovario compuesto por un solo carpelo, que se abre longitudinalmente en la madurez en dos valvas, lo que indica que su dehiscencia ocurre por la nervadura media y por la unión carpelar. No obstante, existe una inmensa variedad de formas y tamaños de frutos, existiendo especies con frutos con tendencia a la indehiscencia, como el del algarrobo (figura 2). Uno de los frutos más notables es el del cacahuete, ya que las flores, tras la polinización, se hunden en el suelo y el fruto (una legumbre indehiscente) se desarrolla subterráneamente. El número de semillas en las vainas es variable, oscilando entre 1 y 25 granos, en el interior de una vaina.



Figura 1. Diversidad de granos en las leguminosas.



Figura 2. Fruto indehiscente (derecha) de algarroba y dehiscente (izquierda) de variedad local de judía.

Desde el punto de vista nutricional, la importancia de las legumbres recae en que son la principal fuente de proteína de origen vegetal, aunque también son fuente de glúcidos o carbohidratos complejos, fibra, minerales, etc. Lo que influye en grandes beneficios para la salud humana. Pero también destaca la presencia de numerosos compuestos con actividad biológica que se utilizan en algunas industrias, como la farmacéutica (Van Wyk y Albrecht, 2008). Entre los factores negativos destaca la presencia de factores antinutritivos que influyen en la digestibilidad de la proteica y de los carbohidratos y en algunos casos pueden llegar a ser tóxicos o causar flatulencias, aunque en pequeñas cantidades, pueden ser también muy beneficiosos para la salud en la prevención de enfermedades como cáncer, enfermedades coronarias, etc. (Duranti, 2006).

Además, otra de las valías de las legumbres son sus ventajas medioambientales, siendo un cultivo estratégico en el diseño de sistemas de agricultura ecológica. Estas propiedades se deben a varias cuestiones, en primer lugar, las leguminosas presentan la singularidad de fijar el nitrógeno atmosférico en nódulos situados en sus raíces en simbiosis muy específica con la bacteria *Rhizobium*, lo que contribuye a aumentar la fertilidad del suelo en nitrógeno, sin la aplicación de fertilizantes químicos de síntesis, incrementando la fracción de la

materia orgánica en el suelo, y en consecuencia la mejora de su estructura, la disminución de la contaminación de los suelos y de las aguas subterráneas, por disminución de la lixiviación de nitratos principalmente. Así, las legumbres contribuyen a la salud de los suelos y a la mitigación de los efectos del cambio climático mediante sus propiedades de fijación del nitrógeno, siendo adecuadas para la recuperación de suelos erosionados y/o degradados. La mayor parte de las leguminosas de grano tienen una gran capacidad de adaptación a las diversas condiciones de clima y suelo (Zahran, 1999).

Por todo ello, las ventajas de estas plantas leguminosas son globales, contribuyendo a la calidad de vida, no sólo como alimento altamente nutricional, sino por sus aportaciones al medioambiente, al incremento de la biodiversidad y a la mejora del paisaje agrario.

OBJETIVOS

El principal objetivo del presente trabajo es poner en valor el poder nutricional de algunas semillas de leguminosas grano, para la alimentación humana, principalmente en proteína, y minerales como fósforo, potasio, hierro y calcio, destacando las diferencias existentes en la composición cuando las semillas provienen de cultivos de agricultura ecológica y convencional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los cultivos se han realizado en diferentes campañas agrícolas en parcelas ecológicas y convencionales de l'Horta de Nord de Valencia (España). Los parámetros estudiados en los granos de las diferentes especies han sido, el contenido en proteínas, el contenido mineral en potasio, calcio, hierro y fósforo, y en algunos casos el contenido en fibra. Se han empleado métodos oficiales de análisis (AOAC, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las leguminosas han sido una parte esencial de la dieta del ser humano durante siglos y, también, un componente destacado en la dieta mediterránea. En general, las semillas de las leguminosas, desde un punto de vista nutricional, se pueden dividir en dos grupos, un grupo formado por soja, cacahuete, altramuza, etc. cuya energía es almacenada en forma de lípidos y un segundo grupo y más mayoritario, en el que la energía se deposita en forma de hidratos de carbono (entre un 30 y un 60%), destacando en este grupo las judías, garbanzos, lentejas, etc. La mayor parte de los glúcidos presentes en las legumbres son complejos y por tanto de absorción lenta y bajo índice glucémico, que ayudan a controlar los niveles de glucosa en sangre y pueden ser muy útiles para los diabéticos. Excepto las legumbres del primer grupo, el resto contienen muy poca grasa (2-5%), por lo que el aporte calórico es bajo, aproximadamente unas 300 kcal por 100 g de la legumbre cruda o unas 100-150 kcal por cada 100 g cuando la legumbre está cocinada, además no aporta colesterol.

Pero la característica nutricional y que abarca a los dos grupos es que principalmente son fuente de proteína (Gatel, 1992), siendo esta proteína de composición variable, en función de las especies y las variedades, y no aporta gluten. El contenido en proteína puede variar entre el 20 y el 40%, con una fracción en aminoácidos esenciales muy importante, pero deficitario en aminoácidos esenciales ricos en azufre como metionina, cistina y cisteína. Por ello, la mezcla de cereales y legumbres proporciona proteínas con cantidades adecuadas de aminoácidos esenciales (Iqbal et al., 2006), dando lugar a proteína de alto valor biológico y de origen vegetal.

Las leguminosas también aportan fibra (12-25%) que ayuda en el control de los niveles de colesterol y de glucosa en sangre y en prevenir el estreñimiento. El alto contenido de fibra presenta un efecto saciante que ayuda en los regímenes nutricionales especiales.

También presentan niveles de vitaminas pertenecientes al grupo B, minerales, como potasio, fósforo, magnesio, zinc y, en especial, hierro y calcio. Y componentes fitoquímicos, entre los que destacan los fitoesteroles, compuestos con capacidad para modular el desarrollo de ciertos tipos de cáncer y evitar la absorción de colesterol (Anderson et al., 1999). Los fitoesteroles comprenden compuestos fenólicos tales como los flavonoides, a los

cuales se le atribuyen propiedades antioxidantes y como fitoestrógenos, destacando las isoflavonas. Su relación con la disminución del riesgo de desarrollar ciertas enfermedades tales como cáncer pancreático, cáncer de mama y de colon, enfermedades coronarias e inflamaciones, se ha relacionado en gran parte, con la actividad antioxidante atribuida a los compuestos fenólicos presentes (Mazur *et al.*, 1998).

Por todos estos aspectos beneficiosos, se recomienda que la dieta incluya unas dos o tres raciones de legumbres a la semana, es decir unos 160-240 g por semana, lo que equivale entre 150 y 200 g de legumbres ya cocinadas por ración.

Aparte de las ventajas que tienen las leguminosas, hay que destacar que su consumo se ve limitado por ciertos factores tales como las molestias gastrointestinales que ciertas personas sufren cuando las consumen, que se atribuyen a la falta de enzimas requeridas para digerir los polisacáridos, lo que provoca que cuando llegan al intestino grueso son hidrolizados por enzimas bacterianas produciendo dióxido de carbono, hidrógeno y otros gases. El completo aprovechamiento de las leguminosas también es afectado por la presencia de los factores antinutricionales, aunque los tratamientos térmicos usuales a los que son sometidas las leguminosas para ablandar su textura y poder así ser consumidas, también eliminan o disminuyen los factores antinutricionales e incrementan su valor nutricional, digestibilidad de proteínas y de almidones. Otros métodos, como la germinación de las semillas de leguminosas, reducen los componentes antinutricionales y aumentan los niveles fitoquímicos presentes en estas semillas.

Desde el punto de vista de la composición nutricional, las legumbres presentan una alta variabilidad en función de la especie y de la variedad, pero también del sistema de producción (ecológico o convencional), siendo el sistema de producción ecológica el responsable de la influencia del mayor contenido principalmente en minerales.

Legumbre	Elemento	Composición ecológica	Composición convencional	Variación (Δ) a favor
Judía	Proteína (g)	26,8	25,3	5,6%
Lenteja	Proteína (g)	19,2	18,8	2,1%
Cacahuete	Proteína (g)	24,0	22,0	8,3%

Cuadro 1. Composición en proteína (por 100 g de porción comestible) de grano de leguminosa de producción ecológica y convencional.

El cuadro 1 muestra los niveles de proteína presentes en los tres tipos de legumbres; judía blanca arriñonada, lenteja castellana y cacahuete. Entre las tres se observa que la de mayor contenido en proteína es la judía, seguida del cacahuete, siendo en los tres casos valores de proteína altos, con porcentajes de proteína similares a los de alimentos de origen ganadero. En la comparación de contenidos entre los de producción ecológica y convencional se observa que las mayores diferencias se alcanzan con el cacahuete, lo que demuestra la rusticidad de esta planta y con ello la mejor adaptación a las condiciones de cultivo ecológicas. Así se observa que con el consumo de 100 g de cacahuete ecológico se alcanza un 8,3% más de proteína que si el consumo fuese de cacahuete convencional. Diferencias que son de un 2,1% si la legumbre es lenteja y de un 5,6% si se trata de judía.

Las personas necesitamos diariamente una cantidad mínima de proteína, constituida por los aminoácidos esenciales, que puede ser aportada bien por la carne, bien por los vegetales. Pero la ingesta de carne, sobre todo la ingesta excesiva, puede dar origen a enfermedades metabólicas porque las proteínas pueden acabar formando un exceso de ácido úrico y sus derivados (Vicent, 2007).

Otros valores nutricionales altamente interesantes en las legumbres son los minerales que alcanzan los granos. El cuadro 2 muestra las concentraciones de cuatro elementos minerales (fósforo, potasio, hierro y calcio)

de las tres leguminosas y el incremento a favor que se alcanza cuando se trata de legumbres de producción ecológica. En los tres casos, el mineral más importante es el potasio, proporcionando un 6% más cuando se consumen judías ecológicas, frente a las convencionales, un 8% en el caso de la lenteja y un 11% en el caso del cacahuete. Le sigue en importancia de composición mineral el fósforo, seguido del calcio y en última instancia del hierro, que se trata de un oligoelemento, y por tanto de concentraciones bajas en el alimento. Al igual que ocurre con el potasio, en todos los casos se observa un mayor incremento cuando los granos proceden de producción ecológica, con incrementos variables, en función del elemento mineral.

Legumbre	Elemento	Composición ecológica	Composición convencional	Variación (Δ) a favor
Judía	Fósforo (mg)	567	427	25%
	Potasio (mg)	2242	2119	6%
	Hierro (mg)	5,8	4,7	17,5%
	Calcio (mg)	188	183	4,3%
Lenteja	Fósforo (mg)	392	390	2%
	Potasio (mg)	872	804	8%
	Hierro (mg)	2,8	1,6	42%
	Calcio (mg)	23,7	22,9	3%
Cacahuete	Fósforo (mg)	523	485	7%
	Potasio (mg)	627	559	11%
	Hierro (mg)	1,12	1,11	1%
	Calcio (mg)	110	79	28%

Cuadro 2. Composición nutritiva mineral (por 100 g de porción comestible) de grano de leguminosa de producción ecológica y convencional.

Para el caso de la lenteja, la figura 3 muestra los niveles de fibra que presentan las lentejas de producción ecológica y las de producción no ecológica. Se observa que el contenido en fibra total de la lenteja ecológica es un 15,29% frente a los 14,75 de la lenteja de producción no ecológica lo que supone un 3,5% más de fibra en las lentejas obtenidas por métodos ecológicos.

El mayor contenido en fibra de las lentejas ecológicas repercute en diferentes efectos sobre la salud, por un lado, la fibra soluble de las lentejas ayuda a eliminar el colesterol, ya que se une al mismo, reduciendo los niveles de colesterol en la sangre. Esta fibra soluble de las lentejas tiene la capacidad de atrapar a los carbohidratos, lo que a su vez retrasa la digestión y la absorción de los mismos, ayudando a evitar grandes oscilaciones en los niveles de azúcar en la sangre durante todo el día, por lo que es un buen alimento para diabéticos. Por otro lado, la fibra insoluble de las lentejas provoca un aumento en el tamaño de las heces, lo que acelera el tránsito de los productos de desecho a través del intestino. Esto significa que son ideales para ayudar a aliviar el estreñimiento. Ya que la fibra insoluble es indigesta y pasa a través del intestino casi intacta, proporciona pocas calorías. Además, se ha descubierto que el consumo de fibra dietética, particularmente la fibra contenida en las lentejas, reduce el riesgo a contraer enfermedades cardíacas coronarias.

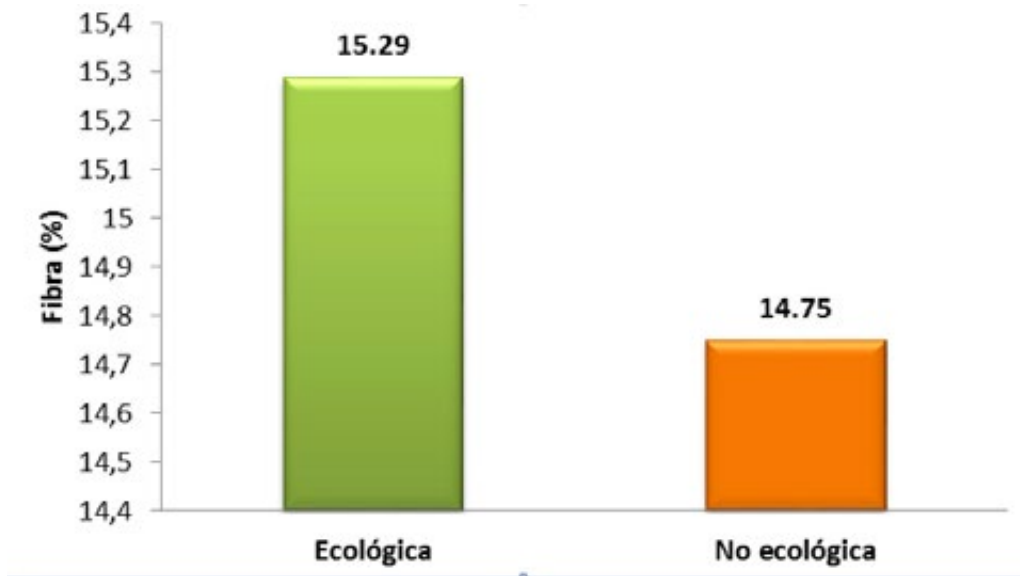


Figura 3. Niveles de fibra (%) en las lentejas en función del tipo de producción (ecológica y no ecológica).

Al estudiar el contenido en grasa presente en las lentejas de producción ecológica y no ecológica (figura 4) se observa que los valores en general de este nutriente son bajos, aunque las lentejas de producción no ecológica presentan un 78% más de grasa, además con una marcada diferencia en la concentración de ácidos grasos esenciales, en concreto del linolénico (imprescindible para el organismo y que éste no tiene capacidad de sintetizarlo y por ello debe proceder de la alimentación). La figura 5 muestra respecto al total de ácidos grasos la fracción mayoritaria para el caso de las lentejas. En concreto el contenido en linolénico en la grasa de la lenteja de producción ecológica es un 3% superior a la concentración que presenta la grasa de la lenteja no ecológica. Por otro lado, las lentejas son un alimento sin colesterol y por lo tanto, su consumo ayuda a mantener bajo el colesterol, siendo beneficioso para el sistema circulatorio y los problemas cardiovasculares.

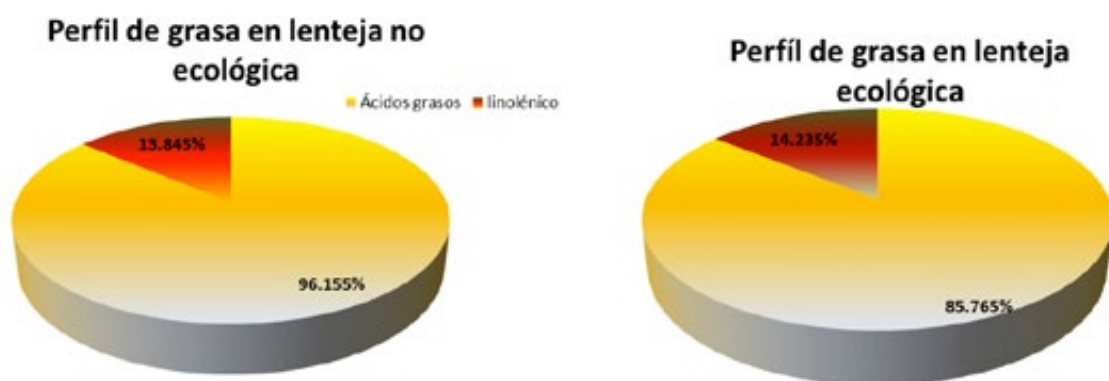


Figura 4. Fracción del ácido graso linolénico frente al total de ácidos grasos de la grasa en las lentejas en función del tipo de producción (ecológico y no ecológico).

CONCLUSIONES

La ingesta de legumbres es importante para la dieta, pero es mucho más importante que el consumo se realice de legumbres de producción ecológica, por las repercusiones medioambientales y por la mayor densidad nutritiva existente en sus granos (proteínas y minerales), según se pudo constatar en judía, lenteja y cacahuete.

En el caso concreto de las lentejas, se trata de un alimento altamente nutritivo, imprescindible para personas con anemia, para deportistas por su aportes minerales totales, en embarazadas por los aportes en ácido fólico, y para el consumo en general por su bajo contenido en grasa, su alto contenido en fibra y su alto contenido en proteína, siendo en este caso altamente recomendables en la dieta vegetariana, si bien para alcanzar la proteína de alto valor biológico es aconsejable su consumo con cereales. Todos estos efectos nutricionales se potencian con el consumo de lentejas de producción ecológica, contribuyendo además a un sistema limpio de producción de alimentos sanos.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists) (2000). Official methods of analysis of AOAC international. Editor, Dr William Horwitz. 17ª edición. Publicado por AOAC internacional. Gaithersburg, Maryland USA.
- Anderson JW., Smith BM., Washnock CS. 1999. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean. *American Journal Clinical Nutrition.*, 70: 464-474.
- Gatel F. 1992. En: First European Conf. on Grain Legumes. Angers, Francia. 461 pp.
- Durante M. 2006. Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia*, 77(2), 67-82.
- Gallardo K., Thompson R., Burstin J. 2008. Reserve accumulation in legume seeds. *Comptes rendus biologiques*, 331(10), 755-762.
- Iqbal A., Khalil IA., Ateeq N., Khan MS. 2006. Nutritional quality of important food legumes. *Food Chemistry*, 97(2), 331-335.
- Mazur WM., Duke JA., Wähälä K., Rasku S., Adlercreutz H. 1998. Isoflavonoids and lignans in legumes: nutritional and health aspects in humans. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 9(4), 193-200.
- Trigo MM., García I. 1990. Morfología polínica de plantas ornamentales: Leguminosas. *Acta Botánica Malacitana*, 15, 45-68.
- Van Wyk BE., Albrecht C. 2008. A review of the taxonomy, ethnobotany, chemistry and pharmacology of *Sutherlandia frutescens* (Fabaceae). *Journal of ethnopharmacology*, 119(3), 620-629.
- Vicent C. 2007. Propiedades de las legumbres. Disponible en <http://www.botanical-online.com/legumbrespropiedades.htm>
- Zahran HH. 1999. Rhizobium-legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. *Microbiology and molecular biology reviews*, 63(4), 968-989.

2. SANIDAD VEGETAL

NUEVOS INSUMOS VERDES PARA EL MANEJO ECOLÓGICO DE MALEZAS: LEGUMINOSAS ALELOPÁTICAS

Garabatos-Capón A*, Álvarez-Iglesias L**, Pardo-Muras M*, Puig CG*, Pedrol N*

*Dpto Bioloxía Vexetal e Ciencia do Solo, F Bioloxía, Univ Vigo. Campus Lagoas-Marcosende, E-36310, Vigo; agarabatoscapon@gmail.com

**Consejo Superior Investigaciones Científicas (CSIC). Misión Biolóxica Galicia, Pontevedra

RESUMEN:

Los fitosanitarios naturales autorizados en Agricultura Ecológica son escasos y sólo un herbicida ecológico de post emergencia ha sido autorizado hasta la fecha. Por ello, muchos agricultores que deciden adoptar la normativa de producción ecológica se muestran reacios a producir determinados cultivos en ecológico, puesto que asumen que sin el uso de herbicidas no podrán detener la proliferación de malezas. La demanda de herramientas ecológicas eficientes para el control de malezas es un hecho, y cada aportación en este sentido contribuiría a reducir los controles mecánicos. Nuestro equipo ha avanzado en la evaluación del potencial bioherbicida y fertilizante de distintas especies de leguminosas vegetales del sistema agroforestal atlántico y en el estudio suposible utilización como abonos verdes bioactivos para el control de malezas. No obstante, antes de recomendar su uso generalizado es preciso investigar cuestiones relativas a la duración de su efectividad, la inocuidad para los cultivos, la interacción con enmiendas fertilizantes, y las formas de preparación y dosificación. En este trabajo se presentan algunos avances en estos aspectos.

Palabras clave: abono verde, alelopatía, Cytisus sp, extractos acuosos, fenoles.

EL PROBLEMA

La conversión a producción ecológica se está extendiendo sostenidamente debido a la creciente conciencia social sobre ecología, el respeto al medio ambiente y al aumento de la preocupación de la población por la seguridad alimentaria. A pesar de la creciente demanda de productos ecológicos, muchos agricultores convencionales concienciados con la sostenibilidad todavía se muestran reacios a convertir sus explotaciones a ecológico, puesto que asumen que sin el uso de herbicidas de síntesis no podrán detener la proliferación de malezas y obtener producciones rentables (Pedrol y Martínez 2005). Esto es así ya que los métodos ecológicos de control de malezas han adolecido de falta de investigación científica y desarrollo tecnológico, y los modestos avances en este campo no se transfieren a técnicos y productores con el debido rigor y puntualidad. En especial, a pesar de que la literatura científica (generalmente en inglés) está plagada de referencias, existe una escasa transferencia de resultados de investigación sobre nuevos bioherbicidas a base productos naturales de origen vegetal, y solo un herbicida ecológico comercial de post emergencia (perjudicial para los cultivos) ha sido autorizado hasta la fecha. Ya que el control de malezas sigue siendo uno de los cuellos de botella de la producción ecológica, sin duda la accesibilidad a estas nuevas técnicas y métodos de manejo podría disminuir de forma notable la inversión económica, de tiempo y de mano de obra dedicada a su control, el consumo excesivo de energías fósiles y la contaminación y compactación del suelo por el uso de maquinaria agrícola para control mecánico.

UNA SOLUCIÓN ALTERNATIVA O COMPLEMENTARIA

Una herramienta cercana y factible tiene que ver con la Alelopatía, definida como el efecto positivo o negativo (directo o a través de microorganismos) de una planta sobre otra, mediado por la producción y liberación de metabolitos secundarios (Rice 1984). Estos productos del metabolismo secundario, llamados aleloquímicos, se pueden encontrar en hojas, tallos, flores, semillas, frutos y/o raíces, y pueden liberarse de la planta productora por distintas vías: el lavado por lluvia, niebla y rocío, la exudación por las raíces, la volatilización a partir de raíces y hojas y/o en el proceso de descomposición de la propia planta (Fig. 1) (Weston y Duke 2003, Zimdahl 2007, Blum 2014). Los aleloquímicos cumplen una función de defensa química natural y/o de comunicación en

las plantas productoras, influyendo en multitud de relaciones bióticas de los ecosistemas. Una vez liberados al medio, entre sus múltiples modos de acción pueden influir total o parcialmente en el germinación y crecimiento (Ferguson *et al.* 2003) o influir en la morfogénesis de otras plantas (Tigre *et al.*, 2012).

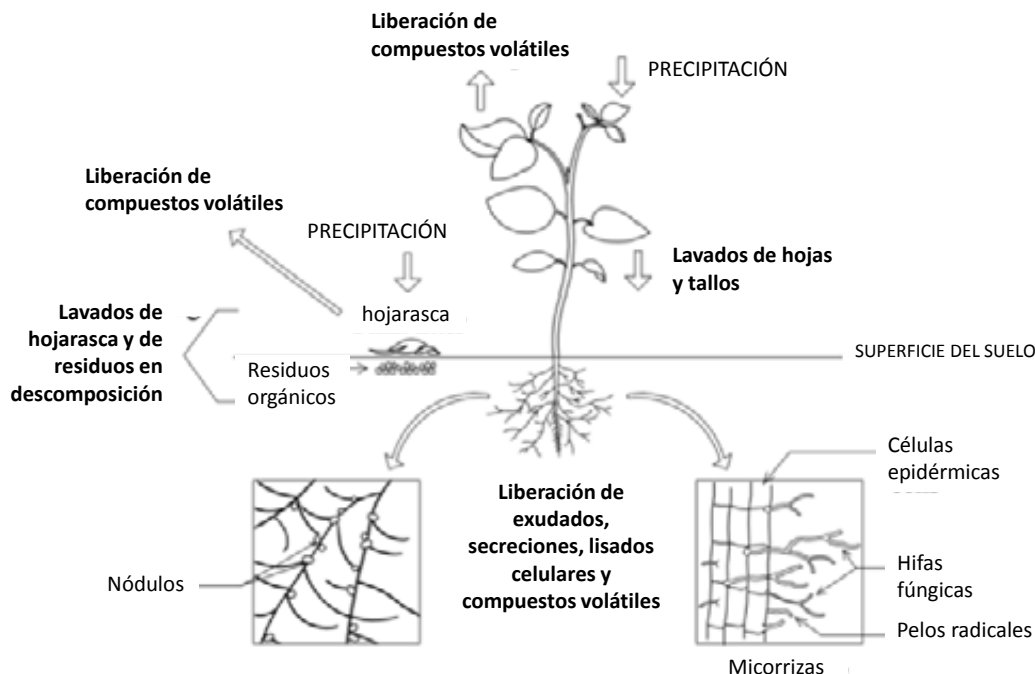


Fig. 1 Vías de liberación de compuestos orgánicos (incluidos aleloquímicos) e inorgánicos por las plantas, y su modificación en el suelo (adaptado de Blum 2014).

Gran parte de la investigación en este campo se centra en encontrar compuestos bioactivos y desarrollar formulaciones comerciales a partir de ellos y, aunque en los últimos años viene despertando un gran interés, los resultados son por ahora exitosos pero escasos (Cordeau *et al.*, 2016). Las características que hacen a los aleloquímicos útiles en la búsqueda de nuevos bioherbicidas son:

1. Modos de acción alternativos a los herbicidas convencionales. Esto tiene una enorme importancia si se tiene en cuenta el problema de la aparición de resistencias a los herbicidas comerciales a consecuencia de su uso continuado, que incentiva la búsqueda de sustancias activas que presenten un modo de acción novedoso. Actualmente, el organismo "International Survey of Herbicide-Resistant Weeds", cuyo propósito es la monitorización de las resistencias a herbicidas que aparecen en el mundo, data que hay 432 biotipos de arvenses resistentes, de 235 especies diferentes.
2. Una mayor interacción específica con las especies arvenses y las plagas (Duke *et al.*, 1997).
3. Un menor impacto potencial en el medio ambiente, ya que son compuestos que se encuentran de forma natural en el medio. Pero no hay que dejar de investigar los posibles efectos que pudiera tener su liberación a una mayor escala.
4. Mayor actividad a una menor concentración, en comparación con compuestos desarrollados de una manera puramente química (Macías *et al.*, 2004).

Sin embargo, a pesar de tratarse de productos naturales de origen vegetal, su uso en Agricultura Ecológica solo sería aceptable en los casos en que en su proceso de obtención a gran escala no intervenga la síntesis química. Una alternativa viable consiste en extraer los compuestos fitotóxicos del material vegetal y tratar el cultivo

con el extracto resultante. Dichos extractos podrían ser acuosos, obtenidos mediante macerado del material vegetal en agua (Jabran *et al.*, 2015), o los extractos volátiles obtenidos por destilación (Batish *et al.*, 2004), es decir, los aceites esenciales, coincidiendo con las dos vías naturales de liberación y transporte en el agroecosistema. Una opción integral, que en nuestro caso está arrojando los resultados más prometedores, consiste en la incorporación de material vegetal de especies alelopáticas al suelo en forma de abono verde, siendo una herramienta accesible a todo agricultor ecológico. En este sentido, una de las familias que presta importantes servicios agroecosistémicos y cuyo potencial alelopático está mejor documentado son las leguminosas.

LEGUMINOSAS ALELOPÁTICAS

Entre las prácticas más antiguas y extendidas de la agricultura tradicional está la rotación de cultivos, consistente en la alternancia temporal de dos o más especies cultivadas en la hoja de cultivos. Como resultado de la diversificación en el uso de los recursos del agroecosistema, los cultivos que se asocian en la rotación tienen rendimientos mayores que los que se obtendrían al ser cultivados por separado.

Históricamente, las rotaciones de leguminosas con otros cultivos han sustentado los sistemas agrícolas tradicionales. La importancia agronómica de esta familia viene dada por su capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico, un proceso que forma parte esencial del ciclo del nitrógeno en la naturaleza. Las leguminosas poseen esta habilidad gracias a su capacidad para establecer simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (diazotrofas), principalmente del género *Rhizobium*, mediante la formación de nódulos radicales (v. Fig. 1). Como resultado del proceso, el nitrógeno atmosférico (N_2) queda fijado biológicamente en forma de amonio (NH_4^+) que las leguminosas pueden incorporar a su biomasa. Esto las convierte en verdaderas fábricas biológicas de nitrógeno y se estima que, a nivel mundial, las leguminosas incluidas en sistemas agrícolas pueden llegar a fijar 21,5 millones de Mg de nitrógeno cada año (Herridge *et al.*, 2008). Tal capacidad de fijar nitrógeno confiere a los cultivos de leguminosas características que los hacen únicos e imprescindibles:

- Su alto contenido en proteínas digeribles, junto con su elevado contenido en almidón, hace de las legumbres un alimento de gran valor nutricional. Esto las convirtió en la principal fuente de proteínas y la base de la alimentación de numerosas culturas, especialmente en la zona mediterránea. Actualmente, siguen cumpliendo este papel en muchas sociedades, sobre todo en zonas de Asia y norte de África, donde el coste de producción de proteína animal es en ocasiones inasumible.

- Por el mismo motivo son la principal fuente de proteínas en la dieta del ganado, para el que constituyen un alimento de gran valor nutritivo y con una elevada tasa de ingesta voluntaria. Su uso está muy extendido como parte de la alimentación del ganado de leche, pero también en cerdos, aves de corral y, tradicionalmente, caballos.

- Son un elemento clave en el mantenimiento de la fertilidad de los suelos y de la productividad de las cosechas. Las leguminosas son una fuente de nitrógeno para el sistema agrícola, el principal nutriente limitante de la productividad en las cosechas. Parte de este nitrógeno es liberado al suelo durante el crecimiento de la planta a través de rizodeposición o descomposición de fragmentos radiculares y, una vez cosechada, también a través del nitrógeno no utilizado remanente en el suelo y de la descomposición de sus residuos cuando éstos son incorporado al suelo (Köpke y Nemecek, 2010).

- Cuando las leguminosas se introducen en los sistemas agrícolas proporcionan otros beneficios adicionales, como (a) su contribución al control de plagas, enfermedades y malas hierbas mediante la ruptura de su ciclo de vida, (b) aporte de P y K al sistema, (c) mejora en la estructura del suelo, (d) incremento de la biodiversidad del sistema gracias a su flora, fauna y microbiota del suelo asociadas, (e) reducción del uso de energía fósil al disminuir los requerimientos de fertilizantes (Köpke y Nemecek, 2010).

A pesar del conocimiento tradicional de los beneficios de las leguminosas en las rotaciones, en la Europa medieval se extendió la alternancia de cultivos de cereal con periodos de barbecho, con escasa presencia de leguminosas, obteniendo rendimientos de las cosechas típicamente bajos (Garrabou 1994). La Revolución Agrícola Inglesa (~1750-1880) supuso romper con la escasez de nutrientes, principalmente nitrógeno, que

limitaban los rendimientos de las cosechas, hito que se alcanzó a través de la introducción de leguminosas forrajeras en los sistemas de cultivo. Esto permitió alimentar a más ganado, que a su vez generaba más estiércol para fertilizar las cosechas. El resultado final era un ciclo que incrementaba el flujo de nutrientes en los sistemas agrícolas. Este modelo se extendió en el s. XIX por la Europa atlántica, donde también propició el aumento en los rendimientos agrícolas, en especial de los cereales. A pesar de estas sabias lecciones de la historia, durante la segunda mitad del s. XX, con la aparición de los sistemas de producción impulsados por la revolución verde, los sistemas de rotaciones y el cultivo de leguminosas fueron paulatinamente abandonados. En los últimos años, la toma de conciencia de los problemas medioambientales y de seguridad alimentaria generados por la agricultura intensiva en Europa está potenciando la adopción de prácticas agronómicas más sostenibles, que ponderen la salud del agroecosistema por encima de la productividad. Este reto ineludible otorga un papel protagonista a las leguminosas en la diversificación de cultivos.

Muchos estudios han abordado la capacidad de los cultivos de leguminosas como herramientas de control de malas hierbas cuando se emplean bien como cultivo de relleno, intercultivo, acolchado o abono verde en distintos sistemas productivos. Caamal-Maldonado *et al.* (2001) evaluaron la capacidad de control de malezas de *Mucuna deeringiana* (Bort) Merr. (vitabosa), *Canavalia ensiformis* (L.) DC. (canavalia), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (acacia forrajera), y *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. (falso tamarindo), originarias de zonas tropicales de América y Asia. Mediante ensayos *in vitro* de sus extractos acuosos, en invernadero como acolchados y en campo como acolchados o cultivos de relleno determinaron que, en todos los ensayos, las cuatro leguminosas fueron capaces de reducir el crecimiento de malas hierbas además de aumentar en campo el rendimiento de maíz como cultivo principal. Abdin *et al.* (2000) examinaron la capacidad de control de malas hierbas de distintos tréboles (*Trifolium pratense* L., *T. repens* L., *T. subterraneum* L., *T. resupinatum* L., *T. fragiferum* L., *T. incarnatum* L., *T. alexandrinum* L. y *Melilotus officinalis* Lam.), en intercultivo con maíz. Aunque la presencia de leguminosas contribuyó a reducir la densidad de malas hierbas no constituyó un método de control efectivo por sí sólo, siendo necesarios otros métodos adicionales como un control mecánico por escarda entre líneas. En cambio Enache e Ilnicki (1990) consiguieron un control efectivo de las especies arvenses *Ipomoea hederacea* (L.) Jacq. y, en menor medida, *Panicum dichotomiflorum* Michx. únicamente sembrando *T. subterraneum* como cultivo bajo cubierta de maíz. Ohno *et al.* (2000) encontraron efectos inhibitorios del abono verde de *T. pratense* sobre *Sinapis arvensis*, efecto que atribuyeron a la liberación de sustancias fitotóxicas. Kruidhof *et al.* (2008) observaron que el acolchado de *Medicago sativa* (alfalfa) ejercía un notable efecto inhibitorio sobre el establecimiento de malas hierbas. Recientemente, Fuad Mondal *et al.* (2015) revisaron el uso de las leguminosas de grano más comúnmente utilizadas, como el guisante (*Pisum sativum* L.), la lenteja (*Lens culinaris* Medik.), la judía (*Phaseolus vulgaris* L.) o el garbanzo (*Cicer arietinum* L.), intercaladas con cultivos de cereales para mejorar su rendimiento, aumentar la eficiencia en el uso de nitrógeno y reducir las malezas y la aparición de enfermedades.

Es bien conocido que el monocultivo de leguminosas, común en muchas partes del mundo, causa problemas ecológicos y económicos debidos a la autotoxicidad y al envenenamiento o fatiga del suelo, que provocan la disminución del rendimiento del cultivo y/o impiden parcial o totalmente la emergencia tras la siembra. También se han documentado fenómenos de toxicidad cruzados sobre otras legumbres como en guisante, frijol de terciopelo [*Mucuna pruriens* (L.) DC.], soja (*Glycine max* L.) y garbanzo (Huber y Abney 1986, Fujii *et al.* 1991, Yasmin *et al.*, 1999, Kato-Noguchi 2003, Xiao *et al.*, 2006, Yan y Yang 2008).

Es muy probable que todos estos fenómenos de fitotoxicidad ocurran por la producción y liberación de mezclas complejas de metabolitos secundarios [mayoritariamente polifenoles y terpenos (Wink y Mohamed 2003, Wink 2013) (v. Cuadro 1), que culminen el proceso alelopático cuando alcanzan a otras plantas (de la misma o distinta especie).

Sin embargo, un buen manejo de los cultivos y del suelo en la rotación puede limitar de una forma notable la autotoxicidad y el daño potencial sobre otros cultivos debidos a la Alelopatía (Batish *et al.* 2001). El conocimiento adecuado de la liberación de los metabolitos en el suelo, su transformación y la duración de sus efectos sobre especies arvenses y otros cultivos es la base científica imprescindible para optimizar el manejo de los cultivos alelopáticos hacia el control de las malezas.

Leguminosa	Parte de la planta	Aleloquímicos	Referencia
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	Raíz y planta entera	Ácidos cafeico, clorogénico, isoclorogénico, p-cumárico, p-hidroxibenzoico y ferúlico	Abdul-Rahmanandand y Habib (1989)
Frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Raíz	Ácidos benzoico, salicílico y malónico	Assaduzzaman y Asao (2012)
Guisante (<i>Pisum sativum</i>)	Parte aérea	Pisatina	Kato-Noguchi (2003)
Guisante de olor (<i>Lathyrus odoratus</i>)	Raíz	Ácidos malónico, benzoico, p-hidroxibenzoico, vanílico.	Asao et al. (2007)
Frijol de terciopelo (<i>Mucuna pruriens</i>)	-	Cianamida	Fujii et al.(1991)
<i>Pueraria thunbergiana</i>	Hojas	cis, trans-xantoxina	Kato-Noguchi (2003)
Soja (<i>Glycine max</i>)	-	Ácidos benzoico, cinámico, vainílico y ferúlico	Baziramakenga et al. (1994)
<i>Vicia villosa</i>	-	L-DOPA	Fujii et al.(1991)
Haboncillo (<i>Vicia faba</i>)	-	Ácidos láctico, benzoico, p-hidroxibenzoico, vainílico, adípico, succínico, málico, glicólico, p-hidroxifenilacético	Assaduzzaman y Asao (2012)

Cuadro 1. Algunos compuestos alelopáticos identificados en distintas especies de leguminosas.

¿QUÉ LEGUMINOSAS SON OBJETO DE NUESTRAS INVESTIGACIONES?



Fig. 2. *Vicia faba* L. Imagen original: Prof. Dr. Otto Wilhelm Thomé, Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz 1885, Gera, Alemania

Ante la gran diversidad de leguminosas existente, concretamos nuestra búsqueda aplicando los siguientes criterios: (i) leguminosas que hayan sido utilizadas tradicionalmente, pero de las que no hay apenas estudios acerca de su naturaleza alelopática (p. ej., *V. faba*, *Ulex europaeus*, *Cytisus scoparius*), (ii) especies o variedades locales y exóticas sobre las que se hayan descrito evidencias de potencial desherbante, y cuya naturaleza alelopática es aún poco conocida (p.ej., *M. pruriens*), (iii) leguminosas silvestres o cultivadas destinadas a fines medicinales con propiedades fungicidas, bactericidas, etc., con garantía de ser ricas en metabolitos secundarios, pero que no han sido todavía estudiadas en detalle como bioherbicidas (p.ej., *Vigna* sp.), y (iv) especies exóticas invasivas cuya actividad radica en la liberación al medio de metabolitos secundarios (p. ej., *Acacia delabata*). Además de estos criterios, en el caso de las especies silvestres se valora la facilidad de recolección y la abundancia de biomasa en el agroecosistema (p. ej., *Ulex* sp., *Cytisus* sp.).

Entre las especies que hemos seleccionado siguiendo estas pautas, destacan estudios novedosos realizados en *V. faba* y en especies del género *Cytisus*. Sobre este último versa otra comunicación contenida en este volumen.

Cultivada tradicionalmente en muchas partes del mundo y con distintos usos, *V. faba* presenta una enorme diversidad de nombres vulgares dependiendo de la región y el uso. En España se la conoce como "habas"

o "habas de mayo" cuando se destinan a consumo humano (var. *major*), "habas caballares" o "cochineras" cuando sirven como alimento para ganado (var. *equina*), y como "haboncillos" o "habines" si se destinan a forraje o abono verde (var. *minor*).

V. faba se considera una de las legumbres con mayor capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico. La cantidad fijada es muy variable dependiendo de las condiciones de cultivo, pero se estima que es suficiente para cubrir todo su ciclo de crecimiento, durante el que además libera nitrógeno al suelo a través de exudados radiculares. Además, una vez completado su cultivo, aporta nitrógeno al sistema directamente a través de depósitos de nitrógeno mineral no utilizados por la planta que queden en el suelo, y en ocasiones indirectamente a través de la descomposición de sus residuos tanto radiculares como de biomasa aérea, en caso de que éstos se utilicen como abono verde, o a través del estiércol si es utilizada como alimento para ganado (Jensen *et al.*, 2010).

La capacidad de otras especies del género *Vicia* para el control de malezas ha sido analizada en varios estudios. Especialmente, el empleo de *V. villosa* Roth. (veza vellosa) en sistemas de cultivo mediterráneos (zona de donde es originaria) ha sido objeto de numerosos estudios en años recientes. La legumbre forrajera *V. sativa* (veza común) ha sido menos estudiada ya que en muchos casos se considera en sí misma una especie arvense, al crecer espontáneamente en zonas de cultivo.

En comparación con otras especies del género, la capacidad de *V. faba* como herramienta de control de arvenses ha sido muy poco estudiada. Kaletha *et al.*, 1996), Fujii *et al.* (2001) y Nava-Rodríguez *et al.* (2005) han probado los efectos de sus extractos acuosos sobre una variedad de especies modelo, cultivos y malas hierbas. Fujii *et al.* (2001) encontró una inhibición del 81% en el crecimiento radicular de plantas de *Lactuca sativa* (lechuga), usada como especie modelo. Nava-Rodríguez *et al.* (2005), en cambio, ensayaron el extracto acuoso de *V. faba*, obtenido de la biomasa vegetativa o en floración, sobre una variedad de malas hierbas y cultivos incluyendo *Amaranthus hypochondriacus*, *Echinochloa crus-galli*, *Ipomoea purpurea*, *Portulaca oleracea*, y maíz. Ambos tipos de extracto inhibieron el crecimiento radicular de las malas hierbas, salvo pequeñas estimulaciones puntuales para *A. hypochondriacus* e *I. purpurea*. En nuestro grupo de investigación, Álvarez-Iglesias *et al.* (2014) demostraron la efectividad de extractos acuosos de biomasa aérea en flor de haboncillo en el control de *A. retroflexus*, *Digitaria sanguinalis* y *E. crus-galli*, resultando inocuos, e incluso estimulantes, para maíz y soja. Su efectividad fue igualmente demostrada *in vitro* cuando el material vegetal se incorporaba directamente al suelo como abono verde. Estos resultados han despertado nuestro interés en el uso de *V. faba*, incluyéndola como cultivo en una rotación, como herramienta para el control de malezas, y aquí mostramos nuestros avances.

¿CÓMO PROBAR SU EFICACIA?

Además de requerir una especie de cultivo capaz de producir y liberar al medio aleloquímicos de forma natural, estos compuestos deben ser capaces de alcanzar las malezas para ejercer su acción. Este camino lo llevan a cabo a través del suelo, un sistema extremadamente complejo donde se enfrentan a fenómenos de adsorción, inmovilización, degradación química o transformación bacteriana, que normalmente reducen su efectividad (Fig. 3). Además, los aleloquímicos, cuya acción suele tener un alto grado de selectividad, deben ser capaces de dañar selectivamente a las malas hierbas de interés, pero no a los cultivos. Sin embargo, si se llega a desentrañar este complejo proceso, la alelopatía constituye una herramienta prometedora para formar parte de una estrategia ecológica de control de la flora arvense.

Una vez seleccionada las especies nuestro método de trabajo se divide en tres etapas graduales:

El primer paso consiste en ensayos de laboratorio a pequeña escala *in vitro*, donde el "ecosistema" del ensayo se restringe a semillas y placas Petri, y se realiza bajo condiciones determinadas y totalmente controladas. Estos bioensayos representan una herramienta muy poderosa, al margen de ser sencillos y de bajo coste. Si los resultados obtenidos son prometedores, se avanza a la etapa o nivel siguiente.

La siguiente etapa de investigación se lleva a cabo en ambiente controlado ex vitro, en invernadero. Existe abundante bibliografía sobre el potencial bioherbicida de extractos acuosos y aceites esenciales basados en bioensayos in vitro. Sin embargo, en la naturaleza el suelo juega un papel esencial en el destino de los compuestos liberados por parte de la planta, de modo que muchos de estos compuestos considerados como aleloquímicos por los resultados de laboratorio tendrían en la naturaleza poca o nula actividad biológica sobre plantas, debido a su inestabilidad, rápida degradación o cambio continuo por la presencia de microorganismos, u otras interacciones con el suelo (Duke 2010; v. Fig. 3). Por este motivo, es imprescindible añadir el factor suelo en estudios alelopáticos.

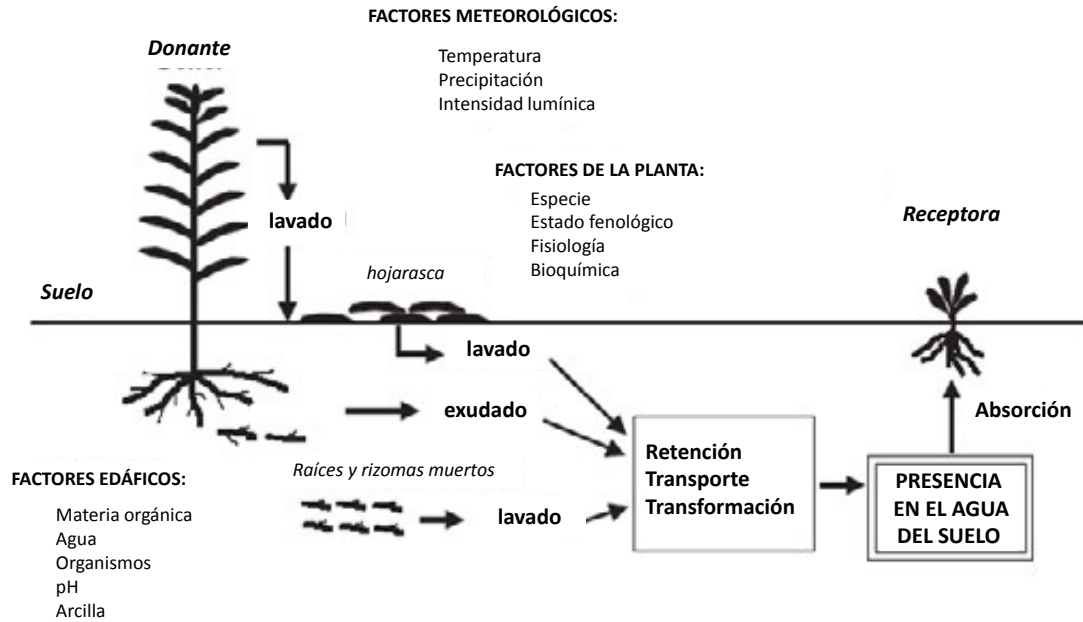


Fig. 3. Factores que afectan al comportamiento y a la actividad fitotóxica de los aleloquímicos en el suelo (adaptado de Kobayashi, 2004).

La tercera y última etapa se realiza en condiciones realistas en el campo, donde se añade a la rutina de producción de un cultivo determinado la metodología previamente establecida en invernadero para el control de malezas. Se ensayan las dosis, formas y momentos de incorporación del material vegetal potencialmente alelopático, y se tiene en cuenta los plazos de siembra de aquellos cultivos sensibles a los aleloquímicos. En este caso, se describen los efectos sobre la diversidad y abundancia de la flora arvense mediante la realización de distintos muestreos a corto, medio y largo plazo dentro del ensayo, y sobre parámetros agronómicos del cultivo, siendo el rendimiento agrícola sin duda uno de los más importantes.

ALGUNOS RESULTADOS OBTENIDOS

1. Laboratorio



Fig. 4. Efectos dosis-respuesta de extractos acuosos de *Vicia faba* a distintas concentraciones (frente a controles de agua y del herbicida de síntesis metolacloro) sobre la germinación y el crecimiento de *Echinochloa crus-galli*.

La valoración del potencial bioherbicida se lleva a cabo mediante bioensayos de germinación y crecimiento en placa Petri. Los extractos vegetales acuosos se ensayan sobre la especie modelo *Lactuca sativa* L. Además, se incluyen cultivos de relevancia económica y de las malezas mono y dicotiledóneas más problemáticas asociadas a estos cultivos. Como se ha dicho, Álvarez-Iglesias *et al.* (2014) demostraron la efectividad de extractos acuosos de *V. faba* en el control de *A. retroflexus*, *D. sanguinalis* y *E. crus-galli* (Fig. 4). Satisfactoriamente, las mismas concentraciones ensayadas fueron inocuas o incluso estimulantes para maíz y soja.

2. Invernadero

Se simula la incorporación de material vegetal al suelo como abono verde, utilizando controles con fertilizantes ecológicos y material inerte incorporado (pajitas de bebida) que mimetice el efecto ahuecante del material vegetal enterrado. Sus efectos se evalúan sobre el establecimiento y crecimiento temprano de una especie de cultivo con un banco de semillas de algunas de sus principales malezas competidoras, utilizando las densidades de un campo infestado (Dhima *et al.*, 2009). En el caso de *V. faba* hemos obtenido reducciones de la emergencia de especies arvenses de más del 50% (Fig. 5).

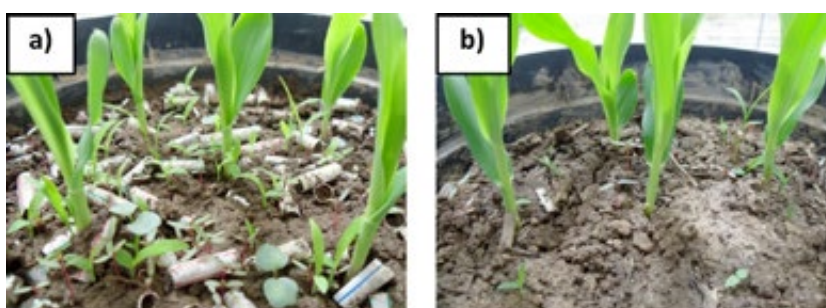


Fig. 5. Efecto de la incorporación de material vegetal de *Vicia faba* como abono verde al suelo en macetas. a) control, b) tratamiento.

El tratamiento con material vegetal de *Cytisus sp.* recogido en el campo inhibió la germinación de arvenses más del 70 %. En ambos casos, el cultivo (maíz) resultó beneficiado por efecto fertilizante del abono verde. A medio plazo, las escasas malezas supervivientes también se ven beneficiadas por la gran cantidad de nitrógeno que aporta la leguminosa enterrada, aunque el rendimiento final del maíz puede llegar a triplicar el del control, gracias a su ventaja competitiva inicial.

3. Campo

Hemos realizado ensayos en parcelas experimentales infestadas de malezas en las que se cultivó *V. faba* y se incorporó al suelo como abono verde en el momento de la floración, evaluando sus efectos sobre la densidad y biomasa de arvenses. Pudimos observar notables reducciones de la biomasa de malezas de entre el 47 y 78 % respecto al control, así como reducciones de la densidad de plantas de hasta el 70 % (Fig. 6), tanto de especies mono como dicotiledóneas.

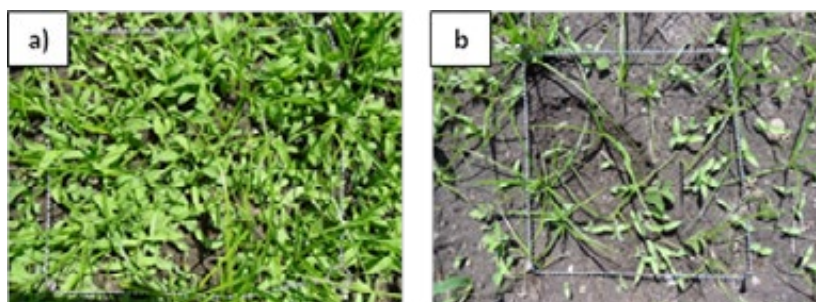


Fig. 6 Efecto del abono verde de *Vicia faba* en el campo. a) control, b) tratamiento.

¿PUEDEN SER REALMENTE UNA ALTERNATIVA?

El manejo de malezas del agroecosistema ecológico es uno de los mayores problemas, sino el más importante, a los que se enfrenta el agricultor. La primera línea de control debe basarse en medidas preventivas: selección apropiada de especies y variedades, rotación de cultivos, laboreo con tempero, falsas siembras o sotosiembra, entre otras (Liebman *et al.*, 2001). Sin embargo, como hemos documentado, el uso de leguminosas puede jugar un papel muy importante dentro de la estrategia global de manejo.

Las leguminosas ofrecen posibilidades reales para, por un lado, desarrollar bioherbicidas a partir de sus metabolitos secundarios fitotóxicos y, por otro, para explotar en el campo el fenómeno de la alelopatía. Pero a pesar del amplio abanico de modos de acción que presentan las moléculas naturales en comparación con los herbicidas de síntesis, la obtención de los productos de interés por purificación a partir de la especie productora no parece una opción sostenible. Al elevado coste de su obtención se une el fantasma de las patentes y el riesgo de vulnerar la soberanía alimentaria.

La Alelopatía, por el contrario, representa una forma ambiental, económica y socialmente más correcta y segura que la aplicación de herbicidas (aunque éstos sean de origen natural) para el control de malezas. Sin embargo, la Alelopatía por sí sola no es suficiente para el manejo sostenible de la flora arvense, y debe entenderse como parte de una estrategia de manejo más amplia, que contemple sin excusa el uso de herramientas ecológicas preventivas. De forma general, ninguno de los métodos de control (físico, biológico o cultural) es capaz aisladamente de lograr un control eficaz a largo plazo. Cada uno de estos métodos debe ser considerado una herramienta complementaria dentro de una estrategia global de mantenimiento de las poblaciones de arvenses a niveles que permitan una ventaja para el cultivo sin comprometer la biodiversidad de agroecosistema.

Hemos visto que el uso de leguminosas alelopáticas, particularmente en forma de abono verde, además de aumentar la sostenibilidad del sistema reduciendo la erosión del suelo y mejorando sus propiedades físicas, incrementando los niveles de materia orgánica y de fertilidad, mejorando la retención de nutrientes y reduciendo la dependencia de fertilizantes (Elfstrand *et al.*, 2007), también ofrece un poderoso servicio agroecosistémico añadido de control de la germinación y el establecimiento de la flora no deseada, limitando su competencia con el cultivo. Aún así, debido a la compleja naturaleza del fenómeno alelopático, queda todavía mucho esfuerzo de investigación al servicio de la agricultura ecológica.

BIBLIOGRAFIA

- Abdin OA, Zhou XM, Cloutier D, Coulman DC, Faris MA, Smith DL. 2000. Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (*Zea mays*). *European Journal of Agronomy* 12, 93-102.
- Abdul-Rahman AA, Habib SA. 1989. Allelopathic Effect of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) on Bladygrass (*Imperata cylindrica*). *Journal of Chemical Ecology* 15, 2289-2300.
- Akemo MC, Regnier EE, Bennett MA. 2000. Weed Suppression in Spring-Sown Rye (*Secale cereale*)-Pea (*Pisum sativum*) Cover Crop Mixes. *Weed Technology* 14, 545-549.
- Álvarez-Iglesias L, Puig CG, Garabatos A, Reigosa MJ, Pedrol N. 2014. Vicia faba aqueous extracts and plant material can suppress weeds and enhance crops. *Allelopathy Journal* 34, 2, 299.
- Álvarez-Iglesias L. 2016. Vicia faba L. for weed control: from lab evidences to field application. PhD thesis. Universidad de Vigo.
- Asao T, Kitazawa H, Ushio K, Sueda Y, Ban T, Pramanik MHR. 2007. Autotoxicity in Some Ornamentals with the Means to Overcome it. *HortScience* 42, 1346-1350.
- Asaduzzaman M, Asao T. 2012. Autotoxicity in Beans and Their Allelochemicals. *Scientia Horticulturae* 134, 26-3
- Batish DR, Singh HP, Kohli RK, Kaur S. 2001. Crop Allelopathy and Its Role in Ecological Agriculture. *Journal of Crop Production* 4, 121-162.
- Batish DR, Setia N, Sing HP, Kohli RK. 2004. Phytotoxicity of lemon-scented eucalypt oil and its potential use as a bioherbicide. *Crop Protection* 23, 1209-1214.
- Baziramakenga R, Simard RR, Leroux GD. 1994. Effects of Benzoic and Cinnamic Acids on Growth, Mineral Composition and Chlorophyll Content of Soybean Roots. *Journal of Chemical Ecology* 20, 2821-2833.

- Blum, U. 2014. *Plant-Plant Allelopathic Interactions II: Laboratory Bioassays for Water-Soluble Compounds with an Emphasis on Phenolic Acids*. Springer Science & Business Media.
- Caamal-Maldonado JA, Jiménez-Osornio JJ, Torres-Barragán A, Anaya AL. 2001. The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. *Agronomy Journal* 93, 27-36.
- Cochran VL, Elliott LF, Papendick RI. 1977. The Production of Phytotoxins from Surface Crop Residues. *Soil Science Society of America Journal* 41, 903-908.
- Cordeau S, Triolet M, Wayman S, Steinberg C, Guillemin JP. 2016. Bioherbicides: Dead in the water? A review of the existing products for integrated weed management. *Crop Protection* 87, 44-49.
- Crépon K, Marget P, Peyronnet C, Carrouée B, Arese P, Duc G. 2010. Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Research* 115, 329-339.
- Dhima KV, Vasilakoglou IB, Gatsis TD, Panou-Philotheu E, Eleftherohorinos IG. 2009. Effects of aromatic plants incorporated as green manure on weed and maize development. *Field Crops Research* 110, 235-241.
- Duke SO, Dayan FE, Hernández A, Duke MV, Abbas HK. 1997. Natural products as leads for new herbicide modes of action. *Proceedings Brighton Crop Protection Conference - Weeds*. Brighton, UK, 579-586.
- Duke SO. 2010. Allelopathy: current status of research and future of the discipline: A commentary. *Allelopathy Journal* 25, 17-30
- Elfstrand S, Båth B, Mårtensson A. 2007. Influence of various forms of green manure amendment on soil microbial community composition, enzyme activity and nutrient levels in leek. *applied soil ecology* 36, 1, 70-82.
- Enache AJ, Ilnicki RD. 1990. Weed control by subterranean clover (*Trifolium subterraneum*) used as a living mulch. *Weed Technology* 4, 534-538.
- Ferguson JJ, Rathinasabapathi B, Chase CA. 2003. Allelopathy: How plants suppress other plants. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, documento nº HS944, versión revisada 2013.
- Fuad Mondal M, Asaduzzaman M, Asao M. 2015. Adverse Effects of Allelopathy from Legume Crops and Its Possible Avoidance. *American Journal of Plant Sciences* 6, 804-810.
- Fujii Y. 2001. Screening and future exploitation of allelopathic plants as alternative herbicides with special reference to hairy vetch. *Journal of Crop Production* 4, 257-275.
- Fujii Y, Shibuya T, Usami Y. 1991. Allelopathic Effect of *Mucuna pruriens* on the Appearance of Weeds. *Weed Research in Japan* 36, 43-49.
- Garrabou R. 1994. Revolución o revoluciones agrarias en el siglo XIX: su difusión en el mundo mediterráneo. En: *Agriculturas mediterráneas y mundo campesino*. Instituto de Estudios Almerienses, Almería, España, 93-110.
- Hart K, Baldock D. 2011. Greening the CAP: Delivering environmental outcomes through pillar one. *Institute for European Environmental Policy*, 26.
- Herridge DF, Peoples MB, Boddey RM. 2008. Marschner review: Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant and Soil* 311, 1-18.
- Huber DM, Abney TS. 1986. Soybean Allelopathy and Subsequent Cropping. *Journal of Agronomy and Crop Science* 157, 73-78
- Jabran K, Mahajan G, Sardana V, Chauhan BS. 2015. Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection* 72, 57-65.
- Jensen ES, Peoples MB, Hauggaard-Nielsen H. (2010) Faba bean in cropping systems. *Field Crops Research* 115, 203-216.
- Kaletha M, Bhatt BP, Todaria NP. 1996. Allelopathic crop-weed interactions in traditional agroforestry systems of Garhwal Himalaya. *Allelopathy Journal* 3, 65-70.
- Kato-Noguchi H. 2003. Allelopathic Substances in *Pueraria thunbergiana*. *Phytochemistry* 63, 577-580.
- Kato-Noguchi H. 2003. Isolation and Identification of an Allelopathic Substance in *Pisum sativum*. *Phytochemistry* 62, 1141-1144.
- Kobayashi K. 2004. Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil. *Weed Biology and Management* 4, 1, 1-7.
- Köpke U, Nemecek T. 2010. Ecological services of faba bean. *Field Crops Research* 115, 217-233.
- Kruidhof HM, Bastiaans L, Kropff MJ. 2008. Ecological weed management by cover cropping: effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. *Weed Research* 48, 492-502.
- Liebman M, Moler CL, Staver CP. 2001. *Ecological management of agricultural weeds*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Macías FA, Molinillo JM, Oliveros-Bastidas A, Marín D, Chinchilla D. 2004. Allelopathy. A natural strategy for weed control. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 69, 13-23.
- Nava-Rodríguez V, Hernández-Bautista BE, Cruz-Ortega R, Anaya AL. 2005. Allelopathic potential of beans (*Phaseolus* spp.) and other crops. *Allelopathy Journal* 15, 197-210.
- Pedrol N, Martínez A. 2005. Maíz forrajero ecológico. Producir sin herbicidas es posible. *Tecnología Agraria y Alimentaria* 1, 59-60.
- Puig CG, Álvarez-Iglesias L, Souza P, Reigosa MJ, Pedrol N. 2012. Cómo buscar bioherbicidas para la Agricultura Ecológica: del laboratorio al campo. X Congreso Sociedad Española de Agricultura Ecológica.
- Ohno T, Doolan K, Zibilske LM, Liebman M, Gallandt ER, Berube C. 2000. Phytotoxic effects of red clover amended soils on wild mustard seedling growth. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78, 187-192.
- Rice EL. 1984. *Allelopathy*. Academic Press, Orlando, FL, USA.
- Tigre RC, Silva NH, Santos MG, Honda NK, Falcão EPS, Pereira EC. 2012. Allelopathic and bioherbicidal potential of *Cladonia verticillaris* on the germination and growth of *Lactuca sativa*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 84, 125-132.
- Vadell J, Pascual P, Adrover M. 2008. Evaluación de especies cultivadas arvenses como abonos verde. VIII Congreso Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Bullas (Murcia), 200.
- Weston LA, Duke SO. 2003. Weed and crop allelopathy. *Critical Reviews in Plant Sciences* 3 y 4, 367-389.
- Wink M, Mohamed GIA. 2003. Evolution of Chemical Defense Traits in the Leguminosae: Mapping of Distribution Patterns of Secondary Metabolites on a Molecular Phylogeny Inferred from Nucleotide Sequences of the *rbcl* Gene. *Biochemical Systematics and Ecology* 31, 897-917.
- Wink M. 2013. Evolution of Secondary Metabolites in Legumes (Fabaceae). *South African Journal of Botany* 89, 164-175.
- Xiao CL, Zheng JH, Zou LY, Sun Y, Zhou YH, Yu JQ. 2006. Autotoxic Effects of Root Exudates of Soybean. *Allelopathy Journal* 18, 121-127.
- Yasmin S, Saleem B, Irshad A. 1999. Allelopathic Effects of Aqueous Extract of Chickpea (*Cicer arietinum*) and Wheat (*Triticum aestivum* L.) on Each Other's Growth and Quality. *International Journal of Agriculture and Biology* 1, 110-111.
- Yan F, Yang Z. 2008. Allelochemicals in Pre-Cowing Soils of Continuous Soybean Cropping and Their Autointoxication. In: Zeng, RS, Mallik AU, Luo SM, Eds, *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry*, Springer, New York, 271-281.
- Zimdahl RL. 2007. *Fundamentals of weed science*. London, UK, Elsevier.

IMPACTO DE LAS DOSIS DE COBRE (CU) AUTORIZADAS EN VITICULTURA ECOLÓGICA

Pérez P*, Soto D** , Paradelo M** , Vázquez L*, López JE*

*Facultad Ciencias (UVIGO), Edif Politécnico, As Lagoas s/n E-32004 Ourense, paulaperezr@uvigo.es

**Department of Agroecology, University of Aarhus Dinamarca

RESUMEN:

La aplicación de fungicidas basados en Cu es una práctica agrícola tradicional constituyéndose como ecológica ya que su uso está permitido en agricultura ecológica a nivel europeo desde el año 2008. Las dosis establecidas según el Reglamento de ejecución 354/2014 (Diario Oficial de la Comunidad Europea, 2014) son de 6 kg de Cu ha⁻¹ año⁻¹, pudiendo aplicarse en un año determinado más de 6 kg ha⁻¹ si en los 5 últimos no se superan los 30 kg ha⁻¹. Nuestros estudios indicaron que un episodio de lluvia de baja energía produce una pérdida de Cu por pluviolavado aproximada del 30%, y que durante un ciclo de cultivo de la vid, el Cu soluble que es lavado por efecto de la lluvia y se incorpora en el ciclo hidrológico, supera los niveles permitidos para aguas de calidad óptima para la vida de los peces. El Cu eliminado por impactos de gota se produce en forma de partículas de tamaños comprendidos entre 100-1000 nm. Esta pérdida causa que los niveles de Cu en suelos de viñedo superen valores medios de 250 mg kg⁻¹ en las D.O. de Galicia. Nuestros resultados se pueden usar para analizar los efectos ambientales de las dosis máximas de Cu permitidas en viñedo ecológico.

Palabras clave: agricultura ecológica, cobre, dosis sostenibl, pluviolavado, reglamento, viticultura.

INTRODUCCIÓN

El uso de formulaciones de base cúprica (FBC) en agricultura ecológica está permitido a escala europea desde el año 2008 en forma de hidróxido de cobre, oxiclóruo de cobre, sulfato de cobre tribásico, óxido cuproso u octanoato de cobre, según el Reglamento 889/2008 (Diario Oficial de la Comunidad Europea, 2008), pudiendo aplicarse una dosis máxima de 6 kg ha⁻¹ y año. Sin embargo, esta dosis puede incrementarse en un año determinado en cultivos perennes, siempre que la cantidad media empleada efectivamente durante un período de 5 años que abarque este año más los cuatro años anteriores no supere 6 kg. Este Reglamento fue modificado más recientemente en el año 2014 por el Reglamento 354/2014 (Diario Oficial de la Comunidad Europea, 2014) en el cuál se elimina de la lista de FBC el óxido cuproso y el octanoato de cobre. En él se reafirman las dosis máximas de aplicación permitidas y se establecen además medidas de reducción del riesgo para proteger las aguas y los organismos no diana, tales como la creación de zonas de separación (zonas sensibles) (buffer zones). Además, las nuevas estrategias de la PAC 2015-2020 en las que se fomentan las buenas prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente, y esto sumado a que no se han desarrollado preparados orgánicos tan eficientes como las FBC (Dorn et al, 2007; Dupuis et al, 2007) podría dar lugar a un excesivo uso de FBC. La estrategia de la PAC otorga subvenciones a aquellas explotaciones agrícolas que cumplan los nuevos requisitos para un buen manejo, entre los cuales se incluyen la diversificación de cultivos en función de la superficie cultivada. Consecuentemente, muchas explotaciones deberán introducir nuevos cultivos para beneficiarse de dicho "pago verde". La transformación a la agricultura ecológica y los cultivos permanentes (olivar, viñedo, cítricos y frutales, principalmente) obtienen el "pago verde" directamente. Por estos motivos, se prevé un aumento del uso de FBC y de la reiteración de las dosis aplicadas.

Durante la aplicación de estos compuestos se produce una pequeña pérdida del compuesto por deriva directa del aerosol pero, si tras su aplicación, ocurre un evento de lluvia, ésta contribuye al transporte de cobre de la planta al suelo, dando lugar a incrementos de las concentraciones de este metal en el mismo.

Por ello, este estudio se centró en estimar las pérdidas de cobre mediante el proceso de pluviolavado en viñedos de la D.O. Ribeiro con el objetivo de cuantificar la contribución de este proceso a la pérdida de Cu para tratar de optimizar las dosis de aplicación de forma eficiente para que los sistemas vitivinícolas sean sostenibles.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Área de estudio

Para llevar a cabo este estudio, se realizaron ensayos en dos viñedos diferentes cultivados bajo la D.O. Ribeiro. Uno fue monitorizado en el año 2009 (V1) y su ubicación se hallaba en la parroquia de Santa Cristina (Ribadavia) mientras que el otro (V2), fue monitorizado durante el año 2010 y estaba ubicado en la parroquia de Prado (Castrelo do Miño) ambos pertenecientes a la provincia de Ourense (NO de la Península Ibérica) (Figura 1A).

Se recogieron muestras de agua procedente del pluviolavado de las vides ubicadas en ambos viñedos, que se colocaron en los lugares indicados por números tal y como se muestra en la Figura 1B y 1C en el V1 y V2, respectivamente.

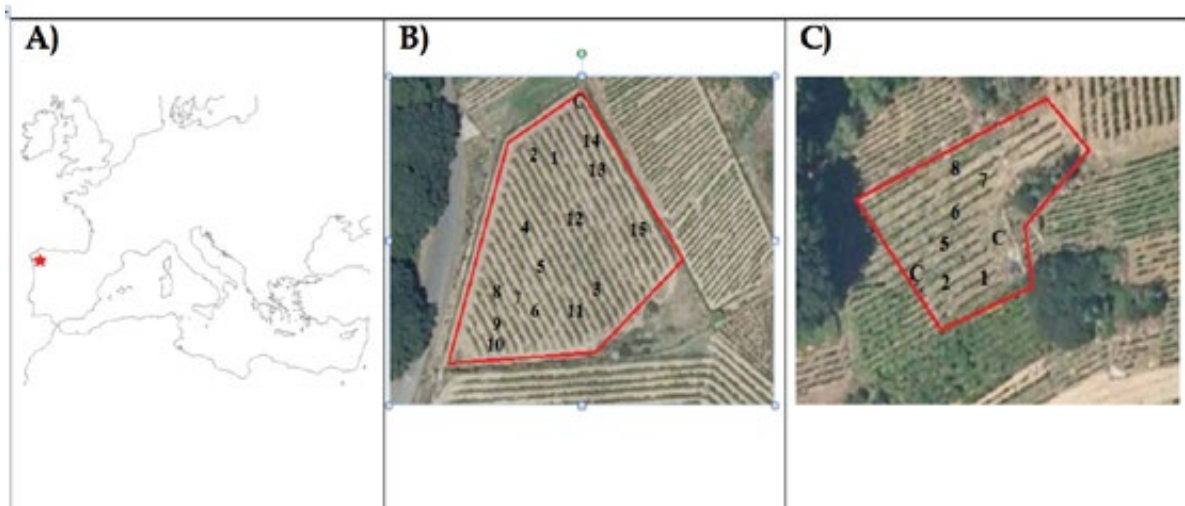


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio, A). Ortofotos de parcelas dedicadas a viñedo durante la temporada de crecimiento (línea de contorno roja) con los números que denotan la ubicación de los colectores de pluviolavado muestreados en V1, 2009 B) y en V2 2010 C).

La separación entre filas fue de 1 a 1,5 m. Ambos viñedos tienen similar pendiente (<2%), topografía y semejantes propiedades del suelo. El material parental son rocas graníticas y el contenido en carbono orgánico está en torno al 2%. El pH medio de los dos suelos tiene un valor de 6,25 medido en 1:2,5 suelo: agua destilada. El clima de la zona está definido como Húmedo IV mesotérmico B3b1' según Thornthwaite (1948), con una temperatura media 14,5 °C, 1915 horas de insolación anuales y 950 mm de lluvia total (Cortizas & Alberti, 1999).

2. Aplicación de FBC

Las FBC fueron aplicadas mediante atomizadores convencionales en la última fase de desarrollo del crecimiento de la vid siguiendo las recomendaciones del servicio de extensión agraria local. Las dosis, así como las FBC aplicadas en cada viñedo y sus características se muestran en la Tabla 1. El aspecto de los depósitos de las formulaciones sobre las hojas se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Vista cercana de hojas de vid mostrando la deposición del aerosol.

En el estudio realizado en el año 2009, que fue llevado a cabo en V1, se realizaron dos aplicaciones de la FBC oxiclورو de cobre (50% de contenido en Cu), el 26 de agosto en una dosis correspondiente a 210 mg m⁻² cada una. En el año 2010 (V2), se realizaron también dos aplicaciones de Caldo Bordelés (sulfato cuprocálcico, 20% de contenido en Cu) en una dosis de 120 mg m⁻² cada una el 15 de agosto del citado año. La eficiencia de la aplicación determinada en laboratorio (Paradelo *et al.*, 2008), fue tenida como referencia.

Viñedo	Descripción	Fecha de aplicación	Dosis (kg ha ⁻¹)	CAS Nº	Fórmula química	Tamaño medio de partícula (µm)
V1	Oxicloruro de cobre, polvo mojable, 50% Cu	08/26/2009	2,1	1332-40-7	CuCl ₂ 3Cu(OH) ₂	0,979
V2	Caldo Bordelés, polvo mojable 20% Cu	08/15/2010	3	8011-63-0	CuSO ₄ 3Cu(OH) ₂ 3CaSO ₄	0,902

Tabla 1. Características de las formulaciones aplicadas en cada viñedo.

3. Precipitaciones

El registro de las precipitaciones fue llevado a cabo a lo largo del experimento, en ambos viñedos mediante un pluviómetro de cangilones de 0,2 mm/pulso conectado a un registrador de datos, el cual además de la precipitación total recogida, nos permitió medir la intensidad de la misma. Las precipitaciones fueron registradas desde la fecha de aplicación de las formulaciones hasta la caída de las hojas en diciembre.

4. Muestreo

El muestreo se realizó utilizando bandejas de polipropileno con un área de recolección de aproximadamente 1600 cm². Éstas se colocaron bajo las hileras de la vid de forma optimizada para maximizar la captura del pluviolavado y el goteo foliar, y minimizar la captura de la lluvia directa. La ubicación de las bandejas fue elegida al azar bajo vides que tenían semejante forma de dosel y densidad de hoja (es decir, la misma edad). La escorrentía cortical en este tipo de distribución de dosel fue inapreciable debido al tipo de conducción, posición, orientación y apertura de las hojas.

Los colectores (16 colocados en V1 y 8 colocados en V2) fueron situados a una distancia mayor de 2 m del borde de las filas de la parcela para disminuir los efectos de borde. Además, una bandeja de mayor superficie de recolección fue usada como control en V1 mientras que dos bandejas (igual superficie que las demás) se usaron como control en V2. Las bandejas control estaban ubicadas fuera del dosel de las vides y se utilizaron para recoger la lluvia directa. La distribución de las bandejas se muestra en la Figura 1B (V1) y en la Figura 1C (V2). El contenido de Cu en el pluviolavado fue contrastado con el Cu de las bandejas control que capturaba las salpicaduras.

Tras cada episodio de lluvia se tomaron las muestras de pluviolavado. Se midió el volumen total de pluviolavado recogido en las bandejas y, a continuación, el agua y contenido de sólidos se homogeneizaron y transfirieron a botellas para su transporte al laboratorio donde se realizaron las determinaciones fisicoquímicas.

5. Determinaciones físico-químicas

El contenido de las botellas del material en suspensión se homogeneizó, se midió el pH y se filtraron a través de un filtro de nitrocelulosa de 0,45 micras de tamaño de poro (Whatman, MA, USA), obteniendo dos fracciones, filtrada y sólida retenida en el filtro. Los sólidos totales en las muestras se determinaron por gravimetría en los filtros secándolos a 105°C.

Por un lado, el cobre soluble (CuS) se midió directamente en la fracción filtrada y por otro, la fracción de cobre en forma de partículas (CuP) se obtuvo a partir del filtro con partículas sólidas, que se digirió y posteriormente se midió mediante espectrometría de Absorción Atómica de Llama (AAF) con un espectrómetro Solaar-M5 de aire-acetileno (Thermo Fisher Scientific, Inc. MA, EE.UU).

6. Análisis foliar

Al final del experimento, se recogieron hojas de vid para medir el área de la hoja y su contenido total de Cu. El índice de área foliar de la vid (LAI en inglés Leaf Area Index) se determinó midiendo el peso de todas las hojas recolectadas a lo largo de 1 m de follaje de vides bien desarrolladas, en ocho lugares elegidos al azar. La calibración de la relación peso seco/área de las hojas fue utilizada en los cálculos.

El Cu total en hojas se determinó en muestras secadas al aire y trituradas con un molino de corte SM 100 (RETSCH, Haan, Alemania). Posteriormente, se realizó una digestión ácida total para determinar la concentración total de Cu. Los resultados se expresaron como mg Cu m² de superficie de hoja.

Teniendo en cuenta las cantidades de Cu aplicadas y las pérdidas medidas en campo, se realizaron estimaciones de las pérdidas de Cu mediante el proceso de pluviolavado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Precipitaciones

A)				
muestreo	duración	Nº de eventos	Precipitación acumulada	Intensidad de lluvia máxima
			mm	mm día ⁻¹ muestreo ⁻¹
1	4-7/Oct/2009	3	64,4	24,2
2	9-25/Oct/2009	3	145,4	27,4
3	1-17/Nov/2009	4	318,4	71,6
4	1-14/Dic/2009	2	449,8	68,6

B)				
muestreo	duración	Nº de eventos	Precipitación acumulada	Intensidad de lluvia máxima
			mm	mm día ⁻¹ muestreo ⁻¹
1	6-9/Set/2010	2	36,6	18,5
2	15Set - 4Oct/2010	2	133,4	93,4
3	4-11/Oct/2010	6	208,6	23,4
4	11Oct - 2Nov/2010	1	304,4	44,6

Tabla 2. Características de los episodios de lluvia correspondientes a los muestreos realizados en V1, A) y en V2, B).

En el año 2009, la precipitación total registrada durante la duración del experimento fue de 450 mm, con una precipitación máxima diaria de 72 mm correspondiente al tercer muestreo, en noviembre de 2009 (Tabla 2A). En 2010, la precipitación total registrada en el experimento fue de 304 mm, con una precipitación máxima diaria de 93,4 mm día⁻¹ ocurrida tras el segundo muestreo, en septiembre - octubre de 2010 (Tabla 2B). Estos valores de precipitación diaria son elevados aunque se pueden producir este tipo de eventos con un período de retorno de diez años. Esta estimación se realizó para la zona de estudio de acuerdo con la distribución de valores extremos SQRT-ETmax para un período de observación de 30 años (Ministerio de Fomento, 1999).

2. Análisis del pluviolavado

Se hicieron cuatro muestreos correspondientes a cuatro episodios de lluvia separados, al menos, por un día sin precipitación entre ellos. La descripción de cada muestreo se muestra en las Tablas 2A y 2B.

A pesar de que el otoño fue más lluvioso en 2009 que en 2010, en ambos períodos de muestreo, la precipitación registrada fue similar a la precipitación media histórica (384 mm) para el mismo intervalo.

El promedio de la intensidad de lluvia registrada en el conjunto de los datos fue de 10,3 y 7,6 mm h⁻¹ en 2009 y 2010, respectivamente. La intensidad en mm en 10 min se muestra en las Figuras 3A y 3B en 2009 y 2010, respectivamente.

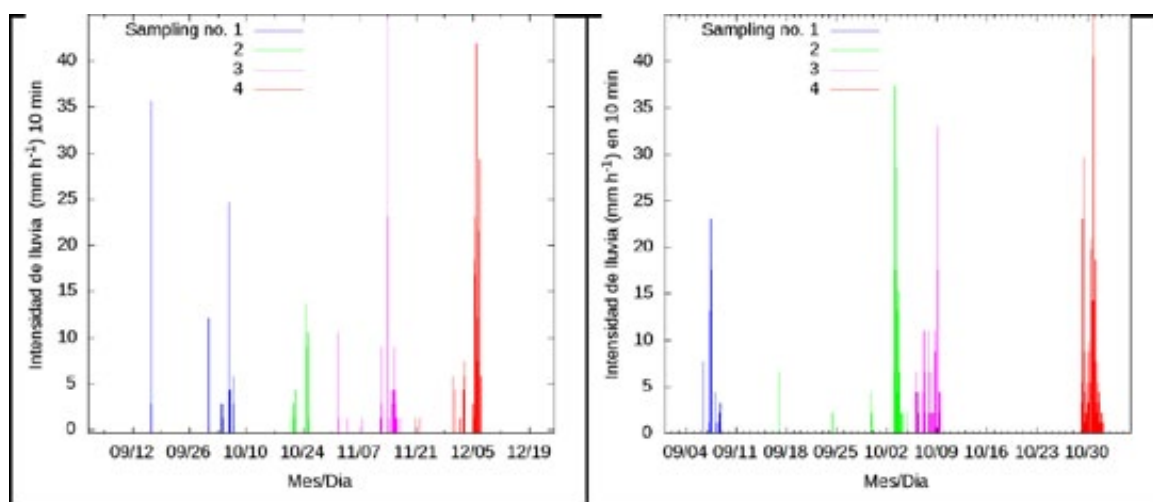


Figura 3. Intensidad de la lluvia promedio en diez minutos en 2009 (correspondiente a V1) A) figura de la izquierda y en 2010 (V2) B) figura de la derecha; los distintos colores denotan cada uno de los muestreos.

El promedio total de volumen de pluviolavado medido en las bandejas en todos los episodios de lluvia fue de 15 ± 16 mm y osciló entre 2 y 44 mm. Además, la proporción media de volumen recogido en relación a las precipitaciones en el conjunto total de las bandejas fue de $27 \pm 16\%$ de la precipitación, con un máximo de 55%. El pluviolavado y la relación pluviolavado/precipitación varió del 10 al 40%. Resultados similares fueron encontrados para el dosel de bosque por Deguchi et al, (2006); Hall, (2003) y Toba & Ohta, (2005), pero significativamente menores al valor del 78% encontrado para la vid por Brecciaroli et al, (2012). La interceptación de lluvia por parte de las hojas de vid en el presente estudio fue de aproximadamente el 70%.

El pH medio en las suspensiones del pluviolavado fue de $6,48 \pm 0,32$ oscilando entre 5,62 y 7,41, valores que fueron similares a los valores promedios encontrados por Vázquez et al, (2003) en el agua de lluvia analizada en 17 estaciones pluviométricas de toda Galicia. Estos valores de pH fueron ligeramente más altos que en las suspensiones obtenidas en las bandejas control: $6,24 \pm 0,27$ ($P < 0,05$). Estos resultados sugieren que el pH del pluviolavado es controlado probablemente por los exudados de las hojas de la planta, mientras que el pH de las suspensiones control pudo ser controlado por el pH del suelo debido a las salpicaduras, ya que éste fue similar al pH de los extractos de agua de los suelos de las dos parcelas de estudio (media = 6,25 pH de los suelos).

3. Cobre total y fracciones

Los valores de CuT recogidas en el muestreo global de pluviolavado presentaron una distribución log-normal (prueba Shapiro-Wilk) sobre los datos transformados logarítmicamente. La media geométrica de la masa de CuT en las muestras de pluviolavado $4,01 \pm 3,36 \text{ mg m}^{-2}$ fue significativamente mayor que en las muestras control donde se determinaron valores de $1,09 \pm 5,09 \text{ mg m}^{-2}$ (ANOVA de una vía de datos logarítmicos $p < 0,01$). Este resultado demuestra que en condiciones de campo se produce un ingreso neto de cobre en el suelo por el pluviolavado de FBC en vides. Este proceso puede explicar también la variación a corta escala en la concentración total de cobre en los suelos dedicados al cultivo de viñedo (Fernández-Calviño *et al.*, 2013) en los que se encontró un contenido de cobre mayor en el suelo de las filas de las plantas que en la zona de pasillos.

Las pérdidas medias de CuS por unidad de área fueron de $3,2 \pm 3,8 \text{ mg m}^{-2}$ en 2009 y $6,6 \pm 18,9 \text{ mg m}^{-2}$ en 2010, mientras que las concentraciones variaron desde 0,04 hasta $0,92 \text{ mg L}^{-1}$. La prueba no paramétrica de la suma de rangos de Kruskal-Wallis ($p < 0,01$) indicó que la concentración de CuS en la suspensión de las muestras control fue de $0,027 \pm 0,039 \text{ mg L}^{-1}$, aproximadamente cinco veces menor que en el pluviolavado ($0,13 \pm 0,25 \text{ mg L}^{-1}$), a pesar del pH ligeramente más ácido de las muestras control.

Las concentraciones de CuS superaron $0,022 \text{ mg Cu L}^{-1}$ en 59% de las muestras, y el 75% de las muestras excedió el valor de $0,005 \text{ mg Cu L}^{-1}$, establecido por la normativa europea para la calidad de las aguas continentales (Diario Oficial de la Comunidad Europea, 2006). En consecuencia, tanto el pluviolavado ocurrido en viñedos con aplicaciones de FBC como la solubilización del Cu movilizado en las salpicaduras recogidas en las muestras control, implica un enriquecimiento de Cu en las fracciones más móviles, pudiendo llegar a alcanzar aguas superficiales por medio de la escorrentía.

La concentración de cobre en la fracción particulada (CuP) se distribuyó lognormalmente y exhibió una variación mucho menor que la fracción soluble. Los resultados muestran diferencias significativas, tanto en las muestras del pluviolavado en comparación con las muestras control, como entre los años de muestreo. La concentración de CuP en los sólidos de las muestras control ($0,80 \pm 0,89 \text{ g kg}^{-1}$) fue menor que en los sólidos del pluviolavado ($1,80 \pm 1,19 \text{ g kg}^{-1}$, $p < 0,01$).

En 2009 (V1), la concentración fue mayor ($1,56 \pm 1,28 \text{ g kg}^{-1}$) que en 2010 (V2) ($0,86 \pm 0,73 \text{ g kg}^{-1}$) ($p < 0,01$). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en trabajos anteriores en condiciones de laboratorio con oxiclورو de cobre y caldo bordelés, respectivamente (Paradelo *et al.*, 2008; Pérez-Rodríguez *et al.*, 2015a; Pérez-Rodríguez *et al.*, 2015b; Pérez-Rodríguez *et al.*, 2013). La pérdida expresada por unidad de superficie fue significativamente mayor en las muestras de pluviolavado ($6,36 \pm 16,83 \text{ mg m}^{-2}$) que en las muestras control ($1,32 \pm 1,74 \text{ mg m}^{-2}$).

4. Análisis foliar

El CuT perdido por pluviolavado medido en las suspensiones de las bandejas fue comparado con la estimación del cobre perdido realizada por la diferencia de contenido de Cu aplicado, menos el Cu presente en las hojas y medido por análisis foliar tras todos los eventos de pluviolavado.

Las aplicaciones de FBC en V1 y V2 fueron de 210 y 300 mg m^{-2} , respectivamente. Teniendo en cuenta el número de aplicaciones, el contenido de Cu en las mismas, la efectividad de la pulverización y el porcentaje de cubierta vegetal en viñedo, obtenemos 553 y 324 mg Cu aplicados por m^2 de hoja en V1 y V2, respectivamente. El promedio del índice de área foliar (LAI) de hojas de vid fue $3,95 \pm 1,98$, por lo tanto, la cantidad de Cu estimado que estuvo presente en las hojas y proyectado en el suelo en caso de ser pluviolavado totalmente sería de 140 y 82 mg m^{-2} . Realmente, la cantidad de cobre medido en pluviolavado fue de 25,3 y $41,0 \text{ mg m}^{-2}$. Esto estima la cantidad de cobre perdido en un 18 y 50% en V1 y V2, respectivamente. Por lo tanto, el promedio obtenido en ambos viñedos se estima en torno al 30%.

Estos resultados mostraron la variabilidad que se produce en condiciones de campo, en procesos tan

complejos como el pluviolavado. Sin embargo, el porcentaje de pérdida por pluviolavado fue del orden de los datos obtenidos en estudios previos en condiciones de laboratorio (Pérez-Rodríguez *et al.*, 2013; Pérez-Rodríguez *et al.*, 2015a; Pérez-Rodríguez *et al.*, 2015b).

Además, la dosis de Cu aplicado en V1 fue mayor que en V2. Teniendo en cuenta el contenido del mismo en las FBC utilizadas, fueron de 5,5 y 3,2 kg ha⁻¹ en V1 y V2, respectivamente. Estos datos representan el 92 y el 53% de la dosis máxima de Cu permitida para su aplicación en agricultura ecológica. Según Pérez-Rodríguez *et al.*, (2013) la dosis de FBC aplicada es directamente proporcional a la pérdida de Cu, por lo tanto, teniendo en cuenta estos resultados, si la dosis de FBC fuera la máxima permitida, los resultados de pérdida de Cu por pluviolavado podrían verse incrementados hasta el 60% de pérdida, según nuestras estimaciones.

Estos datos darían lugar a la ineficiencia del producto, produciendo la pérdida de la cosecha o bien, la reiteración de las aplicaciones dando lugar a mayores pérdidas de Cu por pluviolavado.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que el proceso de pluviolavado contribuye significativamente al transporte de Cu en viñedo con dosis de aplicación incluidas dentro de prácticas ecológicas, lo que da lugar al incremento de Cu en el suelo, especialmente en la línea de cepas. Pese a realizar experimentos de pluviolavado en dos viñedos diferentes y en dos años diferentes, en ambos se han encontrado aportes significativos de Cu mediante el proceso de pluviolavado. Además, en ambos viñedos superaron los límites de CuS para una buena calidad de las aguas circundantes. Las dosis de aplicación y los compuestos utilizados son claves para minimizar la pérdida de Cu, por lo que se deberían de tener en cuenta en cuanto al manejo de viñedos ecológicos. Estos resultados son extrapolables, en cierta medida, a otro tipo de cultivos que requieran de la aplicación de FBC.

BIBLIOGRAFÍA

- Brecciaroli, G., Cocco, S., Agnelli, A., Courchesne, F., Corti, G., 2012. From rainfall to throughfall in a maritime vineyard. *Sci. Total Environ.* 438, 174-188.
- Cortizas, A.M., Alberti, A.P., 1999. Atlas Climático De Galicia. Xunta de Galicia.
- Deguchi, A., Hattori, S., Park, H., 2006. The influence of seasonal changes in canopy structure on interception loss: Application of the revised Gash model. *J. Hydrol.* 318, 80-102.
- Diario Oficial de la Comunidad Europea, 2014. Reglamento de Ejecución (UE) n° 354/2014 de la Comisión, de 8 de abril de 2014, que modifica y corrige el Reglamento (CE) n° 889/2008, por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n° 834/2007 del Consejo, sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.
- Diario Oficial de la Comunidad Europea, 2008. Reglamento (CE) 889/2008 de la comisión del 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del reglamento (CE) 834/2007 del consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.
- Diario Oficial de la Comunidad Europea, 2006. Directiva 2006/44/CE del parlamento europeo y del consejo del 6 de septiembre de 2006 relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.
- Dorn, B., Musa, T., Krebs, H., Fried, P.M., Forrer, H.R., 2007. Control of late blight in organic potato production: Evaluation of copper-free preparations under field, growth chamber and laboratory conditions. *Eur. J. Plant Pathol.* 119, 217-240.
- Dupuis, B., Rolot, J.L., Stilmant, D., Labbe, V., Laguesse, L., 2007. Evaluation of innovative products to reduce copper applications to control potato late blight in organic production systems. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.* 72, 353-359.
- Fernández-Calviño, D., Garrido-Rodríguez, B., López-Periogo, J.E., Paradelo, M., Arias-Estévez, M., 2013. Spatial Distribution Of Copper Fractions In A Vineyard Soil. *Land Degrad. Dev.* 24, 556-563.
- Hall, R.L., 2003. Interception loss as a function of rainfall and forest types: Stochastic modelling for tropical canopies revisited. *J. Hydrol.* 280, 1-12.
- Ministerio de Fomento, 1999. Máximas lluvias diarias en la España peninsular.
- Paradelo, M., Arias-Estévez, M., Nóvoa-Muñoz, J.C., Pérez-Rodríguez, P., Torrado-Agrasar, A., López-Periogo, J.E., 2008.

Simulating washoff of Cu-based fungicide sprays by using a rotating shear device. *J. Agric. Food Chem.* 56, 5795-5800.

- Pérez-Rodríguez, P., Paradelo, M., Soto-Gómez, D., Fernández-Calviño, D., López-Periago, J.E., 2015a. Modeling losses of copper-based fungicide foliar sprays in wash-off under simulated rain. *International Journal of Environmental Science and Technology* 12, 661-672.
- Pérez-Rodríguez, P., Soto-Gómez, D., López-Periago, J.E., Paradelo, M., 2015b. Modeling raindrop strike performance on copper wash-off from vine leaves. *Journal of Environmental Management* 150, 452-478.
- Pérez-Rodríguez, P., Paradelo, M., Rodríguez-Salgado, I., Fernández-Calviño, D., López-Periago, J.E., 2013. Modeling the influence of raindrop size on the wash-off losses of copper-based fungicides sprayed on potato (*Solanum tuberosum* L.) leaves. *J. Environ. Sci. Health Part B Pestic. Food Contamin. Agric. Wastes* 48, 737-746.
- Thornthwaite, C.W., 1948. An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geogr. Rev.* 38, 55-94.
- Toba, T., Ohta, T., 2005. An observational study of the factors that influence interception loss in boreal and temperate forests. *J. Hydrol.* 313, 208-220.
- Vázquez, A., Costoya, M., Peña, R.M., García, S., Herrero, C., 2003. A rainwater quality monitoring network: a preliminary study of the composition of rainwater in Galicia (NW Spain). *Chemosphere* 51, 375-386.

EFECTO DE ACOLCHADOS BIODEGRADABLES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO PARA FRESCO Y EL CONTROL DE LA JUNCIA (*CYPERUS ROTUNDUS* L.)

Marí A*, Cirujeda A**, Pardo G**, Aibar J***

*Unidad Sanidad Vegetal. Centro Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Avda. Montañana 930; E-50059 Zaragoza, Spain; aimari@aragon.es

**Unidad Sanidad Vegetal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2 (CITA-UNIZAR). Av. Montañana 930; E-50059 Zaragoza

***Dpto Ciencias Agrarias y Medio Natural. Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza). Avda. Montañana 930; E-50059 Zaragoza

*El uso del polietileno (PE) en horticultura conlleva una serie de desventajas que los productores tienen cada vez más presentes como son los costes de su retirada, la difícil gestión de sus residuos y el bajo control de la juncia (*C. rotundus*) al ser capaz de perforar el plástico. Por ello, existe la necesidad de buscar materiales alternativos al PE en hortícolas que mitiguen los inconvenientes descritos especialmente para disminuir el volumen de materiales plásticos utilizados en agricultura ecológica sin dejar de ser viables económicamente. Se están realizando ensayos en algunas localidades españolas con materiales biodegradables, alternativos al PE desde hace más de 10 años. Los ensayos que se describen se llevaron a cabo en Zaragoza durante los años 2014 y 2015, en cultivo de pimiento para fresco. El diseño fue en bloques al azar, con cuatro repeticiones y 10 tratamientos (5 plásticos biodegradables, 3 papeles, PE y testigo sin desherbar). Cada 15 días desde el implante del cultivo se evaluó la densidad de cada especie considerando especialmente la juncia y, al final del ciclo, la producción de pimiento. Los plásticos biodegradables, al igual que el polietileno, no fueron una buena opción para el control de la juncia. En cambio, los papeles resultaron una barrera eficaz para reducir su emergencia. La producción de pimiento en el 2014 fue similar para todos los materiales, exceptuando el testigo. En cambio, en el 2015, las producciones fueron muy variables, debido a causas agroambientales, por lo tanto, no achacables a los materiales.*

Palabras clave: Capsicum annum, cubiertas inertes, degradación, flora arvense.

INTRODUCCIÓN

El uso de acolchados plásticos en horticultura se popularizó en España en los años 60 siendo el polietileno negro (PE) el material más empleado (57% del plástico usado en agricultura) ya que aporta una serie de ventajas. Por un lado se aumenta la temperatura consiguiendo precocidad del cultivo y aumento de los rendimientos; es un material de alta durabilidad y flexibilidad (Magrama 2016), se optimizan los recursos hídricos ya que la evapotranspiración disminuye; se consigue un control eficaz sobre las malas hierbas, exceptuando alguna especie que perfora el material como la juncia, por lo que el número de intervenciones con maquinaria disminuye, etc. (Lamont 2005).

El principal problema de los acolchados plásticos es el residuo que se genera al terminar su vida útil sobre todo cuando se realiza recolección mecánica. La lámina se rompe y los fragmentos más pequeños se quedan en el suelo y son un riesgo para el propio suelo, las aguas, la flora y la fauna, ya que el viento los dispersa, además del impacto negativo sobre el paisaje (Magrama 2016). Éstos son un problema adicional para posteriores cultivos como el guisante que, por su porte y la recolección mecánica, son cosechados con los restos de plástico (Magrama 2016). El porcentaje de reciclado de las láminas de acolchado de PE depende de la degradación del material, de las impurezas que presentan en el momento de la recogida (tierra, restos de material vegetal, productos fitosanitarios) y del grosor del material. En el caso de las impurezas, éstas pueden representar hasta el 70% del residuo bruto incluso hasta un 85% siendo rechazado el material con más de un 5% de impurezas (Gartraud 2004) o se les debe aplicar la categoría de residuo peligroso, por lo que el coste aumenta (Shogren 1999).

A su vez, hay que añadir el coste de retirada del material y extracción del campo que asciende a 115 € (Cirujeda *et al.* 2012a). En Navarra se estimó que más del 96% de residuos de PUA (plásticos de uso agrario) (2511 t) se eliminaron o gestionaron de manera incorrecta (GANASA 2015). Por lo que las prácticas más comunes para la gestión de estos residuos en fincas agrarias suelen ser el abandono, el enterramiento o la quema incontrolada por lo que suponen un problema medioambiental.

Se estima que en España se han utilizado en el año 2012 alrededor de 200.000 t/año de plástico en agricultura, sin tener en cuenta los envases, que representa el 6.3% del plástico consumido en España frente al 2.7% de la media europea. El plástico de cobertura (acolchados, tunelillos, invernaderos, etc.) supone en torno al 40% del total del consumo en agricultura, seguido de las tuberías para riego con el 32%. Este consumo genera 172.000 t/año de residuos, siendo más de 75.000t/año las que proceden de la protección del cultivo (Magrama 2012). A nivel autonómico, podemos comentar que Navarra es una de las CCAA que lleva un exhaustivo seguimiento de las toneladas de PUA que se usan y cuál es su gestión una vez convertidos en residuos. En su caso, más del 60% de estos residuos son generados por filmes y láminas de acolchado (GANASA 2015). En Andalucía, ante los elevados volúmenes de residuos de PUA (58% del consumo nacional de plástico para protección de cultivos), se obligó a gestionarlos a través de la Ley 7/1994 de Protección Ambiental y del Decreto 104/2000 (Magrama 2016) y se ha creado Cicloagro, un sistema para la gestión de residuos plásticos agrícolas no envases. A su vez, la Xunta de Galicia tiene un sistema de recogida de plásticos y paga/sufraga los costes de recogida, transporte y tratamiento desde 2004.

Bajo la Directiva 2008/98/CE Marco de Residuos (DMR), que obliga a los estados miembros a desarrollar políticas de gestión de residuos, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) elaboró el Plan Nacional Integral de Residuos (PNIR) que estuvo vigente desde 2008 hasta 2015 que incluyó un plan específico sobre la gestión de plásticos de uso agrario (PUA). Tras el vencimiento del período y para cumplir con los requisitos de la Unión Europea, se ha elaborado el Plan Estatal de Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) que estará implantado desde 2016 hasta 2022 que continúa con la labor del Plan anterior e incorpora los nuevos requisitos europeos. De nuevo, se incluye un apartado de gestión de residuos agrarios. En el texto se recalca que, a corto y medio plazo, la disponibilidad comercial de cualquier tipo de polímero debería ser cada vez más amplia pero, a su vez, sus residuos no deberían constituir un problema ecológico. Por ello, consideran que los polímeros biodegradables pueden contribuir a disminuir estos residuos ya al final de su vida útil estos materiales se descomponen en un tiempo razonable (Magrama 2016).

Paralelamente y desde hace más de 10 años se han ido realizando estudios a nivel nacional que han demostrado que existen materiales biodegradables tanto plásticos como papeles capaces de competir con el PE tanto en rendimiento del cultivo como en el control de malas hierbas (Moreno *et al.* 2016, Lahoz *et al.* 2014, Cirujeda *et al.* 2012a, Martín-Closas *et al.* 2008). El cultivo utilizado fue el tomate para industria, de porte achaparrado y crecimiento muy rápido. Resulta interesante conocer el comportamiento de estos materiales en cultivos en los que el porcentaje de cubrición de la lámina sea menor y tenga un crecimiento más lento, como es el caso del pimiento, cuyos resultados se describen en la presente comunicación. Ya mencionado anteriormente, el plástico presenta una limitación en cuanto al control de juncia ya que sus hojas en punta con capaces de perforar la lámina. El problema es similar o peor en los plásticos biodegradables, lo que obliga a la búsqueda de materiales de otra naturaleza, como el papel, que tiene una eficacia de control de esta especie de hasta el 100% (Cirujeda *et al.* 2012b). El control de esta mala hierba es poco efectivo, dependiendo del método de control utilizado. Otro método que ha sido demostrado como una herramienta muy eficaz es el control mecánico, llegando a reducir las poblaciones en un 93% después de dos ciclos de cultivo (Wang *et al.* 2008). Pero es un método de elevado coste y exige dejar la parcela libre de cultivo por lo que imposibilita la implantación del siguiente cultivo de verano (Usman *et al.* 2013). Por ello, los acolchados parecen ser la alternativa más viable y sostenible al control de esta mala hierba tan persistente.

El objetivo de este trabajo es evaluar distintos materiales de acolchado mediante la eficacia de control de malas hierbas y, en especial, de la juncia y teniendo en cuenta las producciones en pimiento para estudiar alternativas al PE.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue llevado a cabo en Montañana (Zaragoza), en una parcela experimental de la Diputación General de Aragón durante los años 2014 y 2015. El cultivo utilizado fue pimiento para fresco tipo 'Lamuyo'. El diseño fue en bloques al azar con 4 repeticiones y 10 tratamientos. Los materiales empleados fueron el polietileno (PE), los plásticos biodegradables: Mater-Bi®, Sphere® 4, Sphere® 6 Bioflex, Ecovio®; los papeles: A240, A69, Mimgreen® y un testigo sin desherbar. A lo largo del ciclo se tomaron datos sobre la densidad de las malas hierbas y el porcentaje de cobertura de suelo de las especies presentes. Se evaluó a los 21, 42 y 63 DDT (días después del trasplante) en cuatro zonas fijas en cada una de las repeticiones mediante un marco de 0,2 m². Se recolectó el total de la cosecha y se contó la totalidad de frutos comerciales por cada material y repetición.

Los datos de malas hierbas fueron analizadas mediante análisis de varianza (ANOVA) usando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System Version 9.4.. SAS Institute, Cary, NC, USA). Cuando los datos no cumplían las condiciones de normalidad y homogeneidad de varianzas se siguieron las recomendaciones de Box-Cox para elegir las transformaciones más adecuadas (Bowley 1999). Cuando a pesar de las transformaciones no se consiguió que se cumplieran estos requisitos, se aplicó un análisis no paramétrico (Santos *et al.* 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Malas hierbas

Los efectos del año fueron significativos, por lo que los resultados se presentan para cada año por separado. Probablemente estas diferencias se deben a que en el año 2015 los materiales sufrieron unas roturas muy tempranas debidas a condiciones climatológicas. En el año 2014 hubo diferencias significativas entre tratamientos (P-valor = 0.0015) y se observaron tres niveles de control. De menor a mayor control nos encontramos con el testigo sin desherbar, los plásticos y, por último, los papeles (Fig. 1). Los plásticos biodegradables fueron igual de eficaces que el PE, exceptuando el Mater-Bi, que fue el único plástico que estadísticamente se equiparó al papel. Los papeles tuvieron una eficacia de cerca del 100%, siendo los papeles crepados y marrones igual de eficientes que el papel comercial Mimgreen. Estas cifras son similares a las encontradas en ensayos realizados en tomate (Cirujeda *et al.* 2012a).

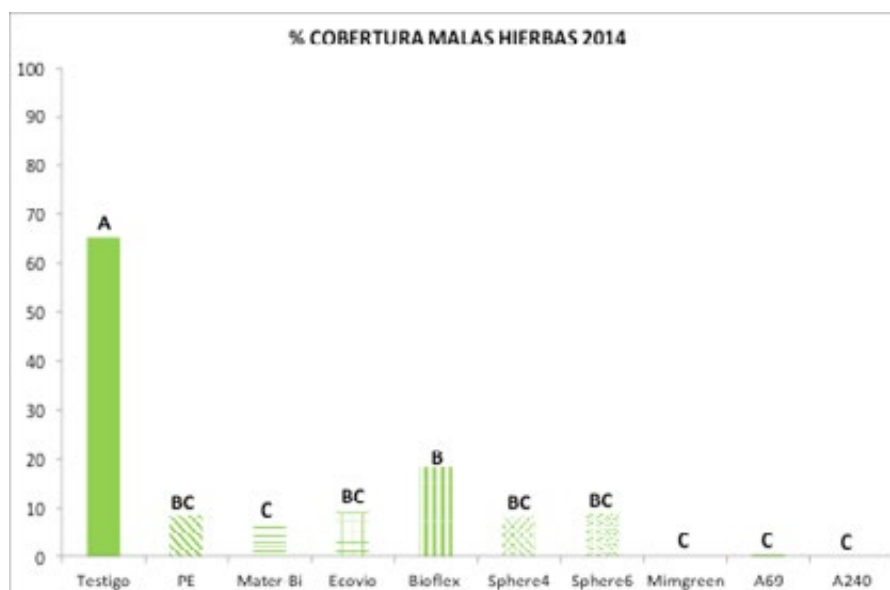


Fig. 1. Porcentaje de cobertura total de malas hierbas encontradas en el año 2014.

De nuevo encontramos diferencias significativas para los distintos tratamientos en el año 2015 (P-valor < 0.0001) (Fig. 2). Principalmente, se observó un aumento de la cobertura de malas hierbas en general y, sobre todo, destaca el porcentaje de cobertura de éstas en el papel A240 que presentó más del 70% de su superficie cubierto por malas hierbas. Exceptuando este caso, vemos que los materiales plásticos presentaron menos cobertura de malas hierbas que el testigo pero más que los papeles, repitiéndose el comportamiento del año anterior.

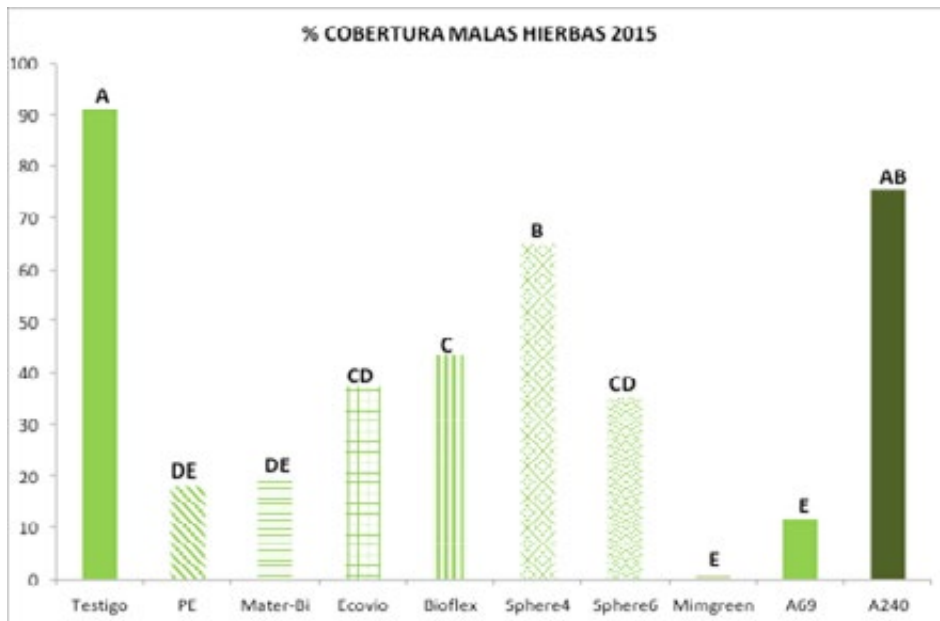


Fig. 2. Porcentaje de cobertura total de malas hierbas encontradas en el año 2015.

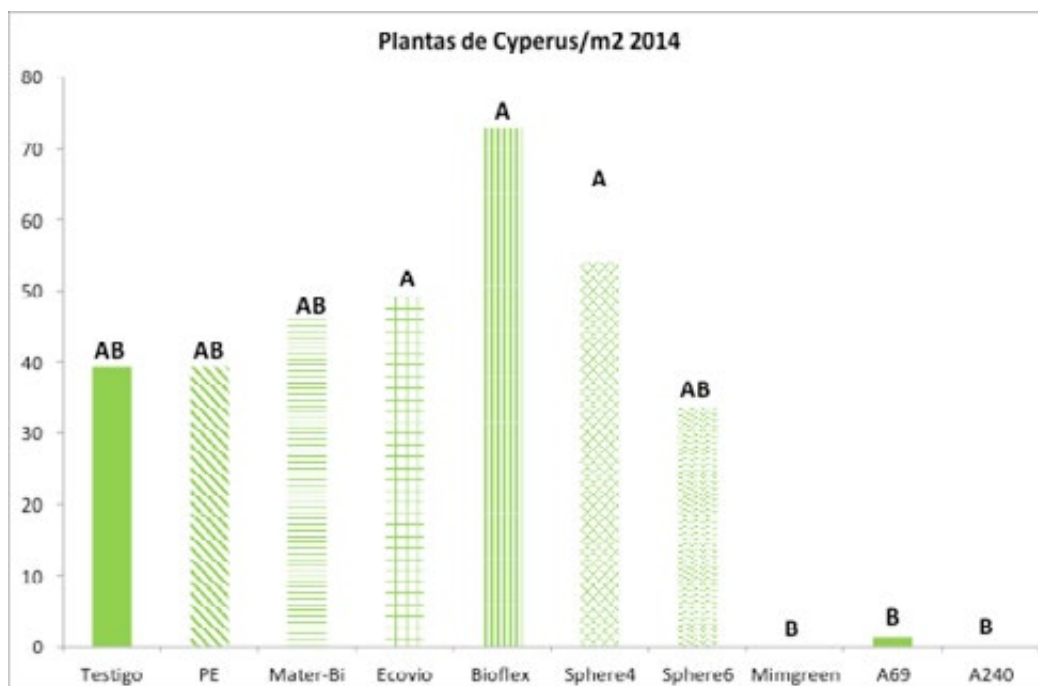


Fig. 3. Densidad (nº de plantas/m²) de *Cyperus rotundus* presente en los distintos tratamientos en el año 2014 a los 63 DDT.

Centrándonos en la juncia, hay una diferencia clara respecto a papeles y plásticos. Los plásticos presentan alrededor del 40% de la lámina cubierta de juncia llegando a cubrir hasta el 70% en el caso de Bioflex. Ya otros autores describieron que la juncia fue capaz de perforar el PE con facilidad (Webster 2005). De nuevo, fue más acusado la perforación de plásticos biodegradables por juncia, probablemente debido a que se degradan y pierden propiedades (Cirujeda *et al.* 2012b) (Fig. 3). Las cifras superiores a 60 plantas/m² de juncia pueden suponer pérdidas superiores al 10% en el cultivo del pimiento (Motis *et al.* 2003). Los papeles controlaron eficazmente la juncia, sucediendo lo mismo que en los ensayos llevados a cabo anteriormente en tomate (Cirujeda *et al.* 2012b, Anzalone *et al.* 2010). El papel es el material más eficaz debido probablemente a su dureza y a que impide el paso de la luz, por lo que la juncia produce menos biomasa.

En el año 2015 no se encontraron diferencias significativas probablemente debido a la variabilidad en los datos a causa de las roturas iniciales en los materiales (datos no presentados).

Producción de pimiento

En el caso de la cosecha también hubo diferencias significativas por años, por lo que los resultados se presentan por separado. En el año 2014 se obtuvo una producción cercana a las 30 t/ha en el plástico Mater-Bi pero seguida de cerca por el resto de materiales, donde en el PE se obtuvo una producción media tirando a baja (cerca de 25 t/ha). La producción en el testigo fue menor que en el resto de materiales como se encontró en ensayos llevados a cabo anteriormente (Morales-García *et al.* 2011, Cirujeda *et al.* 2012b) debido a la elevada densidad de mala hierba presente en este.

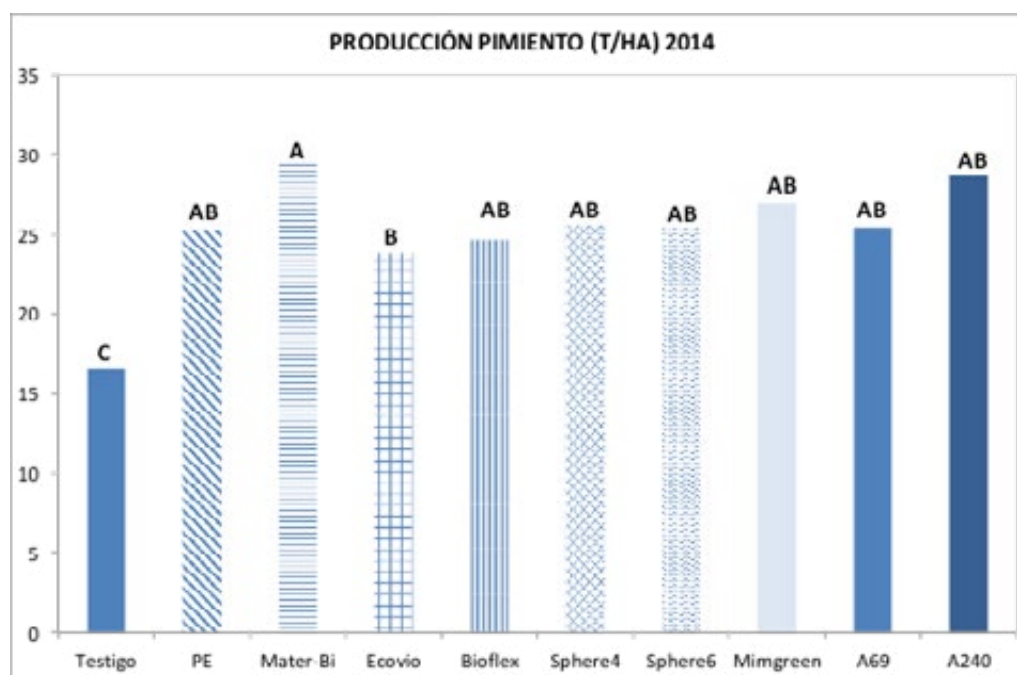


Fig. 4. Producción total de pimiento comercial en el año 2014.

En el año 2015 nos encontramos de nuevo con resultados entre bloques muy variables y con diferencias significativas entre tratamientos (Fig. 5). En este caso, el papel Mimgreen y el plástico biodegradable Mater-Bi fueron los materiales con los que se obtuvieron mayores rendimientos, cerca de 40 t/ha, seguido del papel A240 con una producción cercana a los 30 t/ha. El resto de materiales tuvo un comportamiento similar, incluyendo al PE. Las elevadas temperaturas en las primeras semanas de establecimiento del cultivo provocaron roturas en la mayoría de plásticos biodegradables, dañando plantas de cultivo lo que explicó las principales diferencias de rendimiento.

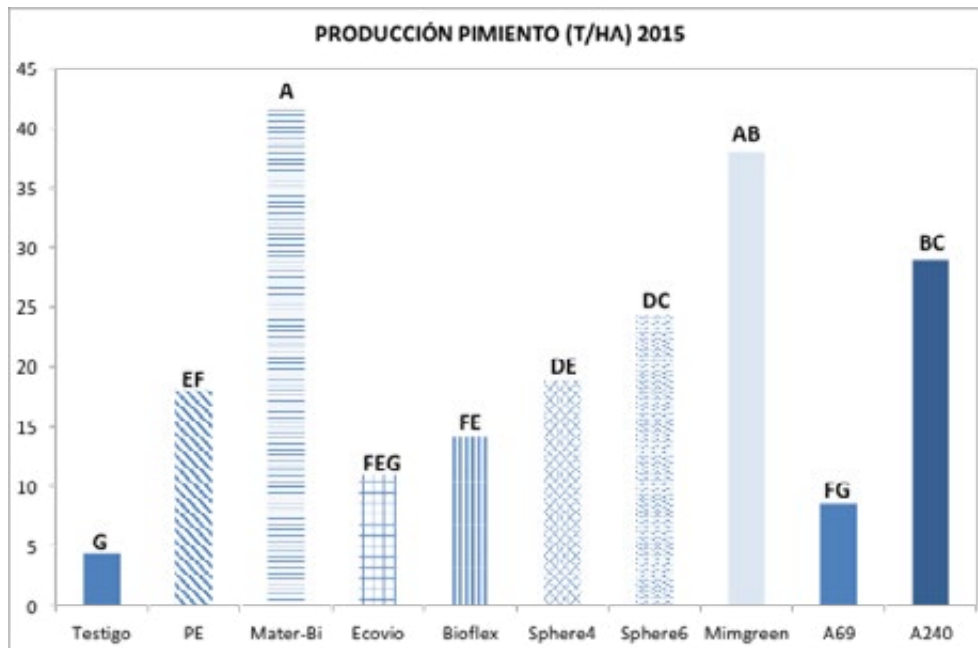


Fig. 5. Producción total de pimiento comercial en el año 2015.

CONCLUSIONES

Como conclusión podemos indicar que tanto los acolchados de papel como los de plástico biodegradable controlan eficazmente las malas hierbas.

Los papeles fueron los únicos materiales que impidieron la emergencia de la juncia, por lo que en casos en los que encontramos infestación de esta mala hierba se deberá recomendar su uso, sino, esta mala hierba prospera libremente y sin competencia.

La producción obtenida por estos materiales biodegradables se equipara a la obtenida al PE, llegando incluso a ser superior en el caso del plástico Mater-Bi. El tratamiento sin desherbar obtuvo rendimientos muy bajos debido a la alta competencia de malas hierbas. Por lo que cualquiera de los materiales sería una opción válida para sustituir al PE.

AGRADECIMIENTOS

Por su valiosa colaboración y participación activa, a F. Arrieta, J.A: Alins, y a D. Redondo.

BIBLIOGRAFÍA

- Anzalone A, Cirujeda A, Aibar J, Pardo G, Zaragoza C. 2010. Effect of biodegradable mulch material on weed control in processing tomatoes. *Weed Technology* 24, 369-377.
- Bowley SR. 1999. *A Hitchhiker's Guide to statistics in plant biology*. Any Old Subject Books, Guelph, Ontario, Canada, 250 p.
- Cirujeda A, Anzalone A, Martín-Closas L, Meco R, Moreno MM, Pardo A, Pelacho AM, Rojo F, Royo-Esnal A, Suso ML, Zaragoza C. 2012a. Biodegradable mulch instead of polyethylene for weed control of processing tomato production. *Agronomy for Sustainable Development* 32, 889-897.
- Cirujeda A, Anzalone A, Aibar J, Moreno MM, Zaragoza C. 2012b. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control with paper mulch in processing tomato. *Crop Protection* 39, 66-71.
- Gatraud. 2004. Serres maraîchers: La gestion de déchets solides. Jornada Técnica: Buenas Prácticas Agrarias en Horticultura. DARP: Plan anual de transferencia tecnológica 2004. Viladecans. Barcelona.
- Lahoz I, Macua JI, Cirujeda A, Aibar J, Marí AI, Pardo G, Suso M, Pardo A, Moreno MM, Moreno C, Mancebo I, Meco R. 2014. Influencia del acolchado biodegradable en la producción de pimiento. XIII Jornadas del Grupo de Horticultura. I Jornadas del Grupo de Alimentación y Salud. Logroño

- Lamont WJ. 2005. Plastics: modifying the microclimate for the production of vegetable crops. *HortTechnology* 15, 477-481.
- Moreno MM, Cirujeda A, Aibar J, Moreno C. 2016. Soil thermal and productive response of biodegradable mulch materials in a processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) crop. *Soil Research* 54, 207-215.
- Martín-Closas L, Bach MA, Pelacho AM. 2008. Biodegradable mulching in an organic tomato production system. *Proceedings of the International Symposium on Sustainability*, 767, 267-273.
- Morales-García D, Stewart KA, Seguin P, Madramootoo C. 2011. Supplemental saline drip irrigation applied at different growth stages of two bell pepper cultivars grown with or without mulch in non-saline soil. *Agricultural Water Management* 98, 893-898.
- Morales-Payan JP. 1997. Effect of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) on tomato (*Lycopersicon esculentum*) and bell pepper (*Capsicum annuum*) vegetative growth and fruit yield. *Weed Technology* 11, 672-676.
- Motis TN, Locascio SJ, Gilreath JP, Stall WM. 2003. Season-long interference or yellow nutsedge (*Cyperus sculentus*) with polyethylene-mulched bell pepper (*Capsicum annuum*). *Weed Technology* 17, 543-549.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2015. Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022. Madrid. http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/pemaraprobado6noviembrecondae_tcm7-401704.pdf
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2006. Plan Nacional Integrado de Residuos. I Plan Nacional de Residuos de Plásticos de Uso Agrario. Madrid. http://www.itl.cat/construccion-sostenible/Bases%20dades%20construccion%20sostenible/temes/fitxers/documents/constr_sost/temes/residus/isa_pnir_26_11_2007.pdf
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2012. Producción y consumo sostenibles y residuos agrarios. Madrid. http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/Residuos_agrarios_tcm7-232332.pdf
- Ministerio de Medio Ambiente. 2007. Los residuos de plástico de uso agrario. Madrid. <https://chsegura.es/export/descargas/informaciongeneral/mediatecadigital/libros/docsdescarga/0136-Los-Residuos-de-Plastico-de-uso-agrario.pdf>
- Gestión Ambiental de Navarra (GANASA). 2015. Flujo de Residuos Agropecuarios. Inventario 2014. Referencia: 401001-11 / IS 08-14. <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/80746B2B-18BA-4FFE-9F1F-3F1879E58511/334150/ISO815INVENTARIORESIDUOSAGROPECUARIOS2014.pdf>
- Santos BM, Gilreath JP, Arbona R, Pimentel AR. 2005. La estadística no paramétrica para el análisis e interpretación de estudios de plagas: alternativas al análisis de varianza. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. Costa Rica. Hoja Técnica 51, 83-89.
- Shogren, RL. 1999. Preparation and characterization of a biodegradable mulch: paper coated with polymerized vegetable oils. *Journal of Applied Polymer Science* 73, 2159-2167.
- Usman K, Khan N, Muhammad U. 2013. Impact of tillage and herbicides on weed density yield and quality of cotton in wheat based cropping system. *Journal of Integrate Agriculture* 12, 1568-1579.
- Wang G, McGiffen ME, Ogbuchiekwe EJ. 2008. Crop rotation effects on *Cyperus rotundus* and *C. esculentus* population dynamics in southern California vegetable production. *Weed Research* 48, 420-428.
- Webster TM. 2005. Mulch type affects growth and tuber production of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) and purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Science* 53, 834-838.
- Webster TM, Theodore M, Grey TL, Davis JW, Culpepper AS. 2008. Glyphosate hinders purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) tuber production. *Weed Science* 56, 735-742.

ASOCIACIÓN ENTRE PLAGAS: EJEMPLO DEL CULTIVO DEL CAQUI

Vercher R, González-Cavero S, Estellés J, Mañó P*

Instituto Agroforestal del Mediterráneo (IAM), ETSIAMN, Universidad Politécnica de Valencia (UPV), *Agrícola Alginet S. Coop. V. (COAGRI), Alginet (Valencia)

RESUMEN

Algunas plagas, poco destacadas en ciertos cultivos, toman una dimensión más importante en otros. Es el caso de los lepidópteros *Cryptoblabes gnidiella* Millière y *Anatratrynchis badia* Hodges en el cultivo del caqui. Otras plagas, ya problemáticas en varios cultivos, también han ido invadiendo la zona productora de caqui, causando problemas graves; es el caso de los pseudocócidos (cotonets) *Planococcus citri* Risso y *Pseudococcus viburni* Signoret. Estas plagas causan elevadas pérdidas directas de cosecha y restricciones aduaneras (son plagas de cuarentena en algunos países).

Este estudio analiza las interacciones entre estas dos especies de hemipteros productoras de melaza (los cotonets) y dos especies de lepidópteros, clasificados normalmente como especies carroñeras o que se alimentan de melaza de otros insectos; pero que causan daños directos al fruto del caqui. Conociendo bien este tipo de interacciones se puede contribuir al establecimiento de adecuados programas de Gestión de Plagas.

El seguimiento de estas especies se ha realizado durante dos años con trampas delta y feromonas específicas de las dos especies de cotonet y de *Cr. gnidiella* y mediante la observación visual en campo. Los resultados muestran que *Cr. gnidiella* está asociado a *P. citri*, mientras que *A. badia* se asocia con *Ps. viburni*.

Palabras clave: *Diospyros kaki*, *Planococcus citri*, *Pseudococcus viburni*, *Cryptoblabes gnidiella*, *Anatratrynchis badia*

EFFECTO DE HIDROLATOS DE ROMERO Y TOMILLO SOBRE LA GERMINACIÓN Y EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE *PARIETARIA JUDAICA* L.

Torres L*, Díaz EA**, Rigueiro A*

*Dpto Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior (EPS) de Lugo. Universidad Santiago de Compostela (USC); lucia.torres@usc.es; antonio.rigueiro@usc.es

**Dpto. Botánica. EPS Lugo USC; elvira.diaz@usc.es

RESUMEN:

Entre las especies que poseen actividad alelopática, el romero y el tomillo se encuentran en nuestro entorno geográfico, por ello se han seleccionado con el objetivo de evaluar dicha actividad sobre *Parietaria judaica* L., planta ruderal y de muros.

Tres hidrolatos quimiotipados comerciales de dichas especies se han evaluado sobre cuatro réplicas de 25 semillas de *P. judaica* colocadas en placas Petri (2 ml de hidrolato en cada réplica) en cámara de ambiente controlado (fotoperiodo, 16h luz 22°C y 8 oscuridad 18°C), junto con un tratamiento control, durante un mes. Se ha examinado diariamente la germinación y se ha evaluado el crecimiento de las plantas de cinco días de desarrollo. Los porcentajes finales medios de germinación y la longitud de las plantas se han comparado mediante el ANOVA y test DMS a posteriori.

La inhibición de la germinación por el hidrolato de romero fue muy baja, por el hidrolato de tomillo (L) intermedia y por el de tomillo (T) elevada. En los tres casos se han encontrado plantas de cinco días de desarrollo no viables. Estos resultados muestran un efecto fitotóxico diferente entre los tres hidrolatos analizados sobre la germinación de semillas de *P. judaica*, destacando entre ellos el de tomillo (T) por su mayor inhibición de la germinación y ausencia de plántulas viables en la mayor concentración analizada; lo que evidencia su potencialidad como bioherbicida.

Palabras clave: bioherbicida, *Rosmarinus officinalis*, ruderal, *Thymus vulgaris*.

INTRODUCCIÓN

Los compuestos alelopáticos de las plantas son productos naturales que pueden ser una alternativa frente a los herbicidas y agroquímicos convencionales, contribuyendo a la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola (Dayan *et al.*, 2009).

Dichos compuestos son producidos por numerosas plantas aromáticas y medicinales, particularmente Lamiaceae, a partir de las cuales se obtienen principalmente aceites esenciales, pero también hidrolatos y otros derivados. Entre ellos, los hidrolatos son subproductos de los procesos de obtención de aceite esencial que pueden recuperarse al finalizar la destilación, una vez separada del aceite (Gawde *et al.*, 2009), pudiendo contener pequeñas cantidades de compuestos volátiles solubilizados que podrían mantener actividad fitotóxica, pudiendo resultar así un producto bioherbicida de bajo coste.

Es posible adquirir hidrolatos comerciales de una amplia gama de plantas de las que se obtiene aceites esenciales, incluso también ecológicos, lo que junto con las razones de tipo económico justifica el interés de su estudio para analizar su potencialidad como bioherbicidas.

El efecto fitotóxico de los aceites esenciales, cuyos compuestos pueden encontrarse en bajas concentraciones en los hidrolatos, se ha encontrado en numerosas especies, produciendo un retraso o una inhibición de la germinación y del desarrollo inicial (longitud y biomasa) de las plántulas (Setia *et al.*, 2007; Ramezani *et al.*, 2008; Bisio *et al.*, 2010; Verdeguer *et al.*, 2011; Fraga *et al.*, 2015; Pinheiro *et al.*, 2015). Fisiológicamente dicho efecto se manifiesta en una reducción del contenido en clorofila, afectando al proceso fotosintético, y en la actividad respiratoria de las plántulas, así como al metabolismo energético (Singh *et al.*, 2004; Setia *et al.*, 2007).

Son escasos los estudios realizados sobre el efecto de hidrolatos sobre la germinación y el desarrollo inicial de plántulas, destacando en nuestro entorno los realizados por Valiño (2013), que muestran el potencial fitotóxico del hidrolato procedente de la obtención del aceite esencial de jara (*Cistus ladanifer* L.) sobre la germinación y el desarrollo inicial de malas hierbas.

Entre las especies que poseen actividad alelopática, el romero y el tomillo se encuentran en nuestro entorno geográfico, y sus aceites esenciales han mostrado su potencialidad herbicida, por ello se han seleccionado con el objetivo de evaluar la actividad de sus hidrolatos sobre *Parietaria judaica* L., planta ruderal y de muros.

Dicha especie es la más abundante en la muralla de Lugo, monumento Patrimonio de la Humanidad cuya conservación requiere anualmente tratamientos de control de la vegetación que crece tanto en su parte exterior, como interior, y también en su adarve superior y cuyas poblaciones se mantienen en la misma a partir de germinación tras los tratamientos fitosanitarios aplicados.

Nuestra hipótesis es que, si alguno de los hidrolatos estudiados presenta actividad fitotóxica sobre la germinación de las semillas y/o el desarrollo inicial de las plántulas de dicha especie, se podría incorporar su utilización a los tratamientos de control de la vegetación, lo que además podría resultar asumible económicamente puesto que se trata de subproductos del proceso de obtención de aceites esenciales.

METODOLOGÍA

Principales componentes del Aceite Esencial					
HIDROLATO <i>Rosmarinus officinalis</i>	Alfa Pineno	HIDROLATO <i>Thymus vulgaris</i> tipo Linalol	Alfa Pineno	HIDROLATO <i>Thymus vulgaris</i> tipo Timol	Alfa Pineno
	Canfeno		Mirceno		Mirceno
	Beta Pineno		Alfa Terpineno		Alfa Terpineno
	Mirceno		Limoneno		Gamma Terpineno
	Limoneno		Gamma Terpineno		Paracimeno
	Eucaliptol		Paracimeno		Linalol
Alcanfor	Linalol	Timol			
Paracimeno	Terpineno-4-ol	Carvacrol			
Beta Cariofileno	Alfa Terpineol				
Alfa Terpineol	Borneol				
Borneol					
Contenido en aceite esencial 0,10%	Contenido en aceite esencial 0,20%	Contenido en aceite esencial 0,20%			
Densidad relativa 20°C 0,998	Densidad relativa 20°C 0,998	Densidad relativa 20°C 0,998			
Índice de refracción 20°C 1,333	Índice de refracción 20°C 1,333	Índice de refracción 20°C 1,333			
pH (directo) 20°C 3,69	pH (directo) 20°C 2,93	pH (directo) 20°C 3,05			
Punto de inflamación +175°C	Punto de inflamación +175°C	Punto de inflamación +175°C			

Cuadro 1 Principales resultados del análisis de los hidrolatos ensayados (*Rosmarinus officinalis*; *Thymus vulgaris*-tipo Linalol; *Thymus vulgaris*-tipo Timol); principales componentes del aceite esencial y principales características del análisis, facilitados por la empresa Esencias Martínez Lozano S.A.

Se han recogido frutos de *Parietaria judaica* en plantas de la Muralla de Lugo, a partir de los cuales se han obtenido plantas desarrolladas en ambiente controlado, para poder así garantizar la disponibilidad de semillas para los diferentes tratamientos realizados. Puesto que esta planta produce frutos monospermos (aquenio), en adelante nos referiremos a ellos como semillas.

Los hidrolatos comerciales de romero *Rosmarinus officinalis*, de tomillo *Thymus vulgaris*-tipo Linalol, y de tomillo *Thymus vulgaris*-tipo Timol se han adquirido a la empresa Esencias Martínez Lozano S.A., y su composición, facilitada por las mismas, queda reflejada en el Cuadro 1.

Para evaluar el efecto de los tres hidrolatos sobre la germinación de las semillas de *Parietaria judaica* se ha diseñado un bioensayo dosis-respuesta, en condiciones controladas (fotoperiodo de 18 horas luz, a 22°C, y 6 horas oscuridad, a 18 °C), muy adecuadas para la germinación de las mismas (Torres *et al.*, 2014).

Teniendo en cuenta que los hidrolatos contienen pequeñas cantidades de compuestos volátiles de actividad fitotóxica, se ha ensayado inicialmente una dosificación máxima, la del producto sin dilución (100%), y posteriormente, si se había observado eficacia del mismo (bien por inhibición de la germinación, bien por la observación de plántulas no viables), tres dosificaciones decrecientes (50%, 25%, 12.5%), de manera similar a las utilizadas en estudios con hidrolatos (Valiño, 2013), así como un control sin hidrolato, únicamente en agua destilada.

Cada ensayo se ha realizado en dos fases: una fase de producto (Fase I, las semillas estuvieron en presencia del producto en cada dosificación) y una siguiente fase de agua (Fase II, las semillas aparentemente viables al final de la fase anterior, estuvieron sólo en presencia de agua en dosificación constante simulando un hipotético lavado del producto, analizando así su posible recuperación), de manera similar a los estudios del efecto de la salinidad o el estrés hídrico sobre la germinación de las semillas (Guja *et al.*, 2010).

Cada fase a su vez se ha desdoblado en dos actividades: en una se ha evaluado la germinación, con una frecuencia diaria, y en la otra se ha realizado un seguimiento de las semillas germinadas, tipología y desarrollo de plántula, a los 5, 10 y 15 días; diferenciando inicialmente entre plántula normal, viable, y plántula no normal (con clorosis evidente, o sin desarrollo de la radícula, o sin desarrollo de la plúmula), de acuerdo con los posibles efectos fitotóxicos morfológicos y fisiológicos descritos anteriormente.

En cada ensayo se han preparado cuatro réplicas de 25 semillas de *P. judaica* colocadas en placas Petri de 9 mm de diámetro sobre capa de papel de filtro humedecido con 2ml de la correspondiente dosificación y cerradas con parafilm para evitar variaciones de la misma.

El seguimiento de la germinación se ha realizado durante un cuatro semanas, tiempo suficiente para que se produzcan todas las germinaciones en esta especie (Torres *et al.*, 2014).

A partir de los valores medios de germinación obtenidos en cada ensayo, se han elaborado las correspondientes gráficas de dinámica de germinación. Los porcentajes finales medios de germinación, previa transformación "arco seno \sqrt{p} " (donde p: valor de germinación en tanto por uno), para garantizar su normalidad y verificación de la homogeneidad de su varianza mediante la prueba de Levene, se han comparado mediante el ANOVA y test DMS a posteriori realizado con el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 20 para WINDOWS.

RESULTADOS

La germinación de las semillas de *Parietaria judaica* fue muy elevada (96%) (Figura 1, a) y las plántulas se desarrollaron normalmente, sin que se observase ninguna no viable (Cuadro 2).

En los tres hidrolatos se ha reducido la germinación a máxima dosificación, difiriendo entre sí y con el control en el nivel final alcanzado (Cuadro 3).

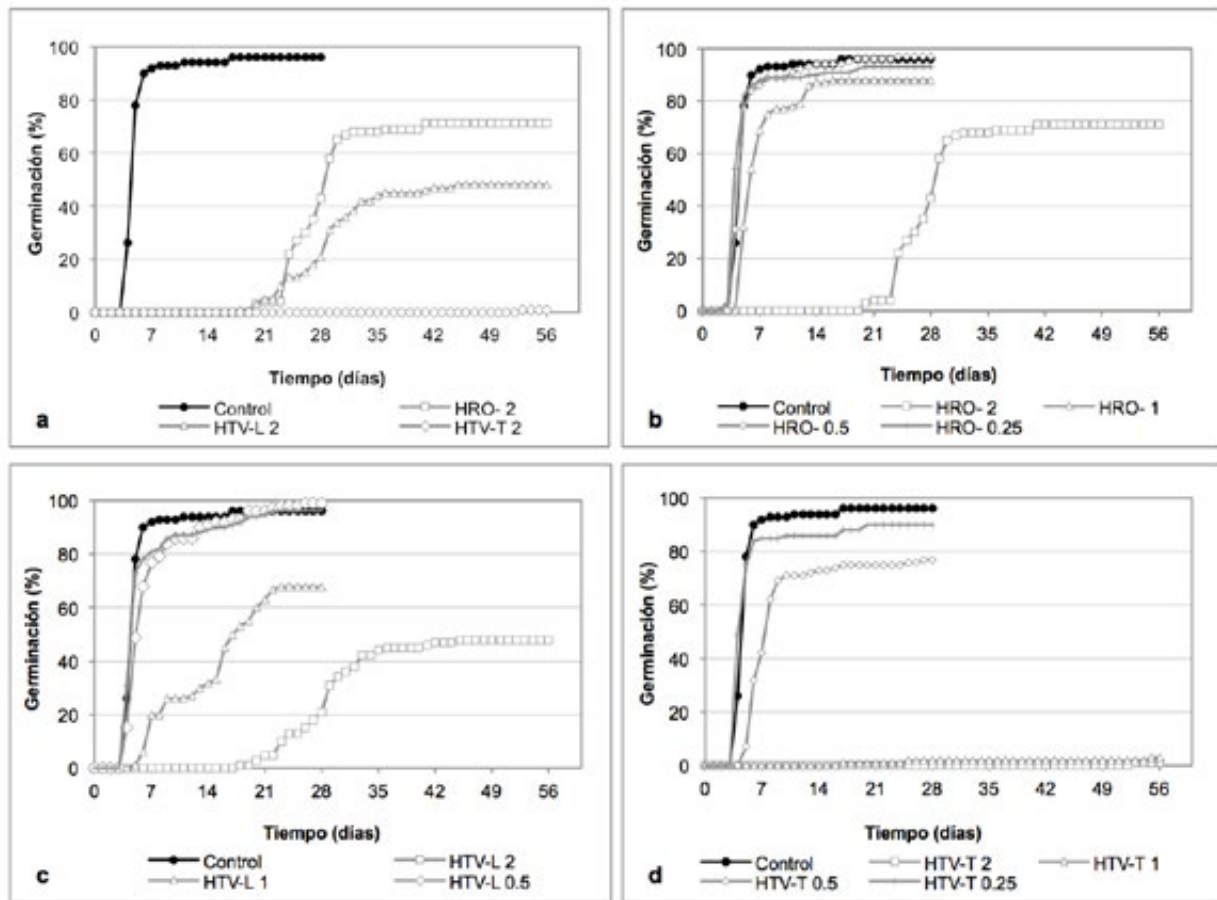


Figura 1: Germinación media acumulada de *Parietaria judaica* en cada una de las fases (Fase I: fase de producto, Fase II: fase de agua), para los 3 hidrolatos en máxima dosificación (a) y para cada hidrolato en dosificaciones decrecientes (b, c y d). HRO- 2: hidrolato de *Rosmarinus officinalis* (2 ml); HRO- 1: hidrolato de *Rosmarinus officinalis* (1 ml); HRO- 0.5: hidrolato de *Rosmarinus officinalis* (0.5 ml); HRO- 0.25: hidrolato de *Rosmarinus officinalis* (0.25 ml); HTV-L 2: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Linalol (2 ml); HTV-L 1: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Linalol (1 ml); HTV-L 0.5: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Linalol (0.5 ml); HTV-L 0.25: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Linalol (0.25 ml); HTV-T 2: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Timol (2 ml); HTV-T 1: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Timol (1 ml); HTV-T 0.5: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Timol (0.5 ml); HTV-T 0.25: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Timol (0.25 ml).

La germinación también resultó muy elevada para las semillas en las tres dosificaciones más bajas de hidrolato de romero, y media en la más elevada (Figura 1, b), la única que difiere significativamente del control (Cuadro 4); mientras que las plántulas viables y no viables se han encontrado en todas, con excepción de la más baja en la que todas fueron viables (Cuadro 2). Las semillas recuperaron parcialmente la capacidad germinativa tras su contacto con el hidrolato a máxima concentración, germinando y produciendo plántulas normales.

En hidrolato de tomillo linalol la germinación resultó baja con la dosificación más elevada (Figura 1, c), que difirió significativamente del control y de todas las demás, desarrollándose siempre plántulas no viables; y elevada o muy elevada en las otras tres, la primera de las cuales también difirió significativamente del control y de todas las demás, en las que se obtuvieron plántulas normales y también no viables. En el primer caso además, las semillas recuperaron también parcialmente la capacidad germinativa, produciendo los dos tipos de plántulas.

En hidrolato de tomillo timol la germinación resultó muy baja en las dos dosificaciones más elevadas (Figura 1, d), con diferencias significativas tanto con el control como con las otras dos, sin que se hayan observado plántulas normales; y elevada o muy elevada en las otras dos, con plántulas tanto normales como no viables. En los dos primeros casos prácticamente no se produjo recuperación de la germinación, desarrollándose siempre plántulas no viables.

	DOSIS (ml)	FASE I: HIDROLATO		FASE II: AGUA	
		P-V	P-NV	P-V	P-NV
C	2.00	P	A	-	-
HRO-	2.00	P	P	P	A
	1.00	P	P	-	-
	0.50	P	P	-	-
	0.25	P	A	-	-
HTV-L	2.00	A	P	P	P
	1.00	P	P	-	-
	0.50	P	P	-	-
	0.25	P	P	-	-
HTV-T	2.00	-	-	A	P
	1.00	A	P	A	P
	0.50	P	P	-	-
	0.25	P	P	-	-

Cuadro 2: Desarrollo morfológico de las plántulas de *Parietaria judaica* evaluadas a los 5, 10 y 15 días (P-V: plántulas viables; P-NV: plántulas no viables), en cada una de las fases (Fase I: fase de producto; Fase II: fase de agua); para cada hidrolato (1 de romero y 2 de tomillo) y dosificación ensayada (2, 1, 0.5, 0.25). C: control; HRO-: hidrolato de *Rosmarinus officinalis*; HTV-L: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Linalol; HTV-T: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Timol. P: presencia en el tipo morfológico; A: ausencia en el tipo morfológico; -: Tipo morfológico no evaluado, sin germinación.

TRATAMIENTO	GERMINACIÓN (%)	
	FASE I: HIDROLATO	FASE II: AGUA
C	96,00±1,63 ^a	96,00±1,63 ^a
HRO- 2	43,00±3,42 ^b	71,00±3,00 ^b
HTV-L 2	21,00±9,43 ^c	48,00±9,66 ^c
HTV-T 2	0,00±0,00 ^d	1,00±1,00 ^d

Cuadro 3: Resultados del ANOVA y de las comparaciones post hoc (a posteriori) para detectar diferencias significativas en el porcentaje de germinación entre tratamientos (hidrolatos a máxima concentración), para Fase I: fase de producto y Fase II: fase de agua. Los valores descriptivos se corresponden con los datos sin transformar, y los resultados de la prueba ANOVA y comparaciones post hoc se han obtenido a partir de datos previamente transformados. (●: p<0,05 según test DMS). Valores seguidos por la misma letra indican que no hay diferencias significativas entre ellos. C: control; HRO- 2: hidrolato de *Rosmarinus officinalis* (2 ml); HTV-L 2: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Linalol (2 ml); HTV-T 2: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Timol (2 ml).

TRATAMIENTO	GERMINACIÓN (%)	
	FASE I: HIDROLATO	FASE II: AGUA
C	96,00±1,63 ^a	96,00±1,63 ^a
HRO- 2	43,00±3,42 ^b	71,00±3,00 ^b
HRO- 1	88,00±1,63 ^c	88,00±1,63 ^c
HRO- 0.5	97,00±1,91 ^a	97,00±1,91 ^a
HRO- 0.25	93,00±3,00 ^{ac}	93,00±3,00 ^{ac}
HTV-L 2	21,00±9,43 ^d	48,00±9,66 ^d
HTV-L 1	68,00±4,90 ^e	68,00±4,90 ^b
HTV-L 0.5	99,00±1,00 ^a	99,00±1,00 ^a
HTV-L 0.25	96,00±2,31 ^a	96,00±2,31 ^a
HTV-L 2	0,00±0,00 ^f	1,00±1,00 ^{de}
HTV-L 1	2,00±1,15 ^f	3,00±1,91 ^e
HTV-L 0.5	77,00±3,42 ^{ce}	77,00±3,42 ^b
HTV-L 0.25	90,00±2,5 ^{ac}	90,00±2,58 ^{ac}

Cuadro 4: Resultados del ANOVA y de las comparaciones post hoc (a posteriori) para detectar diferencias significativas en el porcentaje de germinación entre tratamientos (hidrolatos en concentraciones decrecientes), para Fase I: fase de producto y Fase II: fase de agua. Los valores descriptivos se corresponden con los datos sin transformar, y los resultados de la prueba ANOVA y comparaciones post hoc se han obtenido a partir de datos previamente transformados. (●: $p < 0,05$ según test DMS). Valores seguidos por la misma letra indican que no hay diferencias significativas entre ellos. C: control; HRO- 2: hidrolato de *Rosmarinus officinalis* (2 ml); HRO- 1: hidrolato de *Rosmarinus officinalis* (1 ml); HRO- 0.5: hidrolato de *Rosmarinus officinalis* (0.5 ml); HRO- 0.25: hidrolato de *Rosmarinus officinalis* (0.25 ml); HTV-L 2: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Linalol (2 ml); HTV-L 1: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Linalol (1 ml); HTV-L 0.5: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Linalol (0.5 ml); HTV-L 0.25: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Linalol (0.25 ml); HTV-T 2: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Timol (2 ml); HTV-T 1: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Timol (1 ml); HTV-T 0.5: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Timol (0.5 ml); HTV-T 0.25: hidrolato de *Thymus vulgaris*-tipo Timol (0.25 ml).

DISCUSIÓN

Las condiciones controladas establecidas han resultado muy adecuadas para la germinación de las semillas de *Parietaria judaica*, tal como se había constatado previamente (Torres *et al.*, 2014), puesto que han alcanzado un nivel muy elevado con un rápido ritmo de germinación, características muy apropiadas para la realización de bioensayos como los que presentamos.

Los tres hidrolatos estudiados han presentado actividad fitotóxica en su máxima dosificación (100%) en la germinación de las semillas, cuyo nivel se reduce o inhibe (Figura 1); desarrollando además al menos cierta proporción de plántulas no viables en correspondencia con dicha actividad (Cuadro 2). Atendiendo a ambas manifestaciones de la misma, los hidrolatos a máxima concentración resultan clasificados de menor a mayor eficacia como sigue: hidrolato de romero, hidrolato de tomillo linalol e hidrolato de tomillo timol.

Estos resultados confirman nuestra hipótesis, ya que los tres hidrolatos estudiados presentan actividad fitotóxica sobre la germinación de las semillas y/o el desarrollo inicial de las plántulas de *Parietaria judaica*, por lo que su utilización se podría incorporar a los tratamientos de control de la vegetación de la Muralla de Lugo, lo que haría necesaria la realización de una investigación y aplicación técnica in situ.

La actividad fitotóxica de los aceites de diferentes especies de tomillo (Ali *et al.*, 2014, Kashkooli *et al.*, 2014, Onaran *et al.*, 2014) y de romero es bien conocida (Azirak & Karaman, 2007; Chen *et al.*, 2013). Nuestros resultados confirman que los aceites esenciales volátiles de estas especies también pueden disolverse en agua (hidrolato) manteniendo su actividad fitotóxica a pesar de su baja concentración, como se ha demostrado en los de jara (Valiño, 2013).

Las manifestaciones de dicha actividad sobre la germinación de las semillas son similares a las encontradas tanto en los estudios anteriormente referidos sobre hidrolatos de jara, como en otros productos propuestos como bioherbicidas (Setia *et al.*, 2007; Ramezani *et al.*, 2008; Bisio *et al.*, 2010; Verdeguer *et al.*, 2011; Fraga *et al.*, 2015; Pinheiro *et al.*, 2015), bien afectando internamente al propio proceso de germinación previamente al desarrollo de la radícula, por lo que esta no se produce; bien afectando al desarrollo post-emergencia de la misma reduciendo considerablemente el crecimiento los dos ápices, y/o produciendo a una pérdida de capacidad fotosintetizadora (clorosis), en cuyo caso la plántula resulta no viable; sin descartar una disminución en el desarrollo de las plántulas aparentemente normales, viables, aspecto que no ha sido analizado.

Cuando se reduce la dosificación también lo hace la actividad fitotóxica, tanto en su efecto sobre la germinación como sobre el desarrollo de plántulas, si bien el nivel de reducción difiere nuevamente para cada dosificación entre los hidrolatos estudiados que no comparten en su composición todos los compuestos potencialmente activos (Cuadro 1).

Así, el hidrolato de romero no la presenta cuando la dosificación es del 50% o más baja, mientras que los otros dos sí; destacando entre ellos el hidrolato de tomillo timol que mantiene una eficacia máxima, inhibiendo casi totalmente la germinación y también la recuperación de la misma cuando se alivia su presencia en el medio. Finalmente, en la dosificación del 25% solamente este último hidrolato mantiene cierta actividad, y en la más baja de las estudiadas (12,5%) no la presenta ninguno, lo que nos permite establecer claramente de manera experimental la relación dosis-respuesta, y confirmar nuestra clasificación de menor a mayor eficacia: hidrolato de romero, hidrolato de tomillo linalol e hidrolato de tomillo timol.

Destacamos en esta evaluación nuestra aportación metodológica, inédita en este tipo de estudios, al incorporar a los bioensayos, tras una primera fase en la que las semillas están en contacto con el hidrolato a la correspondiente dosificación, una segunda fase de transferencia de las que finalmente presentaron apariencia viable al agua, para evaluar la recuperación de su capacidad germinativa, de manera similar a los a los estudios del efecto de la salinidad o el estrés hídrico sobre la germinación de las semillas (Guja *et al.* 2010), así como el desarrollo de plántulas. De esta forma se ha evidenciado la recuperación en los hidrolatos de romero y tomillo linalol a máxima dosificación, con un nivel muy elevado en el primero y medio en el segundo; así como la no recuperación en el hidrolato de tomillo timol en las dos dosificaciones más elevadas y la tipología de plántulas, algunas viables en los dos primeros. Esta evaluación confirma la potencialidad bioherbicida de los tres hidrolatos estudiados, así como la clasificación propuesta en relación con la misma, resaltando la mayor eficacia del tomillo timol.

CONCLUSIONES

Los bioensayos de fitotoxicidad realizados muestran la idoneidad de *Parietaria judaica* para su realización, dado su elevado nivel y rápido ritmo de germinación. La incorporación metodológica de una segunda fase de alivio de la misma complementa la evaluación de los hidrolatos estudiados.

Los tres hidrolatos estudiados presentan actividad fitotóxica sobre la germinación de las semillas y/o el desarrollo inicial de las plántulas de *Parietaria judaica*, por lo que su utilización se podría incorporar a los tratamientos de control de la vegetación de la muralla de Lugo.

La evaluación de su efecto sobre la germinación y el desarrollo inicial de plántulas, así como de la recuperación de la germinación en agua y la tipología de éstas, permite establecer una clasificación de menor a mayor eficacia de los mismos: hidrolato de romero, hidrolato de tomillo linalol e hidrolato de tomillo timol.

REFERENCIAS

- Dayan FE, Cantrell CL, Duke SO. 2009. Natural products in crop protection. *Bioorganic and Medicinal Chemistry* 17, 4022-4034.
- Gawde AJ, Cantrell CL, Zheljazkov VD. 2009. Dual extraction of essential oil and podophyllotoxin from *Juniperus virginiana*. *Industrial Crops and Products* 30, 276-280.
- Guja LK, Merritt DJ, Dixon KW. 2010. Buoyancy, salt tolerance and germination of coastal seeds: implications for oceanic hydrochorous dispersal. *Functional Plant Biology* 37, 1175–1186.
- Setia N, Batish D., Singh HP, Kohli RK.. 2007. Phytotoxicity of volatile oil from *Eucalyptus citriodora* against some weedy species. *Journal of Environmental Biology* 28, 63-66.
- Torres L, Díaz-Vizcaíno EA, Rigueiro A. 2014. Effect of blue gum, silver wattle and common gum cistus extracts on seed germination and seedlings development of *Parietaria judaica* L. Book of Abstracts of the International Symposium Organic Agriculture: clues for weed prevention and control. Vigo.
- Valiño E. 2013. Estudio del potencial bioherbicida del hidrolato de *Cistus ladanifer*. Universidad de Vigo.
- Verdeguer M, Blázquez A, Boira H. 2011. Chemical composition and herbicidal activity of the essential oil from a *Cistus ladanifer* L. population from Spain, *Natural Product Research*, DOI: 10.1080/14786419.2011.592835 To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2011.592835>

SEGUIMIENTO DE NIVELES DE IÓN BROMURO A ESCALA DE PARCELA EN SUELOS HORTÍCOLAS DEL CAMPO DE CARTAGENA

Fernández P*, Alcalá FJ**, García JL*** y *****, Taddei JL*** y *****, Lacasa A*****

*Oficina Comarcal Agraria Vega Alta (OCA). Consejería Agricultura y Agua. Ctra Murcia s/n. E-30530 Cieza (Murcia); pedro.fernandez5@carm.es

**Universidad Lisboa

***Instituto Geológico y Minero de España

****Universidad Murcia

*****IMIDA, C/ Mayor s/n. E-30150 La Alberca Murcia

RESUMEN:

Desde el año 2005 que se dejó de utilizar el bromuro de metilo como desinfectante de los suelos de invernaderos con monocultivos de pimiento se sigue detectando trazas del ión bromuro en las cosechas. Pero llama la atención la presencia de Br- en cosechas obtenidas en suelos donde no se tiene constancia del uso del fumigante y en otras hortalizas, con innumerables repercusiones, sobre todo, en cultivos ecológicos. Con el fin de tratar de averiguar si la presencia de Br- en los suelos y en las cosechas pudiera estar relacionada con otras formas o vías de incorporación a las parcelas cultivadas, se han llevado a cabo determinaciones específicas en cultivos hortícolas de invernaderos y parcelas al aire libre del Campo de Cartagena, en las que se había usado bromuro de metilo y en las que no se había usado, situadas a diferentes distancias de la costa, con manejo convencional y ecológico. Se analizaron muestras de suelo tomadas a diferentes profundidades, de agua de riego, de agua de lluvia, de fertilizantes (ecológicos y de síntesis), de estiércoles, de diferentes órganos de las plantas (incluidos frutos), en varias fechas, a lo largo de la campaña 2013-2014. Se ha utilizado la relación $R=Cl^-/Br^-$ como trazador contrastado para determinar el origen del bromuro de cada término del balance. Se detecta Br- en suelos que fueron desinfectados con bromuro de metilo y también en suelos no desinfectados con el fumigante y se corrobora su presencia en las plantas en ellos cultivadas. Las iniciales determinaciones requieren de seguimientos a más largo plazo, dadas las variaciones en las características de las aguas de riego en periodos de sequía y en periodos de mayor pluviometría.

Palabras clave: agua subterránea, bromuro de metilo, invernaderos, relación Cl/Br

EFFECTIVIDAD DE LA GESTIÓN DE LOS CULTIVOS DE COBERTURA MEDIANTE EL "ROLLER CRIMPER" Y SU EFECTO SOBRE LA FLORA ARVENSE, LA FAUNA DEL SUELO Y LOS PULGONES EN SISTEMAS HORTÍCOLAS ECOLÓGICAS

Navarro D, Blanco-Moreno JM, Caballero-López B, Chamorro L, Sans FX

Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals (BEECA). Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Avda. Diagonal 643. Barcelona (08028)
david.danami@gmail.com

RESUMEN:

La agricultura ecológica tiene como objetivo desarrollar sistemas agrícolas sostenibles, con especial énfasis en la mejora de los procesos de auto-regulación y en la reducción de los aportes de insumos externos. En este contexto, la intercalación de los Cultivos que proporcionan Servicios Agroecológicos (ASC) en la rotación de los cultivos hortícolas ecológicos, representa una poderosa herramienta ya que permiten aumentar la biodiversidad funcional y mejorar el funcionamiento de los agrosistemas.

El método más extendido para la terminación de los ASC es la siega, trituración e incorporación como abono verde, en el suelo, mediante el laboreo. Sin embargo, el laboreo consume energía y mano de obra, y perturba la estructura del suelo. Durante los últimos años, el "roller crimper (RC)" ha suscitado un gran interés debido a que permite la deposición y progresiva incorporación del material vegetal al suelo, sin necesidad del laboreo. Además, se ha puesto de manifiesto la potencialidad del RC para controlar la flora arvense y reducir la incidencia de plagas en los cultivos. A pesar de ello, son todavía pocos los trabajos realizados en los agrosistemas europeos.

En este contexto, surge el proyecto SoilVeg (coreorganicplus.org/research-projects/soilveg) con el objetivo de estudiar la efectividad de la aplicación del RC en distintos escenarios, cultivos, suelos y condiciones climáticas europeas. El presente estudio muestra los primeros resultados del uso del RC en condiciones mediterráneas de la península ibérica en relación a la emergencia de flora arvense, los artrópodos caminadores y excavadores del suelo y la incidencia de pulgones en el cultivo de otoño-invierno (Col de Milán, *Brassica oleracea* L. var. *sabauda* cv. 'melisa').

Palabras clave: Col de Milán, enemigos naturales, flora arvense, pulgones, Roller Crimper.

INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica tiene como objetivo diseñar sistemas agrícolas sostenibles, con especial énfasis en la mejora de los mecanismos de auto-regulación de procesos como el reciclaje de nutrientes, el control de plagas y enfermedades y en la reducción de los aportes de insumos externos. Para ello, es esencial diseñar estrategias de gestión encaminadas a mantener e incrementar la fertilidad y la biodiversidad del suelo (Roger-Estrade *et al.* 2010, Doran 2002, Altieri 1999). En este contexto, la incorporación de los Cultivos que proporcionan Servicios Agroecológicos (a partir de ahora ASC) entre los cultivos comerciales pueden proveer importantes servicios como son el control de la erosión y la lixiviación de nutrientes, la mejora de las propiedades del suelo, el aporte de nutrientes para el crecimiento de los cultivos y la mejora del control de plagas y enfermedades (Wezel *et al.* 2014, Kornecki *et al.* 2009, Teasdale *et al.* 2007, Lu *et al.* 2000). Además, el establecimiento del ASC entre dos cultivos comerciales puede constituir una pieza clave en el manejo de la flora arvense en los sistemas ecológicos (Kruidhof *et al.* 2008). La gestión más comúnmente utilizada para la terminación de los ASC se basa en la trituración del material segado y la incorporación en el suelo como abono verde mediante el laboreo. Sin embargo, el laboreo conlleva un alto consumo de energía y puede afectar negativamente la calidad del suelo. El laboreo con inversión de las capas del suelo conlleva cambios en las características físicas y químicas del suelo (Aziz *et al.* 2013). Además, el laboreo tiene un efecto negativo sobre los organismos del suelo debido a que modifica las características de sus hábitats y las relaciones tróficas entre ellos (Roger-Estrade *et al.* 2010). La pérdida de biodiversidad y funcionalidad desencadena la reducción de los servicios ecosistémicos de apoyo y de regulación (Zhang *et al.* 2007) e incrementa la dependencia de los insumos externos (Barrios 2007).

Durante los últimos años, el "roller crimper (RC)" ha suscitado un gran interés debido a que facilita la deposición del ASC sobre la superficie del suelo sin necesidad del laboreo. El RC está constituido por un rodillo de gran peso con cuchillas sin filo acopladas que permite tumbar y aplastar el ASC y establecer una tupida capa de residuos vegetales sujetos al suelo por las raíces (Kornecki *et al.* 2009) que progresivamente se van desecando debido al daño causado por el rodillo. Este sistema puede ejercer un importante control de la flora arvense, ya que el acolchado disminuye la emergencia de plántulas al modificar las condiciones de luminosidad y temperatura del suelo y actúa como una barrera física que evita el crecimiento y desarrollo normal de las plántulas (Altieri *et al.* 2011, Lu *et al.* 2000). Además, el acolchado puede favorecer la abundancia de enemigos naturales y con ello un mayor control de las poblaciones de insectos plaga (Schmidt *et al.* 2004).

A pesar de los beneficios de la deposición del ASC sobre el suelo, algunos aspectos pueden limitar su implementación en los sistemas ecológicos. La inmovilización del nitrógeno por la presencia del ASC, la dificultad en la aplicación de los fertilizantes orgánicos y la siembra o trasplante de los cultivos comerciales debido a la presencia del acolchado son algunos de los principales factores limitantes (Carr *et al.* 2013, Canali *et al.* 2013, Luna *et al.* 2012, Altieri *et al.* 2011). Estas limitaciones se acentúan en los sistemas hortícolas ecológicos, en los que normalmente es necesario realizar una mínima perturbación del suelo ya que numerosos cultivos hortícolas son trasplantados y no sembrados (Canali *et al.* 2013). Asimismo, estos cultivos presentan elevados requerimientos de nutrientes para su correcto desarrollo que pueden no estar disponibles de manera inmediata en el suelo tras la terminación del ASC mediante el RC (Luna *et al.* 2012). Para superar las limitaciones y facilitar la adaptación de esta tecnología a la horticultura ecológica en el contexto europeo, se aunó el concepto de laboreo extremadamente reducido en líneas ("in-line tillage"), con el RC (Canali *et al.* 2013). Para ello, se desarrolló el "In-line tiller/Roller Crimper (ILRC) (Figura 1), que se basa en una modificación del RC en la que se le añade un disco vertical afilado y una cuchilla de arado, dispuestos en línea y acoplados en la parte posterior del RC. Esta modificación permite aplanar el cultivo de cobertura y obtener un surco de unos pocos centímetros de ancho y de 0,2-0,3 m de profundidad que permite el trasplante sin perturbar el acolchado circundante.



Figura 1. Tractor equipado con el "in-line tiller y roller crimper" (arriba). Detalle del roller-crimper (abajo izquierda) y del in-line tiller (abajo derecha). Fotografías de David Navarro.

Diversos estudios señalan que el uso del ILRC en la gestión de los cultivos hortícolas ecológicos en áreas mediterráneas favorece el control de la flora arvense, la reducción del consumo energético, la mejora de la eficiencia en el uso de nitrógeno e incluso el incremento de productividad en comparación a la incorporación del ASC al suelo (Ciaccia *et al.* 2015 a, Canali *et al.* 2013). Sin embargo, los estudios sobre esta técnica son

todavía limitados y se han centrado principalmente en los ASC de otoño-invierno y en los cultivos comerciales de melón y pepino en Italia (Canali *et al.* 2013, Ciaccia *et al.* 2015 a, Ciaccia *et al.* 2015 b).

En este contexto, el proyecto SoilVeg surge con el objetivo de estudiar la efectividad y la fiabilidad de la aplicación del ILRC en distintos cultivos, suelos y condiciones climáticas de los cultivos hortícolas europeos (<http://coreorganicplus.org/research-projects/soilveg/>). En el proyecto participan equipos de 14 instituciones de 9 países europeos. Las actividades del proyecto SoilVeg durante los tres años de su ejecución tienen como objetivo verificar la hipótesis que el uso del RC permite: (1) mantener el rendimiento de los cultivos y la calidad de los productos hortícolas; (2) disminuir la perturbación del suelo y en consecuencia mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo y la eficiencia en el uso de nutrientes; (3) disminuir el consumo de combustibles fósiles y (4) crear un ambiente adverso para el desarrollo de las especies arvenses, las plagas y las enfermedades. Para alcanzar estos objetivos se establecieron dos tipos de experimentos. Uno basado en la incorporación del ASC antes del cultivo comercial de otoño-invierno y el otro antes del cultivo comercial de verano. El factor principal es la estrategia de terminación (siega, picado e incorporación del ASC en el suelo como abono verde mediante el laboreo frente a la terminación mediante el aplastado del cultivo de cobertura con el RC y el factor secundario es el tipo de ASC. Cada experimento incorpora un tratamiento de control basado en mantener el suelo sin cultivo de cobertura (suelo desnudo).

En el presente trabajo se analizan los primeros resultados del efecto del tipo de terminación y ASC sobre la emergencia de flora arvense durante el cultivo de otoño-invierno (col de Milán, *Brassica oleracea* L. var. sabauda cv. 'Melisa') y el efecto sobre la abundancia de los artrópodos caminadores y excavadores del suelo y la presencia de los pulgones en el cultivo. El trabajo plantea la hipótesis que la efectiva finalización del ciclo del ASC, su deposición superficial y la formación de surcos estrechos para la plantación del cultivo comercial mediante el ILRC permite el establecimiento de un acolchado que reduce la abundancia de la flora arvense, promueve la abundancia de enemigos naturales del suelo y reduce el nivel de infestación de pulgones en comparación con la gestión del ASC como abono verde y del suelo desnudo. Así, los objetivos del trabajo son: 1) analizar la eficacia del RC para la terminación del ASC de primavera-verano; 2) estudiar el efecto de los diferentes tipos de ASC y el tipo de terminación sobre la emergencia de las plántulas de flora arvense durante los primeros estadios de crecimiento de la col y 3) analizar el efecto de la presencia de ASC y su terminación sobre la abundancia de artrópodos del suelo y pulgones. La comparación de la abundancia de la flora arvense y la abundancia de artrópodos del suelo y la abundancia de los pulgones en el cultivo en las parcelas con ASC y sin ellos (suelo desnudo) ha permitido valorar la importancia de los ASC.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización del estudio y diseño experimental

El experimento se desarrolló en el Espai Rural d'Interès Natural de Gallecs, un área rural de 753 hectáreas ubicada a 15 kilómetros al norte de Barcelona (2° 12' 7.6" E, 41° 33' 42.8" N). El clima es mediterráneo pre-litoral, con una temperatura media anual y precipitación de 14,5 °C y 602 mm respectivamente, y el suelo es calcáreo.

El diseño experimental ha sido de dos factores (el tipo de ASC y la terminación) y cuatro repeticiones. El primer factor comprende cuatro tipos de ASC: i) 100 % de *Vigna unguiculata* (dosis de siembra de 192 kg ha⁻¹) (ASC 1); ii) 70% de *V. unguiculata* (134,4 kg ha⁻¹) + 30 % de *Sorghum bicolor* (9 kg ha⁻¹) (ASC 2); iii) 50 % de *V. unguiculata* (96 kg ha⁻¹) + 50% de *S. bicolor* (13,6 kg ha⁻¹) (ASC 3) y iv) cobertura a partir de la vegetación arvense espontánea (No ASC). El segundo factor correspondió a los tipos de terminación: 1) deposición del cultivo de cobertura en la superficie del suelo mediante el roller crimper (RC); 2) incorporación del cultivo de cobertura en el suelo como abono verde (GM). Adicionalmente, se estableció un tratamiento control sin cobertura del suelo (suelo desnudo) (BS).

Cada una de las 9 situaciones experimentales se estableció en bandas paralelas (parcelas) de 16 m x 6 m y dentro de cada una de ellas se delimitaron 4 réplicas (subparcelas) de 6 m x 4 m (Figura 2). La asignación

de los 9 tratamientos a las 9 bandas fue al azar. El diseño experimental fue condicionado, en gran medida, por la necesidad de realizar todas las labores agrícolas en el mismo sentido y facilitar el tráfico de los aperos entre las parcelas.

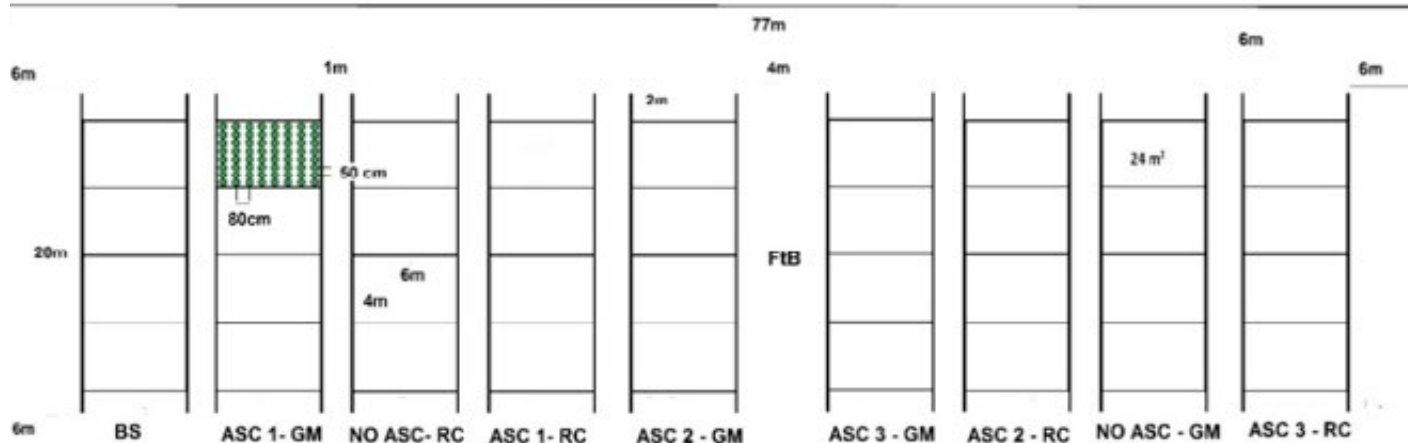


Figura 2. Diseño del experimento, mostrando la disposición de los 9 tratamientos resultado de la combinación del factor tipo de ASC y tipo de terminación. Tipos de ASC: ASC 1- 100 % de *Vigna unguiculata* (192 kg ha⁻¹); ASC 2- 70 % de *V. unguiculata* (134,4 kg ha⁻¹) + 30 % de *Sorghum bicolor* (9 kg ha⁻¹); ASC 3- 50 % de *V. unguiculata* (96 kg ha⁻¹) + 50 % de *S. bicolor* (13,6 kg ha⁻¹); y No ASC- sin cultivo que proporciona servicios agroecológicos, cobertura a partir de la vegetación espontánea). Terminación ASC: RC- deposición del cultivo de cobertura sobre el suelo mediante el Roller Crimper; y GM - incorporación del cultivo de cobertura en el suelo como abono verde. Se indica también la posición de tratamiento control (BS- sin cobertura, con el suelo desnudo). Más detalles en el texto.

Gestión agronómica del experimento

Antes de la delimitación de las parcelas se realizó un laboreo vertical a 30 cm de profundidad con el arado de cincel. En el caso del tratamiento en el que se pretendía dejar el suelo sin cobertura o desnudo (BS), se realizó una labor de arado de cincel con rulo y al mes se realizó un desherbado manual retirando de la parcela el material vegetal. El 30 de abril de 2015 se sembraron las diferentes mezclas de ASC. Una semana después de la siembra todas las parcelas (incluido las parcelas de No ASC y BS) fueron regadas con aproximadamente 28,2 l m⁻², mediante un track de riego por aspersion. Posteriormente, se estableció un riego fijo de apoyo mediante aspersores de 12 metros de radio 2 veces a la semana con una cantidad de agua que osciló entre 15 y 22,4 l m⁻² cada riego.

El 23 de julio se finalizó el ciclo del cultivo de cobertura mediante dos pases de RC (con una velocidad de 10 km h⁻¹) o la trituradora, respectivamente. El 27 de julio se incorporaron al suelo los restos del cultivo de cobertura en las bandas de GM mediante el arado de cincel y se preparó el lecho de siembra con la rotativa. Ese mismo día se realizó un nuevo pase de RC a menor velocidad para evitar el rebrote de la vegetación en las subparcelas con el cultivo de cobertura aplastado (RC). Y en esas mismas subparcelas el 29 de julio se realizaron los surcos en línea mediante el "in-line tiller" (IL). El 4 de agosto se pasó la desbrozadora de hilo en las parcelas RC para eliminar los rebrotes del ASC y de las especies arvenses y se plantaron, en todas las parcelas, las coles mediante un plantador manual.

Para la fertilización de la col se utilizó una enmienda orgánica, en forma de pellets, elaborada a partir de estiércol compostado denominado ECOFEM (Timac AGRO). El fertilizante se aplicó superficialmente en las líneas donde se trasplantaron las coles, en dos aplicaciones: una inmediatamente después del trasplante (de 0,69 kg por línea en cada subparcela que representa el 60% de la dosis), y otra en la mitad del ciclo de crecimiento de la col (0,46 kg por línea que corresponde al 40% de la dosis).

MUESTREO

La recolección de muestras se llevó a cabo en los 15 m² (5 m × 3 m) centrales de cada una de las subparcelas para evitar el efecto borde. Para los muestreos de la flora arvense y el rebrote del ASC cada subparcela se dividió en 4 cuadrantes.

Rebrote del ASC y de la flora arvense tras el pase del RC

El porcentaje de cobertura de las especies rebrotadas tras la terminación se evaluó tres semanas después de la siembra de las coles. En cada cuadrante se estableció una muestra de 1 m × 1 m al azar (4 muestras por subparcela) en la que se evaluó la cobertura total de la vegetación rebrotada y se anotó el porcentaje de cobertura específica de las especies rebrotadas tanto del ASC como de la flora arvense.

Abundancia de la flora arvense durante el cultivo

La densidad de flora arvense se evaluó un mes tras el trasplante de las coles e inmediatamente antes del primer control de la flora arvense. En cada cuadrante se establecieron 2 muestras de 25 cm × 40 cm (8 muestras por subparcela). Las muestras se dispusieron con la esquina coincidiendo con una col, y el lado de 40 cm perpendicular a las filas de plantación. Para la evaluación de la densidad de las especies arvenses se diferenciaron entre individuos germinados y rebrotados.

Abundancia de artrópodos del suelo y de pulgones en el cultivo

El estudio de la comunidad de artrópodos del suelo y de la dinámica de los pulgones se llevó a cabo en las parcelas sembradas con el ASC 3 (50 % de *Vigna unguiculata* + 50 % de *Sorghum bicolor*) cuyo ciclo fue finalizado mediante RC y GM. Ambos tratamientos se compararon con el tratamiento BS.

El estudio de la comunidad de artrópodos del suelo se llevó a cabo mediante trampas de caída (pit-fall). En cada una de las subparcelas se establecieron 2 trampas pit-fall unidas por una barrera de metacrilato de 10 cm de ancho y 1 metro de largo. Los muestreos se realizaron del 4 de agosto al 2 de diciembre de 2015. Durante este periodo se realizaron 8 muestreos de entre 13 y 18 días de duración. En el laboratorio los artrópodos fueron identificados a nivel de orden, clasificados y contados.

El estudio de los pulgones se realizó mediante muestreo visual los días 6 y 20 de octubre, 5 y 11 de noviembre y 2-3 de diciembre. En cada subparcela, se eligieron aleatoriamente 5 coles, evitando aquellas ubicadas en la fila exterior. En cada col se seleccionaron 3 hojas bien desarrolladas en cada una de las cuales se evaluó el nivel de colonización por áfidos según una escala (0- sin presencia de pulgones; 1- colonias pequeñas (hasta 10 individuos); 2- colonias medianas (> 10 y < 50 individuos); y 3- colonias grandes (> 50 individuos)).

En este estudio se presentan los resultados referentes a la abundancia de artrópodos del suelo como el total de individuos recolectados en cada una de las trampas durante los 8 muestreos realizados, mientras que el valor de infestación de pulgones corresponde a la media de los valores de infestación por hoja a lo largo de los 6 muestreos realizados.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis del efecto del tipo de finalización del ciclo y de ASC sobre la abundancia de la flora arvense durante el cultivo de coles se llevó a cabo mediante el modelo ANOVA de dos factores con interacción, la finalización del ciclo a dos niveles (RC y GM), y el tipo de ASC a cuatro niveles (ASC1, ASC2, ASC3 y No ASC). La comparación de las medias de cada uno de los tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey con un nivel de probabilidad $\alpha = 0,05$.

También se analizó el efecto de las diferentes combinaciones experimentales (combinación de las cuatro composiciones ASC diferentes, dos métodos de la finalización del ciclo y el tratamiento de suelo desnudo) mediante una ANOVA simple. La comparación de las medias se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey con un nivel de probabilidad $\alpha = 0,05$.

El efecto del ASC y el tipo de finalización del ciclo del ASC sobre la abundancia de los diferentes grupos de artrópodos del suelo y de los pulgones se analizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) con 3 niveles o tratamientos (BS, RC y GM).

Los datos fueron transformados con el fin de cumplir con los requisitos de normalidad y homocedasticidad de los residuos. Los análisis estadísticos se realizaron con R versión 3.3.1 (R Core Team 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición de la comunidad de la flora arvense fue similar entre los diferentes tratamientos del ASC. Las especies dominantes en todos los tratamientos fueron, en orden decreciente de abundancia, *Amaranthus retroflexus*, *Portulaca oleracea* y *Solanum nigrum*. Respecto a la comunidad de artrópodos del suelo, se recolectaron un total de 26.213 individuos. En todos los tratamientos, el orden con mayor número de individuos fue el de los coleópteros seguido de arañas y ortópteros. En general, la abundancia de pulgones fue baja y no supuso un problema grave para el cultivo comercial de la col.

Rebrote del ASC y de la flora arvense tras el pase del RC

Diversos trabajos definen el roller crimper como una herramienta eficaz para la terminación de los cultivos de cobertura de otoño-invierno (Canali *et al.* 2013; Carr *et al.* 2013; Mirsky *et al.* 2009; Kornecki *et al.* 2009; Ashford & Reeves, 2003). Sin embargo, los resultados de nuestro estudio ponen de manifiesto que la eficacia del roller crimper para finalizar el ciclo de los cultivos de cobertura de primavera-verano fue baja y con un alto porcentaje de rebrote tanto del ASC como de las especies arvenses acompañantes (Tabla 1). Por estos motivos, fue necesario realizar un desbroce después del trasplante de las coles.

La baja eficacia del roller crimper se puede explicar por las intensas lluvias tras el uso de los aperos (el observatorio de Parets del Vallès, próximo al experimento, contabilizó 62,3 mm desde ese momento hasta el muestreo) y por las características tanto de las especies arvenses de primavera y verano dominantes como por la elevada capacidad de rebrote de *Sorghum bicolor*. La naturaleza fibrosa y poco lignificada de los tallos de *Amaranthus retroflexus*, *Portulaca oleracea* y *Solanum nigrum* les permite doblarse con el paso del RC sin sufrir un daño crítico. Este problema no se había reflejado anteriormente en la literatura, debido a que la mayoría de estudios realizados sobre el funcionamiento del RC en cultivos hortícolas y herbáceos extensivos ecológicos se centran en ASC de otoño-invierno. De este modo, las especies anuales de verano son destruidas por las operaciones de siembra, mientras que muchas de las especies que se establecen tras la siembra del ASC mueren durante el invierno (Teasdale *et al.* 2007). Además, las especies anuales de invierno, que emergen típicamente al final de verano-principio de otoño, sobreviven el invierno en forma de pequeñas rosetas, y luego reanudan su crecimiento y producción de semillas al final de la primavera o principios del verano (Sarangi & Jhala 2014). Por ello, las especies anuales de invierno no constituyen un grave problema debido a su porte y a la elevada capacidad competitiva de los ASC típicos de este periodo como son el centeno y la avena (Teasdale *et al.* 2007).

Abundancia de la flora arvense durante el cultivo

La densidad de flora arvense que emergió un mes tras el trasplante del cultivo comercial fue significativamente menor en las subparcelas en las que se dispusieron los residuos vegetales sobre la superficie del suelo mediante el RC ($F_1, 31 = 297,283$; $p < 0,001$) y varió de forma significativa dependiendo del tipo de ASC ($F_3, 31 = 8,687$; $p < 0,001$). Además, la significativa interacción de ambos factores refleja que el patrón de variación de la germinación de la flora arvense en relación al tipo de ASC varió en función de la estrategia de finalización del ciclo del cultivo de cobertura ($F_3, 31 = 3,042$; $p < 0,05$). La germinación fue similar entre los

tipos de ASC en las parcelas terminadas con el RC, mientras que decreció de manera progresiva desde los ASC 1 y ASC 3 hasta el No ASC pasando por el ASC2.

Cobertura (%)	Tratamiento								BS
	RC				GM				
	ASC 1	ASC 2	ASC 3	No ASC	ASC 1	ASC 2	ASC 3	No ASC	
Total	90,2 ± 5,9	111,3 ± 3,4	114,6 ± 8,1	100,0 ± 4,2	51,3 ± 3,8	3,5 ± 0,7	10,0 ± 1,6	46,8 ± 7,2	25,5 ± 8,1
Especies ASC	4,2 ± 0,4	24,4 ± 3,5	30,9 ± 3,8	–	–	0,4 ± 0,2	2,7 ± 0,3	–	–
<i>Sorghum bicolor</i>	–	14,4 ± 2,4	26,3 ± 4,2	–	–	0,4 ± 0,2	2,7 ± 0,3	–	–
<i>Vigna unguiculata</i>	4,2 ± 0,4	10,0 ± 1,4	4,6 ± 0,7	–	–	0,1 ± 0,1	–	–	–
Flora arvense	86,0 ± 5,6	86,9 ± 6,4	83,7 ± 4,5	100,0 ± 4,2	51,3 ± 3,8	3,1 ± 0,5	7,3 ± 1,4	46,8 ± 7,2	25,5 ± 8,1
<i>Amaranthus retroflexus</i>	55,0 ± 8,3	13,4 ± 1,6	56,4 ± 1,4	12,0 ± 2,7	–	–	–	0,2 ± 0,1	–
<i>Portulaca oleracea</i>	19,3 ± 4,9	34,7 ± 2,5	23,8 ± 3,8	70,0 ± 2,7	51,3 ± 3,8	3,1 ± 0,5	7,3 ± 1,4	45,5 ± 6,3	25,4 ± 8,1
<i>Diploaxis erucoides</i>	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,7 ± 0,2	–	–	–	–	–
<i>Solanum nigrum</i>	10,8 ± 1,6	36,3 ± 2,5	2,1 ± 0,8	17,2 ± 2,3	–	–	–	–	–
<i>Chenopodium album</i>	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,2	0,6 ± 0,3	0,1 ± 0,1	–	–	–	–	–
<i>Amaranthus blitoides</i>	0,6 ± 0,4	2,1 ± 0,9	0,6 ± 0,3	0,1 ± 0,1	–	–	–	–	–
<i>Solanum tuberosum</i>	–	–	0,1 ± 0,1	–	–	–	–	–	–
<i>Amaranthus hybridus</i>	–	–	0,1 ± 0,1	–	–	–	–	–	–
<i>Cyperus rotundus</i>	–	–	–	–	–	–	–	1,0 ± 0,8	0,1 ± 0,1

Tabla 1. Cobertura (%) del rebrote (media ± error estándar) del ASC y de la flora arvense tres semanas tras el trasplante de coles en los diferentes tratamientos resultado de la combinación del factor tipo de ASC y tipo de terminación. Tipos de ASC: ASC 1- 100 % de *V. unguiculata*; ASC 2- 70 % de *V. unguiculata* + 30 % de *S. bicolor*; ASC 3- 50 % de *V. unguiculata* + 50 % de *S. bicolor*; y No ASC- sin cultivo que proporciona servicios agroecológicos, cobertura a partir de la vegetación espontánea. Finalización del ciclo del ASC: RC - deposición del cultivo de cobertura sobre el suelo mediante el Roller Crimper; GM - incorporación del cultivo de cobertura en el suelo como abono verde. Se indica también el tratamiento control sin cobertura, con el suelo desnudo (BS).

La densidad total de plantas que pueden ejercer competencia sobre el cultivo comercial (individuos germinados y rebrotados tanto del ASC como de la flora arvense) siguió un patrón similar. La densidad total fue menor en las subparcelas gestionadas mediante RC ($F_{1, 31} = 290,06$; $p < 0,001$), varió de manera significativa en función del tipo de ASC ($F_{3, 31} = 12,12$; $p < 0,001$) y la interacción entre ambos factores fue también significativa ($F_{3, 31} = 11,64$; $p < 0,001$).

La comparación de la abundancia media de la flora arvense entre las subparcelas con suelo desnudo y las subparcelas con ASC mediante el test de Tukey pone de manifiesto que la germinación de la flora arvense fue significativamente menor en las subparcelas con el ASC tumbado mediante el RC (Tabla 2). Por el contrario, las subparcelas en las que el ciclo del ASC fue finalizado picado e incorporado mediante el chisel (GM), ninguna composición del cultivo de cobertura (ASC 1, ASC 2, ASC 3) redujo significativamente la emergencia de flora arvense en comparación con el suelo sin cobertura antes de la siembra de las coles (BS) (Tabla 2). Mientras diversos estudios señalan el potencial alelopático tanto de *S. bicolor* como de *V. unguiculata* (Weston *et al.* 2013, Adler & Chase 2007), en nuestro estudio no se percibió ningún efecto sobre la germinación de las especies arvenses en las subparcelas de GM. Esto pudo ser debido a que en el caso de *S. bicolor* las fitotoxinas son liberadas principalmente durante los primeros estadios del proceso de descomposición de los residuos (Weston *et al.* 2013) y este periodo coincidió con un episodio de importantes lluvias tras la terminación del ASC. La incorporación de la cubierta natural de especies arvenses (No ASC) mediante GM fue el único caso en el que se produjo una reducción significativa de la emergencia de flora arvense en comparación con el manejo del suelo sin cobertura (BS) (Tabla 2). La mayor eficacia del abono verde constituido por la flora arvense residente es difícil de explicar y requerirá ser evaluado con más precisión.

Por su parte, el análisis del efecto de los 9 tratamientos sobre la abundancia de las especies germinadas y rebrotadas pone de manifiesto que el ASC 2 y el No ASC terminados mediante RC no redujeron significativamente la densidad total en comparación con el No ASC gestionado mediante GM (Tabla 2). Además, ninguna

composición del ASC gestionado mediante GM permitió una reducción de la densidad total en comparación con la gestión mediante el suelo desnudo.

Tratamientos	Abundancia (plantas m ⁻²)	
	Flora arvense germinada	Especies germinadas y rebrotadas
RC		
ASC 1	3,75 ± 1,98 d	55,94 ± 8,50 e
ASC 2	7,50 ± 2,22 d	99,69 ± 5,36 de
ASC 3	20,63 ± 8,08 d	66,25 ± 8,05 e
No ASC	3,75 ± 1,14 d	89,06 ± 7,47 de
GM		
ASC 1	180,00 ± 16,73 b	243,13 ± 16,21 b
ASC 2	342,81 ± 31,27 a	352,19 ± 29,70 a
ASC 3	228,44 ± 27,60 b	260,63 ± 20,84 b
No ASC	86,88 ± 12,15 c	144,06 ± 14,46 cd
BS		
	165,94 ± 14,27 b	195,00 ± 14,89 bc

Tabla 2. Densidad (plantas m⁻²) de flora arvense germinada y densidad total de especies germinadas y rebrotadas (flora arvense + ASC) (media ± error estándar) en los diferentes tratamientos resultado de la combinación del factor de la composición ASC y tipo de finalización del ciclo. En cada columna los tratamientos seguidos por la misma letra no presentan diferencias significativas $p \leq 0,05$ (Tukey test). Tipos de ASC: ASC 1- 100 % de *V. unguiculata*; ASC 2- 70 % de *V. unguiculata* + 30 % de *S. bicolor*; ASC 3- 50 % de *V. unguiculata* + 50 % de *S. bicolor*; y No ASC- sin cultivo que proporciona servicios agroecológicos, cobertura a partir de la vegetación espontánea. Finalización del ciclo del ASC: RC - deposición del cultivo de cobertura sobre el suelo mediante el Roller Crimper; GM - incorporación del cultivo de cobertura en el suelo como abono verde. Se indica también el tratamiento control sin cobertura, con el suelo desnudo (BS).

Abundancia de los artrópodos del suelo y de pulgones en el cultivo

Nuestros resultados muestran como la abundancia de coleópteros varió significativamente en relación con el tipo de gestión del ASC ($F_{2, 11} = 15,01$; $p < 0,01$). La comparación de medias entre los tratamientos pone de manifiesto que la presencia del acolchado creado por el RC favorece la abundancia de coleópteros con relación a los tratamientos en los que se gestionó el ASC mediante el enterrado del material vegetal segado y triturado (GM) y en los que se mantuvo el suelo desnudo antes de la siembra de las coles (BS) (Tabla 3). La abundancia de arañas también varió en función de la gestión ($F_{2, 11} = 5,799$; $p < 0,05$), siendo significativamente mayor en los tratamientos de RC en comparación con BS. El tipo de gestión también afectó la abundancia de ortópteros ($F_{2, 11} = 6,247$; $p < 0,05$), pero al contrario que los casos anteriores, la presencia de acolchado redujo significativamente su abundancia en comparación con BS (Tabla 3). Los diferentes tratamientos no tuvieron efecto sobre la abundancia de los dermápteros.

Como se observa en los resultados, la presencia del acolchado tiene un efecto sobre la comunidad de artrópodos que vive en el suelo. Esto se debe a la influencia del acolchado sobre el microclima, la creación de refugios y la presencia presas alternativas (Thomson & Hoffmann 2007; Schmid *et al.* 2004).

La abundancia de pulgones en las coles varió de manera significativa en relación con el tipo de gestión ($F_{2, 11} = 5,434$; $P < 0,01$). Schmidt *et al.* (2004) señalan el efecto positivo del acolchado vegetal sobre la presencia de enemigos naturales y la reducción en el nivel de infestación de pulgones en el cultivo de trigo. En este

sentido, la infestación de pulgones fue significativamente menor en las subparcelas en la que el ciclo del ASC fue finalizado con RC que en las subparcelas con el suelo desnudo (BS) (Tabla 3).

	Tratamiento		
	RC	GM	BS
Abundancia total de artrópodos del suelo			
Arañas	499 ± 60,81 a	338,75 ± 53,38 ab	258,5 ± 34,77 b
Coleópteros	1976 ± 188,70 a	936,75 ± 29,96 b	1014,25 ± 151,09 b
Dermápteros	171 ± 18,77 a	296,5 ± 58,40 a	289,5 ± 63,75 a
Ortópteros	138 ± 44,28 b	289,75 ± 38,95 ab	345,25 ± 45,27 a
Nivel medio de infestación			
Áfidos	0,64 ± 0,08 a	0,88 ± 0,06 ab	1,06 ± 0,15 b

Tabla 3. Abundancia total de artrópodos del suelo (a nivel de orden), expresada en número de individuos por trampa pit-fall (media ± error estándar) y nivel medio de infestación de pulgones por hoja (media ± error estándar). En cada fila los tratamientos seguidos por la misma letra no presentan diferencias significativas $p \leq 0,05$ (Tukey test). Escala infestación de pulgones 0- sin presencia de pulgones; 1- colonias pequeñas (hasta 10 individuos); 2- colonias medianas (>10 y <50); y 3- colonias grandes (>50). Tratamientos: RC- ASC 3 (50 % de *V. unguiculata* + 50 % de *S. bicolor*) depositado sobre el suelo mediante el Roller Crimper; GM - ASC 3 (50 % de *V. unguiculata* + 50 % de *S. bicolor*) incorporado como abono verde en el suelo; y BS- sin cobertura, con el suelo desnudo.

CONCLUSIONES

El primer año de estudio pone de manifiesto la dificultad de gestionar el ASC de primavera verano mediante el RC, debido a la elevada abundancia y características de las especies arvenses de verano (*A. retroflexus*, *P. oleracea* y *S. nigrum*) y a la capacidad de rebrote de *S. bicolor*. La alta proliferación de las especies arvenses fue favorecida por la necesidad, durante la primavera y el verano en la región mediterránea, del uso de agua para el establecimiento del ASC con objeto de obtener la biomasa aérea necesaria para la correcta gestión del ASC con el roller crimper. Además, la abundante precipitación tras la terminación del ASC pudo incrementar rebrote tanto de *S. bicolor* como de las especies arvenses acompañantes.

A pesar de estas dificultades, la deposición en la superficie del suelo de los restos vegetales permitió la reducción de la emergencia de flora arvense en comparación con las subparcelas en las cuales el cultivo de cobertura fue picado y enterrado y las subparcelas donde el suelo se mantuvo desnudo. Además, el acolchado también favoreció el incremento de los coleópteros del suelo, el incremento de la abundancia de arañas y la reducción del nivel de infestación de pulgones en comparación con el mantenimiento del suelo desnudo. La clasificación funcional de los artrópodos caminadores y excavadores recolectados permitirá valorar en un futuro el papel del acolchado vegetal en la promoción de los enemigos naturales.

La experimentación durante los próximos años ha de permitir valorar con más precisión la eficacia del uso de ASC antes de los cultivos hortícolas de otoño-invierno en el contexto mediterráneo. Además, el análisis de la eficacia del ASC requerirá tener en cuenta aspectos como el consumo de agua para el establecimiento del ASC y de combustible y lubricante de la maquinaria para la gestión del ASC.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha llevado a cabo en el marco del proyecto SoilVeg financiado dentro del programa CORE Organic Plus como una acción ERA-Net (<http://coreorganicplus.org>) y por el Ministerio de Educación, Cultura

y Deporte a través de una beca FPU a David Navarro. Gemma Safont, responsable del Consorci de Gallecs, ha facilitado el establecimiento del experimento en el Espai Rural d'Interès Natural de Gallecs. Los autores quieren agradecer el apoyo técnico de Alex Pérez Ferrer, miembro de equipo de investigación Ecología de los Sistemas Agrícolas de la UB, y de Salvi Safont, agricultor l'Associació Agroecològica de Gallecs, en la gestión del experimento.

REFERENCIAS

- Adler M. J., Chase C. A. 2007. Comparison of the allelopathic potential of leguminous summer cover crops: cowpea, sunn hemp, and velvetbean. *HortScience*, 42, 289-293.
- Altieri M. A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems Environment*, 74, 19-31.
- Altieri M. A., Lana M. A., Bittencourt H. V., Kieling A. S., Comin J. J., Lovato P. E. 2011. Enhancing crop productivity via weed suppression in organic no-till cropping systems in Santa Catarina, Brazil. *Journal of Sustainable Agriculture*, 35, 855-869.
- Ashford D. L., Reeves D. W. 2003. Use of a mechanical roller-crimper as an alternative kill method for cover crops. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18, 37-45.
- Aziz I., Mahmood T., Islam K. R. 2013. Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality. *Soil and Tillage Research*, 131, 28-35.
- Barrios E. 2007. Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological Economics*, 64, 269-285.
- Canali S., Campanelli G., Ciaccia C., Leteo F., Testani E., Montemurro F. 2013. Conservation tillage strategy based on the roller crimper technology for weed control in Mediterranean vegetable organic cropping systems. *European Journal of Agronomy*, 50, 11-18.
- Carr P. M., Gramig G. G., Liebig M. A. 2013. Impacts of organic zero tillage systems on crops, weeds, and soil quality. *Sustainability*, 5, 3172-3201.
- Ciaccia C., Canali S. C., Testani E., Montemurro F., Leteo F., Delate K. 2015 a. Effect of roller-crimper technology on weed management in organic zucchini production in a Mediterranean climate zone. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 31, 111-121.
- Ciaccia C., Testani E., Campanelli G., Leteo F., Tittarelli F., Riva F., Canali S., Trincherà A. 2015 b. Ecological service providing crops effect on melon-weed competition and allelopathic interactions. *Organic Agriculture*, 5, 199-207.
- Doran J. W. 2002. Soil health and global sustainability: translating science into practice. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 88, 119-127.
- Kornecki T. S., Price A. J., Raper R. L., Arriaga F. J. 2009. New roller crimper concepts for mechanical termination of cover crops in conservation agriculture. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 24, 165-173.
- Kruidhof H., Bastiaans L., Kropff M. 2008. Ecological weed management by cover cropping: effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. *Weed Research*, 48, 492-502.
- Lu Y. C., Watkins K. B., Teasdale J. R., Abdul-baki A. A. 2000. Cover crops in sustainable food production. *Food Reviews International*, 16, 121-157.
- Luna J. M., Mitchell J. P., Shrestha A. 2012. Conservation tillage for organic agriculture: Evolution toward hybrid systems in the western USA. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 27, 21-30.
- Mirsky S. B., Curran W. S., Mortensen D. A., Ryan M. R., Shumway D. L. 2009. Control of cereal rye with a roller/crimper as influenced by cover crop phenology. *Agronomy Journal*, 101, 1589-1596.
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing v. 3.3.1. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en <https://www.R-project.org/>.
- Roger-Estrade J., Anger C., Bertrand M., Richard G. 2010. Tillage and soil ecology: partners for sustainable agriculture. *Soil and Tillage Research*, 111, 33-40.
- Sarangi D., Jhala A. 2014. Identification of Winter Annual Weeds. Extension-University of Nebraska. Lincoln. EC304.
- Schmidt M. H., Thewes U., Thies C., Tschamtké T. 2004. Aphid suppression by natural enemies in mulched cereals. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 113, 87-93.
- Teasdale J. R., Brandsaeter L. O., Calegari A., Neto F. S. 2007. 4 Cover Crops and Weed Management. En M. K. Upadhyaya, R. E. Blackshaw (Edits.), *Non-chemical weed management: principles, concepts and technology* (págs. 49-64). Cabi.
- Thomson L. J., Hoffmann A. A. 2007. Effects of ground cover (straw and compost) on the abundance of natural enemies and soil macro invertebrates in vineyards. *Agricultural and Forest Entomology*, 9, 173-179.
- Weston L. A., Alsaadawi I. S., Baerson S. R. 2013. Sorghum allelopathy- From ecosystem to molecule. *Journal of Chemical*

Ecology, 39, 142-153.

- Wezel A., Casagrande M., Celette F., Vian J. F., Ferrer A., Peigné J. 2014. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34, 1-20.
- Zhang W., Ricketts T. H., Kremen C., Carney K., Swinton S. M. 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, 64, 253-260.

CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS

RELACIÓN ENTRE LA PRESENCIA DE ENFERMEDADES Y LA APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS PARA SU CONTROL

Londoño AM, Velásquez E, Lavelle P

Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. amlondonom@unal.edu.co

RESUMEN:

*El proceso productivo del plátano, uno de los principales productos de la canasta alimentaria de la población colombiana, se desarrolla bajo procesos técnicos convencionales, representados entre otros, por altas cargas de agroquímicos externos a la unidad productiva, con impactos negativos en múltiples dimensiones lo que se traduce finalmente, en la insostenibilidad del agroecosistema. La caracterización del sistema en estudio, bajo un análisis estadístico de correspondencia múltiple, mostró que el sistema de monocultivo, el control fitosanitario y la fertilización de tipo químico y el peso medio y bajo del racimo tienen alta similitud con la prevalencia de enfermedades propias de las plantaciones de plátano (Bacteriosis, *Erwinia sp.*, Elefantiasis, Moko *Ralstonia solanacearum* y Virosis). Mientras, los sistemas orientados por prácticas de agricultura ecológica presentan un comportamiento contrario, alta similitud, con la ausencia de enfermedades y mayor peso del racimo.*

Confirmado estos hallazgos a través de un modelo mixto, desarrollado a partir de un indicador del estado de las enfermedades y de la aplicación de agrotóxicos para su control, el cual mostró una correlación positiva significativa entre la frecuencia de aplicación de agrotóxicos y la prevalencia de enfermedades (13,5 % de la variabilidad está ligada a los plaguicidas; $p < 0,01$), independientemente del efecto de la altitud y del sitio de ubicación de la unidad de producción.

Palabras clave: insostenibilidad, prácticas de manejo, procesos productivos.

BÚSQUEDA DE BIOHERBICIDAS PARA LA AGRICULTURA ECOLÓGICA. LEGUMINOSAS DEL MATORRAL ATLÁNTICO

Pardo-Muras M*, Garabatos-Capón A*, Souza P*, Souto C**, Puig CG*, Pedrol N*

*Dpto Biología Vegetal e Ciencia do Solo, F Biología, Universidade de Vigo. Campus Lagoas-Marcosende, E-36310, Vigo; mpardomuras@uvigo.es

**Dpto Ingeniería Recursos Naturales y Medio Ambiente, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal, Univ Vigo. Campus Univ da Xunqueira, E-36005, Pontevedra

RESUMEN:

Hace mucho tiempo que se obtienen extractos de plantas con actividad biológica como remedios para la salud humana, insecticidas, promotores del crecimiento, o herbicidas, entre otros usos. Sin embargo, y a pesar de que la química de productos naturales en colaboración con la botánica y otras ciencias ha incrementado nuestro conocimiento sobre metabolitos secundarios de las plantas, todavía hay muchísimas especies que no se han considerado y estudiado, y mucho menos se ha realizado la prospección de toda la biodiversidad existente.

Dado que algunas especies del matorral atlántico como la retama presentan fitotoxicidad frente a especies arbóreas, nuestro objetivo es caracterizar y valorar dos especies del género *Cytisus*: retama negra [*Cytisus scoparius* (L.) Link] y escobón [*C. striatus* (Hill) Rothm.] para controlar especies arvenses de verano.

Se presentan resultados de ensayos *in vitro* de dosis-respuesta de los extractos acuosos de ambas especies de retama sobre las malezas, y ensayos en maceta en invernadero para comprobar el potencial bioherbicida del material vegetal de retama incorporado al suelo como abono verde. Además, se caracterizan los compuestos bioactivos potencialmente responsables de su fitotoxicidad para las malezas.

Palabras clave: abono verde, alelopatía, *Cytisus* sp, extractos acuosos, fenoles.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la Agricultura Ecológica (AE) junto con la oferta y la demanda de productos ecológicos ha ido creciendo de forma sostenida (WilleryLernoud 2015), aportando mejoras cuantificables a diferentes niveles, tanto a escala medioambiental, económica pero sobre todo de bienestar (Reganold y Wachter 2015). Sin embargo, y a pesar de que la AE rechaza el uso de fitosanitarios y fertilizantes de síntesis como pilar básico (EC 834/2007), la convivencia estrecha con sistemas productivos convencionales más o menos intensivos la expone a problemas ambientales derivados de la aplicación masiva de herbicidas: contaminación y eutrofización del suelo y el agua, riesgos para la salud animal y humana (Alavanja *et al.* 2013), y la aparición de resistencias cada vez más generalizadas en las malezas (Burgos *et al.* 2013).

El agricultor ecológico se enfrenta al reto de mantener las poblaciones de malezas a niveles manejables, evitando la competencia con los cultivos por el espacio, agua y nutrientes, de modo que no comprometan la cosecha, y sin necesidad de su completa erradicación (Liebman *et al.* 2001, Barberi 2002). En los últimos años se ha intensificado la recuperación y actualización de técnicas para el manejo ecológico de malezas, como la selección de variedades más competitivas, nuevas rotaciones de cultivos incluyendo cultivos desherbantes, fórmulas adecuadas de barbecho, herramientas mecánicas de precisión, o acolchados y abonos verdes alelopáticos (v. Barberi 2002 como revisión, González Ponce 2006).

En este contexto, el estudio y la utilización del efecto fitotóxico o alelopático producido por algunas especies vegetales resultan de gran interés como un método eficaz, complementario o incluso alternativo, para la gestión ecológica de especies arvenses.

El concepto de Alelopatía, engloba "todo efecto directo o indirecto, positivo o negativo, de una planta sobre otra, o de una planta sobre microorganismos, a través de la producción de compuestos químicos liberados al medio ambiente" (Rice 1984). La liberación de estos compuestos procedentes del metabolismo secundario, que afectan al crecimiento y la germinación de las plantas con las que compite, puede ocurrir de diferentes maneras, como el lavado o lixiviado, la exudación a través de las raíces, la volatilización o la descomposición de la propia planta (Fig. 1).

Los metabolitos liberados por las plantas, además de afectar directamente a otras especies vegetales, pueden generar efectos indirectos como la aparición de cambios en la composición del suelo, en la estructura y función de las comunidades microbianas, un incremento en la resistencia de la planta a herbívoros, parásitos o microorganismos y/o la estimulación de diversas interacciones vegetales como la simbiosis, permitiendo una mayor habilidad competitiva de la planta (Isidrón *et al.* 2003, Quispe *et al.* 2010). Se sabe además que las limitaciones de nutrientes o el estrés incrementan la liberación de compuestos alelopáticos (Weidhenhamer 2006).

Los aleloquímicos suelen tener una vida media corta y son fácilmente biodegradados, lo que los hace ambientalmente correctos. Además, por su diversidad estructural natural, presentan interacción específica con las especies arvenses y las plagas (Duke *et al.* 1997) así como una actividad considerable a las bajas concentraciones en que se liberan al medio (Macías *et al.* 2004).

No obstante, cuando se introducen especies alelopáticas en las rotaciones, éstas pueden afectar de forma negativa también a los cultivos. Por ello es necesario evaluar su actividad fitotóxica mediante bioensayos a pequeña escala antes de recomendar su uso en el campo. Nuestro grupo de investigación está estudiando el potencial para el control de malezas de leguminosas forrajeras como *Vicia faba* (p. ej., Álvarez-Iglesias *et al.* 2014) y de biomasa incorporada al suelo como abono verde de especies arbóreas invasoras como el eucalipto (p. ej., Puig *et al.* 2013), demostrando su eficacia contra algunas especies de malezas y su inocuidad para el maíz. La transferencia de su uso exitoso en la práctica agrícola todavía está en desarrollo y requiere más investigación. Otras especies prometedoras son componentes del matorral atlántico, un ecosistema nativo en Galicia formado por asociaciones fitosociológicas de diferentes arbustos de los géneros *Ulex*, *Cytisus*, *Erica*, *Calluna*, *Genista* o *Pterospartum*. Dentro del género *Cytisus*, nos encontramos con especies de crecimiento rápido y elevada tasa de producción de semillas, lo que les confiere alta capacidad de colonización. *C. scoparius* es además considerada como especie invasora a nivel mundial (Fogarty y Facelli 1999). Fuera de su hábitat natural, especies del género *Cytisus* (Fig. 2) tienen una gran capacidad para desplazar a la población vegetal nativa y es difícil su erradicación debido a la persistencia de sus semillas y su rápida regeneración, por lo que en muchos lugares del mundo están consideradas como altamente invasoras (Peterson y Prasad 1998). Así, se han buscado métodos para el control de su desarrollo, pero sólo algunos estudios pioneros han abordado el estudio de los aleloquímicos presentes en *C. scoparius* y su posible uso contra especies invasoras (López-Nogueira *et al.* 2015), aunque hasta la fecha ningún estudio ha valorado su potencial bioherbicida en agricultura.

Debido al potencial fitotóxico de algunas de las especies del género *Cytisus*, como *C. scoparius* (Grove *et al.* 2012) el objetivo de este trabajo es estudiar el efecto bioherbicida de dos especies de matorral atlántico: la retama negra o retama de escobas [*Cytisus scoparius* (L.) Link] y el escobón [*C. striatus* (Hill) Rothm.], sobre especies arvenses características de los cultivos de maíz. Este estudio explora, por primera vez, la posibilidad de la utilización de esta abundante fuente de biomasa como abono verde bioherbicida (material vegetal incorporado al suelo) así como un posible uso directo de sus extractos acuosos como herbicidas ecológicos de fácil acceso y bajo coste.

Para alcanzar estos objetivos, se plantean dos tipos de bioensayo que incluyen, por un lado, la aplicación de extractos acuosos y, por otro, la incorporación del material vegetal fresco como abono verde. Además, se identificarán los fenoles y flavonoides presentes en los extractos acuosos y el material vegetal, extraídos de flores y partes aéreas, mediante técnicas de química analítica.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la primavera de 2016, coincidiendo con el pico de floración anual para ambas especies, se recogió material vegetal (hojas, ramas y flores) de *C. scoparius* en las inmediaciones del campus de la Universidad de Vigo (Galicia, España, 42° 10' 21", -8° 40' 36") y de *C. striatus* en Cabo Home (Galicia, España, 42° 16' 15" - 08° 51' 40"). Este material fue inmediatamente trasladado al laboratorio para su posterior procesado.

2.1. Bioensayo in vitro de extractos acuosos

Una vez en el laboratorio se dispuso por un lado del material vegetal completo de ambas especies y por otro lado el de las flores exclusivamente, para evaluar su efecto de forma individualizada, estableciéndose un total de 4 tratamientos: material vegetal de *C. scoparius* (CS), flores de *C. scoparius* (FCS), material vegetal de *C. striatus* (CT), y flores de *C. striatus* (FCT). Para la obtención de los extractos acuosos, el material vegetal fue cortado en pequeñas secciones (± 2 cm) y se introdujo en matraces Erlenmeyer (2L). Posteriormente se añadió agua destilada teniendo en cuenta la proporción de 1 gr de peso seco por cada 15 ml de agua destilada, y se dejó en infusión a T° ambiente y en oscuridad durante 24 h.

Para determinar la fitotoxicidad de los extractos vegetales acuosos, éstos se ensayaron sobre tres especies diana: maíz (*Zea mays*), como especie de cultivo, y dos arvenses problemáticas en el cultivo de maíz: *Amaranthus retroflexus* L. y *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. Como tratamiento control se utilizó agua destilada.

Para determinar el efecto de los extractos sobre la germinación las semillas de maíz se dispusieron en placas Petri de 9 cm de diámetro sobre papel de filtro humedecido con cada extracto. Para las especies arvenses se colocaron las semillas en pocillos de 3,5 cm de diámetro y 1,5 cm de altura sobre papel de filtro humedecido (Puig *et al.* 2013). Las placas y pocillos se llevaron a una cámara de crecimiento a 27°C en oscuridad. El recuento de la germinación de *A. retroflexus* se realizó cada 12 h, mientras que en el caso de *D. sanguinalis* y maíz se realizó cada 24h, hasta que dejaron de observarse efectos de germinación.

Para determinar el efecto de los extractos sobre el crecimiento se utilizaron semillas de cada especie pre-germinadas, con una longitud de la radícula de entre 1 y 2 mm, que se incubaron bajo las mismas condiciones que para la germinación. La longitud de la radícula y el coleoptilo se midió tras 48h de incubación (Puig *et al.* 2013). El efecto fitotóxico se cuantificó mediante la comparación de los resultados de germinación y elongación de primordios de raíz y tallo de las semillas que sufren el tratamiento frente al control.

Caracterización de fenoles y flavonoides

La caracterización de fenoles y flavonoides presentes en la flor y parte aérea de *C. scoparius* y *C. striatus* se llevó a cabo a partir de material vegetal fresco pulverizado (extracto en polvo) y de los extractos acuosos liofilizados.

Extractos acuosos. A los extractos acuosos liofilizados se añadió 15 mL de agua destilada y se procedió a su decantación. Posteriormente se separaron las fases orgánica y acuosa (fase que se recogió para el análisis) mediante sucesivas adiciones de 15 mL de dietilmetil éter y acetato de etilo. Una vez separada la fase acuosa, se llevó al rotavapor para eliminar el agua de la muestra ($T_a \leq 40$ °C). Tras la completa evaporación del agua, se añadió 1 mL de etanol y se filtró (0.45 μ m).

Material vegetal pulverizado. Se añadió 1 mL de metanol a 0.15 g del extracto en polvo, se centrifugó a 12.000 x g durante 10 min, se filtró a través de una membrana de nylon (0.45 μ m) y se almacenó a -20°C (Lavola *et al.* 1994, Santiago Carabelos 2004).

Para identificar los fenoles y flavonoides presentes, las muestras se analizaron mediante HPLC, utilizando un cromatógrafo Shimadzu equipado con un detector UV-DIODO ARRAY. Se usó una columna de fase reversa Waters Nova-Pak C-18 de 4,6 mm de diámetro y 250 mm de longitud, con un tamaño de partícula de 4 μ m.

La identificación de los compuestos se basó en los tiempos de retención y en el espectro UV de estándares de fenoles y flavonoides previamente inyectados y analizados.

2.2. Incorporación de material vegetal fresco. Ensayo de invernadero

Este ensayo tiene como objetivo valorar el potencial como bioherbicida de preemergencia del material vegetal de *C. scoparius* y *C. striatus* sobre la emergencia y crecimiento de especies arvenses, así como los posibles efectos subsidiarios sobre el cultivo de maíz. Para ello, se incorporó el material vegetal al completo (flores, hojas, ramas) cortado en pequeñas porciones (± 1 cm) en una proporción del 1% (p/p) en función del peso seco en macetas de 5L rellenas con 4 kg de suelo agrícola. Como control se utilizó suelo agrícola sin material vegetal, al que se incorporaron pajitas de plástico cortadas en porciones similares al material vegetal, ocupando un volumen similar, para simular el efecto ahuecante del abono verde. Previa siembra, las macetas fueron abonadas con enmiendas ecológicas a dosis de fondo para maíz.

Tras la preparación de las macetas, se sembró una mezcla de semillas de malezas basándonos en densidades de semillas de campos infestados (6 g/m^2 , Dhima *et al.* 2009). Posteriormente, los granos de maíz (5 por maceta) se sembraron de forma equidistante a una profundidad de 2 cm (Puig *et al.* 2013).

Las macetas se mantuvieron en invernadero en condiciones de T° y humedad controladas (luz natural y $T^\circ \leq 26 \text{ }^\circ\text{C}$). La humedad del sustrato se controló mediante gravimetría, próxima a la capacidad de campo evitando la percolación. Cada dos días se realizó el recuento de plántulas emergidas hasta que la infestación de las macetas control dificultó el conteo preciso (día 15). Tras 30 días se llevó a cabo la cosecha. En el suelo de cada maceta se midieron la conductividad eléctrica y el pH.

2.3. Tratamiento estadístico

Los distintos tratamientos, y también las concentraciones en el ensayo de extractos acuosos, se utilizaron como variables independientes de los ensayos. Se comprobó la homogeneidad de las varianzas mediante la prueba de Levene. En el caso de varianzas homogéneas, se compararon los valores medios obtenidos entre tratamientos mediante ANOVA de dos vías y prueba post-hoc Waller-Duncan ($P=0,05$) de comparación múltiple de medias. En el caso de heterocedasticidad, se realizaron las pruebas no paramétricas H de Kruskal-Wallis y la prueba U de Mann-Whitney de comparación de medias. Las diferencias entre pares de muestras independientes se analizaron mediante la prueba t de Student.

Los datos se analizaron con el programa estadístico SPSS V.22.0 para Windows (SPSS Inc.).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Bioensayo de laboratorio. Aplicación de extractos acuosos

Tras la aplicación de los extractos acuosos se observaron efectos inhibitorios significativos ($P \leq 0.05$) de los tratamientos con respecto al control, tanto en germinación como en crecimiento, para las especies arvenses ensayadas (*A. retroflexus* y *D. sanguinalis*), pero no para el cultivo de maíz (Fig. 3).

Todos los tratamientos resultan fitotóxicos para ambas especies arvenses, pero en el caso de *A. retroflexus*, la inhibición fue mayor, principalmente sobre la germinación y crecimiento radicular, siendo esta inhibición superior al 50%. Una disminución tan acusada podría comprometer el desarrollo inicial de la plántula limitando su capacidad de absorción de agua y nutrientes. En el caso de *D. sanguinalis*, la reducción en la germinación y en el crecimiento fue menos acusada. Por el contrario, en el caso del maíz no se observaron efectos estadísticamente significativos, incluso se observó una ligera estimulación en la emergencia con respecto al control tras el contacto con el extracto de *C. scoparius* (CS), lo que sugiere la tolerancia del cultivo de maíz al efecto fitotóxico de estos extractos. La capacidad invasora y la naturaleza alelopática de *C. scoparius* es conocida (Fogarty y Facelli 1999; Grove *et al.* 2012), sin embargo, hasta donde sabemos

es la primera vez que se identifican efectos fitotóxicos en *C. striatus*, y que ambas especies se evalúan por su potencial bioherbicida.

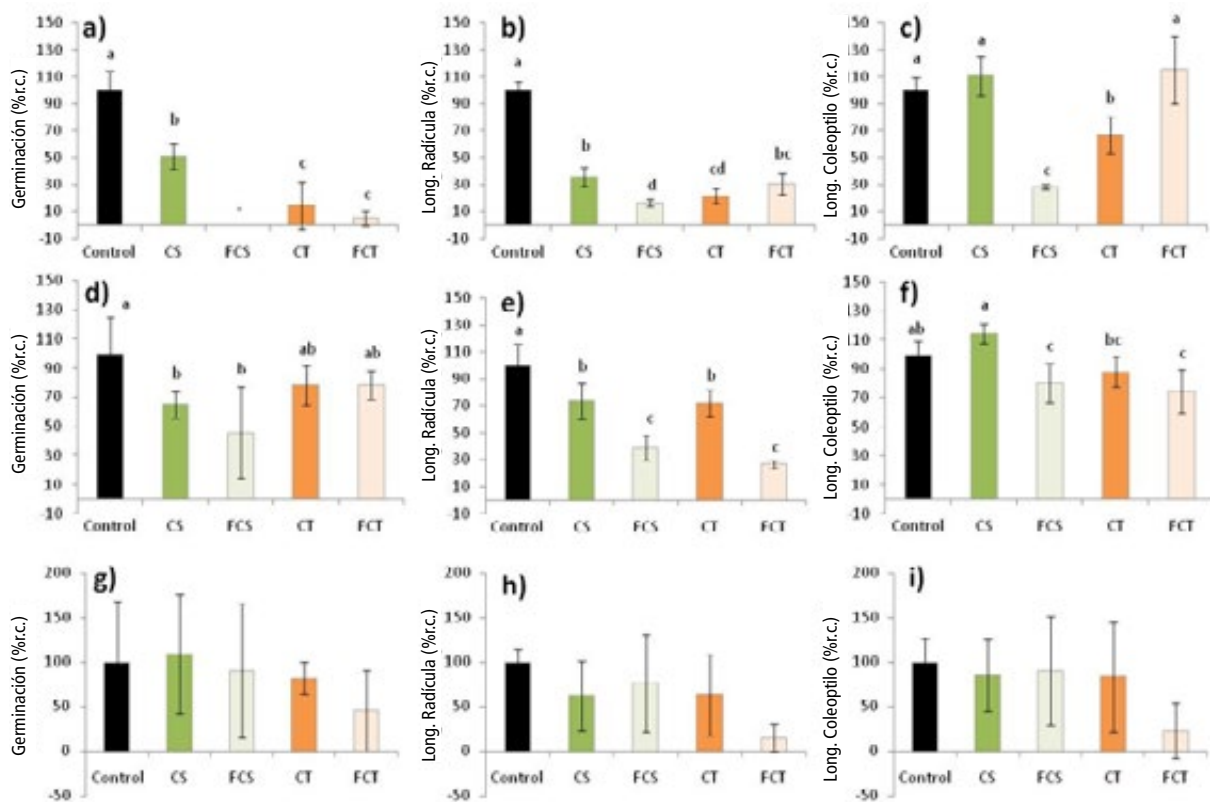


Fig. 3 Efecto de los diferentes tratamientos de extractos acuosos, *C. scoparius* (CS), flor de *C. scoparius* (FCS), *C. striatus* (CT) y flor de *C. striatus* (FCT) sobre la germinación (a) y el crecimiento de radícula (b) y coleoptilo (c) de *Amaranthus retroflexus*, *Digitaria sanguinalis* (d, e, f) y maíz (g, h, i) en porcentaje con respecto al control.

Cabe destacar que, de forma generalizada, se observó un efecto inhibitorio más pronunciado en aquellos tratamientos en los cuales las flores se aplican de forma individualizada (100% flores) frente al material vegetal al completo. En el caso de flor de *C. scoparius*, los extractos acuosos impidieron totalmente la germinación de semillas de *A. retroflexus*. Esto podría sugerir una composición cuantitativa o cualitativamente mayor de compuestos con carácter fitotóxico en las flores de *C. scoparius* y *C. striatus*, apuntando la idoneidad de una posible utilización de extractos de retama en flor.

Finalmente, tanto el pH como la CE en los extractos no difirieron significativamente del control, confirmando que la fitotoxicidad se debe a compuestos solubles en agua liberados por el material vegetal en infusión, y no por cambios drásticos en parámetros físico-químicos críticos de la disolución acuosa.

Determinación de fenoles y flavonoides

La composición cualitativa de los principales fenoles y flavonoides presentes en los extractos acuosos y en el material vegetal de *C. scoparius* y *C. striatus* están recogidos en el Cuadro 1.

En los resultados de los análisis podemos observar que, de forma generalizada, existe una mayor variedad de fenoles en los extractos acuosos que en el material vegetal pulverizado, pudiendo ser debido a que el proceso de extracción acuosa, a modo de infusión lenta a temperatura ambiente, haya permitido la solubilización de compuestos que los solventes orgánicos no pueden extraer directamente del material vegetal debido a su alta polaridad (Silva 2000). Esto es especialmente relevante teniendo en cuenta que en la naturaleza el agua

es el único disolvente natural, de modo que en un agroecosistema los compuestos fitotóxicos de un material vegetal incorporado al suelo como abono verde bioherbicidase liberarían en mayor cantidad y actuarían con mayor facilidad. Los extractos acuosos de *C. striatus* y *C. scoparius* presentan una riqueza similar de fenoles y flavonoides, de modo que los diferentes grados de fitotoxicidad de los extractos pueden deberse a diferencias cuantitativas.

Compuestos		Extractos acuosos				Material vegetal			
		<i>C. scoparius</i>		<i>C. striatus</i>		<i>C. scoparius</i>		<i>C. striatus</i>	
		Parte aérea en flor	Flor	Parte aérea en flor	Flor	Parte aérea en flor	Flor	Parte aérea en flor	Flor
Fenoles	Ác. protocatéquico	-	+	+	+	-	-	-	-
	Ác. p-OH-benzoico	+	+	+	+	-	-	-	+
	Ác. vainílico	+	+	+	+	-	-	-	-
	Ác. cafeico	+	+	+	+	-	+	+	+
	Ác. clorogénico	-	-	-	-	-	-	+	-
	Vainillina	+	-	+	+	-	-	-	-
	Ác. p-cumárico	+	+	+	+	+	+	+	+
	Ác. ferúlico	+	+	+	+	-	-	+	-
Flavonoides	Luteolina	-	-	+	+	-	-	-	-
	Apigenina	-	-	+	+	-	-	+	+
	Ác. Elgíco	-	+	-	-	-	+	-	+

Cuadro 1. Presencia (+) o ausencia (-) de los fenoles y flavonoides identificados, tras el análisis mediante HPLC, en los extractos acuosos y material vegetal de los distintos tratamientos

Existen evidencias de las propiedades fitotóxicas de algunos de los fenoles que están presentes en dichos perfiles, como es el caso de los ácidos ferúlico, p-cumárico y vainílico, que inhiben el crecimiento inducido por las giberelinas (Sampietro 2015). Además, estos ácidos y el ácido clorogénico pueden inhibir en algunas especies los procesos de fotosíntesis y reducir el contenido de clorofila (Sampietro 2015). Algunos fenoles simples, como el ácido p-cumárico son utilizados como antimicrobianos y pueden ser transformados en otros ácidos fenólicos como el ácido protocatéquico, vainílico o p-hidroxibenzoico, que presentan efectos fitotóxicos (Li *et al.* 2010). El ácido p-cumárico está presente en la parte aérea en flor del material vegetal de ambos tratamientos, por lo que podría haber influido en los procesos de fitotoxicidad descritos en los ensayos de invernadero en el apartado 3.2.

Destacar que otros autores han demostrado que la germinación y el crecimiento radicular de *A. retroflexus* es muy sensible a algunos de estos compuestos fenólicos como el ácido ferúlico, p-cumárico, vainílico, p-hidroxibenzoico y la vainillina (González *et al.* 1995, Reigosa *et al.* 1999); esto explicaría la fuerte inhibición que sufre esta especie arvense en contacto con los diferentes extractos acuosos, en los cuales, a excepción de la vainillina en el extracto de flor de *C. scoparius*, están todos presentes. Otros trabajos apuntan que el ácido clorogénico puede además alterar los balances de nutrientes de *A. retroflexus* (Sampietro 2015). Por otro lado, los flavonoides son débilmente fitotóxicos, efectivos a altas dosis y poco selectivos, aunque sus modificaciones pueden incrementar su eficacia y selectividad al transformarse en ácidos fenólicos (González Ponce 2006).

3.2. Ensayo de invernadero

Tanto el enterramiento de material vegetal de *C. scoparius* como de *C. striatus* redujeron de forma altamente significativa ($p \leq 0.001$) la emergencia de plántulas de especies arvenses durante los 15 primeros días tras la siembra (Fig. 4). El material vegetal procedente de ambas especies produjo un retraso en la germinación de arvenses y una reducción de su aparición $> 70\%$, lo cual, traducido en términos agronómicos, significaría en el campo una ventaja para el crecimiento del maíz mediante la reducción de la competencia temprana

malezas. En el caso del material vegetal de *C. striatus*, esta reducción significativa en la densidad de malezas se hace evidente y significativa ya a partir del día 5, antes que en *C. scoparius* ($p \leq 0.01$).

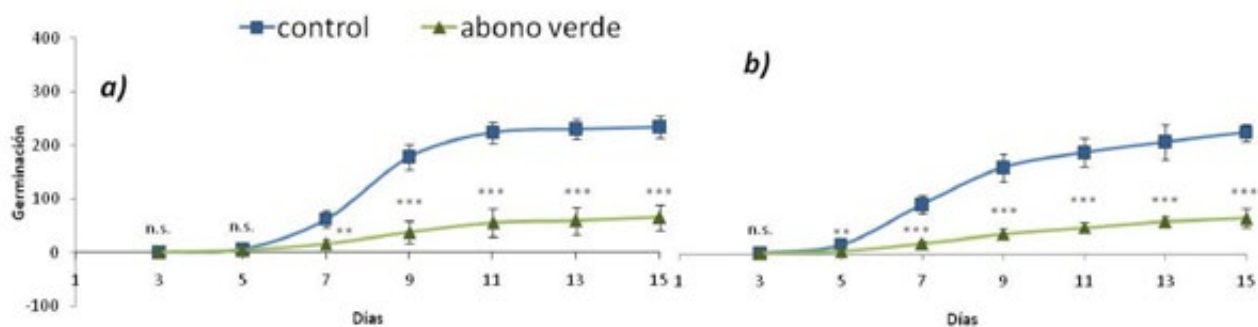


Fig. 4 Número de plantas arvenses emergidas a lo largo de los 15 primeros días tras la siembra bajo los efectos de material vegetal incorporado al suelo como abono verde de a) *C. scoparius* y b) *C. striatus*. Los asteriscos denotan diferencias significativas respecto al control: * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$; n.s. no significativo (pruebat de Student para muestras independientes).

Por otro lado, la incorporación de material vegetal de ambas especies no ocasionó efecto significativo alguno ($p > 0.05$) sobre el maíz (Cuadro 2). Incluso, la incorporación de *C. striatus* estimuló ligeramente su crecimiento, aunque sin significación estadística. En general, las semillas grandes como el grano de maíz suelen tolerar mejor los cambios en las propiedades químicas del suelo causadas por la incorporación de abonos verdes (Gallandt 2006).

Especie	Variable	Control	Abono verde	Sig.
<i>C. scoparius</i>	Nº de plántulas emergidas	3.50 ± 0.58	3.67 ± 1,15	n.s.
	Long. Raíz (%r.c.)	100.00 ± 15.01	98.19 ± 5.70	n.s.
	Long. Aérea (%r.c.)	100.00 ± 4.27	95.38 ± 3.30	n.s.
<i>C. striatus</i>	Nº de plántulas emergidas	4.00 ± 1.41	3.75 ± 0.96	n.s.
	Long. Raíz (%r.c.)	100.00 ± 18.41	111.58 ± 9.47	n.s.
	Long. Aérea (%r.c.)	100.00 ± 5.31	106.25 ± 3.01	n.s.

Cuadro 2. Efecto de la incorporación al suelo de material vegetal de *C. scoparius* y *C. striatus* como abono verde, sobre la emergencia y crecimiento de plántulas de maíz. Se muestra la media ± D.E. n.s. no significativo (pruebat de Student para muestras independientes).

Para poder comprender el papel que los compuestos químicos juegan en las relaciones entre especies es necesario establecer condiciones similares a las que tienen lugar en el medio natural. Para ello, es fundamental reproducir el medio físico en el que tiene lugar de forma mayoritaria la liberación, modificación, degradación y absorción de los compuestos con potencial fitotóxico: el suelo. Es necesario añadir este factor en estudios fitotóxicos, dado que el suelo juega un papel esencial en el destino de los compuestos liberados por parte de la planta, donde muchos de los compuestos considerados como aleloquímicos en los ensayos in vitro, podrían tener poca o nula actividad biológica en la naturaleza, debido a su inestabilidad, rápida degradación o cambio continuo por la presencia de microorganismos, u otras interacciones con el suelo (Duke 2010). Pero en nuestro caso, se confirman las evidencias obtenidas en los ensayos de laboratorio de fitotoxicidad para las malezas e

inocuidad para el cultivo de maíz, motivando el interés del material vegetal de estas abundantes leguminosas arbustivas del sistema groforestal atlántico como posibles bioherbicidas. La notable fitotoxicidad de las flores de *C. scoparius* y *C. striatus* testada in vitro, junto con los resultados positivos del ensayo en invernadero, apoyan la posible utilización de material vegetal en floración como abono verde en el campo. Más aún si se tiene en cuenta que la floración de estas especies (abril-mayo) coincide con la siembra de maíz en el eje Atlántico gallego y la Cornisa Cantábrica, donde son nativas.

4. CONCLUSIONES

La combinación de ensayos in vitro con ensayos en invernadero sobre los efectos fitotóxicos de una especie vegetal permite valorar el uso potencial de esa especie para el control de malezas en el campo.

Los extractos acuosos de *Cytisus scoparius* y *C. striatus* inhiben la germinación y reducen significativamente el crecimiento temprano de *Amaranthus retroflexus* y *Digitaria sanguinalis*, de forma más acusada en los extractos de flor, y no afectan al maíz.

El abono verde a base de material vegetal de *C. scoparius* y *C. striatus* en flor, tiene capacidad herbicida sobre dos especies arvenses problemáticas para el maíz, sin afectar de forma significativa al cultivo.

Algunos compuestos fenólicos presentes en los extractos acuosos y, en menor medida, en el material vegetal de *C. scoparius* y *C. striatus* podrían ser responsables, al menos en parte, de sus efectos fitotóxicos sobre las especies arvenses.

Los resultados obtenidos apuntan a una posible utilización racional y programada en AE de una o más de estas especies con potencial fitotóxico, disminuyendo la emergencia y la biomasa total de malezas y permitiendo un mantenimiento natural, sostenible y rentable del equilibrio arvense-cultivo en favor de este último. Seguiremos investigando.

BIBLIOGRAFÍA

- Alavanja MCR, Ross MK, Bonner MR. 2013. Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 6: 120-142.
- Álvarez-Iglesias L, Puig CG, Garabatos A, Reigosa MJ, Pedrol N. 2014. Vicia faba aqueous extracts and plant material can suppress weeds and enhance crops. Allelopathy Journal, 34 (2), 299.
- Barberi P. 2002. Weed management in organic agriculture: Are we addressing the right issues? Weed research, 42: 177-193.
- Burgos NR, Tranel PJ, Streibig JC, Davis VM, Shaner D, Norsworthy JK, Ritz C. 2013. Review: Confirmation of resistance to herbicides and evaluation of resistance levels. Weed Science. 61: 4-20.
- Dhima KV, Vasilakoglou IB, GatsisThD, Panou-Philotheu E, Eleftherohorinos IG. 2009. Effects of aromatic plants incorporated as green manure on weed and maize development. Field Crops Research, 110:235-241.
- Duke SO. 2010. Allelopathy: current status of research and future of the discipline: Acommentary. Allelopathy Journal 25: 17-30.
- Duke SO, Dayan FE, Hernández A, Duke MV, Abbas HK. 1997. Natural products as leads for new herbicide modes of action. En: Proceedings Brighton Crop Protection Conference-Weeds. Brighton, UK. 579– 586.
- Fogarty G, Facelli JM. 1999. Growth and competition of *Cytisus scoparius*, an invasive shrub, and Australian native shrubs. Plant Ecology, 144(1), 27-35.
- Gallandt ER. 2006. "How can we target the weed seedbank?" Weed Science 54: 588-596.
- González L, Souto XC, Sánchez AM, Reigosa MJ. 1995. Respuesta de las malas hierbas *Rumex crispus*, *Plantago lanceolata*, *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Cirsium* sp. y *Solanum nigrum* a la adición de compuestos alelopáticos. Congreso de la sociedad española de malherbología. 345-350.
- González Ponce R. 2006. Métodos para el control de malas hierbas I: culturales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Hojas divulgadoras. Nº 2119.

- Grove S, Haubensack A, Parker M. 2012. Direct and indirect effects of allelopathy in the soil legacy of an exotic plant invasion. *Plant Ecology*. 213: 1869-1882.
- Isidró M P, Allaert K, Isla LH, Suárez N, García ST, Navarro CP, García MR. 2003. Determinación de la actividad alelopática de extractos vegetales sobre algunos hongos fitopatógenos del suelo. *Centro Agrícola*, 30(1).
- Lavola A, Julkunen-Tiitto R. 1994. The effect of elevated carbon dioxide and fertilization on primary and secondary metabolites in birch, *Betula pendula* (Roth). *Oecologia*. 99: 315-321.
- Li Z, Wang Q, Ruan X, Pan CD, Jiang DA. 2010. Phenolics and Plant Allelopathy. *Molecules*. 15: 8933-8952.
- Liebman M, Moler CL, Staver CP. 2001. *Ecological management of agricultural weeds*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- López-Nogueira A, Pardo-Muras M, Pedrol N. 2015. Native against invasive: Can the Atlantic Shrubland compromise the invasive success of *Eucalyptus globules* Labill? 17th European Weed Research Society (EWRS) Symposium. Montpellier, Languedoc-Roussillon, Francia.
- Macías FA, Molinillo JM, Oliveros-Bastidas A, Marín D, Chinchilla D. 2004. Allelopathy. A natural strategy for weed control. *Communications in Applied Biological Science*, 69:13-23.
- Peterson DJ, Prasad R. 1998. The biology of Canadian weeds. 109. *Cytisus scoparius* (L.) Link. *Canadian journal of plant science*, 78(3), 497-504.
- Puig CG, Álvarez-Iglesias L, Reigosa MJ, Pedrol N. 2013. Eucalyptus globules Leaves incorporated as Green Manure for Weed Control in Maize. *Weed Science*, 61: 154-161.
- Quispe FE, Ruíz RE, Isidró MP, Cupull Santana R, García MR. 2010. Efecto alelopático de *Tagetes erecta* L. y *Terminalia catappa* L. sobre *Rhizoctonia solani* (Kühn). *Centro Agrícola*, 37(2), 89-92.
- Reigosa MJ, Souto XC, González L. 1999. Effect of phenolic compounds of the germination of six weeds species. *Plant Growth Regulation*. 28: 83-88.
- Reganold JP, Wachter JM. 2015. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature plants*. 2: 15221.
- Rice E. 1984. *Allelopathy*, Orlando: Academic Press.
- Sampietro D A. Alelopatía: Concepto, características, metodología de estudio e importancia. Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Universidad Nacional de Tucumán. Recuperado el 6 de Julio de 2015 de <http://www.biologia.edu.ar/plantas/alelopatia.htm>
- Santiago Carabelos R. 2004. Relación entre factores químicos y estructurales en el maíz y la resistencia al ataque de *Sesamionagrioides*. Tesis doctoral, Escuela de Ingeniería Técnica Forestal. Universidade de Vigo.
- Silva M. 2000. Preconcentración selectiva de fenoles contaminantes prioritarios y determinación por espectrofotometría ultravioleta-visible, cromatografía líquida de alta eficacia y cromatografía de gases espectrometría de masas. Universidad Complutense de Madrid. España. pp. 25.
- Weidhenhamer JD. 2006. Distinguishing allelopathy from resource competition: the role of density. En: Reigosa, M.J., Pedrol, N., González, L. (Eds.). *Allelopathy: a physiological process with ecological implications*. Dordrecht: Springer, pp. 85-102.
- Willer H, Lernoud J. 2015. *The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2015* (FiBL-IFOAM, 2015).

RESULTADOS DEL ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA MOVILIDAD Y PERSISTENCIA DE SALES DE FOSFONATOS EN CÍTRICOS ECOLÓGICOS

Fernández P*, Fenoll J** , Garrido I**

*Oficina Comarcal Agraria Vega Alta (OCA). Consejería de Agricultura y Agua. Ctra de Murcia s/n. 30.530 Cieza (Murcia); pedro.fernandez5@carm.es

**IMIDA, C/ Mayor s/n. E-30150 La Alberca Murcia

RESUMEN:

Las sales de fosfonatos de potasio o de disodio fueron incluidas en el Anexo I de la Directiva 91/414/CEE (432) trasladadas al Anexo I del Reglamento (CE) N° 1107/2009 con fecha 1/2/2014 y 1/10/2013, respectivamente.

Estos productos, que contenían fosfonatos en su composición, se comercializaban, anterior a esta fecha, como otros medios de defensa fitosanitaria (OMDF) o incluso como abonos, por lo que no eran considerados como plaguicidas. El 23 de septiembre de 2014 se publicó Reglamento (UE) n° 991/2014, estableciéndose que en la definición de residuo a efectos de supervisión aplicable al fosetil están incluidos el compuesto de origen fosetil, el producto de degradación ácido fosforoso y sus sales, denominándose las sales del ácido fosforoso como fosfonatos.

El problema es todavía más importante en los cultivos ecológicos donde no se aplica el LMR y sí la mera presencia del plaguicida y sobre todo en cultivos perennes como cítricos y frutales donde, anterior a la fecha a considerarse plaguicida, se aplicaban estos formulados.

Se han realizado aplicaciones controladas de formulados comerciales a base de sales de fosfonatos en cultivos ecológicos de limón fino y verna de la Región de Murcia, para determinar la persistencia y la movilidad entre los diferentes órganos vegetativos. El poder residual del ácido fosfónico en el material vegetal es muy grande. En el cultivo del limón, aplicaciones de formulados a base de esta molécula en 2008 y 2013, siguen generando positivos de residuos de ácido fosfónico en los distintos órganos vegetativos, incluidos los frutos.

Palabras clave: ácido fosfónico, fosetil, fosfonatos, limón.

ROTACIONES DE CULTIVOS HERBÁCEOS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA DE AMBIENTES SEMIÁRIDOS Y SU EFECTO SOBRE LA FLORA ARVENSE Y EL RENDIMIENTO DEL CEREAL. 23 AÑOS DE EXPERIMENTACIÓN

Lacasta C*, Meco R**, Moreno MM***

*CSIC. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Finca Experimental "La Higuera". Toledo c.lacasta@csic.mncn.es

**Agente de Extensión Agraria. Toledo

***Escuela de Ingenieros Agrónomos de Ciudad Real, UCLM

RESUMEN:

En un experimento de larga duración (23 años) de Agricultura Ecológica con cultivos herbáceos en ambientes semiáridos en la finca "La Higuera" (Santa Olalla, Toledo), se ha evaluado durante 17 años (1999-2016) la evolución de la flora arvense y los rendimientos de cereal en diferentes rotaciones ecológicas (cebada-barbecho, cebada-veza forraje, cebada-veza enterrada, cebada-girasol, cebada-garbanzo) en comparación con dos monocultivos de cebada, uno con fertilización y escarda química y el otro en las mismas condiciones que las rotaciones ecológicas, sin fertilización y sin escarda. En ambos manejos se han dejado en el suelo los residuos de cosecha.

Del estudio se derivan los siguientes resultados:

- La pluviometría es la principal causante de la variabilidad, tanto en los rendimientos como en la abundancia de la flora arvense.*
- Las rotaciones ecológicas, a excepción de la de cebada-garbanzo, producen más que el testigo monocultivo de cebada con fertilización y escarda química, y además contienen mayor diversidad florística y un recubrimiento total similar de flora arvense.*

Palabras clave: garbanzo, girasol, herbicidas, secano, veza.

3. BIODIVERSIDAD, SEMILLAS, REPRODUCCIÓN VEGETAL

¿SON LAS VARIETADES TRADICIONALES DE TRIGO REALMENTE MENOS PRODUCTIVAS QUE LAS MODERNAS? DESMONSTRANDO UN MITO

Carranza G*, Guzmán GI*, Aguilera E*, Glez de Molina M*, García-Ruiz R***, Soto D*, Infante-Amate J*

* Laboratorio de Historia de los Agroecosistemas. ** Universidad de Jaén

RESUMEN:

Los programas de mejora varietal que fundamentaron la Revolución Verde basaron su éxito en el incremento de la producción de biomasa comerciable, en comparación con las variedades tradicionales. En el caso del trigo, dada su relevancia en la alimentación humana, la modificación varietal fue especialmente importante y conllevó un considerable aumento del índice de cosecha, con la consecuente disminución en la producción de paja y también de biomasa radicular. Esta comunicación presenta los resultados del primer año de tres ensayos diferentes, en los que se evalúa la influencia varietal (ó var. tradicionales vs ó var. modernas de trigo) en la producción primaria neta, la producción de grano y paja del trigo, así como de la flora arvense acompañante, en función de tres manejos distintos (ecológico con rotación al tercio, ecológico con rotación trigo-haba y convencional con monocultivo).

Los resultados muestran que, tanto en el manejo al tercio como en la rotación con leguminosa, y para el grano, la paja y la productividad aérea total, las variedades tradicionales han sido más productivas que las variedades modernas. En el manejo convencional, las variedades modernas han presentado un mayor rendimiento de grano que las tradicionales, no presentando ninguna otra diferencia significativa para la producción de paja o biomasa aérea. Por tanto, los resultados cuestionan que las variedades tradicionales sean menos "productivas" que las modernas y apuntan al interés de éstas dado que pueden maximizar el secuestro de carbono en agroecosistemas de secano mediterráneos y, en general, en aquellos de baja a media intensidad de producción, por su mayor capacidad de producir paja y NPP en estas condiciones agroclimáticas.

Palabras clave: agroecología, productividad, trigo, variedad tradicional.

INTRODUCCIÓN

La Revolución Verde supuso un cambio de modelo productivo que conllevó el abandono de variedades tradicionales (VT) por variedades modernas (VM) que ofrecían mayores rendimientos. Esta sustitución varietal estuvo subordinada a un cambio de manejo agrícola basado en el aporte fertilizantes industriales, procedentes de síntesis química, y una gran cantidad de energía proveniente de combustibles fósiles.

La Agronomía promovió este cambio de modelo, en tanto que supuso un aumento indudable de los rendimientos de biomasa cosechable, sin cuestionar el aumento de la dependencia de inputs externos, ni considerar las consecuencias que la menor producción de residuos tendría sobre la sustentabilidad de los agroecosistemas (Guzmán y González de Molina, 2015).

En el caso de los cereales, la modificación varietal fue especialmente intensa. La elevada superficie mundial dedicada a estos cultivos y su relevancia en el consumo humano, los situó en el centro de los programas de mejora de las estaciones experimentales que lideraron la Revolución Verde. Las variedades modernas "de alto rendimiento" sustituyeron a variedades tradicionales cuya excesiva producción de paja ya no era necesaria, en tanto que se fue abandonando el empleo de ganado de labor, gran consumidor de este material; y se prescindió del reciclaje de los residuos retornándolos al sistema, como base de la fertilización edáfica.

Los sistemas cerealísticos de secano son abundantes en el área mediterránea en general y, en concreto, en el estado español (suponen el 61% de la tierra cultivada (Lacasta 2007)). En estas condiciones, los aumentos de productividad debidos al incremento de energía externa al agroecosistema son muy caros y de poca relevancia, o incluso inexistentes (Lacasta 2007). En este sentido, la Agricultura Ecológica (AE), más rentable para la producción de cereal y más estable que la convencional (Lacasta y Meco, 2000), forzosamente ha de transitar hacia modelos que la hagan menos dependiente de los insumos externos, poniendo el foco de atención en la resiliencia del agroecosistema. Para alcanzar este objetivo, muchos autores afirman la necesidad de seleccionar variedades mejor adaptadas a la AE (Fagnano *et al.* 2012; Sassi *et al.* 2014), dado que las variedades más productivas en la agricultura convencional no han de ser las más adecuadas para la AE (De Lucas y Sánchez del Arco, 2004). De este modo, la menor producción achacada a la AE en el caso de los cereales (Arncken *et al.* 2012) podría ser subsanada con la adecuada selección de variedades más adaptadas.

En la presente comunicación mostramos los resultados del primer año de experimentación de campo en el que se han ensayado variedades modernas y tradicionales de trigo, bajo tres manejos agronómicos diferentes: ecológico con rotación al tercio, ecológico en rotación con leguminosa y convencional. La hipótesis de partida es que las variedades tradicionales en condiciones de agricultura orgánica son más productivas que las variedades modernas, tanto si consideramos el grano, como la producción primaria neta (PPN). Y en condiciones de agricultura convencional, las variedades modernas sólo superan a las tradicionales en la producción de grano, pero no en la PPN.

Para probar nuestra hipótesis, hemos evaluado las diferencias en producción de grano, paja y flora arvense presente en el cultivo en los tres ensayos mencionados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han llevado a cabo tres ensayos en tres localizaciones diferentes de la geografía andaluza para evaluar y comparar 12 variedades de trigo (Tabla 1). Seis variedades fueron de trigo duro (*Triticum durum* Desf.) y 6 de trigo blando (*Triticum aestivum* (L.) Thell.). Dentro de cada uno de los tipos de trigo, 3 variedades se correspondieron con variedades modernas, mientras que las otras 3 fueron variedades tradicionales. La semilla de las variedades tradicionales procedió del Centro de Recursos Fitogenéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (CRF-INIA), situado en Madrid. De este banco de germoplasma se seleccionaron un grupo de variedades tradicionales de origen andaluz, cuyas entradas datan del primer tercio del siglo XX. El CRF-INIA se encargó de reproducir la semilla necesaria para los ensayos, en el año previo a la puesta en marcha de éstos. De las variedades solicitadas, no todas pudieron estar disponibles para el ensayo, debido a la imposibilidad de reproducir semilla suficiente por parte del CRF-INIA.

Por su parte, la selección de las variedades modernas se basó en la buena reputación y alta implantación de las variedades elegidas en las zonas de realización de los ensayos (Granada, Málaga y sur de Sevilla). Para conocerlas, entrevistamos a agricultores y a responsables de las casas de semillas de cereal en las mencionadas provincias. Con este criterio, garantizamos que las variedades modernas utilizadas eran exitosas en las zonas de ensayo. Y, por tanto, servían de referente adecuado para evaluar la idoneidad de las variedades tradicionales y sus posibilidades de sustituir a las modernas en estos territorios. Por otro lado, criterios agronómicos (similitud de ciclo, etc.) habitualmente empleados en los ensayos de variedades modernas no fueron considerados prioritarios en este caso, dado que era imposible garantizar similar homogeneidad en las variedades tradicionales.

En cada uno de los ensayos, se reprodujo un manejo agronómico distinto. En esta comunicación presentamos los resultados relativos al primer año de ensayo (2013-14).

Ensayo 1. Ronda (Málaga). Se reproduce el manejo ecológico de rotación al tercio (trigo/barbecho blanco/erial), propio de las zonas de secano de baja productividad del cereal. En dicho ensayo no se aplica

fertilización de ningún tipo, ni fitosanitarios para el control químico de las hierbas. El terreno lleva más de 15 años bajo manejo ecológico y está inmerso en un paisaje de dehesa, con suelos pobres y una media de precipitación anual de 635 mm.

Ensayo 2. Sierra de Yeguas (Málaga). Se reproduce el manejo ecológico de rotación con leguminosa trigo/ haba (*Vicia faba*), característico de zonas con mejores suelos y, por tanto, con una productividad relativamente alta. La parcela no ha recibido fertilización orgánica mientras se ha desarrollado el ensayo. Sin embargo, en los años anteriores recibió ocasionalmente estiércol, por tratarse de una finca que está bajo manejo ecológico desde hace más de 15 años. En el mes de febrero se realizó un pase de escarda manual muy somero que eliminó únicamente las hierbas que habían alcanzado gran tamaño. Dicho pase simulaba el que se daba de forma tradicional en estas condiciones. Los suelos son fértiles y la precipitación media anual es de 492 mm.

Ensayo 3. La Zubia (Granada). El tercer ensayo representa el monocultivo convencional del cereal, basado en el uso de inputs procedentes del petróleo. La principal fuente de nitrógeno provino de fertilizantes inorgánicos, aplicándose una fertilización de fondo previamente a la siembra (se aplicaron 250 kg de fertilizante complejo con una composición 8:15:15). Para el control de la flora arvense se aplicó un herbicida de hoja ancha en el mes de marzo, al final del ahijamiento y principio del encañado del trigo (2 l/ha de sal potásica, MCPA 40%). Los suelos son fértiles, de vega, y la pluviometría anual media es de 395 mm.

La siembra se realizó en otoño a mano, con una dosis de siembra de 200 kg/ha para el trigo y 110 kg/ha para el haba (en su caso). La cosecha se realizó en junio y, tras la recolección de las muestras para el análisis, se procedió a la recolección a mano de las semillas de las variedades tradicionales para la siembra del año siguiente.

Cuadro 1. Variedades de trigo sembradas en los tres ensayos.

VARIETADES	TRIGO DURO	TRIGO BLANDO
TRADICIONAL 1	Rubio	Barbilla Roja
TRADICIONAL 2	Blanco Verdial	Rojo Pelón
TRADICIONAL 3	Recio	Sierra Nevada
MODERNA 1	Avispa	García
MODERNA 2	Simeto	Chamorro
MODERNA 3	Vitrón	Galera

El diseño experimental fue en split-plot con cuatro repeticiones o bloques separados entre sí por un metro de terreno sin cultivar. El tipo de trigo, duro o blando, constituyó el factor principal; mientras que el origen de las variedades, tradicionales o modernas, constituyó el factor secundario o subfactor. Este tipo de diseño sacrifica la precisión en la estimación de los efectos del factor principal, aunque suele incrementar la precisión para comparar los efectos del factor subordinado y los de la interacción de éste con el principal (Fernández *et al.*, 2010). El tamaño de las subparcelas fue de 4 x 6 m. En cada bloque, hubo 12 subparcelas de cereal, correspondientes a las 12 variedades de trigo sembradas. En los terrenos situados en Ronda y en la Sierra de Yeguas, el número de subparcelas fue mayor, teniendo en cuenta el tipo de rotación del cereal que se estaba reproduciendo: en el cereal al tercio (Ronda), el número de subparcelas se triplicó debido a las dos subparcelas de barbecho por cada una de cereal necesarias; en el caso de la rotación con leguminosa (Sierra de Yeguas), el número de subparcelas fue el doble, añadiendo a las del cereal las subparcelas destinadas al haba. En total, se manejaron 12 subparcelas por bloque en La Zubia, y 24 y 36 subparcelas por bloque en Sierra de Yeguas y Ronda, respectivamente.

El diseño en split-plot nos permitió analizar el efecto del tipo de variedad y del origen de las mismas, así como la interacción tipo x origen, sobre diferentes variables: productividad primaria neta aérea (PPN), relativa

a la materia seca total del cultivo y la materia seca total de la flora arvense acompañante), peso seco total del cultivo al final del ciclo (materia seca total, teniendo en cuenta el grano, los residuos del grano y la paja), rendimiento del grano, biomasa de paja producida, índice de cosecha y biomasa de flora arvense en el momento de la cosecha. A partir del cociente entre la biomasa de hierbas y la PPN pudimos calcular la proporción de biomasa del agroecosistema que se destina a la flora arvense.

La biomasa se muestreó en el momento de la cosecha, lanzando dos veces y al azar un cuadrado de 0,5 m de lado, evitando los bordes de cada subparcela. La biomasa de cereal y de hierbas se secó a 70° C en estufa para obtener el peso de la materia seca. En el caso del peso seco del grano, hubo que desgranar las espigas de trigo previamente al secado en estufa.

Se realizó un análisis de varianza para el diseño experimental en split-plot, estableciendo las diferencias significativas para un $p < 0,05$ y separándolas a posteriori con el Test de Tukey ($p < 0,05$). Se empleó el paquete estadístico Statistix (Analytical Software, Version 10).

RESULTADOS

Para simplificar el relato de los resultados, omitimos la información relativa al tipo de trigo (blando o duro), puesto que las diferencias entre ambos no fueron significativas.

Ensayo 1. Rotación al tercio.

En el ensayo con la rotación al tercio, se encontraron diferencias significativas entre variedades modernas y tradicionales para las siguientes variables: producción primaria neta del agroecosistema (PPN), biomasa total del cultivo al final del ciclo, rendimiento del grano, producción de paja y en la relación entre producción de hierbas y la PPN. Las variedades tradicionales obtuvieron mayores producciones que las modernas en todas estas variables, excepto en el caso del cociente entre hierbas y PPN, que es mayor para las variedades modernas. Para el resto de las variables evaluadas no se encontraron diferencias significativas estadísticamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción de biomasa (kg m.s./ha) de las variedades modernas y tradicionales de trigo en los tres ensayos.

		PPN		BIOMASA TOTAL CULTIVO		GRANO		PAJA		HIERBA		RATIO HIERBA:PPN	
		VT	VM	VT	VM	VT	VM	VT	VM	VT	VM	VT	VM
TERCIO	Media	1224,90	787,68	992,04	547,88	246,31	111,48	597,37	373,95	256,78	300,20	0,19	0,33
	D.E.	580,42	255,39	453,51	292,58	218,29	109,09	194,49	186,10	170,45	176,68	0,10	0,17
	p	0,000*		0,000*		0,0014*		0,0001*		0,3135		0,0011*	
ROTACIÓN LEGUMINOSA	Media	11969,00	8447,80	8691,80	5580,00	2049,20	1107,60	6185,80	3632,40	2202,20	2973,70	0,19	0,36
	D.E.	2650,80	1807,50	2541,80	1924,50	983,42	803,79	2409,00	1278,50	2099,10	2010,70	0,16	0,20
	p	0,0001*		0,000*		0,0001*		0,000*		0,0141*		0,000*	
CONVENCIONAL	Media	17395,00	15138,00	17395,00	15138,00	2400,50	3188,10	11964,00	10810,00	-	-	-	-
	D.E.	4646,90	2431,10	4646,90	2431,10	807,17	1549,70	2666,30	2410,10	-	-	-	-
	p	0,0534		0,0534		0,045*		0,1183		-		-	

*Diferencias significativas a $p < 0,05$.

**PPN=Producción Primaria Neta; VT= variedad tradicional de trigo; VM= variedad moderna de trigo; D.E.= Desviación Estándar; p=p-valor (ANOVA).

Ensayo 2. Rotación con haba.

En este ensayo las variedades tradicionales produjeron más PPN, más biomasa total del cultivo y mayor rendimiento del grano y producción de paja que las variedades modernas. De forma contraria, el trigo moderno presentó mayor cantidad de biomasa de flora arvense y mayor cociente entre la biomasa arvense y la PPN total que el trigo tradicional (Cuadro 2).

Ensayo 3. Monocultivo.

En el cultivo de cereal bajo manejo convencional no fue posible determinar la biomasa seca de hierbas en el momento de la cosecha, por lo que no se presentan datos de esta variable ni de la relación entre la producción de hierbas y la producción primaria neta. En este ensayo, sólo se encontraron diferencias significativas para el rendimiento del grano, mayor en las variedades modernas que en las tradicionales.

DISCUSIÓN

Las VT produjeron más biomasa aérea (PPN) que las VM en los ensayos con manejo ecológico, debido a una mayor producción de paja y también de grano, que compensaron la menor producción de biomasa de la flora arvense que acompañó a las VT. Es relevante subrayar la desventaja de las modernas respecto de las tradicionales en la competencia frente a las hierbas bajo los manejos ecológicos: en los manejo al tercio y con rotación con leguminosa, el trigo moderno presentó una mayor proporción de biomasa de hierbas respecto de la producción total de biomasa aérea del agroecosistema (Cuadro 2). Esta mayor capacidad de competencia de las VT frente a la flora arvense puede deberse a mecanismos de competencia, ya que la mayor altura y biomasa de la paja, podría limitar la luz, agua y nutrientes disponibles para ésta.

Con manejo convencional, las VT produjeron la misma cantidad de biomasa aérea que las modernas, pero menor rendimiento de grano.

Los resultados obtenidos este primer año cuestionan que las VT sean menos productivas que las VM, dado que obtuvieron mayores producciones de biomasa que las VM en los manejos ecológicos e iguales en el manejo convencional, siendo el rendimiento del grano en este manejo moderno el único que fue mayor para las modernas. Es decir, la desventaja productiva de las VT se refiere exclusivamente a la producción de grano bajo manejo convencional.

Los resultados de este primer año de ensayo apuntan a que la mejora genética que fundamentó la Revolución Verde incrementó la capacidad de producir grano exclusivamente bajo condiciones de manejo moderno. Sin embargo, bajo condiciones de agricultura ecológica, las VM no presentan ventajas en este sentido, sino que son las VT las que resultan ser más productivas y también competitivas frente a las hierbas. Por tanto, los resultados de estudios que califican la AE como menos productiva que la convencional por la menor disponibilidad en nutrientes y la mayor presencia de hierbas en el cereal (Campiglia *et al.* 2015) podrían estar condicionados por el material genético empleado.

Además, al contrario de las variedades modernas, esta mayor capacidad de producir biomasa hace que las VT presenten otras grandes ventajas para la agricultura ecológica. En un contexto de cambio climático, la mayor potencialidad para producir paja, en condiciones de baja y media intensidad en el uso de insumos, puede permitir maximizar el secuestro de carbono. En el caso español, la mayoría del territorio dedicado a la producción de cereal presenta características de baja y media intensidad productiva, debido a la falta de agua (Meco *et al.* 2011), ocupando 5,4 millones de hectáreas de secano (MAGRAMA 2013). Por otro lado, las VT pueden incrementar la producción de grano en los sistemas de producción ecológica, reduciendo el coste territorial de estos (Guzmán *et al.* 2011). Además, pueden incrementar la materia orgánica del suelo incorporando parte de los residuos, sin sacrificar los ingresos de comercialización de paja.

Ensayos de larga duración han mostrado que la producción de cereal con manejo ecológico en agroecosistemas extensivos de secano, gasta la mitad de energía y cuesta también la mitad que la convencional, debido principalmente al no uso de agroquímicos; y que, para que fuera rentable sin subsidios, la agricultura convencional tendría que producir el doble que la ecológica (Lacasta & Meco, 2000). Además, muchos estudios han evaluado el efecto del cambio climático sobre la producción mundial de trigo (Asseng *et al.* 2015; Challinor *et al.* 2014; Deryng *et al.* 2011; Lobell & Field, 2007) como en áreas de clima mediterráneo (Farina *et al.* 2011; Ludwig *et al.* 2006) mostrando la probable disminución en el rendimiento de cereal durante las próximas décadas (Asseng *et al.* 2015; Deryng *et al.* 2011; Ferrise *et al.* 2011; Saadi *et al.* 2015; Yang *et al.* 2014), estableciendo que las estrategias de adaptación al cambio climático en el manejo pueden reducir los impactos negativos en el rendimiento de las cosechas (Reidsma *et al.* 2010). Si tenemos en cuenta, los resultados de este primer año de experimento y lo que apuntan otros estudios en los que se muestra cómo la mezcla de variedades tradicionales y modernas supera en producción de biomasa aérea total en comparación al monocultivo de modernas (Sarandón & Sarandón, 1995), podemos pensar en lo pertinente que resulta la paulatina reintroducción de variedades tradicionales en la agricultura cerealística ecológica de secano en áreas mediterráneas.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el primer año de experimentación parecen verificar la hipótesis de partida, ya que muestran que la desventaja productiva de las variedades tradicionales frente a las modernas tan sólo se da bajo manejo convencional y teniendo en cuenta únicamente el rendimiento del grano. En condiciones de manejo ecológico, las variedades tradicionales producen significativamente más grano y paja que las modernas.

Por otra parte, las variedades tradicionales con manejo ecológico fueron capaces de reducir la biomasa de flora arvense, lo que supone una ventaja adicional para el agricultor ecológico. A pesar de esta reducción de biomasa de flora arvense, el balance global de biomasa que puede incorporarse al suelo, sin sacrificar la venta de paja, es mayor con las variedades tradicionales. Por tanto, tienen un mayor potencial para mejorar las propiedades físico-químicas del suelo, incrementar el secuestro de carbono y el reciclaje de nutrientes, disminuyendo el coste territorial de la producción ecológica de trigo.

REFERENCIAS

- Arncken, C.M., Mäder, P., Mayer, J., Weibel, F.P. 2012. Sensory, yield and quality differences between organically and conventionally grown winter wheat. *Journal of Science of Food and Agriculture* 92, 2819–2825.
- Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R.P., Lobell, D.B., Cammarano, D., Kimball, B.A., Ottman, M.J., Wall, G.W., White, J.W., Reynolds, M. P., Alderman, P. D., Prasad, P.V.V., Aggarwal, P. K., Anothai, J., Basso, B., Biernath, C., Challinor, A. J., De Sanctis, G., Doltra, J., Fereres, E., García-Vila, M., Gayler, S., Hoogenboom, G., Hunt, L.A., Izaurralde, R.Z., Jabloun, M., Jones, C. D., Kersebaum, K. C., Koehler, A.K., Müller, C., Naresh Kumar, S., Nendel, C., O’leary, G., Olesen, J. E., Palosuo, T., Priesack, E., Eyshi Rezaei, E., Ruane, A.C., Semenov, M.A., Shcherbak, I., Stöckle, C., Stratonovitch, P., Streck, T., Supit, I., Tao, F., Thorburn, P.J., Waha, K., Wang, E., Wallach, D., Wolf, J., Zhao, Z., Zhu, Y. 2015. Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature climate change* 5(2), 143-147.
- Campiglia, E., Mancinelli, R., De Stefanis, E., Pucciarmati, S., Radicetti, E. 2015. The long-term effects of conventional and organic cropping systems, tillage managements and weather conditions on yield and grain quality of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in the Mediterranean environment of Central Italy. *Field Crops Research* 176, 34-44.
- Challinor, A.J., Watson, J., Lobell, D.B., Howden, S.M., Smith, D.R., Chhetri, N. 2014. A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change* 4, 287–291.
- De Lucas, C., Sánchez del Arco, M.J. 2004. Evaluación de la capacidad competitiva de diferentes variedades de trigo en cultivo ecológico. En *Actas VI Congreso Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, Almería 2004, 1423-1431.
- Deryng, D., Sacks, W. J., Barford, C. C., Ramankutty, N. 2011. Simulating the effects of climate and agricultural management practices on global crop yield. *Global biogeochemical cycles* 25(2), GB2006, doi: 10.1029/2009GB003765.
- Fagnano, M., Fiorentino, N., D’Egidio, M.G., Quaranta, F., Ritieni, A., Ferracane, R., Raimondi, G. 2012. Durum wheat in conventional and organic farming: yield amount and pasta quality in Southern Italy. *Scientific World Journal* 4, 2012:973058.

- Farina, R., Seddaiu, G., Orsini, R., Steglich, E., Roggero, P.P., Francaviglia, R. 2011. Soil carbon dynamics and crop productivity as influenced by climate change in a rainfed cereal system under contrasting tillage using EPIC. *Soil and tillage research* 112(1), 36-46.
- Fernández, R., Trapero, A., Domínguez, J. 2010. Experimentación en Agricultura. Ed. Junta de Andalucía, Conserjería de Agricultura y Pesca.
- Ferrise, R., Moriondo, M., Bindi, M. 2011. Probabilistic assessments of climate change impacts on durum wheat in the Mediterranean region. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 11(5), 1293-1302.
- Guzmán, G.I., González de Molina, M., Alonso, A.M. 2011. The land cost of agrarian sustainability. An assessment. *Land Use Policy* 28, 825-835.
- Guzmán, G.I., González de Molina, M. 2015. Energy efficiency in agrarian systems from an agroecological perspective. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 39, 924-952.
- Lacasta, C., Meco, R. 2000. Costes energéticos y económicos de agrosistemas de cereales considerando manejos convencionales y ecológicos. En: Actas IV Congreso Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Córdoba, 2000.
- Lacasta, C. 2007. Agricultura ecológica en cereales de secano. Ed. Conserjería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- Lobell, D., Field, C.B. 2007. Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental Research Letters* 2, 014002.
- Ludwig, F., Asseng, S. 2006. Climate change impacts on wheat production in a Mediterranean environment in Western Australia. *Agricultural Systems* 90 (1), 159-179.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). 2013. Anuario de Estadística 2012. Madrid.
- Meco, R., Lacasta, C., Moreno, M.M. (ed.). 2011. Agricultura ecológica en secano. Soluciones sostenibles en ambientes mediterráneos. Madrid: Mundi-Prensa, 495 pp.
- Reidsma, P., Ewert, F., Lansink, A.O., Leemans, R., 2010. Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: the importance of farm level responses. *European Journal of Agronomy* 32, 91-102.
- Saadi, S., Todorovic, M., Tanasijevic, L., Pereira, L.S., Pizzigalli, C., Lionello, P. 2015. Climate change and Mediterranean agriculture: Impacts on winter wheat and tomato crop evapotranspiration, irrigation requirements and yield. *Agricultural Water Management* 147, 103-115.
- Sarandon, S.J., Sarandon, R. 1995. Mixture of cultivars: pilot field trial of an ecological alternative to improve production or quality of wheat (*Triticum aestivum*). *Journal of applied ecology* 32 (2), 288-294.
- Sassi, K., Abid, G., Al Mohandes, B.D., Daaloul, A. 2014. Performance of durum wheat varieties (*Triticum durum* Desf.) under conventional and organic agriculture. En Rahmann, G. & Aksoy U (eds.): Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference. 'Building Organic Bridges', at the Organic World Congress 2014, 13-15 Oct., Istanbul, Turkey (eprint ID 24088), 2014.
- Yang, Y., Liu, D.L., Anwar, M.R., Zuo, H., Yang, Y. 2014. Impact of future climate change on wheat production in relation to plant-available water capacity in a semiarid environment. *Theoretical and Applied Climatology* 115(3), 391-410.

ADAPTACIÓN AGROCLIMÁTICA DE CULTIVARES DE MORA AL MANEJO ECOLÓGICO EN EL NORTE DE CÁCERES

Ramos M*, Izquierdo J**, Cadorniga C*, Sánchez A**, Maya Y***, Pérez JA***, Tenorio JL*

*Dpto Medio Ambiente. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Centro Agricultura Ecológica y de Montaña (CAEM). Avda. España, 43. 10.600 Plasencia (Cáceres). Tlf/fax: 927426330; e-mail: ramos.maria@inia.es; cadorniga@inia.es; tenorio@inia.es

**Agrupación Cooperativas del Valle del Jerte. Ctra, Nac. 110, km 381, 10.614 Valdeastillas (Cáceres). Tlf: 927471070/ Fax: 927471074; e-mail: jizquierdo@ac-vallejerte.es

**Centro Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX). Centro Agricultura Ecológica y de Montaña (CAEM).

***Servicio Sanidad Vegetal. Consej. Agricultura, D. Rural, M. Ambiente y Energía. Gob. Extremadura. Av. Dolores Ibarruri s/n. Edif Serv Múltiples. E-10.600 Plasencia (Cáceres).

Tlf: 927017432; e-mail: joseantonio.perez@gobex.es

RESUMEN:

El cultivo de la mora con variedades mejoradas se introdujo en el norte de Extremadura hace pocos años como complemento a la producción de otros berries cuya implantación había sido anterior, especialmente la frambuesa. La mora es un cultivo que se adapta fácilmente al manejo ecológico al aire libre dada su rusticidad y a su demanda de materia orgánica. Sin embargo, se han probado muy pocos cultivares que se adapten a las condiciones de la zona y a las exigencias del mercado de exportación, menos aún al manejo ecológico. Desde el año 2013 hasta la actualidad se ha desarrollado un proyecto de evaluación varietal en una explotación ecológica en la Comarca de la Vera donde se han estudiado 8 variedades de mora comercial. Los parámetros observados contemplan aspectos de comportamiento en campo (fenología, productividad, desarrollo de planta, susceptibilidad a plagas y enfermedades, etc) combinados con un estudio de la calidad y vida útil de la fruta (textura, calibre, regresión de color, etc).

Los resultados de los trabajos han identificado entre 2 y 3 variedades que pueden ser interesantes para sustituir y/o diversificar el material genético empleado hasta la fecha, que se ceñía casi de forma exclusiva a dos variedades: una temprana (Arapaho) y otra tardía (Chester).

Palabras clave: berries, biodiversidad, Extremadura, mora.

DISPONIBILIDAD Y USO DE SEMILLAS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA: APORTACIONES DESDE EL SECTOR PRODUCTOR DE ANDALUCÍA

Toro R*, Aguirre I*, Carrascosa M**

*Escuela Técnica Superior Ingeniería Agronómica (ETSIA). Universidad Sevilla (US). Ctr. Utrera Km 1. E-41013 -Sevilla; rotoma_39@hotmail.com

**Red Andaluza Semillas 'Cultivando Biodiversidad' (RAS). Caracola del CIR. Parque de S Jerónimo s/n, E-41015 Sevilla; info@redandaluzadesemillas.org

RESUMEN:

Desde 2004 el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) elabora un informe anual sobre las autorizaciones concedidas a los productores ecológicos para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante técnicas de agricultura ecológica. La tendencia es clara: entre el año 2004 y 2014 se han incrementado las autorizaciones para usar semilla no ecológica en un 488%.

Para determinar si la oferta de semillas ecológicas en España satisface las necesidades y demandas de los agricultores ecológicos, es necesario conocer sus opiniones sobre la disponibilidad y uso de semillas. Para ello se realizó una encuesta a los operadores ecológicos andaluces certificados por SOHISCERT SA en octubre de 2014.

Los resultados muestran que la demanda de los agricultores ecológicos es más amplia y diversa que la oferta existente. Sólo el 19% de los entrevistados utilizan siempre semillas ecológicas, mientras un 65% las usa en determinadas ocasiones y un 16% no las usa nunca. Al 81% de los encuestados que utilizan semillas no ecológicas se les preguntó por las razones de su elección. Los principales motivos señalados son: no tener disponibilidad de la variedad que quieren usar, en el caso de encontrarla el proveedor no dispone de la cantidad que necesitan, no tener semilla ecológica disponible en los lugares de suministro habituales y el elevado precio de las semillas ecológicas.

Sobre las variedades locales, los agricultores entrevistados opinan que la dificultad en su utilización radica en que el mercado demanda otro tipo de variedades, no hay una disponibilidad adecuada de semillas y la legislación actual dificulta enormemente su uso.

Palabras clave: legislación, semilla ecológica, variedad local.

INTRODUCCIÓN

El Reglamento CE 834/2007 y las disposiciones para su aplicación recogidas en el Reglamento CE 889/2008, obligan a los agricultores ecológicos a emplear semilla ecológica en sus siembras. Todos los estados miembros de la Unión Europea (UE) deben mantener actualizada una base de datos de acceso on line en la que queda registrada la disponibilidad de semilla ecológica de los productores de semilla autorizados. Si en esa base de datos existe oferta de la semilla que se desea emplear, es obligatorio su uso. En el caso de que no se oferten semillas ecológicas de una especie o variedad, las autoridades competentes y organismos de control pueden conceder autorizaciones para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante los requisitos de la producción ecológica según viene recogido en el artículo 45.5 del Reglamento CE nº 889/2008. Los supuestos para los que se permite el uso de semilla no ecológica responden a 4 motivos:

- A) Si no está inscrita ninguna variedad de la especie que el usuario desea obtener.
- B) Si ningún proveedor puede suministrar las semillas o patatas de siembra antes de sembrar.
- C) Si la variedad que el usuario desea obtener no está inscrita en la base de datos.
- D) Si está justificado por motivos de investigación, ensayos en pruebas de campo a pequeña escala o para la conservación de variedades.

Con las peticiones recibidas y las autorizaciones concedidas (bien procedan de organismos privados de control, públicos o semipúblicos), las autoridades de control elaboran informes anuales que envían al Ministerio

de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Como recopilación, el MAGRAMA publica anualmente el informe de autorizaciones concedidas para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante el método de la producción ecológica, en virtud del reglamento en vigor. La Figura 1 muestra la evolución del número de autorizaciones concedidas en el periodo 2004-2014.

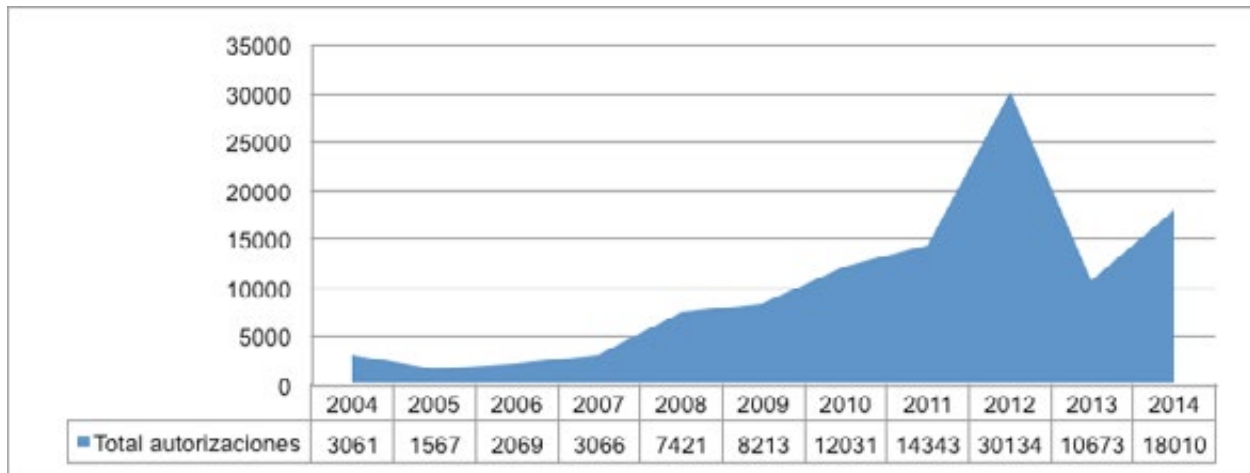


Figura 1: Evolución del número de autorizaciones concedidas de material de siembra no ecológico. 2004-2014. Fuente: MAGRAMA 2004-2014.

Se observa que entre el año 2004 y 2014 existe una tendencia al aumento de las autorizaciones concedidas para usar semilla no ecológica, siendo el incremento entre 2004 y 2014 del 488%. La figura muestra un pico en el uso de semillas no ecológicas en el año 2012. Consultados los técnicos de administraciones públicas, han apuntado que esto podría deberse a problemas técnicos de los organismos de control a la hora de enviar los datos.

Como se muestra en la figura 2, la superficie en producción ecológica en España ha ido aumentando año tras año, situándose en 2014 en 1.663.889 ha (MAGRAMA 2015), por lo que también debería hacerlo el uso de semillas ecológicas y no el de semillas no ecológicas. La utilización en producción ecológica de semillas desarrolladas para la agricultura convencional complica el establecimiento de sistemas de producción realmente sustentables. Esta situación plantea importantes retos al desarrollo de un sistema ecológico de semillas que aspira a constituirse en una fuente de alimentos de calidad para todos, en el seno de un sistema económicamente justo y ambientalmente respetuoso (Soriano *et al.* 2006).

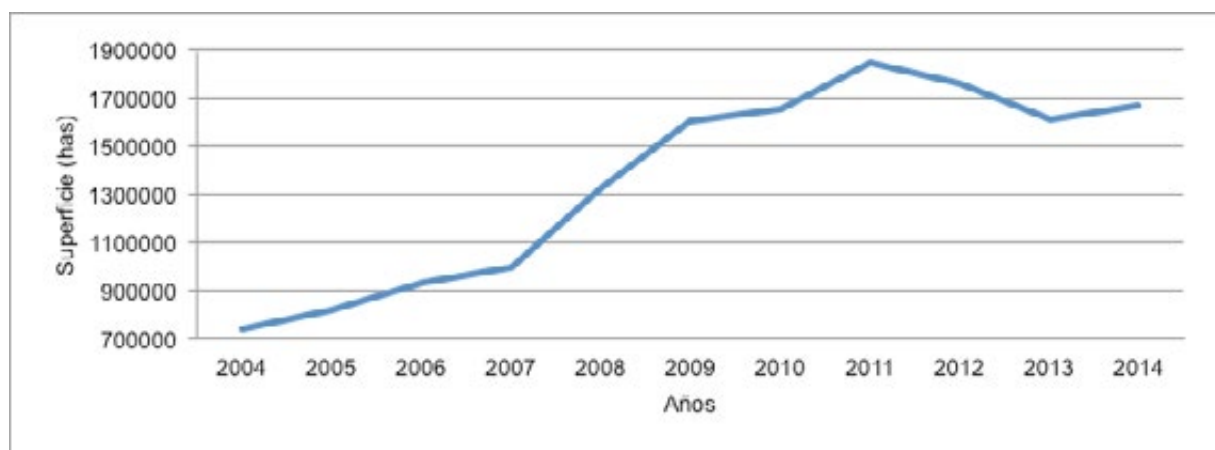


Figura 2: Evolución de la superficie (has) en producción ecológica en España, 2004-2014. Fuente: MAGRAMA 2015.

En el informe anual de autorizaciones, el MAGRAMA debe detallar el motivo por el que se solicita el uso de semilla no ecológica. Desde el año 2004 hasta el 2014 se comprueba que el motivo mayormente utilizado es el C, seguido por el A (MAGRAMA 2014). En particular, el año 2014, el 78% de las solicitudes fueron autorizadas por el motivo C, el 20% por el A y el 1% por los motivos B y D.

Que casi el 80% de las solicitudes aleguen el motivo C en 2014 responde al elevado número de variedades demandadas por los productores ecológicos, posiblemente relacionada con la gran variabilidad climática y edafológica que existe en España. El escaso desarrollo actual del mercado de semilla específicamente orientada hacia la producción ecológica se traduce en fuertes carencias para el sector tanto por cantidad de semilla como de variedades ofertadas.

El motivo A indica que existe un gran número de cultivos para los que no existe en España oferta de semillas de producción ecológica. Tal es el caso de la lenteja, yeros, colza, ajo, espárrago y patata, entre otros. También se presenta el caso de que en algunos momentos y para determinadas especies la demanda ha superado a la oferta y se han agotado las existencias de las variedades de producción ecológica (MAGRAMA 2014).

Las semillas de variedades locales no obtenidas mediante los requisitos de la producción ecológica deberían autorizarse mediante el motivo D. Pero ese proceso es lento ya que en él debe intervenir la autoridad competente, que en determinadas regiones, como Andalucía, no coincide con el organismo de control. Además, las semillas intercambiadas entre operadores certificados no se consideran ecológicas. Desde el punto de vista de la gestión dinámica de la biodiversidad cultivada, una de las bases de la producción sostenible, la normativa de la producción ecológica dificulta enormemente la utilización de variedades locales. Por tanto, a pesar de que constituyen un recurso para la ampliación de la base genética de la producción ecológica, tienen un uso cuanto menos reducido en la agricultura ecológica española (Ramos *et al.* 2004, Reyes & Perdomo 2010).

Las cifras oficiales de disponibilidad y autorizaciones pueden dar una cierta orientación sobre los factores limitantes al uso de semilla ecológica. Pero la opinión de los productores sobre la situación real es imprescindible si se quiere mejorar la adecuación de la oferta de semillas existente a la demanda. Así pues, se ha realizado una encuesta a los operadores ecológicos andaluces certificados por SOHISCERT, S.A. para determinar si la oferta de semillas ecológicas en España satisface las necesidades y demandas de los agricultores ecológicos, conocer sus opiniones sobre la disponibilidad y uso de semillas así como las posibles causas del incremento del número de autorizaciones de uso de semillas no ecológicas.

MATERIAL Y METODOS

Para conocer el punto de vista de los productores sobre el uso y disponibilidad de semilla para la producción ecológica se realizó una encuesta en el otoño de 2014. Esta estaba dividida en cinco bloques de preguntas de diversos tipos: abiertas, cerradas de respuesta única y cerradas de respuesta múltiple. Los bloques en los que se dividió la encuestase centraban en cuestiones relativas a: a) Localización de las parcelas y tamaño; b) Importancia relativa de las especies cultivadas; c) Tipo de semillas empleadas y razones para su uso; d) Sobre el uso de semillas de variedades locales y definición de una "buena variedad"; y e) Sobre el conocimiento de las herramientas oficiales para facilitar el uso de semillas ecológicas en el sector.

La encuesta se ensayó previamente entre una población seleccionada para tal efecto. Una vez corroborada la idoneidad de la redacción de las preguntas y la facilidad de recogida de la información estimada como necesaria, se procedió a su difusión. El tiempo de respuesta se evaluó en 5 minutos y se habilitaron los siguientes mecanismos de recogida de datos: responder y enviara través de un formulario on line; responder y enviar por email; o, enviarlas respuestas por correo postal.

El envío se realizó por correo electrónico a los operadores de SOHISCERT, S.A. que utilizan semillas o material vegetativo para la siembra de todos los sectores productivos, que asciendena unas 1500 personas aproximadamente. Para fomentar las respuestas se informó de la encuesta a todos los técnicos de las agrupaciones

andaluzas para que informaran a sus agricultores. Se dio un plazo para contestarla de 2 meses y el número final de respuestas obtenidas fue de 31.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados obtenidos según los cinco bloques de preguntas.

a) Localización de las parcelas y tamaño

Los agricultores encuestados se sitúan en 4 de las 8 provincias andaluzas: Almería, Cádiz, Sevilla y Jaén, con la importancia relativa siguiente: Almería (39%); Cádiz y Sevilla (26% cada una) y Jaén (9%).

Los tamaños medios de las parcelas de los agricultores encuestados son: pequeños agricultores que tienen certificadas en agricultura ecológica entre 1 y 10 has (55%); agricultores con parcelas que oscilan entre 11 y 25 has (11%); agricultores que cultivan superficies de entre 26 y 50 has (6%); y agricultores que desarrollan su actividad en explotaciones cuyo tamaño medio es mayor de 51 has (10%).

b) Importancia relativa de las especies cultivadas

Los sectores productivos más representados entre las personas entrevistadas fueron: hortícolas (68%), cereales (35%), pastos y forrajes (26%), leguminosas (16%) y "otros" (oleaginosas y cítricos) con un 6%. El sumatorio de los resultados supera el 100% porque algunos de los operadores que respondieron se dedican a más de un sector productivo.

Cruzando estos datos con los del apartado a), se comprobó que los pequeños agricultores que habían respondido a la encuesta se dedican principalmente al sector de las hortícolas y más de la mitad están localizados en la provincia de Almería.

Mediante puntuaciones ponderadas se identificó la especie a la que principalmente se dedican. Destacan las hortícolas y en concreto el tomate y pimiento; los cereales, en particular la cebada, avena y el trigo duro, por este orden de importancia; las leguminosas con garbanzos, habas, judía y veza por este orden; y otras especies entre las que se destaca la patata y el girasol.

c) Tipo de semillas empleadas y razones para su uso

Con el objetivo de clasificar el tipo de semillas empleadas por los agricultores encuestados se plantearon varias preguntas.

A la cuestión ¿qué tipo de semillas suele utilizar? se ofrecieron 5 respuestas. Los resultados se presentan en la Figura 3.

El 45% de los encuestados respondió que utiliza semillas ecológicas certificadas compradas, el 32% contestó que usa semillas ecológicas propias y el 19% semillas intercambiadas con otro agricultor. El 68% de los agricultores encuestados utiliza semillas no ecológicas compradas y el 3% semillas intercambiadas con otro productor no ecológico (Figura 3). El conteo se realizó en base al número de respuestas y no a la superficie sembrada con cada tipo de semilla, por lo que estos datos no se corresponden con la cantidad real de semillas utilizada para la siembra.

Un elemento a destacar es que, a pesar de las barreras legales, el intercambio de semillas sigue siendo una práctica habitual entre agricultores. Así el 19% de los encuestados utiliza semillas intercambiadas con productores ecológicos y el 3% con no ecológicos. El intercambio de semillas ha sido históricamente una fuente de obtención de material vegetal para los agricultores. Pero las restricciones normativas dificultan su utilización ya que, las semillas intercambiadas entre operadores certificados no se reconocen como ecológicas y por tanto no

se pueden usar libremente. En el caso de que el intercambio se realice con un agricultor convencional (o con un operador ecológico, ya que tiene el mismo tratamiento), a menos que la variedad esté presente en el Registro de Variedades Comerciales no se autorizará su utilización como semilla no ecológica. Así, las semillas de variedades no registradas únicamente pueden utilizarse a partir de la autoproducción de semillas en la propia finca (Soriano *et al.* 2000, Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía 2012).

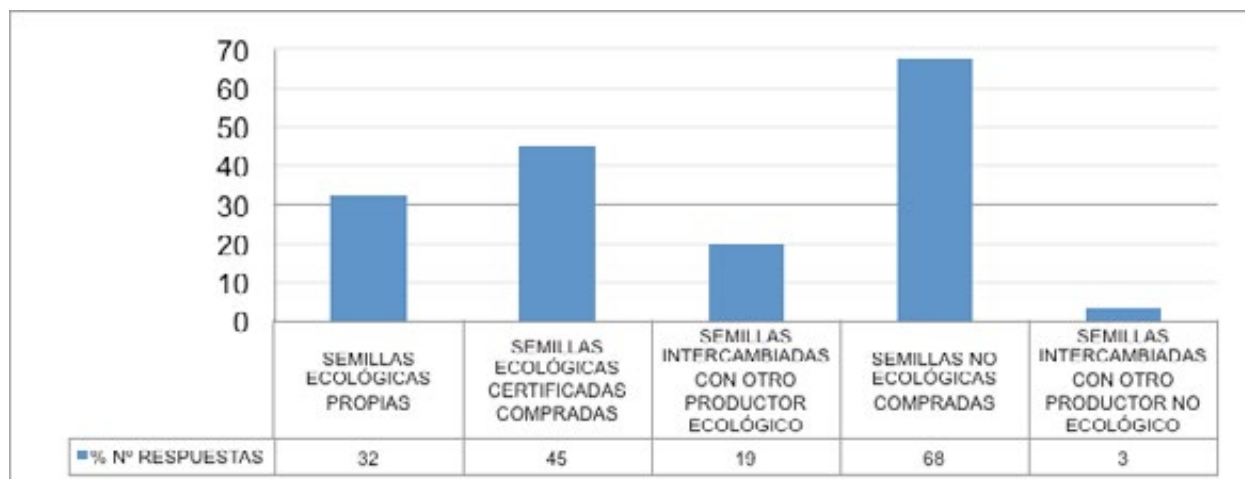


Figura 3: Tipo de semillas que suelen utilizar los agricultores encuestados.

* El sumatorio de los resultados supera el 100% porque algunos de los operadores que respondieron utilizan más de un tipo de semillas.

A la pregunta, ¿con qué frecuencia utiliza semillas ecológicas certificadas? el 65% de los agricultores respondió que "a veces" utilizan ese tipo de semillas. El 19% de ellos respondieron que las usan "siempre" y el 16% afirmó que "nunca".

A todas las personas que usan semilla no ecológica se les preguntó por las razones de ello. Las respuestas se presentan en la Figura 4.

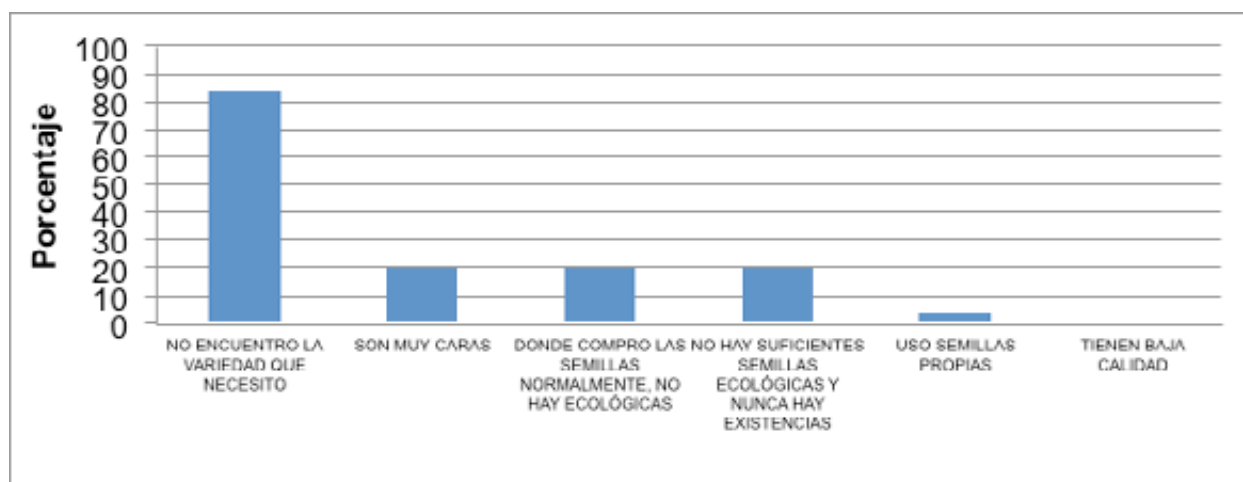


Figura 4: Limitantes al uso de semillas ecológicas.

* Los resultados superan el 100% en el sumatorio porque algunos de los operadores respondieron más de una razón.

La principal razón por la que los agricultores ecológicos encuestados no utilizan semillas ecológicas es porque no encuentran la variedad que quieren sembrar (un 84% de los participantes). Este resultado tan relevante

expresa una cuestión importante: hay poca variedad en la oferta de semillas ecológicas y las variedades que se ofertan no son las que conocen y demandan los agricultores ecológicos.

La segunda opción en orden de importancia (con un 20% de las respuestas, con igual relevancia que otras de las razones señaladas) es que no hay suficientes semillas ecológicas o nunca hay existencias. Quizás hubiera podido englobarse esta respuesta con la anterior, pero se ha preferido tratar de manera separada la cuestión relativa a la cantidad disponible de semillas. En cualquier caso, de nuevo, se señalan problemas de disponibilidad como la razón para el no uso de semilla ecológica certificada.

Otra de las razones propuestas en la encuesta y marcadas por un 20% de los operadores es que donde normalmente compran las semillas no se ofertan semillas ecológicas, lo que nuevamente refleja los problemas de disponibilidad como el principal factor limitante. El 20% de las respuestas apunta al elevado precio de las semillas ecológicas. Por último, el 4% de los encuestados señalaron otras razones. Se destaca que ningún agricultor marcó la opción de que las semillas ecológicas tenían baja calidad.

Un 65% de los agricultores encuestados toman la decisión sobre qué variedades van a cultivar por criterio propio, si son variedades que les gustan o que funcionan bien en su finca. El 39%, toman esta decisión por indicación de los comercializadores que les compran las cosechas (mayoristas, cooperativas, empresas...) y otro 39% basa su elección en el asesoramiento que reciben por parte de los técnicos de las cooperativas, agrupaciones o sindicatos agrarios a los que pertenecen. Sólo un 3% de ellos apuntaron que la decisión la toman siguiendo el consejo de otros agricultores u otras opciones no mencionadas.

d) Sobre el uso de semillas de variedades locales y definición de una "buena variedad"

Para caracterizar la importancia del uso de semillas de variedades locales y conocer las razones tanto de su uso como de su no uso, se hicieron varias preguntas en la encuesta.

A la cuestión ¿utiliza semillas de variedades locales, tradicionales o antiguas? un 45% de los encuestados contestaron que no saben si las variedades que cultivan son locales. El 29% afirmó que no utilizaba variedades locales y un 26% respondió que sí. A los encuestados que respondieron negativamente a esta pregunta se les invitó a responder una adicional: ¿Por qué no usa variedades variedades locales, tradicionales o antiguas? La Figura 5 recoge las respuestas.

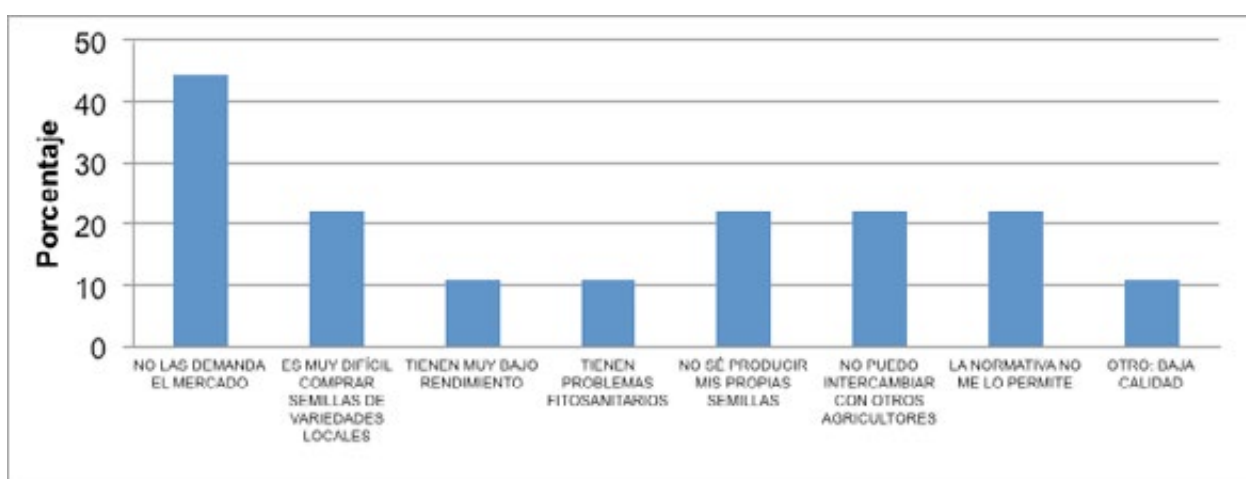


Figura 5: Motivos de los agricultores para no utilizar variedades locales

* Los resultados superan el 100% en el sumatorio porque algunos de los operadores respondieron más de un motivo.

Las respuestas a esta última pregunta están muy repartidas entre las diferentes opciones que se presentaban. La más señalada, por un 44% de las personas encuestadas, es que no utilizan semillas de variedades locales

porque no las demanda el mercado. El 22% de los encuestados comentaron que no utilizan variedades locales porque la normativa no se lo permite. Actualmente los agricultores ecológicos no pueden utilizar (a no ser que se produzca su propia semilla) una variedad que no esté registrada en el Registro de Variedades Comerciales y en él no se encuentran registradas la gran mayoría de las variedades locales, por lo que no las pueden utilizar como semillas ecológicas ni no ecológicas (Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía 2012). También un 22% del total de las personas encuestadas señalaron estas tres razones como justificación del porqué no utilizan variedades locales: porque es muy difícil comprar semillas de estas variedades; porque no saben producir sus propias semillas; y porque no pueden intercambiar semillas con otros agricultores. No obstante, un 11% de los encuestados, marcaron como motivos para no utilizar variedades locales aspectos agronómicos, como bajo rendimiento, baja calidad y problemas fitosanitarios.

Se realizó una pregunta abierta sobre las características que consideran necesarias para definir qué es una buena variedad. Las respuestas han sido agrupadas en base a tres criterios y se presentan en la Cuadro 1.

BUENA VARIEDAD	% RESPUESTAS
Criterio agronómico	54%
Productividad	34%
Criterio de mercado	20%

Cuadro 1: Características que tiene que tener una "buena variedad" y porcentaje de respuestas de los encuestados.
* Los resultados superan el 100% en el sumatorio porque algunos de los encuestados comentaron más de una característica.

Una de las características principales que tienen en cuenta los agricultores para clasificar una "buena variedad" es su productividad pero la mayoría de los encuestados consideraron más importante los criterios agronómicos, un 54%. Entre las características recogidas están la resistencia a virus y enfermedades (27% del total de los encuestados), que tenga adaptabilidad al medio (7%), buen fruto (5%), ciclo largo (5%) y con buena calidad (2%). Por otro lado, un 20% de los encuestados tiene presente el criterio comercial. Entre las características recogidas en este criterio se encuentra la adaptabilidad a lo que quiere el cliente (5% del total) y el sabor (15%).

e) Sobre el conocimiento de las herramientas oficiales para facilitar el uso de semillas ecológicas en el sector

El 58% de los encuestados no conocen los tipos de autorizaciones de semillas no ecológicas que existen (A, B, C y D).

El grado de conocimiento de los agricultores de la oferta de semillas ecológicas disponible en el mercado es media ya que el 45% de los encuestados no conocen la base de datos de semillas ecológicas que gestiona el MAGRAMA. Este elevado grado de desconocimiento puede estar provocando que los agricultores soliciten permisos para el uso de semillas no ecológicas de las variedades que les ofertan sus proveedores habituales, sin conocer si otras estructuras comerciales tienen disponibilidad de semilla ecológica de las variedades que necesitan. Es decir, esta situación podría justificar que el 78% de las autorizaciones de 2014 fueron concedidas con el motivo C.

CONCLUSIONES

El objetivo principal de este estudio era analizar si la oferta de semillas ecológicas en España satisface la demanda de los agricultores ecológicos en Andalucía. Como consecuencia de las opiniones de las personas encuestadas, se puede concluir que:

1. La oferta de semillas no responde a la demanda existente porque: las variedades ofertadas no son las que se piden y la cantidad de semilla disponible es baja. Sólo el 19% de los entrevistados utilizan siempre

semillas ecológicas, mientras un 65% las usa en determinadas ocasiones y un 16% no las usa nunca. En definitiva, la demanda de semillas ecológicas es más amplia y diversa que la oferta existente en el mercado.

2. Los agricultores ecológicos utilizan muy pocas veces variedades locales, porque no las demanda el mercado, porque no tienen acceso a ellas por la falta de disponibilidad o porque la normativa no les permite su uso. Para mejorar su uso es esencial el desarrollo de programas de fomento de su consumo así como la creación de marcos normativos más amables que, por ejemplo, agilicen el uso de estas variedades en producción ecológica.

3. Una de las características principales que tienen en cuenta los agricultores para clasificar una "buena variedad" son sus criterios agronómicos, 54% de los encuestados. Para el 34% es importante su productividad; y un 20% considera importante el criterio comercial.

4. El intercambio de semillas es una vía de acceso a material de reproducción para los agricultores ecológicos. Por ello deben desarrollarse normativas que potencien el intercambio de semillas entre operadores ecológicos tanto de variedades registradas como de las no registradas.

BIBLIOGRAFIA

- Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. 2012. Instrucción de 12 de noviembre de 2012, sobre semillas y material de reproducción vegetativa para la producción ecológica. Sevilla. Dirección General de Calidad, Industrias Agroalimentarias y Producción ecológica (DG CIAPE). En línea: http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/cap/produccion-ecologica/Instruccion_Semillas_Eco_P_SEP_04_01_R00_121112.pdf. Consulta: 23 de marzo de 2015.
- DOUE. 2003. REGLAMENTO (CE) 1452/2003 de la Comisión del 14 de agosto 2003 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 normas de procedimiento y criterios aplicables a dicha excepción. DOUE, de 15 de agosto de 2003, núm. L206, p. 17-21.
- DOUE. 2007. Reglamento (CE) n° 834/2007, del Consejo de 28 de junio de 2007, sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) n° 2092/91. DOUE, de 20 de julio de 2007, núm. L189, p. 1-23.
- DOUE. 2008. Reglamento (CE) n° 889/2008, de la Comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n° 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control. DOUE, de 18 de septiembre de 2008, núm. 250, p. 1-84.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). 2011. Informe de autorizaciones concedidas para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante el método de la producción ecológica, en virtud del Reglamento (CE) N° 889/2008. Año 2011. Madrid.
- MAGRAMA. 2012. Informe de autorizaciones concedidas para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante el método de la producción ecológica, en virtud del Reglamento (CE) N° 889/2008. Año 2012. Madrid.
- MAGRAMA. 2013. Informe de autorizaciones concedidas para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante el método de la producción ecológica, en virtud del Reglamento (CE) N° 889/2008. Año 2013. Madrid.
- MAGRAMA. 2014. Informe de autorizaciones concedidas para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante el método de la producción ecológica, en virtud del Reglamento (CE) N° 889/2008. Año 2014. Madrid.
- MAGRAMA. 2015. Estadísticas 2014. Agricultura ecológica España. Dirección general de la Junta de Andalucía de Calidad, Industrias, Agroalimentarias y Producción Ecológica. Madrid. En línea: http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/estadisticas_ae_2014_definitivopdf_tcm7-405122.pdf. Consulta: 26 de julio de 2016.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPyA). 2004. Informe de autorizaciones concedidas para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante el método de la producción ecológica, en virtud del Reglamento (CE) N° 1452/2003. Año 2004. Madrid.
- MAPyA. 2005. Informe de autorizaciones concedidas para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante el método de la producción ecológica, en virtud del Reglamento (CE) N° 1452/2003. Año 2005. Madrid.

- MAPyA. 2006. Informe de autorizaciones concedidas para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante el método de la producción ecológica, en virtud del Reglamento (CE) N° 1452/2003. Año 2006. Madrid.
- MAPyA. 2007. Informe de autorizaciones concedidas para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante el método de la producción ecológica, en virtud del Reglamento (CE) N° 1452/2003. Año 2007. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM). 2008. Informe de autorizaciones concedidas para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante el método de la producción ecológica, en virtud del Reglamento (CE) N° 1452/2003. Año 2008. Madrid.
- MARM. 2009. Informe de autorizaciones concedidas para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante el método de la producción ecológica, en virtud del Reglamento (CE) N° 889/2008. Año 2009. Madrid.
- MARM. 2010. Informe de autorizaciones concedidas para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante el método de la producción ecológica, en virtud del Reglamento (CE) N° 889/2008. Año 2010. Madrid.
- Perdomo, A., Hernández, M., Vázquez, P. 2010. Red de Huertos Escolares Ecológicos de Tenerife: Obtención y conservación de semillas ecológicas. Ed. Presta Servicios Ambientales y Cabildo Insular de Tenerife. Vol. 5. Material didáctico del profesorado. Tenerife.
- Ramos, M., Soriano, J.J., González, V. 2004. Semillas ecológicas y biodiversidad en España. Actas de la I Conferencia Internacional de Semillas Ecológicas. FAO/IFOAM-ISF. Roma (Italia).
- Soriano, J.J., Fernández, J., Toledo, A. 2000. Biodiversidad Agrícola, Agricultores y Erosión Genética. Discursos y disposiciones legales que la condicionan. En Libro de actas del IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Córdoba (España).
- Soriano, J.J., González, J.M. 2006. Semillas y material de reproducción vegetal en la agricultura ecológica. Estado de la cuestión. Actas del VII Congreso SEAE de Agricultura y Alimentación Ecológica. Zaragoza.

PRODUCCIÓN ECOLÓGICA VS PRODUCCIÓN CONVENCIONAL DE SOJA EN ÁLAVA

Sanz-Sáez A*, Tellechea B*, Del-Canto A*, Moreno A*, Zabala C*, Ortiz-Barredo A**, Relloso JB**, Lauzurica P***, Ibañez P***, Muñoz-Rueda A*, Lacuesta M*

*Dpto Biología Vegetal y Ecología. F. Farmacia. UPV/EHU

**Neiker-Tecnalia.Dpto Producción y Protección Vegetal

***Dpto Agricultura y Montes-Dip Foral de Álava

RESUMEN:

En España, el cultivo de soja es muy reducido pero su consumo ha aumentado en los últimos años, siendo el primer importador de la UE. Por ello, el cultivo local de soja ecológica puede resultar una alternativa de gran interés no solo para el consumidor, sino también para el medio ambiente. Sin embargo, al no ser un cultivo tradicional, su productividad se ve mermada por la ausencia de cepas autóctonas inoculantes.

En este proyecto se evaluó la producción de soja en cultivo ecológico y convencional en Álava. El estudio se realizó en ambos manejos, en presencia y ausencia de inóculo comercial. Durante el crecimiento de las plantas, se evaluó su estado fisiológico, analizando el potencial fotoquímico y la concentración de nitrógeno en hoja y semilla.

Aunque las plantas del cultivo convencional presentaron una mayor concentración de nitrógeno en semilla, no se observaron diferencias en la producción entre el cultivo convencional y ecológico, con producciones de 2.906 y 2.753 ton/ha respectivamente. Esto puede apoyar la idea de que el cultivo ecológico local de soja puede suponer una opción interesante en la búsqueda de una agricultura productiva y sostenible.

Palabras clave: Bradirhizobium, concentración de nitrógeno, inoculación, potencial fotoquímico.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS A LA AGRICULTURA PERIURBANA Y LOS ESPACIOS VERDES

Civeira G*, Lado M**, Vidal E**, Paz A**

*Instituto de Suelos INTA; **Universidade da Coruña

RESUMEN:

En la actualidad, se reconocen distintos tipos de SE. La agricultura urbana y los espacios verdes están incidiendo directamente sobre la calidad de vida de la población local, debido a que posibilitan que los ciudadanos satisfagan sus necesidades alimentarias, entre otros SE. El objetivo es evaluar a los SE provistos por los espacios verdes y productivos del área urbana y periurbana. Los SE de soporte físico y de regulación que proporcionan los suelos de la región metropolitana de Buenos Aires (RMBA) fueron analizados utilizando los datos de las series de suelos a nivel de municipio. Para este análisis se utilizaron diferentes propiedades morfológicas: rasgos pedogenéticos (presencia de arcilla en el horizonte Bt y moteados) y profundidad del horizonte superficial; propiedades físico-químicas: textura, capacidad de intercambio catiónico (CIC), pH, contenido de C (como indicadores de la fertilidad) y propiedades productivas: Índice de productividad (IP). El índice de productividad de los suelos (IP) presentó un amplio rango entre los municipios. Existió una variación geográfica asociada con la distribución espacial de los diferentes grupos taxonómicos de los suelos y las particularidades del relieve. La calidad del suelo y de la vegetación de los ecosistemas urbanos, como los parques de gran superficie, los bosques y las huertas permiten la regulación del clima local, debido a que conforman las denominadas "islas de frescor y humedad" a diferencia de las zonas edificadas que tienen mayores temperaturas y menor humedad.

Palabras clave: índice productividad, propiedades físico químicas, propiedades morfológicas, suelos.

VARIETADES DE PIMIENTO ADAPTADAS A SUELOS POBRES EN FÓSFORO Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

Fita A*, Rodríguez-Burruezo A*, Raigón MD**, Castell V***

*Instituto Universitario de Conservación y Mejora de la agrobiodiversidad Valenciana, UPV

**Dept Química, UPV

***Dept. Producción vegetal, UPV

RESUMEN:

En este trabajo se evaluó la capacidad de diversas variedades de pimiento a adaptarse a un entorno bajo en P y para agricultura ecológica a través del estudio de los sistemas radiculares. Se realizaron dos experimentos, uno cultivando veinte accesiones diversas de pimiento en condiciones de cultivo ecológico y otro cultivando cinco accesiones en condiciones controladas con aportaciones altas y bajas de P. Los resultados mostraron que existe diversidad en los sistemas radiculares de las diferentes accesiones de pimiento, en la adaptación al cultivo ecológico y en la adaptación a niveles bajos de P en el suelo. La continuación de este tipo de estudios permitirá determinar qué características radiculares son claves en la generación de variedades más adaptadas. De esta forma se podrá conseguir un mayor rendimiento reduciendo el impacto ambiental.

Palabras clave: bajos insumos, deficiencia en P, mejora genética, raíz, sistema radicular,, suelo

INTRODUCCIÓN

El cultivo ecológico se caracteriza por un respeto profundo hacia el suelo como base fundamental del desarrollo de las plantas (Henneron *et al.*, 2015). Un suelo degradado o poco fértil no permitirá altas producciones y probablemente genere plantas menos vigorosas más propensas a enfermedades. Para evitar esto, existen multitud de abonados y enmiendas que se pueden realizar (García-Sans 1997), sin embargo, hay veces que ni de esta forma se alcanza el óptimo deseado.

Este no es un problema de falta de eficacia de los tratamientos en agricultura ecológica ya que también ese desafío existe en agricultura convencional. Un ejemplo, es la falta de P debido a su inmovilización en el suelo. En agricultura convencional se solventa añadiendo cantidades ingentes de abonos fosforados que en muchos casos acaban eutrofizando las masas de agua cercanas, además de constituir un elevado coste económico y ecológico ya que los abonos fosforados deriban del fosfato roca que es un recurso limitado (Cordell *et al.* 2009).

Una manera más ecológica de lidiar con suelos pobres y deficientes en P es mejorar la dinámica del suelo, aumentar la micorrización de las plantas y utilizar genotipos de plantas más eficientes en la adquisición y uso de este mineral (Conyers y Moody, 2009).

El desarrollo de variedades más adaptadas a suelos más pobres pasa entre otros por mejorar su sistema radicular, tanto en su arquitectura como en su interacción con el suelo (Hammond *et al.* 2009). Desde hace unos años nuestro grupo de investigación viene estudiando estos factores en la productividad y adaptación del pimiento (*Capsicum annuum* L.) a diferentes tipos de cultivo y estreses (Ribes-Moya *et al.* 2014).

Los pimientos, chiles y ajíes, poseen una amplia diversidad genética. Desde que fueron domesticados se han adaptado a entornos ecológicos muy diversos: desde las tierras húmedas en las áreas tropicales del Amazonas a las zonas muy secas de México (Bosland y Votava, 2000). Por lo tanto, es de esperar que dispongan de sistemas radiculares con propiedades favorables a diferentes ambientes.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la diversidad radicular que existe en pimiento y su implicación en la adaptación para cultivo en agricultura ecológica y suelos pobres en P.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Material vegetal y condiciones de cultivo

Como material vegetal se seleccionaron veintinueve cultivares de *C. annum* incluyendo variedades comerciales y tradicionales de España, Francia, Italia, EE.UU. y México (Tabla 1).

Tabla 1. Cultivares de *Capsicum* empleados.

Code	Common name	Origin
Doux	DouxLongue des Landes	Francia
Espell	Espellete	Francia
Petit	PetitMarsellais	Francia
DiSen	Di Senise	Italia
An	Ancho	Mexico
Chile	Chile de árbol	Mexico
Jal	Jalapeño	Mexico
Jalesp	Jalapeño espinalteco	Mexico
JalCal	Jalapeño Candelaria	Mexico
Pas	Pasilla	Mexico
SCM	Serrano Criollo de Morelos	Mexico
Mojo	De Mojo	España (IslasCanarias)
Pad	Padrón	España(Galicia)
Bola	Bola	España(Murcia)
Piq	Piquillo	España(Navarra)
Cal	California Wonder	España(Valencia)
Guer	Guernika	España(Pais Vasco)
Chim	Chimayo	USA (New Mexico)
NumBJ	Numex Big Jim	USA (New Mexico)
NumC	Numex Conquistador	USA (New Mexico)
Num 6-4	Numex 6-4	USA (New Mexico)

2. Diseño experimental

Se realizaron dos ensayos para examinar los sistemas radiculares, uno cultivando 20 accesiones en cultivo ecológico y otro en el que se ensayaron cinco accesiones (Bola, Piquillo, Jalapeño Espinalteco, Pasilla, California) en macetas con dos tratamientos diferentes: con abonado normal y abonado sin P.

2.1 Ensayo en cultivo ecológico

El experimento se llevó a cabo en la temporada de verano en una parcela de cultivo ecológico situada en el espacio natural protegido de 'La marjal del Moro', Valencia (España), con una textura de suelo Franco-arcillosa (46% Arena, 11.9% limo y 41.5% arcilla).

Seis plantas por genotipo se ensayaron en bloques al azar de tres plantas. Al final de la temporada

(septiembre) las plantas se cortaron y las raíces se excavaron del suelo, se lavaron, y se fotografiaron. Se registró el peso de las raíces y la biomasa total de cada planta. A continuación, cada raíz se dividió en sus raíces laterales y éstas se escanearon (Epson LA 1600+, Epson America Inc. Long Beach, CA, EE.UU). Las imágenes resultantes se analizaron con el software Pro WinRHIZO (WinRHIZO Pro 2003b, Reagent Instruments Inc. Quebec Canadá). WinRHIZO proporciona la longitud total de las raíces analizadas, así como la longitud de las raíces de un cierto diámetro.

2.2 Ensayo en macetas

En un experimento posterior cinco genotipos (Bola, Piquillo, Jalapeño, California y Pasilla) se evaluaron por su comportamiento frente a condiciones de falta de fósforo. Para ello se planificaron dos tratamientos alternativos, control y NoP. El tratamiento control constó de fertirrigación normal para un cultivo de pimiento mientras que el tratamiento NoP constó de fertirrigación carente de P (Tabla 2).

Tabla 2. Relación de iones aportados en el agua de riego y en cada solución de riego a través del abonado.

	iones	Agua de riego	Tratamiento control	Tratamiento NoP
Aniones (mMol/l)	NO ₃ ⁻	0,11	15,40	15,4
	H ₂ PO ₄ ⁻	0	1,50	0
	SO ₄ ²⁻	2,45	0,00	0
	HCO ₃ ⁻	3,1	-2,60	-2,6
	Cl ⁻	1,61	0,00	0
Cationes (mMol/l)	NH ₄ ⁺	0	1,50	1,5
	K ⁺	0,4	1,50	6,1
	Ca ²⁺	3,15	1,60	1,6
	Mg ²⁺	1,51	1,75	1
	Na ⁺	0	0,00	0

Nueve plantas de cada variedad se distribuyeron al azar por cada uno de los tratamientos en macetas rellenas con una mezcla de arena silicea y suelo franco-arcilloso (1:1). Las plantas se evaluaron a las 6 semanas tras el trasplante. Para ello se cortó la parte aérea y se lavó la raíz para extraerla. En el proceso de análisis de las raíces se separó la barbada (raíces diámetro menor de 0.5 mm) de las raíces laterales. Tanto la barbada como las raíces laterales se pesaron por separado y solo se analizaron mediante análisis de imagen con WinRHIZO las raíces laterales. A partir de los pesos secos totales y parciales (laterales y barbada) de las raíces se calculó el porcentaje de peso seco de la raíz debido al peso de la barbada (porcentaje de peso seco de barbada).

Tras analizar los niveles de P en las plantas se calcularon los valores de la eficiencia en la adquisición de fósforo (EAP) como la diferencia entre el P total de la planta en condiciones óptimas (control) y el P total de la planta en condiciones restrictivas de P, y los valores de la eficiencia en el uso del P (EUP) como el incremento de biomasa debido a la diferencia de P total en la planta (Hammond *et al.* 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

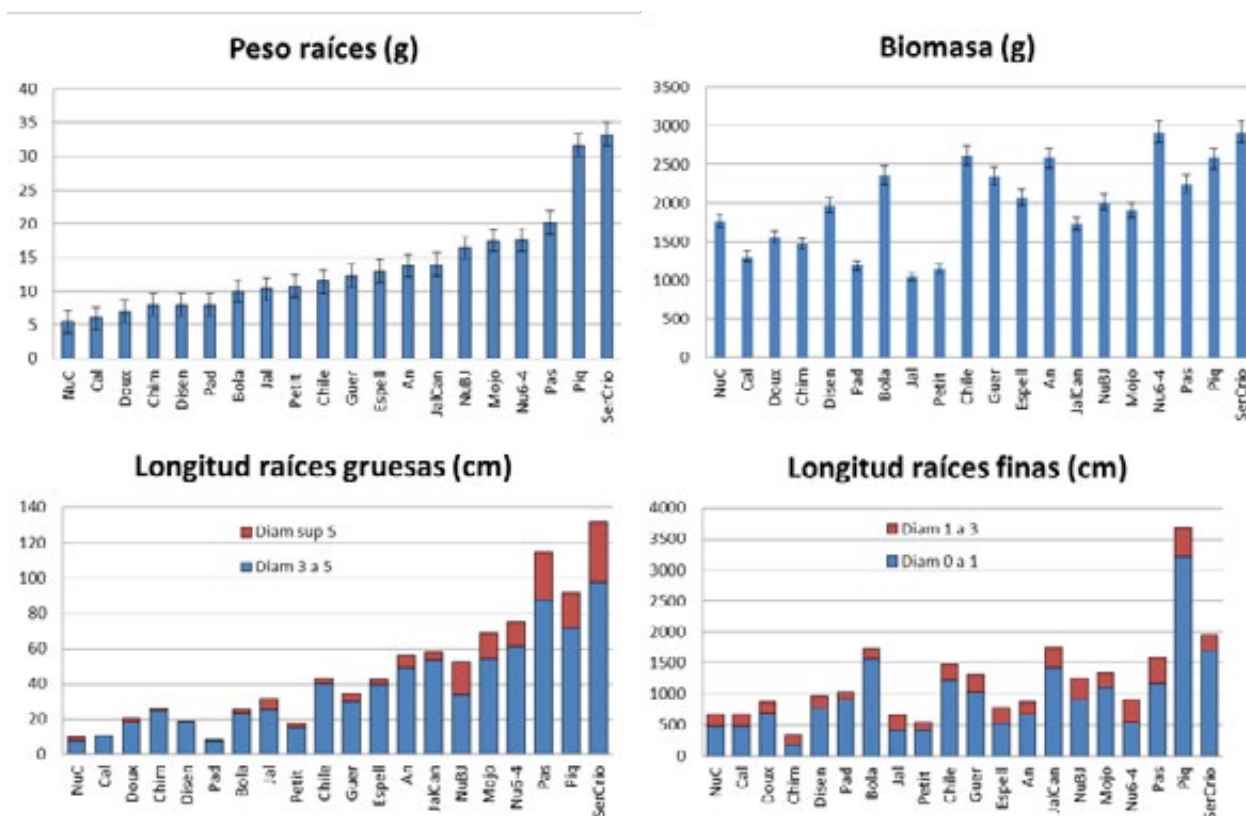
El análisis de la varianza para los parámetros evaluados en cultivo ecológico mostró que existen diferencias significativas entre los genotipos ensayados. El peso de las raíces fue variable desde raíces livianas como las de Numex Conquistador y California de peso menor de 10 g hasta raíces muy vigorosas como las de Piquillo y Serrano Criollo con pesos alrededor de los 30 g (Fig 1).

El peso de la raíz mostró correlaciones altas y positivas con otros parámetros de interés como son la biomasa ($r^2= 0.7$), la producción ($r^2=0.51$) y la longitud total de la raíz ($r^2 =0.76$).

El análisis más detallado de la longitud de las raíces según su diámetro mostró que la morfología radicular fue muy diversa. De tal manera que genotipos con longitudes de raíces totales similares tenían una distribución de diámetros diferente. Es el caso por ejemplo de Bola con 1780 cm distribuidos un 88% como raíz menor de 1 mm, 10% raíces entre 1 y 3 mm, 1,3 % en raíces de 3 a 5 mm y sólo un 0,1% de raíces mayores de 5 mm de diámetro, frente a Jalapeño candelaria con 1823 cm distribuidos en 0,78% como raíz menor de 1 mm, 0,18% en raíces entre 1 y 3 mm, 2,9% en raíces de 3 a 5 mm y 0,2% de raíces mayores de 5 mm de diámetro. Por lo tanto, el sistema radicular de Jalapeño candelaria tiende a ser más grueso que el de Bola. Pasilla y Serrano criollo destacaron por su gran número de raíces gruesas y Piquillo por su gran longitud y número de raíces finas. Resultados similares han sido documentados en pimiento en cultivo convencional (Fita *et al.* 2013).

En este ensayo ningún parámetro radicular, salvo el peso de raíz correlacionó significativamente con una mayor producción. No obstante hay que resaltar que comparar la producción entre germoplasma muy diverso no es del todo acertado ya que se comparan plantas con portes, crecimiento y frutos diferentes (especialmente en el tamaño y por ende en la producción).

Figura 1. Peso de raíces, biomasa y longitud de raíces según su diámetro evaluadas en 20 accesiones de pimiento cultivada en cultivo ecológico. Cada barra representa la media de 6 plantas.



Para los genotipos que se evaluaron en maceta con tratamientos control y de deficiencia de fósforo, se encontró hubo un efecto significativo de reducción de la biomasa por la deficiencia de fósforo. Esto evidenció que las plantas estaban sufriendo un estrés por la deficiencia de P. El diámetro medio de las raíces se vio reducido, aumentando el porcentaje de raíces finas. Mientras que el porcentaje de peso seco de barbada quedó disminuido en el tratamiento NoP. La reducción en el diámetro de las raíces se puede explicar por un intento de la

planta de reducir el gasto energético en las raíces al tiempo que se aumenta la superficie específica en contacto con el suelo.

Sin embargo, no hubo efecto del tratamiento sobre la longitud total de las raíces. Las modificaciones en la longitud de las raíces, especialmente en lo que se refiere a raíces laterales, es uno de los cambios típicamente asociados al intento por parte de la planta de adaptarse a la deficiencia de fósforo (López-Bucio et al, 2003). En este experimento no se observó este efecto, posiblemente por el resultar la maceta limitante para el desarrollo de las raíces.

Tabla 3. Medias para valores tomados en el experimento realizado en macetas.

	Biomasa	Longitud	Diámetro medio	%Raíces finas	% Peso seco barbada
Control	323±18	1497 ^{ns} ±138	0,66±0,02	0,82±0,01	0,45±0,01
NoP	190±15	1491 ^{ns} ±112	0,61±0,02	0,86±0,01	0,40±0,01

Además dentro de tratamiento existieron diferencias entre los genotipos (Tabla 4), por lo tanto se confirma que existe diversidad en el desarrollo radicular entre los diferentes genotipos estudiados.

Por último, se estudió si existía correlación de Pearson entre los parámetros estudiados y la eficiencia de adquisición de fósforo de las plantas y la eficiencia en la utilización de fósforo. De los parámetros evaluados sólo existió correlación positiva significativa entre el porcentaje de peso seco de barbada y la eficiencia en la adquisición de P (0.88 en tratamiento NoP). Esto indica que las raíces que tienen (y retienen en condiciones desfavorables) mayor proporción de barbada en sus sistemas radiculares son capaces de adquirir más P. La producción de raíces más finas está en consonancia con un intento de la planta por explorar más volumen de suelo y adquirir más fósforo, de hecho, una de las respuestas habituales es la formación de más pelos radiculares (Niu et al 2012).

Tabla 4. Medias y errores estandar para valores tomados en el experimento realizado en macetas, cada dato es la media de nueve plantas.

Genotipo	Longitud (cm)		% Raíces Finas		%Peso Seco Barbada	
	C	NoP	C	NoP	C	NoP
Bola	1389 ^a ± 242	1144 ^a ± 240	0,82 ^{ab} ± 0,02	0,90 ^b ± 0,01	0,41 ^a ±0,02	0,39 ^a ±0,05
Piq	2030 ^a ± 398	1670 ^a ± 211	0,80 ^a ± 0,02	0,81 ^a ± 0,03	0,50 ^b ±0,03	0,43 ^a ±0,05
Jalesp	907 ^a ± 210	1152 ^a ± 149	0,85 ^{ab} ± 0,02	0,91 ^b ± 0,02	0,54 ^b ±0,03	0,44 ^a ±0,05
Pas	2059 ^a ± 167	1943 ^a ± 242	0,8 ^{ab} ± 0,02	0,87 ^{ab} ± 0,02	0,39 ^a ±0,02	0,44 ^a ±0,03
Cal	1038 ^a ± 193	1572 ^a ± 322	0,84 ^{ab} ± 0,01	0,85 ^{ab} ± 0,02	0,42 ^a ±0,04	0,36 ^a ±0,03

CONCLUSIONES

Los resultados confirman la existencia de diversidad genética para los parámetros radiculares evaluados. El hecho de que exista diversidad en la respuesta en cultivo ecológico y a la deficiencia de fósforo abre la puerta a utilizar los genotipos más eficientes como donantes de genes en programas de mejora específicos.

El equipo va a seguir trabajando para intentar observar la relación entre las características radiculares y la adaptación de las plantas a ciertos estreses. Para esto se están realizando también estudios a nivel de exudados y actividad enzimática del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente con el proyecto INIA RTA2013-00022-C02-02 (Fondos FEDER).

REFERENCIAS

- Bosland PW, and Votava EJ. 2000. Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. Crop Production Science in Horticulture Series No. 12. CABI Publishing, United Kingdom
- Conyers MK, & Moody PW. 2009. A conceptual framework for improving the P efficiency of organic farming without inputs of soluble P fertiliser. *Crop and Pasture Science*, 60(2), 100-104.
- Cordell D, Drangert J, White S. 2009. The story of phosphorus: global food security and food for thought. *Global Environ Change Human Policy Dimens* 19:292–305. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2008.10.009
- Fita A, Alonso-Valero J, Martínez I, Avilés JA, Mateu MC, Rodríguez-Burruezo A. 2013. Evaluating Capsicum spp, root architecture under field conditions, XV EUCARPIA Capsicum and Eggplant Working Group Meeting (ISBN 978-88-97239-16-1), 373 – 376.
- Hammond JP, Broadley MR, White PJ, King GJ, Bowen HC, Hayden R, Meacham MC, Mead A, Overs T, Spracklen WP, Greenwood DJ. 2009. Shoot yield drives phosphorus use efficiency in Brassica oleracea and correlates with root architecture traits. *Journal of Experimental Botany* 60:1953–1968
- Henneron L, Bernard L, Hedd M, Pelosi C, Villenave C, Chenu C, ...&Blanchart, E. 2015. Fourteen years of evidence for positive effects of conservation agriculture and organic farming on soil life. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(1), 169-181.
- Lopez-Bucio J, Cruz-Ramirez A, Herrera-Estrella L. 2003. The role of nutrient availability in regulating root architecture. *Current Opinion in Plant Biology* 6:280–287. doi:10.1016/S1369-5266(03)00035-9ER
- Niu YF, Chai RS, Jin GL, Wang H, Tang CX, Zhang YS. 2012. Responses of root architecture development to low phosphorus availability: a review. *Annals of Botany*, 195:306-320.
- Ribes-Moya A, Guijarro-Real C., Rodríguez-Burruezo A., Fita A. 2014. Capsicum root diversity for improved tolerance to abiotic stresses. *Journal of Biotechnology*, 185: 117-117.
- Sans AG. 1997. El abonado en agricultura ecológica. *Geórgica: revista del espacio rural*, (5), 5-40.

CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS

MEJORA GENÉTICA DE LA RESISTENCIA Y REGULARIDAD PRODUCTIVA DE VARIETADES LOCALES DE MANZANO

Dapena E, Blázquez MD, Llamero N, Meana A

Programa de Fruticultura. Area de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales (SERIDA)

RESUMEN:

En el SERIDA de Villaviciosa en 1989 se puso en marcha un programa de mejora genética de manzana destinado a la mejora de variedades locales de manzana, principalmente de manzana de sidra, aunque también se trabajó con algunas variedades de manzana de mesa. Se establecieron cuatro líneas de cruzamientos orientados a lograr los siguientes objetivos: 1. Obtención de variedades de manzana de sidra de elevada resistencia a moteado y pulgón ceniciento y baja sensibilidad a fuego bacteriano. 2. Obtención de variedades de manzana de sidra de producción regular y resistentes a moteado. 3. Obtención de variedades de manzana de sidra con elevado contenido en fenoles y maduración tardía. 4. Obtención de variedades de manzana de mesa resistentes a moteado y producción regular. Además en las cuatro líneas de cruzamientos se trató de obtener variedades de baja sensibilidad a otros hongos habituales en la región, como el oídio, chancro europeo y la monilia y que tuvieran un fruto de elevada calidad.

Tras un largo proceso de evaluación precoz en condiciones de invernadero y vivero y posterior evaluación en campo se han seleccionado variedades de alto interés en las cuatro líneas de cruzamientos.

Palabras clave: denominación de origen, patente, registro, resistencia.

CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE 23 VARIEDADES DE FRIJOL COMÚN (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) EN LA ZONA DE ALICANTE, SANCTI SPÍRITUS

Calero A*, Pérez Y**, Olivera D*

*Facultad Ciencias Agropecuarias. Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez" (UNISS)

**Centro Municipal Taguasco (UNISS)

RESUMEN:

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de mayor consumo en el mundo. En las regiones tropicales y subtropicales es el grano de mayor importancia, destinado al consumo directo de la población. Constituye la fuente más barata de proteína, por lo que es un componente indispensable en la dieta y una fuente importante de ingresos para los pequeños productores. Con el objetivo de determinar el comportamiento morfoagronómico de 23 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) durante dos periodos. La investigación se desarrolló durante las siembras de 2011-2012 y 2012-2013 en la Cooperativa de Créditos y Servicios "Victima de la Coubre", ubicada en la zona de Alicante en la provincia de Sancti Spíritus. La siembra se realizó durante los meses de noviembre a febrero, se utilizaron parcelas experimentales de cuatro metros de largo por tres metros de ancho (4 x 3 m), se evaluó el rendimiento y sus componentes como la cantidad de plantas por parcelas, número de hojas por plantas, cantidad de legumbres por planta y cantidad de granos por legumbres.

Los resultados mostraron que la caracterización morfoagronómica de los 23 cultivares de frijol común durante dos periodos en las áreas de la Cooperativa de Créditos y Servicios "Victima de la Coubre" permitió seleccionar las accesiones más productivos a las condiciones de la zona en época de siembra óptima fueron CC-25-9R, Delicias-364, BAT-304, Tomegún 93 y P-2173 porque produjeron rendimientos aceptables de 0,78 t ha⁻¹ en la primera campaña y 0,87 t ha⁻¹ en la segunda.

Palabras clave: cultivares, época de siembra, legumbres, leguminosa, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, el frijol constituye uno de los granos fundamentales en la alimentación del pueblo, siendo un alimento de preferencia en la dieta diaria, al menos en una de las comidas. Sin embargo, hasta el presente, el cultivo no ha tenido prioridad en el país. En 1993 su importación fue de 116 600 t y su producción por el MINAG, de 12 000 t. (Aguilera & Hernández 1994); esta cifra representa sólo el 2 % del total consumido en el país, según cifras oficiales.

La importancia de los recursos fitogenéticos para la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible ha sido reconocida al nivel político más alto. Las necesidades puestas en relieve recientemente por los gobiernos en Leipzig, Roma y Buenos Aires, y las recomendaciones acordadas en el Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos, representan muchos desafíos para todos los ingenieros agrónomos en el desarrollo o adaptación de tecnologías y enfoques adecuados en la utilización sostenible de recursos fitogenéticos para la producción de alimentos y la agricultura (Cooper *et al.* 2000).

El mejoramiento convencional de plantas, frecuentemente es centralizado y ha traído hasta ahora muy poca ventaja para las comunidades agrícolas de áreas marginales. Como consecuencia la adopción de variedades mejoradas ha sido baja o no exitosa. Las experiencias de los últimos 20 años han mostrado que algunas variedades fueron lanzadas a través del mejoramiento convencional y no fueron aceptadas por los agricultores/consumidores por varias razones, las cuales están relacionadas a caracteres agronómicos, resistencia a enfermedades, carencia de validación y falta de semilla (Fonseca & Porras 2006).

El Fitomejoramiento participativo, no es más que el proceso de mejoramiento en el cual los agricultores y fitomejoradores juntos, seleccionan cultivares de materiales segregados en ambientes definidos Sthapit *et al.*

(1998), compartiendo ambos de esta forma la responsabilidad de la selección de nuevas variedades con adaptación específica a las heterogéneas condiciones existentes en los sistemas de producción de los agricultores.

La acción participativa activa de los campesinos se conoce como fitomejoramiento participativo (Ortiz *et al.* 2003). Esta estrategia se conoce como aquellas reuniones de agricultores, fitomejoradores, decisores políticos, conservadores de bancos de Germoplasma y líderes de organizaciones campesinas, entre otras, realizadas en un campo, previamente preparado para tales fines, y que, persiguen propósito fundamental de contribuir a través de la selección participativa de las variedades al mantenimiento e incremento de la diversidad de especies y variedades de cultivos de interés económico para los agricultores, de manera que se satisfagan las necesidades de consumo familiar y de comercialización como fuente de ingreso de nuevos recursos (De la Fe *et al.* 2003).

Esta estrategia ha demostrado ser un mecanismo idóneo para hacer llegar al productor, fundamentalmente del sector no Empresarial, nuevos conocimientos para ellos sobre tecnología agropecuaria en general, tales como la posibilidad de la diversificación de cultivos y la diversificación varietal dentro de cada uno de ellos en función de sus necesidades, preferencias o condiciones productivas (Ortiz *et al.* 2003).

La Cooperativa de Créditos y Servicios (CSS) "Víctima de la Coubre" tiene una historia productiva en el territorio, marcada principalmente en la producción de leche, incorporándose en los últimos años la producción de granos, principalmente el cultivo del frijol ha venido cobrando un importante peso en la economía familiar y provincial. El cultivo del frijol está muy extendido, constituyendo una de las bases del programa agroalimentario del territorio. A pesar de ello los rendimientos que se obtienen son bajos y no satisfacen las necesidades de la población, esto se debe en parte por el desconocimiento del manejo del cultivo, las pérdidas ocasionadas por plagas, la sobre explotación de los suelos y el deterioro varietal del cultivo. El objetivo del trabajo consistió en determinar el comportamiento morfoagronómico de 23 cultivares de frijol común durante dos campañas sembradas en época óptima en la zona de Alicante, municipio de *Sancti Spiritus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimentos			
Experimento 1 (campaña 2011-2012)		Experimento 2 (campaña 2012-2013)	
Colecta 1	1	Colecta 1	1
BAT-304	2	BAT-304	2
Bolita-42	3	Bolita-42	3
P-2170	4	P-2170	4
BAT-832	5	BAT-832	5
P-2173	7	P-2173	7
Triunfo-70	8	Triunfo-70	8
ICA-Pijao	10	ICA-Pijao	10
Tomeguín93	11	Tomeguín93	11
Güira-89	12	Güira-89	12
Tazumal	14	Tazumal	14
Velazco largo	15	Velazco largo	15
P-456	16	P-456	16
Colecta 2	18	Colecta 2	18
INIFAT-5 G-I	19	INIFAT-5 G-I	19
INIVIT-6 G-I	20	INIVIT-6 G-I	20
Pilón	22	Pilón	22
Bonita 11	24	Bonita 11	24
P-219	25	P-219	25
CC-25-9-R	26	CC-25-9-R	26
CC-25-4-C	29	CC-25-4-C	29
Borínque jaspeado	31	Borínque jaspeado	31
Delicias-364	38	Delicias-364	38

Cuadro 1. Relación de las variedades de frijol común sembradas en las dos campañas en la finca "Las Pascuas", provincia Sancti Spiritus.

El trabajo se realizó durante las campañas de siembras de frijol común 2011-2012 y 2012-2013, en la finca "Las Pascuas" perteneciente a la CCS "Victima de la Coubre", ubicada en la zona de alicante en el municipio de Sancti Spíritus. La siembra de las variedades se realizó según los diseños tecnológicos establecidos para el cultivo durante los meses de noviembre a febrero, correspondiéndose con la época de siembras óptimas para este cultivo. En los dos experimentos las siembras se efectuaron en el mes de octubre a una distancia 45 cm de camellón y 15 cm narigón en parcelas de 12 m² depositando de dos a tres granos por nido, sobre un suelo loam arcillosos pardo amarillento con material original fragmentario de roca ígnea intermedia y algunos ácidos friables con buen drenaje.

Se utilizaron parcelas experimentales de cuatro metros de largo por tres metros de ancho (4 x 3 m), con una separación de un m entre estas, para lograr un área total de 0,034 ha. Se destaca como aspecto de interés que los riegos se realizaron por aspersión con una frecuencia semanal aproximadamente, se utilizó una asperjadora manual del tipo Mataby de 16 litros de capacidad para las aplicaciones de los diferentes plaguicidas y bioproductos aplicados.

Indicadores evaluados

- Pantas por parcelas. Se realizó un conteo de las plantas germinadas en los tratamientos a los siete días posteriores del inicio de la germinación.
- Número de hojas por plantas. Se observaron 40 plantas por tratamientos en tres momentos después de germinada la semilla.
- Cantidad de legumbres por planta. Total, de legumbres con granos existentes en la muestra dividido por la cantidad de plantas de la muestra.
- Cantidad de granos por legumbres. Total, de granos producidos en las plantas evaluadas en la muestra dividida por el total de legumbres de la muestra.

Los datos referidos fueron analizados y procesados estadísticamente por el paquete estadístico SPSS versión 15.0 en inglés para el Microsoft Windows. Se realizó un Análisis de Conglomerados (Cluster Analysis), para agrupar a los sujetos en función de su parecido en las subescalas WISC-R y como medida de disimilaridad la distancia euclídea y como procedimiento de agregación los métodos de la media, mínimo y máximo utilizando el método de Ward.

La valoración de la factibilidad económica se realizó para una hectárea de cada uno de los tratamientos. El valor de la producción se calculó teniendo en cuenta el valor de venta según los precios establecidos por las entidades que comercializan estos productos a 14. 130,45 pesos la tonelada de frijol rojo y a 11. 956, 55 la de frijol negro. Los productos aplicados se obtuvieron a través de la CSS, que se comercializa por Suministros Agropecuario. También se tiene en cuenta todo lo relacionado con los insumos y recursos empleados en la producción del grano.

Los aspectos evaluados fueron:

- Total, de gastos (insumos).
- Total, de ingresos a partir de la producción.
- Ganancia = VP – CP
- Costo por peso = CP/VP

Leyenda:

VP: Valor de la producción.

CP: Costo del total de la producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 se reflejan los valores de tendencia central (media) y de dispersión (Error estándar) de los principales caracteres cuantitativos evaluados en las cultivares estudiadas. En el caso de las hojas promedios por

plantas, de los 23 Cultivares evaluados el 52, 17% (12) superaron la media general en el experimento uno y el 56,52% (13) en el experimento dos. En la producción de vainas por plantas el 39,13% (nueve) de los Cultivares sobresalieron por encima de la media en la primera campaña y el 52, 17% (12) en la segunda. En el caso del indicador granos por plantas el 43,48% (10) de los Cultivares superaron la media de producción de todos en la campaña de siembra 2011-2012 y el 47,83% (11) lo hicieron en la campaña 2012-2013. Otro indicador evaluado fue el promedio de granos por vainas, de ellos el 52, 17% (12) de los Cultivares evaluados superaron la media de producción en el experimento uno y el 43,48% (10) de las cultivares mostraron una media superior al conjunto de las variedades evaluadas para este rubro en el experimento dos.

Resultados similares fueron obtenidos por (Alfonso & Calero 2014) al evaluar el comportamiento de las características morfoagronómicas de ocho Cultivares de arroz en condiciones del municipio de Sancti Spíritus.

Cultivares	Código	Experimento 1 (2011-2012)				Experimento 2 (2012-2013)			
		Características morfométricas							
		HP (u)	VP (u)	GP (u)	GV (u)	HP (u)	VP (u)	GP (u)	GV (u)
Colecta 1	1	18,10	8,50	28,20	3,32	23,00	11,00	88,00	8,00
BAT-304	2	17,30	7,00	43,00	6,14	21,00	8,00	64,00	8,00
Bolita-42	3	16,20	8,00	40,40	5,05	30,00	10,00	90,00	9,00
P-2170	4	13,70	8,00	31,20	3,90	24,00	11,00	77,00	7,00
BAT-832	5	15,60	11,00	47,20	4,29	29,00	14,00	98,00	7,00
P-2173	7	22,20	12,50	29,60	2,37	25,00	12,00	96,00	8,00
Triunfo-70	8	13,90	8,00	78,00	8,75	17,00	10,00	70,00	7,00
ICA-Pijao	10	27,70	15,00	72,00	4,80	29,00	14,00	110,00	8,00
Tomeguín93	11	27,60	8,50	24,00	2,82	30,00	18,00	140,00	8,00
Güira-89	12	32,50	11,00	38,00	3,49	35,00	11,00	99,00	9,00
Tazumal	14	21,40	11,50	60,20	5,23	17,00	11,00	77,00	7,00
Velazco largo	15	24,80	7,00	42,00	6,00	23,00	10,00	90,00	9,00
P-456	16	13,50	8,50	58,80	6,92	12,00	8,00	70,00	9,00
Colecta 2	18	13,80	7,00	39,60	5,66	14,00	10,00	70,00	7,00
INIFAT-5 G-I	19	17,60	11,00	48,00	4,36	19,00	11,00	77,00	7,00
INIVIT-6 G-I	20	28,20	7,00	57,40	8,20	28,00	12,00	84,00	7,00
Pilón	22	22,40	7,00	48,00	6,86	23,00	8,00	72,00	9,00
Bonita 11	24	21,00	13,50	62,80	8,58	29,00	7,00	49,00	7,00
P-219	25	20,20	8,50	96,00	8,29	26,00	12,00	84,00	7,00
CC-25-9-R	26	13,40	5,50	48,00	8,73	20,00	11,00	77,00	7,00
CC-25-4-C	29	20,50	10,50	60,00	5,71	17,00	6,00	42,00	7,00
Borinque jaspeado	31	13,50	7,50	69,60	8,28	15,00	10,00	80,00	8,00
Delicias-364	38	25,60	11,50	63,20	8,97	17,00	9,00	45,00	5,00
Media		19,80	9,28	56,75	5,94	22,74	10,61	80,40	7,61
EE(±)		0,67	0,51	0,78	0,53	0,41	0,45	0,27	0,21

Leyenda: HP. Hojas promedio por plantas; VP. Vainas promedio por plantas; GP. Granos promedios por plantas; GV. Promedio de granos por vainas.

Cuadro 2. Valores promedios de los principales parámetros morfométricos evaluados en los experimentos a los 23 cultivares estudiados en las dos campañas.

La figura 1 muestra los resultados del análisis de conglomerados realizados con los caracteres que se seleccionaron en el estudio de los componentes principales, lo que condujo a la formación de tres clases, para un umbral de corte de dos, el dendrograma construido utilizando el agrupamiento jerárquico de Ward permitió ver las diferencias entre las clases formadas por los cultivares estudiados, esto concuerda con los criterios planteados por Gallegos *et al.* (2011) quienes al utilizar el Método de Ward (Ward 1963) obtuvieron que se puedan contabilizar los grupos bien formados. Sin embargo, con una línea de corte más estricta se pueden formar más grupos diferentes, también corroboramos lo obtenido por Pecina *et al.* (2011) quienes establecieron dos grupos bien definidos y varios grupos atípicos, la mayoría individuos atípicos, pero no se trató de unir a los grupos mayoritarios.

Según los resultados obtenidos por (Alfonso & Calero 2014) quienes establecieron una comparación entre ocho cultivares de arroz y definió grupos típicos bien definidos y varios grupos atípicos grupos bien definidos, lo cual definió los mejores grupos y las mejores variedades de arroz para la zona con los mejores resultados.

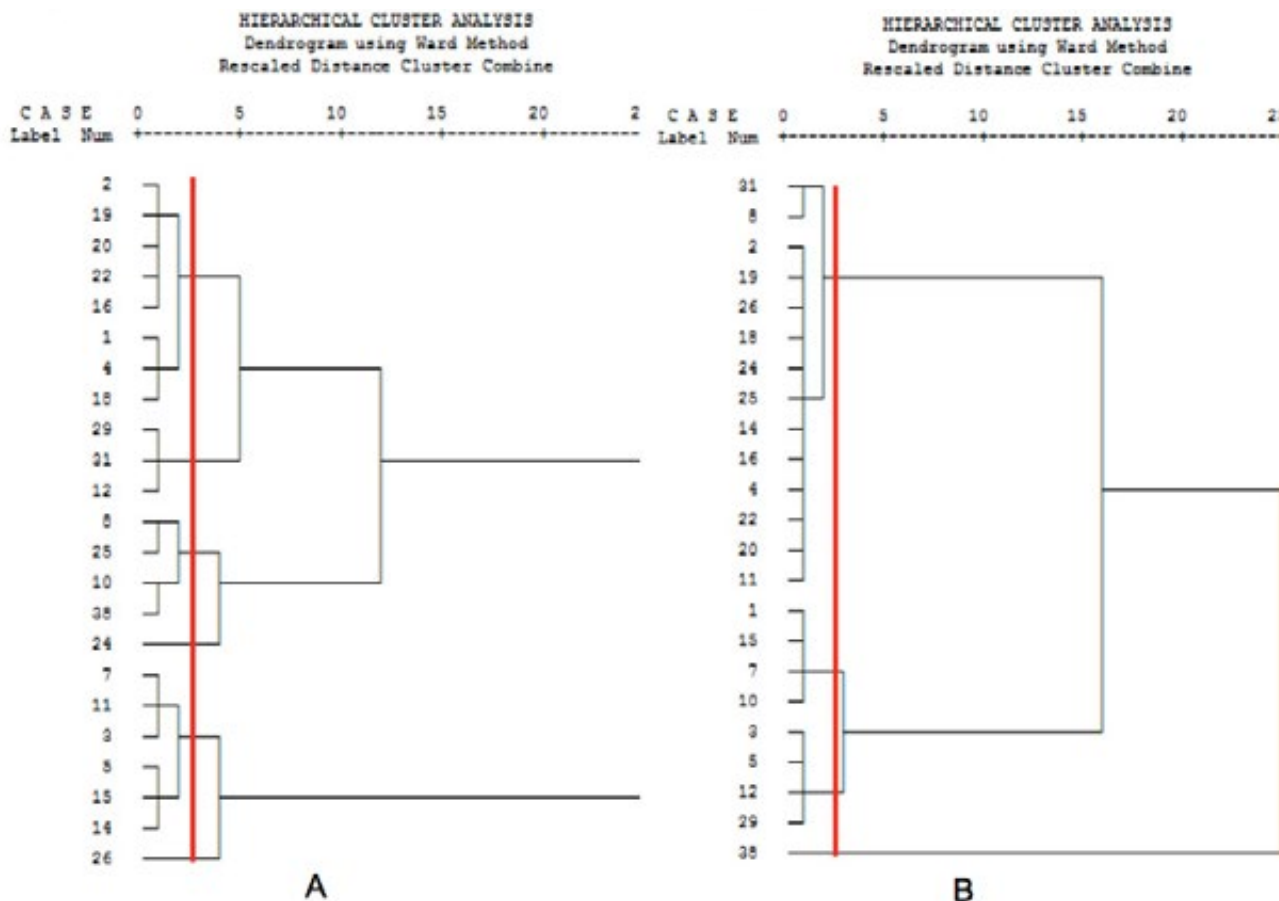


Figura 1. Dendrogramas de las variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) mediante datos morfométricos. Datos recopilados en Sancti Spíritus, Cuba. A datos recopilados en campaña 2011-2012 y B datos recopilados en campaña 2012-2013.

En la cuadro 3 se observa la proporción de individuos incluidos en cada clase para los dos experimentos, para el primero, la clase uno es la más representada con un 34,78 % con ocho variedades (2, 19, 20, 22, 16, 1, 4, 18), la clase cinco con un 26,08 % con seis Cultivares (7, 11, 3, 5, 15, 14), con un 17,40% la clase tres con cuatro variedades (8, 25, 10, 38), con un 13,04 % la clase dos con tres Cultivares (29, 31, 12) y clases cuatro y seis con un solo cultivar el 24 y el 26 respectivamente, para un 4,35%, el grupo más abundante con ocho variedades fue el primero, seguido de la clase cinco con seis Cultivares y las otras tres variedades en la clase dos, tres y cuatro grupos en las clases dos y tres respectivamente. Se relevó que las clases estuvieron integradas por diferentes caracteres, lo que muestra la presencia de caracteres morfológicos debido al sistema de reproducción de la planta, las condiciones climáticas que caracterizan la zona y las condiciones de producción de las mismas.

En el experimento dos se formaron cuatro clases con una dominancia del 60, 87% de la clase uno con 14 cultivares (31, 8, 2, 19, 26, 18, 24, 25, 14, 16, 4, 22, 20, 11), las clases dos y tres están representadas por un 17,39 % respectivamente con cuatro Cultivares, en la dos se encuentran los Cultivares 1, 15, 7, 10 y la dos representada por las variedades 3, 5, 12, 29 y la clase cuatro se formó por una sola accesión la 38 con un pobre 4,35% de representación.

Experimentos	Clases	No. de variedades	%	Variedades que se agrupan
1 (2011-2012)	1	8	34,78	2, 19, 20, 22, 16, 1, 4, 18
	2	3	13,04	29, 31, 12
	3	4	17,40	8, 25, 10, 38
	4	1	4,35	24
	5	6	26,08	7, 11, 3, 5, 15, 14
	6	1	4,35	26
	Clases	No. de variedades	%	Variedades que se agrupan
2 (2012-2013)	1	14	60,87	31, 8, 2, 19, 26, 18, 24, 25, 14, 16, 4, 22, 20, 11
	2	4	17,39	1, 15, 7, 10
	3	4	17,39	3, 5, 12, 29
	4	1	4,35	38

Cuadro 3. Descripción de las clases formadas a partir de los Dendrogramas de la colección de frijol común, teniendo en cuenta las características morfométricas en las dos campañas estudiadas.

En las parcelas demostrativas se sembraron una amplia diversidad de variedades (cuadro 4), figurando entre ellas las variedades con rendimientos que fluctuaron entre valores muy bajos y aceptables para las condiciones de la zona. En la primera campaña se formaron tres grupos bien definidos, donde el primero y el segundo alcanzaron rendimientos muy bajos, el primer grupo conformado por ocho cultivares (1, 24, 19, 29, 31, 12, 25, 2) produjeron una media de 0,03 t ha⁻¹, el segundo grupo lograron una media de 0,34 t/ha e incluyo 10 cultivares (16, 18, 4, 8, 3, 20, 15, 14, 22, 10) y el tercer grupo conformado por cinco cultivares alcanzaron rendimientos aceptables con una media de 0,78 t ha⁻¹.

En la segunda campaña también se conformaron tres grupos a partir del análisis de conglomerado realizado mostró que el grupo uno conformado por ocho cultivares (25, 29, 12, 24, 2, 1, 31, 19) el rendimiento promedio fue de 0,05 t ha⁻¹, el grupo el más representado fue el dos con 10 cultivares (18, 20, 15, 16, 3, 22, 14, 4, 8, 10) 43, 48% de representatividad y un rendimiento promedio de 0,47 t ha⁻¹, y el grupo tres conformado por cinco cultivares (26, 38, 5, 11, 7) los que alcanzaron una media de 0,87 t ha⁻¹, consideradas aceptables para la zona.

Experimentos	Grupo	Cultivares	Porcentaje %	Media (t ha ⁻¹)
1 (2011-2012)	1	8	34,78	0,03c
	2	10	43,48	0,34b
	3	5	21,74	0,78a
	Clúster	Variedades que se agrupan		
	1	1, 24, 19, 29, 31, 12, 25, 2		
	2	16, 18, 4, 8, 3, 20, 15, 14, 22, 10		
	3	26, 38, 5, 7, 11		
	Grupo	Cultivares	Porcentaje %	Media
2 (2012-2013)	1	8	34,78	0,05c
	2	10	43,48	0,47b
	3	5	21,74	0,87a
	Clúster	Variedades que se agrupan		
	1	25, 29, 12, 24, 2, 1, 31, 19		
	2	18, 20, 15, 16, 3, 22, 14, 4, 8, 10		
	3	26, 38, 5, 11, 7		

Cuadro 4. Resumen del análisis de clúster para el rendimiento de los 23 cultivares evaluados durante dos campañas.

Al analizar el cuadro 5 se observa las ganancias obtenidas por los principales grupos formados en las 23 variedades evaluadas. Las mayores ganancias corresponden al grupo tres en las dos campañas la segunda también muestra que el grupo uno alcanzó pérdidas bajo las condiciones evaluadas en las dos campañas, la producción de las variedades de testa roja o colorada presentan mayores valores promedios que las de cubierta negro en los tres grupos formados a partir del rendimiento.

Experimentos	Grupo	Cultivares	Porcentaje %	Ganancias o pérdidas (pesos)	
				Rojos y blancos	Negros
1 (2011-2012)	1	8	34,78	-918,33	-983,54
	2	10	43,48	3462,11	2722,99
	3	5	21,74	9679,51	7983,87
	Clúster	Variedades que se agrupan			
	1	1, 24, 19, 29, 31, 12, 25, 2			
	2	16, 18, 4, 8, 3, 20, 15, 14, 22, 10			
	3	26, 38, 5, 7, 11			
2 (2012-2013)	Grupo	Cultivares	Porcentaje %	Rojos y blancos	Negros
	1	8	34,78	-736,02	-844,71
	2	10	43,48	5198,77	4177,04
	3	5	21,74	10850,95	8959,66
	Clúster	Variedades que se agrupan			
	1	25, 29, 12, 24, 2, 1, 31, 19			
	2	18, 20, 15, 16, 3, 22, 14, 4, 8, 10			
3	26, 38, 5, 11, 7				

Cuadro 5. Ganancia de los principales grupos formados durante las dos campañas evaluadas en las 23 variedades.

En el cuadro 6 se observa los efectos logrados por las variedades en el costo por peso, los mejores resultados en este indicador correspondieron a las variedades de testa roja con destaque en la segunda campaña, los valores del grupo tres son relativamente bajos con respecto al grupo uno en las dos campañas, el cual ese grupo de variedades no presenta eficiencia porque presenta valores altos superiores al costo peso para producir uno ha de estas variedades.

Experimentos	Grupo	Cultivares	Porcentaje %	Costos por peso (centavos/peso)	
				Rojos y blancos	Negros
1 (2011-2012)	1	8	34,78	2,56	2,74
	2	10	43,48	0,88	0,86
	3	5	21,74	0,67	0,72
	Clúster	Variedades que se agrupan			
	1	1, 24, 19, 29, 31, 12, 25, 2			
	2	16, 18, 4, 8, 3, 20, 15, 14, 22, 10			
	3	26, 38, 5, 7, 11			
2 (2012-2013)	Grupo	Cultivares	Porcentaje %	Rojos y blancos	Negros
	1	8	34,78	1,04	1,41
	2	10	43,48	0,88	0,93
	3	5	21,74	0,78	0,86
	Clúster	Variedades que se agrupan			
	1	25, 29, 12, 24, 2, 1, 31, 19			
	2	18, 20, 15, 16, 3, 22, 14, 4, 8, 10			
3	26, 38, 5, 11, 7				

Cuadro 6. Costos de producción de los principales grupos formados durante las dos campañas evaluadas.

CONCLUSIONES

- La caracterización morfoagronómica de los 23 cultivares de frijol común durante dos campañas en las áreas de la Cooperativa de Créditos y Servicios "Victima de la Coubre" permitió seleccionar los grupos de cultivares que mejores se adaptaron a las condiciones de la zona.

- El grupo de cultivares más productivos en las condiciones predominantes de la región en época de siembra óptima son el 26, 38, 5, 11, 7 porque alcanzaron rendimientos promedios de 0,78 t ha⁻¹ en la primera campaña y 0,87 t ha⁻¹ en la segunda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso M, Calero A. 2014. Comportamiento de las características morfoagronómicas de ocho variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), en el municipio de Sancti Spíritus. CD-ROM. XIX Congreso Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Mayabeque. Cuba. 10 pp.
- Cooper D, Charles S, Iqbal K, Murthi A. 2000. Utilización de los recursos fitogenéticos para la agricultura sostenible. International Conference and Programmed for Plant Genetic Resources, Plant Production and Protection Division. [En línea] Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.ipgri.cgiar.org/publications/pgnewsletter/14harn_es.htm [Consulta: 10 julio 2007].
- De La Fé C, Ríos H, Ortiz R, Martínez M, Acosta R, Ponce M, Martín L. 2003. Las ferias de agrobiodiversidad. Guía metodológica para su organización y desarrollo en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 24(4), 95-106.
- Fonseca J, Porras F. 2006. Estudio sobre la adopción de variedades mejoradas de frijol en las principales zonas productoras de frijol de la región Brunca de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 17(3), 357-367.
- Gallegos C, Barrientos A, Reyes J, Núñez C, Mondragón C. 2011. Clusters of commercial cultivars of cactus pear and xoconostle using UPOV morphological traits. *Journal of Professional Association for Cactus Development* 13: pp 10-23.
- Ortiz R, Ríos H, Ponce M, Verde G, Acosta R, Miranda S, Martín L, Moreno I. 2003. El fitomejoramiento participativo. Mecanismo para la introducción de variedades en fincas y cooperativas agrícolas. *Cultivos Tropicales*. 24 (4): pp 29-33.
- Pecina V, Anay J, Zamarripa A; Montes N; Núñez C, Solís J, Aguilar M, Gill H, Mejía D. 2011. Molecular Characterisation of (*Jatropha curcas* L.) genetic resources from Chiapas, Mexico through AFLP markers. *Biomass and Bioenergy* 35(5). pp 1897-1905.
- Sthapit B, Jarvis D. 2000. Fitomejoramiento participativo y conservación en finca. LEISA. Boletín ILEIA para la agricultura sostenible de bajos insumos. pp 39- 41.

PLANTAS COMESTIBLES SILVESTRES DEL SURESTE ESPAÑOL COMO FUENTE DE DIVERSIDAD PARA LA COCINA MODERNA

Sarabia JF, Pretel MT*

Dpto. Biología Aplicada. Escuela Politécnica Superior (EPS) Orihuela, Univ Miguel Hernández (UMH), Ctra Beniel-Orihuela, Km 3.2, E-03312 Orihuela (Alicante)

*mteresa.pretel@umh.es

RESUMEN:

La práctica de recolectar plantas silvestres se ha perdido en la mayoría de los países, aunque no en todos. Existen aquellos, donde las verduras silvestres aún constituyen una parte importante y permanente de la alimentación humana. Por otro lado, en países desarrollados, la gastrobotánica es una forma actual y en auge de reintroducir especies olvidadas en las culturas gastronómicas actuales a nivel mundial. Sin embargo, antes de ser utilizadas, es necesario conocer sus propiedades. En este trabajo, se identificaron y cuantificaron distintos ácidos orgánicos: oxálico, cítrico, málico y siquímico. En la mayoría de las especies, los principales ácidos son el cítrico y el málico. Se encontraron niveles muy altos de ácido oxálico en *Oxalis pes-caprae* y en dos especies de *Mesembryanthemum*. En relación al ácido siquímico, las cantidades encontradas en *Sedum sedifforme* y *Cistus albidus* fueron $135,3 \pm 3,3$ y $100,3 \pm 4,8$ mg 100 g 1 PF. Este ácido orgánico es importante como la mayoría de los compuestos fenólicos derivados de la ruta del ácido siquímico. Nuestros resultados muestran que algunas especies podrían proporcionar color y mejorar el aspecto de las ensaladas. Otras especies podrían recomendarse en pequeñas cantidades por sus agradables sabores salados y ácidos, respectivamente. Se concluye que las plantas estudiadas podrían utilizarse para aumentar la variedad de ingredientes en la cocina moderna.

Palabras clave: ácidos orgánicos, gastrobotánica, plantas comestibles silvestres.

INTRODUCCIÓN

En las zonas rurales se han venido aprovechando, tradicionalmente, diferentes especies de plantas recolectadas comestibles con fines de autoconsumo y sin que llegaran a los canales normales de comercialización de alimentos. Con el paso del tiempo y los avances e innovaciones en la gastronomía, algunas de esas especies de plantas se han comenzado a utilizar y cultivar. Sin embargo, los platos típicos que se elaboran aún con muchas de estas especies comestibles silvestres forman parte casi exclusiva de la cultura popular. Habitualmente se incorporan a salsas o ensaladas, pero podrían utilizarse como guarnición, en cremas o sopas y como parte de un conjunto de verduras (Tardío *et al.*, 2006). Las plantas comestibles silvestres suponen un gran potencial de sabores, colores y fuente de compuestos bioactivos desconocidos hasta ahora (Salvatore *et al.*, 2005). Además, muchas de estas plantas podrían constituir una interesante fuente de interés genético para el desarrollo de nuevos productos (Egea *et al.*, 2010; Sánchez-Mata *et al.*, 2011). Sin embargo, para que estas plantas silvestres puedan constituir una fuente alternativa para la industria alimentaria, es necesario un conocimiento más amplio sobre sus propiedades físico-químicas, antioxidantes, nutricionales y toxicológicas (Martins *et al.*, 2011). Estos estudios podrían ser aprovechados por las empresas gastronómicas para conocer el potencial agro-industrial, y promover su explotación como aditivos o ingredientes naturales para la alta cocina creativa. De todas las biomoléculas presentes en las plantas, los ácidos orgánicos son metabolitos primarios implicados en importantes rutas metabólicas; el contenido total de ácidos orgánicos en tejidos de plantas es mayor que en otros organismos, debido a su importante papel como productos intermedios en la fotosíntesis (Sánchez-Mata *et al.*, 2012). Muchos estudios confirman que los vegetales son importantes fuentes de vitamina C (Egea *et al.*, 2010; Sánchez-Mata *et al.*, 2012). Sin embargo existen pocos trabajos sobre el contenido en ácidos orgánicos de determinadas plantas comestibles silvestres de uso tradicional en el Sur de Europa.

Este trabajo representa una contribución al conocimiento del contenido en ácidos orgánicos y las características organolépticas de diferentes plantas comestibles silvestres consumidas tradicionalmente en el Sureste de Europa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se llevó a cabo con 14 partes comestibles de plantas silvestres recolectadas en diferentes zonas del Sureste Español desde diciembre hasta febrero. Cada especie se recolectó en el momento de madurez adecuado según su utilización tradicional. Los nombres científicos de cada especie con su autoría, la familia a la que pertenecen, el nombre popular en inglés, la parte de la planta analizada, el lugar de recogida y la persona que recogió la planta se muestra en la tabla 1. Todas las plantas fueron identificadas botánicamente con la bibliografía adecuada (TPL, The Plant List, 2016). La porción comestible de las plantas fue dividida en dos lotes. Uno de ellos se utilizó para el análisis sensorial. Y otro fue congelado en nitrógeno líquido para posteriores análisis de los ácidos orgánicos (Serrano *et al.*, 2005). Para la determinación de la aceptación por el consumidor, se seleccionó un grupo de cinco catadores entrenados que juzgaron de forma cuantitativa cinco atributos sensoriales: dulzor, acidez, amargor, aroma y jugosidad. Para la valoración de cada atributo se utilizó una escala de 0 (valor mínimo) a 10 (valor máximo). Los catadores probaron las muestras crudas o cocinadas durante 15 minutos, según la forma tradicional de preparación de cada planta.

Tabla 1: Especies de plantas comestibles silvestres, familia y parte analizada.

Nombre científico	Familia	Parte analizada
<i>Allium ampeloprasum</i> L.	<i>Amaryllidaceae</i>	Hojas
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	<i>Asparagaceae</i>	Tallos jóvenes
<i>Cistus albidus</i> L.	<i>Cistaceae</i>	Petalos
<i>Crithmum maritimum</i> L.	<i>Apiaceae</i>	Hojas
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	<i>Apiaceae</i>	Hojas y tallos jóvenes
<i>Malva sylvestris</i> L.	<i>Malvaceae</i>	Hojas
<i>Malva sylvestris</i> L.	<i>Malvaceae</i>	Frutos inmaduros
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i> L.	<i>Aizoaceae</i>	Hojas
<i>Mesembryanthemum cristalinum</i> L.	<i>Aizoaceae</i>	Hojas
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	<i>Oxalidaceae</i>	Hojas y pedúnculo inflorescencia
<i>Quercus ballota</i> Desf.	<i>Fagaceae</i>	Frutos (bellotas)
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	<i>Rosaceae</i>	Hojas
<i>Sedum sediforme</i> Pau	<i>Crassulaceae</i>	Hojas
<i>Urtica urens</i> L.	<i>Urticaceae</i>	Hojas jóvenes y tallos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ácidos orgánicos

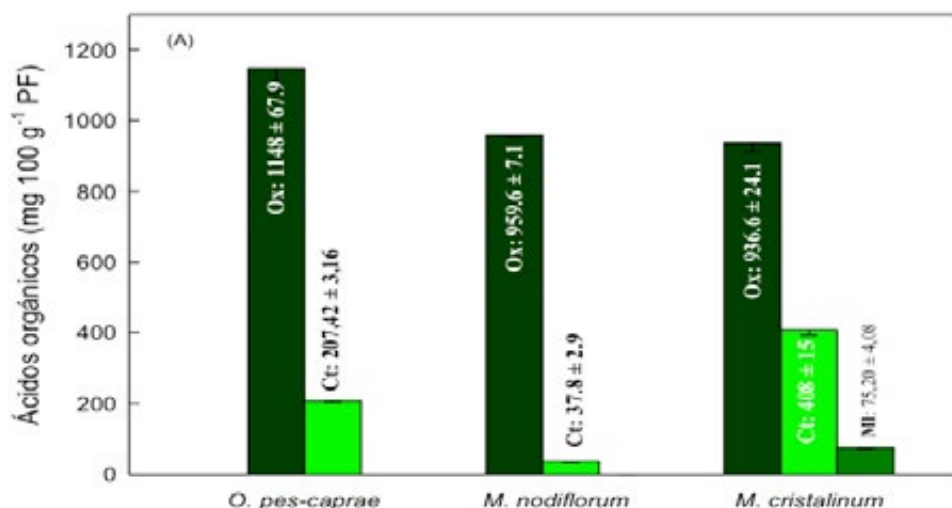
En nuestro estudio se identificaron y cuantificaron diferentes ácidos orgánicos: oxálico, cítrico, málico, fúmarico y sikímico. En la figura 1 se muestran algunos ácidos orgánicos relevantes en las especies estudiadas (figura 1A, las plantas cuyo ácido mayoritario es el oxálico y figura 1B, las plantas cuyo ácido mayoritario es el málico o el cítrico). El ácido oxálico es abundante en muchos vegetales de hojas y, en general, en la bibliografía se encuentra una amplia variabilidad en el contenido de este ácido orgánico (Guil *et al.*, 1996; Guil *et al.* 1997; Sánchez-Mata *et al.* 2012). En este estudio se han encontrado cantidades muy altas en *Oxalis-pes caprae* (1148 ± 67.9 mg/100g-1 PF) y en las en las dos especies de *Mesembryanthemum*, con aproximadamente 900 mg/100g-1 PF (Figura 1), significativamente superiores a las encontradas en otras especies de este estudio.

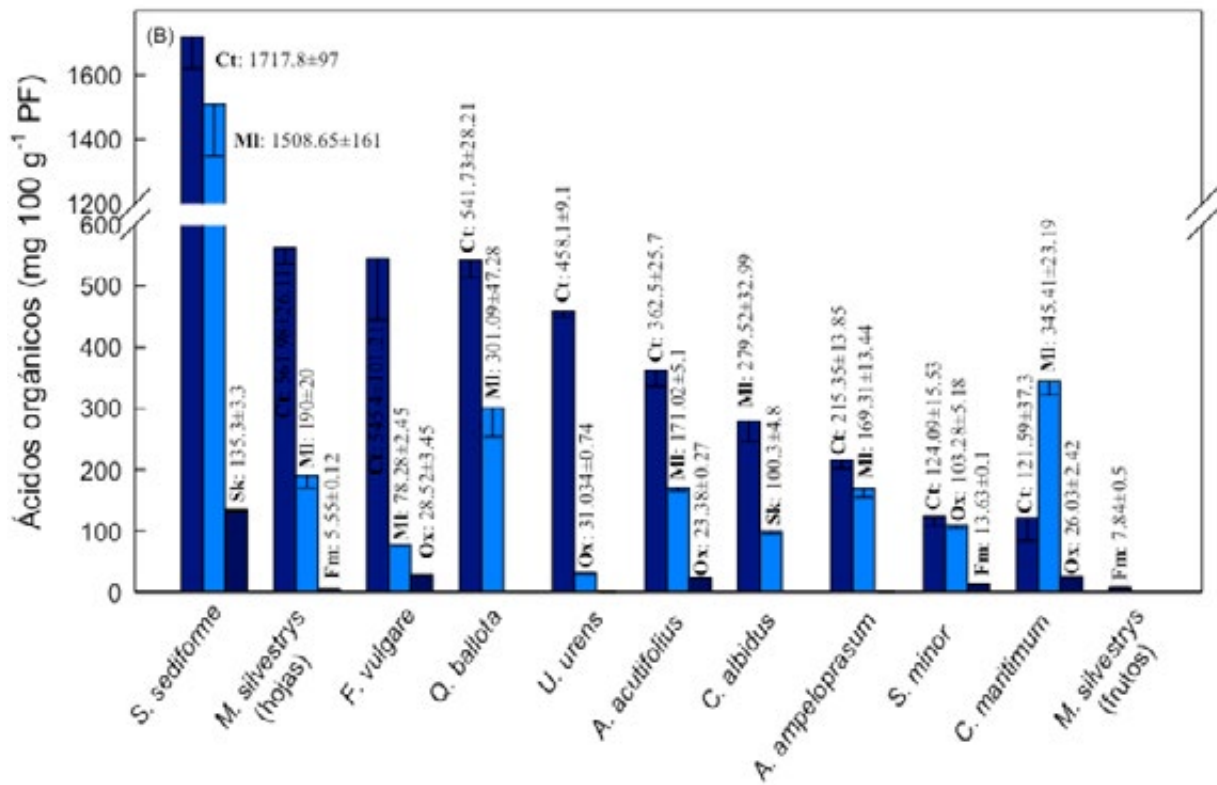
Estas cantidades son superiores a las que presenta *Beta maritima* (alrededor de 500 mg 100g⁻¹ PF) consideradas por Guil *et al.* (1997) y Sánchez-Mata *et al.* (2012) como una especie con elevados niveles de ácido oxálico. En nuestro ensayo se detectaron niveles bajos de ácido oxálico en otras especies como *Sanguisorba minor*, con 103.28±5.18 mg 100g⁻¹ PF y con menos de 30 mg 100g⁻¹ PF, *Foeniculum vulgare*, *U. urens*, *A. acutifolius* y *C. maritimum*. No se detectó la presencia de ácido oxálico en ninguna otra especie en este estudio. Por el contrario, Sánchez-Mata *et al.* (2012) encontraron niveles de ácido oxálico de 123.82 y 402.83 mg 100g⁻¹ PF para *F. vulgare* silvestre de diferente procedencia y Souci *et al.* (2008), 5 mg 100g⁻¹ PF en *F. vulgare* cultivado. Sánchez-Mata *et al.* (2012) también encontraron pequeñas cantidades de ácido oxálico en *Allium ampeloprasum* (6.32 y 11.13 mg 100g⁻¹ PF). El ácido oxálico tiene una toxicidad bastante baja, 5 g como la dosis mínima letal para un adulto (Guil *et al.*, 1997). Sin embargo, la presencia de oxalatos en plantas puede interferir con la absorción de calcio y contribuir a la formación de cálculos renales de oxalato. Por esa razón, la ingestión de altos niveles de este ácido orgánico no es deseable.

Algunos autores encontraron que en la mayoría de las especies vegetales, los ácidos mayoritarios son los ácidos cítrico y málico (Oliveira *et al.*, 2008; Sánchez-Mata *et al.*, 2012). En nuestro estudio, *Sedum sedifforme* (Figura 2) presentó la mayor concentración de ácido cítrico y málico (1717±8.97 y 1508±161 mg 100g⁻¹ PF, respectivamente) de las plantas estudiadas, casi tres veces más alta que el limón (600 mg de ácido cítrico 100g⁻¹FW) (Karadeniz, 2004). También presentaron cantidades destacables de ácido cítrico *Mesembryantum cristalinum*, *Malva sylvestris* (hojas) y *Urtica urens* con 408±15, 561.91±26 y 458.1±9 mg 100g⁻¹ PF, respectivamente. Por otra parte, en nuestro estudio, *Asparagus acutifolius*, con 362.5±25.7 mg 100g⁻¹ PF, presentó niveles de ácido cítrico similares a los encontrados por Souci *et al.* (2008) en *Asparagus officinale* (350 mg 100g⁻¹ PF).

Es probable que los ácidos cítrico y málico participen en la elevada capacidad antioxidante de forma indirecta de algunas especies estudiadas como *Sedum sedifforme* (Romojaro *et al.*, 2013). Por otra parte, en este ensayo, el ácido sikímico se encontró en *Sedum sedifforme*, y *Cistus albidus* en cantidades de 135.3±3.3 y 100.3±4.8 mg 100g⁻¹ PF. Este ácido orgánico es importante ya que la mayoría de los compuestos fenólicos derivan de la ruta del ácido sikímico (Robards *et al.* 1999). El ácido fumárico se encontró en trazas en la mayoría de las plantas de este estudio como *A. ampeloprasum*, *Q. ballota*, *U. urens*, *C. maritimum*, *M. nodiflorum* y *A. acutifolius* (datos no mostrados). Es destacable que los niveles de ácido fumárico en *S. miror* y *M. sylvestris* (13.63±0.1, 7.84±0.5 y 5.55±0.12 mg 100g⁻¹ PF, respectivamente) fueron muy superiores a los que presentaron la mayoría de las plantas comestibles silvestres de este estudio. Los niveles de ácido fumárico en estas tres plantas, también fueron superiores a los de diferentes plantas comestibles silvestres estudiadas por Sánchez-Mata *et al.* (2012).

Figura 1: Ácidos orgánicos en diferentes plantas comestibles silvestres. (A) Plantas cuyo ácido mayoritario es el ácido oxálico. (B) Plantas cuyo ácido mayoritario es el ácido cítrico o málico (mg 100g⁻¹ PF). Ácido oxálico (Ox), ácido cítrico (Ct), ácido málico (Ml), ácido sikímico (Sk), ácido fumárico (Fm).





Características organolépticas de las plantas. Apreciación por el consumidor

En cuanto a la aceptación por el consumidor (Tabla 2) se podría considerar que tienen un valor medio de dulzor (entre 6 y 8) *Allium ampeloprasum*, *Asparagus acutifolius*, *Cistus albidus* y *Foeniculum vulgare*, mientras que los frutos de *Quercus ballota* podrían considerarse muy dulces (8.5 ± 0.37). Estas especies podrían contribuir como ingredientes que aporten dulzor en ensaladas u otros platos. Destacan por su acidez, desde el punto de vista del consumidor, *Crithmum maritimum* y *Oxalis pes-caprae* con una valoración de 7 ± 0.58 y 8.75 ± 0.14 respectivamente. La mayoría de las plantas estudiadas no mostraron ser especialmente amargas, aunque *Asparagus acutifolius*, *Crithmum maritimum* y *Sedum sediforme* presentaron los valores más altos de amargor (5.67 ± 0.17 , 5.33 ± 1.36 y 5.33 ± 0.17 , respectivamente).

Por otra parte, las plantas más aromáticas en este ensayo fueron *Allium ampeloprasum*, *Asparagus acutifolius*, *Crithmum maritimum*, *Foeniculum vulgare* y *Quercus ballota*, con valores superiores a 8. Especialmente jugosas se podrían considerar *Allium ampeloprasum*, *Asparagus acutifolius*, *Crithmum maritimum*, *Mesembryanthemum nodiflorum*, *M. cristalinum*, *Sedum sediforme* y *Urtica urens*, con valores comprendidos entre 6.5 y 8. Por otra parte, el panel de catadores destacó algunas características de las plantas que podrían utilizarse como suplementos de sabor, aroma o textura. Por ejemplo, tres especies destacaron por su sabor salado (*Crithmum maritimum*, *Mesembryanthemum nodiflorum* y *Mesembryanthemum cristalinum*), el *Allium ampeloprasum* aportaría a los platos un ligero sabor picante, mientras que *Oxalis pes-caprae* y *Quercus ballota* podrían contribuir con un sabor muy ácido y muy dulce, respectivamente. Los pétalos de *Cistus albidus* destacaron por su color rosa y *Foeniculum vulgare* por su aroma, mientras que el resto de las plantas fueron apreciadas por su textura, diferente al resto de verduras comerciales (*Sedum sediforme*, *Malva sylvestris* (hojas y frutos), *Urtica urens*) o por la forma de sus hojas (lobuladas). Estas plantas podrían contribuir a la diversidad de formas en las ensaladas como Sanguisorba menor.

Sin embargo, cuando se trata de valorar la apreciación global, solamente cuatro especies (*Allium ampeloprasum*, *Asparagus acutifolius*, *Mesembryanthemum cristalinum* y *Quercus ballota*) cuentan con una valoración global positiva (entre 6 y 10). Sin embargo, los valores mostrados son el resultado de una valoración se realizó

en crudo o solamente hervido para la apreciación individual de cada parámetro. Cuando las plantas se probaron según su preparación tradicional (en ensaladas aliñadas, en guisos o en salmuera) su apreciación global mejoró considerablemente (datos no mostrados). Además, la mayoría de los procesos de cocinado eliminan los principales tóxicos de las plantas (Lin *et al.* 2006).

Tabla 3: Aceptación por el consumidor y propiedades más relevantes para la cocina moderna de plantas comestibles silvestres.

Planta y modo de consumo (crudo-cocinado) ^a	Dulzor ^b	Acidez ^b	Aroma ^b	Aceptación global ^b	Propiedades relevantes para la cocina moderna ^c
<i>A. ampeloprasum</i> (cd)	6.88±0.75	3.13±0.13	8.63±0.53	8.13±0.33	aroma, sabor picante
<i>A. acutifolius</i> (cd)	7.67±0.17	2.00±0.58	8.00±0.29	9.67±0.17	aroma, textura
<i>C. albidus</i> (cr)	6.40±0.52	1.20±0.38	2.40±0.33	5.80±0.38	color, textura
<i>C. maritimum</i> (cd)	4.33±1.01	7.00±0.58	9.00±0.29	2.01±0.50	textura, sabor ácido
<i>F. vulgare</i> (cd)	6.38±0.84	3.13±0.57	9.00±0.46	5.13±0.78	aroma
<i>M. sylvestris</i> (h ^{ca}) (cd)	5.20±0.52	1.80±0.47	4.00±0.54	5.01±0.46	textura
<i>M. sylvestris</i> ((f ^{ca}) (cr)	5.20±0.59	4.20±0.99	3.20±0.80	5.20±0.75	textura
<i>M. nodiflorum</i> (cr)	2.25±0.72	2.00±0.78	4.25±0.60	5.02±0.24	textura, sabor salado
<i>M. cristalinum</i> (cr)	2.00±0.58	3.00±0.85	5.25±0.49	6.00±0.24	textura, sabor salado
<i>O. pes-caprae</i> (cr)	1.75±0.28	8.75±0.14	3.75±0.49	4.00±0.62	textura, sabor ácido
<i>Q. ballota</i> (cr)	8.5±0.37	0.75±0.14	9.50±0.17	9.25±0.28	aroma, sabor dulce
<i>S. minor</i> (cr)	2.60±0.44	3.00±0.54	2.60±0.44	4.8±0.12	textura
<i>S. sediforme</i> (cd)	2.00±0.29	4.67±0.17	7.33±0.17	1.67±0.17	textura
<i>U. urens</i> (cd)	5.25±0.86	4.00±0.75	6.25±0.60	5.00±0.47	textura

a Modo habitual de consumo (crudo-cr- or cocinado-cd-). b Dulzor, acidez, aroma, aceptación global.

c Propiedades más relevantes para la cocina moderna determinadas por un panel de catadores.

CONCLUSIONES

Las propiedades nutritivas de las plantas estudiadas y sus características culinarias (aroma, sabor, textura) muestran que algunas especies podrían enriquecer la gastronomía local, proporcionando diversidad de ingredientes en la cocina moderna. Otras especies podrían recomendarse en pequeñas cantidades por sus agradables sabores salados y ácidos, respectivamente. Para aumentar el consumo de estas plantas y aprovechar sus beneficios, no solo es importante conocer sus propiedades antioxidantes y su valor nutritivo, sino que también es necesario conocer su posible toxicidad como se muestra en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Egea I, Sánchez-Bel P, Romojaro F, Pretel MT (2010) Six edible wild fruits as potential antioxidant additives or nutritional supplements. *Plant Foods For Human Nutrition* 65:121-129.
- Guil JL, Torija ME, Giménez JJ, Rodríguez-García I, Giménez A (1996) Oxalic acid and calcium determination in wild edible plants. *J Agric Food Chem* 44 (7): 1821-1823.
- Guil JL, Rodríguez I, Torija ME (1997) Nutritional and toxic factors in selected wild edible plants. *Plant Foods Hum Nutr* 51(2):99-107.
- Karadeniz, F. (2004) Main Organic Acid Distribution of Authentic Citrus Juices in Turkey. *Turk J Agric For* 28, 267-271..
- Lin JT, Liu SC, Chen SL, Chen HY, Yang DJ (2006) Effects of domestic processing on steroidal saponins in taiwaneseyam cultivar (*Dioscorea pseudojaponica* Yamamoto). *J Agr Food Chem* 54(26):9948-9954.
- Martins D, Barros L, Carvalho AM, Ferreira IC (2011). Nutritional and in vitro antioxidant properties of edible wild greens in Iberian Peninsula traditional diet. *Food Chem* 125/2: 488-494.

- Oliveira AP, Pereira JA, Andrade PB, Valentão P, Seabra RM, Silva BM (2008). Organic acids composition of *Cydonia oblonga* Miller leaf. *Food Chem* 111:393-399.
- Robards K, Prenzler PD, Tucker G, Swatsitang P, Glover W (1999). Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chem* 66: 401-436.
- Romojaro, A., Botella, M.A., Obón, C., Pretel, M.T. (2013). Nutritional and antioxidant properties of wild edible plants and their use as potential ingredients in the modern diet. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(8):944- 952.
- Salvatore S, Pellegrini N, Brenna OV, Del Rio D, Frasca G, Brighenti F, Tumino R (2005) Antioxidant characterization of some Sicilian edible wild greens. *J Agric Food Chem* 53/24: 9465-9471
- Sánchez-Mata MC, Cabrera-Loera RD, Morales P, Fernández-Ruiz V, Cámara M, Díez-Marqués C, Pardo-de-Santayana M, Tardío J (2012) Wild vegetables of the Mediterranean area as valuable sources of bioactive compounds *Genet Resour Crop Evol* 59(3) 431-443.
- Serrano M., Guillén F., Martínez-Romero D, Castillo S, Valero D (2005) Chemical Constituents and Antioxidant Activity of Sweet Cherry at Different Ripening Stages. *J Agric Food Chem* 53: 2741-2745.
- Souci SW, Fachmann W, Kraut H (2008) *Food composition and nutrition tables*. 7th revised and completed edition. Stuttgart, Medpharm Scientific Publishers.
- Tardío, J., M. Pardo de Santayana and R. Morales, 2006. Ethnobotanical review of wild edible plants in Spain. *Bot J Linn Soc*, 152: 27-71.
- The Plant List (2016) <http://www.theplantlist.org/> (Accessed 10 July 2016).

TIPIFICACIÓN DE VARIEDADES LOCALES DE TOMATE DE CASTILLA-LA MANCHA CON MANEJO ECOLÓGICO

Moreno MM*, Villena J*, González S*, Mancebo I**, Moreno MC*

*Universidad Castilla-La Mancha (UCLM). Escuela Ingenieros Agrónomos, Ronda Calatrava 7, E-13071 Ciudad Real.
martamaria.moreno@uclm.es

**ASACAM (Agroecología, Soberanía Alimentaria y D Rural), C Real. asacam@asacam.es.

RESUMEN:

Castilla-La Mancha, región eminentemente agrícola, posee un amplio patrimonio genético de siglos de dedicación a la agricultura, cuya gran diversidad se debe en parte a la gran variedad de condiciones edafoclimáticas existentes en la región, así como al legado de las múltiples culturas que han transitado por estas tierras. En el amplio patrimonio hortícola de la región, uno de los cultivos en los que se ha encontrado un mayor número de variedades locales y poblaciones es el tomate, en su mayoría muy demandadas por consumidores y restauradores y perfectamente adaptadas al manejo ecológico. Sin embargo, la mayor parte de estas variedades está aún pendiente de caracterizar agro-morfológicamente y tipificar, siendo éste el objeto del presente estudio. Se controlaron aspectos agronómicos (producción comercial), así como 13 variables cuantitativas y 10 cualitativas relativas a aspectos físico-químicos y morfológicos de frutos y semillas de diferentes variedades prospectadas en el territorio castellano-manchego. El estudio integral de las variables mediante análisis multivariante ha permitido discriminar grupos de variedades con características semejantes, destacando el agrupamiento que coincide con las características que en Castilla-La Mancha se asignan al tomate "moruno".

Palabras clave: análisis multivariante, caracterización agromorfológica, recursos fitogenéticos, *Solanum lycopersicum* L., variedades tradicionales.

INTRODUCCIÓN

Frankel y Soulé (1981) definen las variedades locales o tradicionales como "aquellos materiales con una cierta integridad genética, reconocibles morfológicamente, y que difieren en su adaptación al tipo de suelo, fecha de siembra y maduración, altura, valor nutritivo, uso y otras propiedades".

La recuperación de éstas, actualmente sometidas a un fuerte proceso de erosión genética, es una actividad indispensable para salvaguardar los recursos fitogenéticos, patrimonio de nuestros pueblos y parte de nuestra identidad. Dada su elevada heterogeneidad genética, constituyen la materia prima indispensable para la mejora de los cultivos, ya que son esenciales para la adaptación a los cambios imprevisibles del medio, tanto de origen biótico como abiótico, y las necesidades humanas futuras (IPGRI 2001). Asimismo, la excelente calidad organoléptica de la mayor parte de estas variedades y su mayor grado de adaptación a las condiciones específicas de clima y suelo de sus zonas de cultivo, lo que propicia su manejo con técnicas ecológicas, está teniendo como consecuencia el resurgir de su interés entre consumidores, restauradores y productores, que encuentran en las variedades locales un valor añadido a sus productos.

En el caso concreto de Castilla-La Mancha, se trata de una región eminentemente agrícola poseedora de un amplio patrimonio genético de siglos de dedicación a la agricultura, cuya gran diversidad se debe en parte a la gran variedad de condiciones edafoclimáticas existentes en la región, así como al legado de las múltiples culturas que han transitado por estas tierras (Moreno *et al.* 2015). El tomate es uno de los cultivos en los que se ha encontrado un mayor número de variedades locales y poblaciones, con una demanda en constante auge. Ello avala la necesidad de recolectar estos recursos genéticos aún no perdidos, y conservarlos, multiplicarlos, caracterizarlos desde el punto de vista agromorfológico y promover su reintroducción en el mercado. Asimismo, la gran variabilidad existente en estas variedades locales hace necesaria su tipificación o agrupamiento en función de caracteres semejantes.

Por todo ello, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar diversas variedades locales de tomate prospectadas en Castilla-La Mancha atendiendo a diversos parámetros agronómicos, físico-químicos y morfológicos de frutos y semillas, analizar las posibles asociaciones entre ellas y determinar las interrelaciones entre los diferentes parámetros descriptivos estudiados mediante un análisis estadístico multivariante.

MATERIALES Y MÉTODOS

• Descripción general del ensayo de campo

El ensayo de campo se realizó en la finca "La Entresierra" del Centro Agrario "El Chaparrillo" del Instituto Regional de Investigación Agrícola y Forestal (IRIAF, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha), situada en el término municipal de Ciudad Real (3°56' W, 39°0' N, 640 m de altitud).

Se trabajó con diferentes accesiones de variedades tradicionales de tomate obtenidas de productores locales de las cinco provincias de Castilla-La Mancha. Para la recogida del material vegetal, se realizaron entrevistas personales dirigidas a los agricultores mediante un cuestionario previamente elaborado. Asimismo, se tomaron los datos de pasaporte del material recolectado utilizando los descriptores propuestos por Bioversity International (antes International Plant Genetic Resources Institute, IPGRI) y, a la finalización del trabajo, se elaboró una ficha con las características más destacadas de cada variedad. Las distintas accesiones se designaron con las letras "SL" seguidas de un número (SL-50, SL-51, SL-52, SL-53, SL-54, SL-55, SL-56, SL-57, SL-58, SL-59, SL-64, SL-67, SL-69, SL-76, SL-78, SL-80, SL-93, SL-125).

Los semilleros se realizaron en los meses de marzo a mayo, con semilla previamente desinfectada con calor e inmersión en lejía. El trasplante al terreno definitivo se realizó a mediados de mayo, siguiendo un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas elementales, de ocho metros lineales de longitud, contaron con ocho plantas separadas un metro entre sí, dejando las dos de los extremos como borde. Por tanto, para los controles se consideraron seis plantas por repetición y 24 plantas por variedad. Las líneas de cultivo estuvieron distanciadas dos metros para impedir cualquier limitación en el crecimiento del cultivo. La parcela de ensayo estuvo rodeada a modo de borde exterior por varias líneas de cultivos hortícolas con el fin de disminuir en lo posible los problemas de advección. La parcela se regó con goteros de 2 l/h de caudal nominal, separados 0,5 m entre sí. Los riegos se aplicaron diariamente, siguiendo la metodología propuesta por Doorenbos y Pruitt (1990).

A lo largo del ciclo se aportaron nutrientes orgánicos (ácidos húmicos y fúlvicos) mediante fertirrigación y abono foliar. En el aspecto sanitario, durante la campaña se realizaron diversas aplicaciones de cobre y azufre para prevenir la aparición de mildiu y araña roja, respectivamente, así como de insecticidas ecológicos para combatir los ataques de pulgón y heliothis. También se realizaron diversas escardas manuales para controlar la flora espontánea emergente entre las líneas de cultivo.

• Parámetros analizados

La descripción de los parámetros analizados se realizó básicamente según la lista de descriptores de tomate publicada por el IPGRI (1997), con algunas modificaciones adaptadas del Grupo de Trabajo de las Solanáceas. Si bien en el ensayo completo se estudió con detalle cada variedad atendiendo a la morfología de la parte vegetativa de la planta, flor, fruto y semilla, así como a diversos parámetros relativos a la calidad de los frutos (determinaciones físico-químicas y nutricionales, conservación, análisis sensorial) y componentes del rendimiento (producción comercial, no comercial y total, número de frutos y peso unitario de los mismos), el presente trabajo se centra en el estudio de los siguientes parámetros:

• Producción comercial

• Fruto (en frutos maduros elegidos al azar en cada repetición):

- Parámetros físico-químicos: peso medio del fruto (PM), n° de lóculos (NL), firmeza (FZ), jugosidad (JG), materia seca (MS), pH, sólidos solubles totales (SST), acidez total (AT), parámetros de color (Cie L*, a*/b*) en sección ecuatorial (Ec) y hombros (H).
- Forma predominante (sección longitudinal): aplanado (SLA), ligeramente aplanado (SLLA), rectangular (SLR).
- Sección transversal: redonda (STR), angular (STA), irregular (STI).
- Acostillado: muy ligero (AML), ligero (AL), intermedio (AI), severo (AS).

- **Semilla: peso de 100 semillas (PS), capacidad germinativa (GS) y diámetro de las mismas (DS)**

La jugosidad se obtuvo como el porcentaje de zumo extraído con una licuadora respecto al peso del fruto sin licuar. La firmeza de la epidermis fue expresada en kg/cm² y determinada mediante un penetrómetro Tecnoquim FT327 (Facchini, Italia), con cilindro macizo de 8 mm de diámetro y rango de 0 a 13 kg. El pH se midió con un titrador Crison TitroMatic 1S-2B, mediante la determinación de dos muestras de zumo. El contenido en sólidos solubles totales se determinó como el índice de refracción de una muestra del zumo obtenido para determinar la jugosidad, mediante refractómetro digital Atago mod. PR-32. Los valores se obtuvieron a partir de dos muestras de zumo. La acidez total, expresada como porcentaje de ácido cítrico, se determinó al titular una dilución 1:10 de zumo de tomate y agua destilada con NaOH 0,1 N previamente normalizado hasta un pH de 8,1 (método del punto final definido). La materia seca de los frutos se obtuvo tras someter a las muestras a una temperatura de 75°C, durante 48 horas aproximadamente, hasta alcanzar peso constante en estufa de ventilación de aire forzado.

El color exterior del fruto, medido tanto en la zona de los hombros como en la zona de mayor perímetro, se obtuvo promediando los resultados de cuatro medidas efectuadas sobre dichas zonas en cada uno de los frutos que componen la muestra. Para su determinación se utilizó un colorímetro Konika Minolta (Chroma meter CR-400/410, Osaka, Japón).

- **Estudio estadístico**

Los datos de producción se analizaron estadísticamente mediante ANOVA y test de Duncan ($p < 0,05$). El resto de variables estudiadas se sometieron a un análisis estadístico multivariante a fin de establecer las posibles relaciones entre las variables analizadas y los posibles agrupamientos entre las distintas variedades de tomate incluidas en el ensayo.

Con objeto de reducir la dimensionalidad y determinar las variables más influyentes en la variabilidad total se realizó, estandarizando previamente las variables, un Análisis de Componentes Principales (ACP) según Hair *et al.* (2008). Mediante la representación del correspondiente gráfico biplot se trató de dar una explicación conjunta de las observaciones (entradas o variedades) y de las variables analizadas anteriormente descritas.

Para la obtención de grupos de datos (variedades) con un comportamiento similar frente a las variables observadas se realizó un Análisis Cluster sobre la totalidad de variables, considerando la distancia euclídea y el método de agrupación jerárquico UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages) (Sneath & Sokal 1973), obteniéndose el correspondiente dendrograma.

Las variables que expresan las formas longitudinal y transversal del fruto y el acostillado del mismo, fueron transformadas en variables multiestado, recogiendo en ellas los distintos caracteres asociados a las mismas.

Para todos los análisis se utilizó el programa InfoStat 2007, versión profesional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede observarse en la Figura 1, la producción comercial presentó importantes diferencias entre las variedades, oscilando entre los 15 kg/planta de la variedad SL-54 y los 7 kg/planta de SL-51. Esto muestra

la importante variabilidad del componente de producción entre las distintas variedades de tomate ensayadas, llegando a duplicarse para los valores extremos.

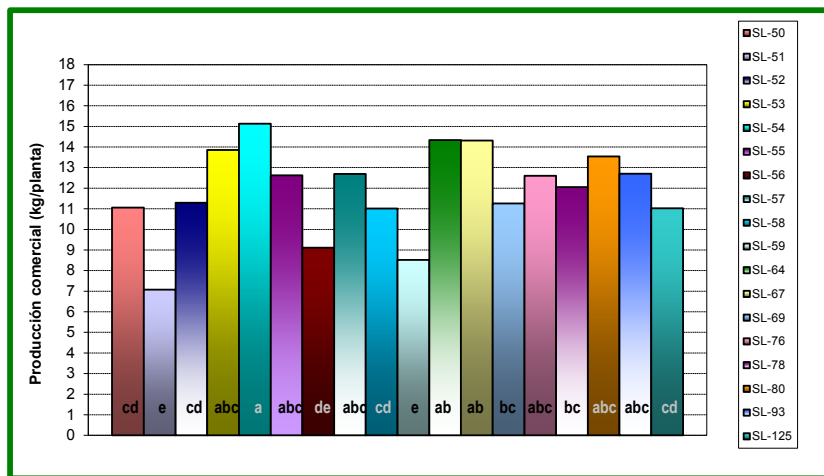


Figura 1. Producción comercial de las variedades de tomate. Tratamientos con la misma letra no difieren con $p < 0,05$ según el test de Duncan.

En relación al análisis multivariante realizado sobre las variables estudiadas (peso, forma y caracteres físico-químicos de los frutos, así como la capacidad germinativa, color, peso y diámetro de las semillas), en primer lugar se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), que permitió reducir la dimensionalidad relativa a la totalidad de las variables a tres componentes principales, responsables de aproximadamente un 72% de la variabilidad total. A través de este estudio se determinaron los parámetros que incidían con mayor peso sobre dicha variabilidad, a la vez que se presumió, mediante el correspondiente biplot, una primera clasificación de las variedades estudiadas, distinguiéndose en una misma agrupación las que presentaban a priori características del tomate moruno autóctono castellano-manchego, caracterizado por presentar acostillado fuerte y mediano en menor medida, elevado peso y número de lóculos, forma achatada, sección irregular, elevada materia seca, hombros marcados y coloraciones oscuras.

Un Análisis Cluster de datos corroboró la agrupación de las variedades tipo moruno, tipificándose en un solo cluster las entradas pertenecientes a este grupo.

En las gráficas biplot (Fig. 2 y 3), puede observarse que la primera componente principal, con mayor peso a la hora de resumir toda la información disponible (32,8% de la variabilidad total), permite hacer una primera separación, en este caso diferenciando dos grupos: por un lado los frutos de las variedades tipo moruno, con un mayor número de lóculos y peso del fruto, forma achatada, sección irregular y acostillado fuerte, frente a variedades que presentan frutos con forma rectangular, acostillado muy ligero, forma ligeramente achatada y menor magnitud de las anteriores variables.

En la segunda componente, que explica el 22% de la variabilidad total, tienen mayor influencia las variables relativas a la jugosidad, pH, materia seca y color del fruto (especialmente a^*/b^* de hombros) y, en menor medida, la capacidad germinativa de las semillas y $^{\circ}$ Brix (Fig. 2).

Figura 2. Representación conjunta de entradas y variables en los ejes de la primera y segunda componentes principales (biplot).

Fruto: PM, peso medio del fruto; NL, nº de lóculos; FZ, firmeza; JG, jugosidad; MS, materia seca; pH; SST, sólidos solubles totales; AT, acidez total; L^* , a^*/b^* Ec, color en sección ecuatorial; L^* , a^*/b^* H, color en hombros. Forma longitudinal: SLA, Fruto aplanado; SLLA, ligeramente aplanado; SLR, rectangular. Sección transversal: STR redonda; STA, angular; STI, irregular. Acostillado: AML, muy ligero; AL, ligero; AI, intermedio; AS, severo. Semilla: PS, peso de 100 semillas; GS, capacidad germinativa; DS, diámetro.

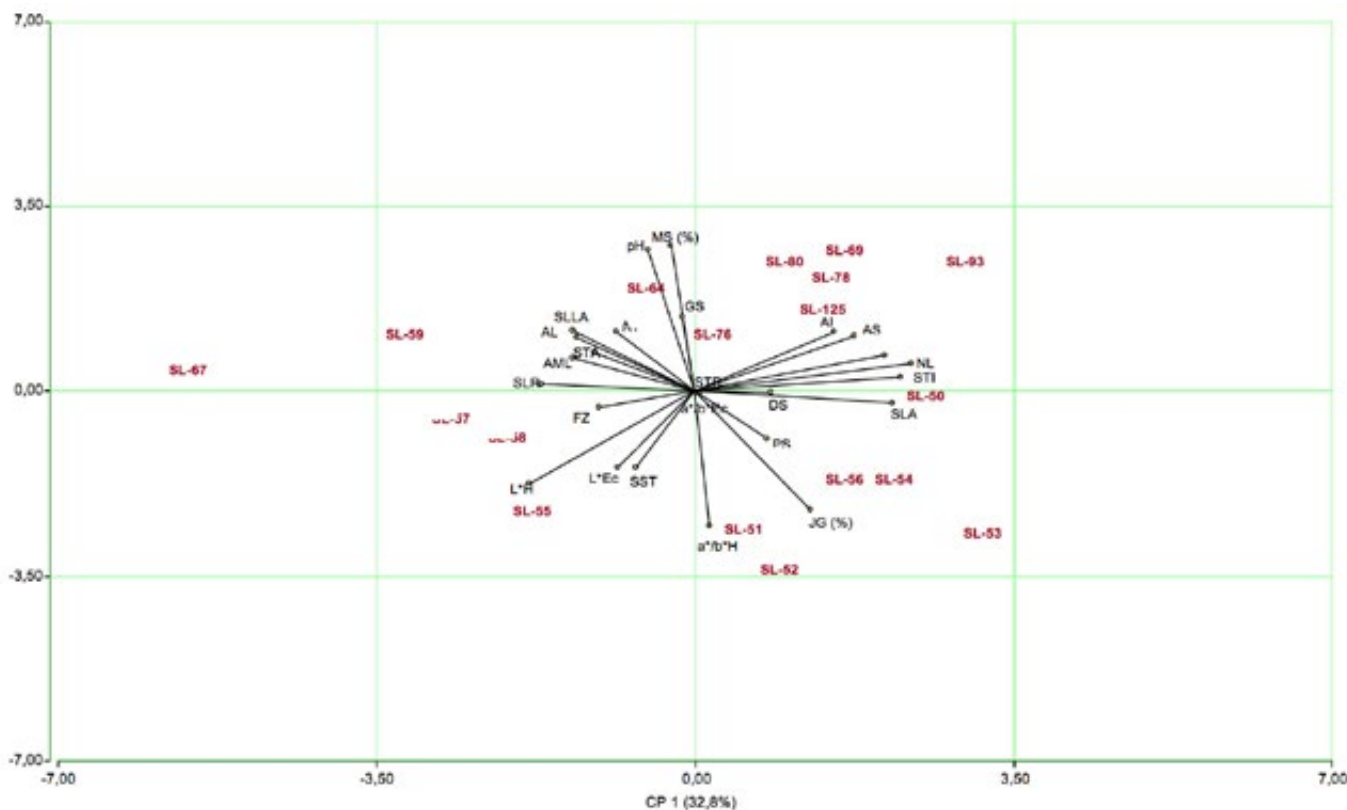


Figura 3. Representación conjunta de entradas y variables en los ejes de la segunda y tercera componentes principales (biplot).

Fruto: PM, peso medio del fruto; NL, nº de lóculos; FZ, firmeza; JG, jugosidad; MS, materia seca; pH; SST, sólidos solubles totales; AT, acidez total; L*, a*/b*Ec, color en sección ecuatorial; L*, a*/b*H, color en hombros. Forma longitudinal: SLA, Fruto aplanado; SLA, ligeramente aplanado; SLR, rectangular. Sección transversal: STR redonda; STA, angular; STI, irregular. Acostillado: AML, muy ligero; AL, ligero; AI, intermedio; AS, severo. Semilla: PS, peso de 100 semillas; GS, capacidad germinativa; DS, diámetro.

La agrupación de las variables tipo moruno se define también a través de las variables más correlacionadas con la segunda componente (valores más elevados de materia seca, pH, moderada capacidad germinativa de la semilla y baja jugosidad y relación a*/b* de hombros, lo que se traduce en hombros más marcados).

En la tercera componente principal tienen mayor influencia la dureza del fruto y el diámetro de las semillas frente al peso de las mismas, así como el color del fruto, oponiéndose la relación a*/b* ecuatorial al parámetro L* ecuatorial (Fig. 3).

Se puede apreciar la elevada correlación positiva de las variables forma de fruto achatado con sección irregular, acostillado acusado con peso y número de lóculos del fruto, y forma del fruto ligeramente achatado con acostillado muy ligero. Se observa también una fuerte correlación negativa entre la sección irregular del fruto y la luminosidad de color de los hombros, entre el pH de los frutos y la relación de color a*/b* de los hombros, entre la materia seca del fruto y la jugosidad y, en menor medida, entre el peso de las semillas y tanto su diámetro como la dureza del fruto.

El correspondiente dendrograma con la totalidad de las variables analizadas, tomando como referencia el 50% de la distancia nodo raíz (Fig. 4), corrobora una clara diferenciación entre grupos de variedades. En primer lugar se distingue un grupo formado por SL-50, SL-64, SL-76, SL-80, SL-125, SL-69, SL-78 y SL-93, todas ellas tipo moruno. Posteriormente se distinguen dos grupos formados por SL-51, SL-53, SL-56, SL-52 y SL-54, así como por las variedades SL-55, SL-57, SL-59 y SL-58.

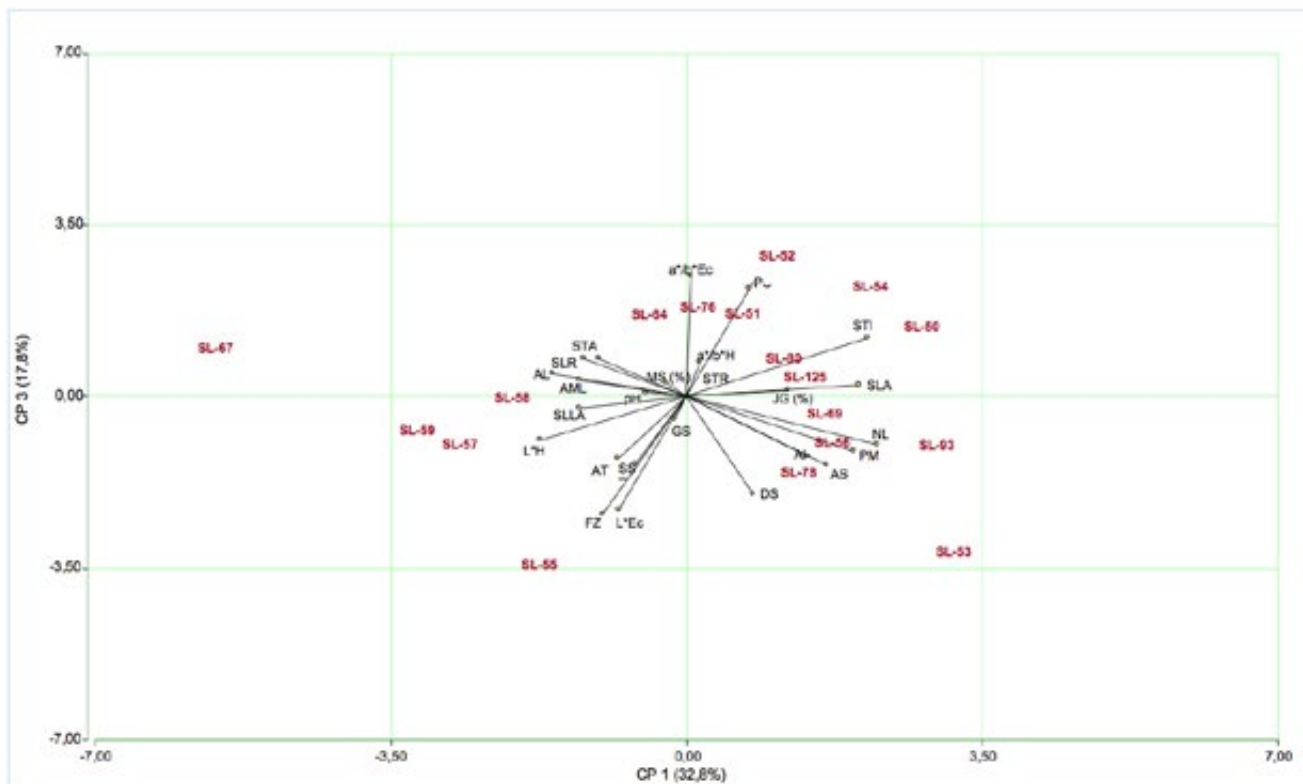


Figura 4. Dendrograma obtenido en el UPGMA con todas las variables analizadas.

La entrada SL-67 no se incluiría en ninguno de los dos grupos anteriores, ya que posee características intermedias y presenta menor peso y n° de lóculos que el resto de variedades caracterizadas como el típico moruno. Se caracteriza por tener frutos con forma longitudinal rectangular ligeramente achatada, acostillado del fruto nulo, ligero o muy ligero, sección transversal de forma angular y alta L* de hombros.

CONCLUSIONES

El estudio con aplicación de técnicas estadísticas de análisis multivariante ha permitido discriminar grupos de variedades de características semejantes, destacando el agrupamiento que coincide con las características que en Castilla-La Mancha se asignan al tomate moruno, definido por poseer frutos de mayor peso unitario y con un mayor número de lóculos, forma achatada, sección irregular y acostillado fuerte, valores más elevados de materia seca, pH, moderada capacidad germinativa de la semilla y baja jugosidad y relación a^*/b^* de hombros, lo que se traduce en hombros más marcados.

Se puede apreciar la elevada correlación positiva existente entre las variables forma de fruto achatado con sección irregular, acostillado acusado con peso y número de lóculos del fruto, y forma del fruto ligeramente achatado con acostillado muy ligero. Asimismo, se observa una fuerte correlación negativa entre la sección irregular del fruto y la luminosidad de color de los hombros, entre el pH de los frutos y la relación de color a^*/b^* de los hombros y entre la materia seca del fruto y la jugosidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Doorenbos J, Pruitt WO. 1990. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio F.A.O. Riego y Drenaje 24. Ed. F.A.O. (Roma), 194 pp.
- Frankel OH, Soulé ME. 1981. Conservation and evolution. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 366 pp.
- Hair JF, Anderson RE, Tatham RL, Black WC. 2008. Análisis multivariante. 5º ed. Ed. Prentice Hall Iberia. Madrid, España.
- IPGRI, International Plant Genetic Resources Institute. 1997. Descriptores para tomate (*Lycopersicon* spp.). IPGRI, Roma, Italia. 49 pp.

- IPGRI, International Plant Genetic Resources Institute. 2001. Por qué tienen importancia los recursos genéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos.
- Moreno C, Villena J, García C, Mancebo I, Meco R, Moreno MM. 2015. Tipificación agromorfológica de variedades locales de tomate "moruno" de Castilla-La Mancha. Actas Congreso SEAE, Ciudad Real, septiembre 2015.
- Sneath PHA, Sokal RR. 1973. Numerical taxonomy. W. H. Freeman, San Francisco, USA. 571 pp.

LA QUINOA, UN CULTIVO DE FUTURO EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

Villena J*, González S*, Herencia I**, Moreno MM*, Meco R***

*Escuela de Ingenieros Agrónomos de Ciudad Real, UCLM

**ETSIA Universidad Politécnica Madrid

***Agente de Extensión Agraria, Toledo; ramonmeco@gmail.com

RESUMEN:

La quinoa, cultivo de origen andino, hasta épocas recientes era desconocido en España. Los primeros trabajos de introducción y adaptación, en manejo ecológico, se iniciaron en la década de los noventa en parcelas experimentales de la finca "La Higuera" (Santa Olalla, Toledo), dentro del convenio entre la Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha, el CSIC y la ETSIA de Madrid. Desde entonces, el cultivo de la quinoa en España se ha extendido de forma progresiva, y actualmente está cobrando cierta importancia en regiones como Andalucía.

Actualmente, en Castilla-La Mancha, en el Centro de Investigación Agraria "El Chaparrillo" (Ciudad Real), se están ensayando cultivares procedentes de su zona de origen, a fin de seleccionar aquéllos que resulten más adaptados a las condiciones edafo-climáticas de la región, y especialmente al manejo ecológico.

En este trabajo se describe la especie, el manejo del cultivo, sus aprovechamientos, aplicaciones y usos, así como los ensayos que actualmente se están realizando en Castilla-La Mancha.

Palabras clave: *Chenopodium quinoa* Willd., Cultivares, cultivo alternativo.

INTRODUCCIÓN

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) es un grano alimenticio cultivado desde hace milenios por los habitantes del área alto Andina del Tawantinsuyo. Actualmente, su cultivo ha adquirido un interés global y es conocido en más de 50 países, en todos los continentes y en diferentes zonas agroecológicas.

La primera referencia escrita en nuestro país data de 1609, cuando Garcilaso de la Vega, en sus "Comentarios Reales de los Incas", hace referencia al primer envío de semillas de esta especie hacia la metrópoli, las cuales se malograron al llegar germinadas a su destino y por tanto no fueron viables.

La quinoa es una especie muy próxima filogenéticamente al cenizo (*Chenopodium album* L. Bosc ex Moq.), especie arvense muy común y conocida por los agricultores de todo el estado español, y son muy similares visualmente, sobre todo en sus estados juveniles.

Los primeros trabajos de introducción y adaptación del cultivo en España se iniciaron en la década de los noventa, en parcelas experimentales de la Universidad Politécnica de Madrid y de la Finca Experimental "La Higuera", gracias a un convenio entre la Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Herencia *et al.* 1996a,b; Herencia 1998; Herencia *et al.* 1999). Desde entonces, el cultivo de la quinoa se ha incrementado en España de forma progresiva, y actualmente su producción se extiende por varias regiones.

Fuera de sus áreas tradicionales, se cultiva en diferentes zonas agroecológicas (Jacobsen *et al.* 2012) por ser un excelente ejemplo de cultivo rústico, nutritivo y resiliente al cambio climático. Así, puede resultar un inestimable cultivo intercalar en suelos pobres y ecosistemas frágiles, con escasos recursos hídricos (Martínez *et al.* 2009), o en las tierras retiradas de la producción (set-aside lands), contribuyendo de manera importante a la agricultura sostenible y diversificando la rotación.

Asimismo, su rusticidad, su amplia diversidad genética y su versatilidad agronómica le ha permitido llegar al lugar que hoy ocupa en numerosas latitudes y altitudes geográficas.

La quinoa es un producto con un gran valor añadido debido a su alto contenido en proteínas (16,96 %) (Herencia 1998, Vega-Gálvez et al. 2010) y una calidad de aminoácidos esenciales no observada en los cereales tradicionales. Destaca su contenido en hierro de alta biodisponibilidad, calcio, potasio, fósforo, magnesio, cobre, azufre y otros minerales. Asimismo, es rica en lípidos, fibras y antioxidantes, ideal para dietas vegetarianas, sin gluten o hipoalérgicas (Jacobsen et al. 2012, Zevallos et al. 2014), además de fuente natural de sustancias con potencial aplicación en la industria farmacéutica (saponinas, antioxidantes, flavonoides, etc.).

DESCRIPCIÓN

La quinoa es una especie herbácea dicotiledónea y anual. Cuenta con un sistema radicular muy ramificado capaz de explorar horizontes profundos del suelo. El tallo es cilíndrico en el cuello de la planta y anguloso a partir de las ramificaciones, de grosor variable, mayor en la base que en el ápice dependiendo de los genotipos y zonas donde se desarrolle. Las hojas se encuentran recubiertas por cristales de oxalato de calcio que la hacen mostrarse con diversos colores (rojos, púrpuras o amarillos). La altura de la planta, según variedades, varía entre 0,5 y 3 m.

El ahijamiento es escaso, salvo en siembras poco densas.

Las flores pueden ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles. Son muy pequeñas, alcanzando un tamaño máximo de 3 mm en caso de las hermafroditas y aún menor en las pistiladas, incompletas, sésiles y con una corola formada por cinco piezas florales tepaloides, sepaloides. El conjunto de flores dispuestas en racimos forma la inflorescencia en panícula, que se desarrolla en el ápice del tallo. El tipo, color, tamaño y producción de grano dependen mucho del cultivar (Fig. 1).

El fruto es un aquenio, seco e indehisciente, que se deriva de un ovario súpero unilocular y de simetría dorsoventral, con forma cilíndrico-lenticular, levemente ensanchado hacia el centro, con una cicatriz en la zona ventral. La inserción del fruto en el receptáculo floral está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo y contiene una sola semilla del tipo "ortodoxo" (Ellis et al. 1988).



Flor



Panoja

Figura 1. Flor de quinoa, formada por cinco piezas florales tepaloides, que agrupadas forman la panoja

MANEJO

• Preparación del suelo

Tradicionalmente se realiza una labor profunda (superior a 30 cm) en suelos que lo permitan, siempre en tempero, con subsolador, chísél o discos, y otra con cultivadores, buscando obtener un lecho de siembra óptimo.

Aunque la quinoa se adapta a diferentes texturas, prefiere suelos entre francos y franco-arenosos, bien drenados, con pH entre ligeramente ácido y ligeramente básico. Presenta una importante tolerancia a la salinidad, lo que le confiere la posibilidad de desarrollarse en regiones semiáridas y en suelos con elevada conductividad, y la convierte en alternativa para mejorar suelos agrícolas degradados.

• Fertilización

Jacobsen *et al.* (1994) comprobaron que la quinoa está bien adaptada a suelos pobres, y aunque no hacen ninguna recomendación específica, se considera como una planta de exigencia media en nutrientes. Su principal demanda nutricional se basa en el nitrógeno y el calcio; su exigencia en fósforo es moderada y escasa en potasio, por lo que es importante realizar un análisis previo del suelo donde se pretenda desarrollar el cultivo.

• Siembra

Aunque en las condiciones mediterráneas se podría considerar la posibilidad de dos épocas de siembra, invierno y primavera, parece ser que la que más garantías ofrece es la primaveral (marzo-abril), realizándose la cosecha entre agosto y octubre.

El cultivo de la quinoa presenta el momento de especial riesgo durante la siembra y la nascencia, debido a su rapidez de germinación y a su gran sensibilidad a la falta de humedad del suelo, por lo que es conveniente, en caso de ausencia de precipitaciones, disponer de un sistema de riego de apoyo durante esos días cruciales.

La dosis de simiente a utilizar dependerá del método empleado: "a voleo" realizado manualmente, 10 kg/ha; en líneas, "a chorrillo", tanto a mano como a máquina, 5 kg/ha; con siembra "a golpes", a mano o con sembradoras de precisión, 3 kg/ha.

La distancia óptima entre líneas de siembra varía entre 60 y 70 cm, con una separación dentro de la línea de 10 a 15 cm, situando el grano a una profundidad de 1 a 3 mm (Fig. 2).



Figura 2. Siembra de quinoa en "El Chaparrillo", mayo de 2016.

La densidad de plantas ideal dependerá de la época de siembra, del cultivar elegido y de las condiciones de cultivo. Si las siembras quedan muy densas, al hacerlas a chorrillo, se aconseja realizar un aclareo de forma similar al que se realiza en el cultivo de maíz, a fin de suprimir las plantas de menor vigor, y, paralelamente, eliminar así la costra superficial y controlar la flora arvense. Con siembras de precisión esta labor no suele ser necesaria (Fig. 3).

- **Control de la flora arvense**

El control de la flora arvense en manejo ecológico se puede realizar con escardas mecánicas utilizando el método conocido como "Benaiges" o "líneas agrupadas" (Lacasta & Meco 1996, Jacobsen 2003), basado en la regulación de la distancia entre las líneas de siembra, a fin de permitir el empleo de cultivadores o fresadoras (Fig. 3).



Figura 3. Desyerbado mecánico con motoazada.

- **Riego**



Las exigencias hídricas son mayores en las primeras fases del cultivo, en especial en la etapa de establecimiento.

Como se ha comentado anteriormente, si a los pocos días de sembrar no llueve, es necesario dar un riego para adelantar y uniformar en lo posible esta fase, aportando posteriormente pequeños riegos para favorecerla (Fig. 4). Los riegos deben ser poco abundantes durante la floración, mientras que durante el llenado del grano pueden ser más copiosos y frecuentes. En ningún caso es recomendable el exceso de humedad.

En un primer ensayo de cultivo comercial con siembra de verano (Sevilla, año 2014), el cultivo de quinoa fue productivo con dosis inferiores a 2.500 m³ de agua/ha, siendo normales en esta zona para cultivos industriales de verano aportes superiores a los 5.000 m³/ha, lo que indica que la quinoa es eficiente en el uso de este recurso tan escaso en muchas regiones de la geografía española.

Figura 4. Riego con goteo.

- **Sanidad**

En las etapas juveniles, las hojas son objetivo de insectos chupadores (pulgones) y masticadores, como la pulguilla saltona (*Epitrix* spp) (Fig. 5). En la madurez, al inicio de la formación de la panocha, las larvas de escarabajo negro (*Epicautas* spp) se alimentan de las hojas tiernas.

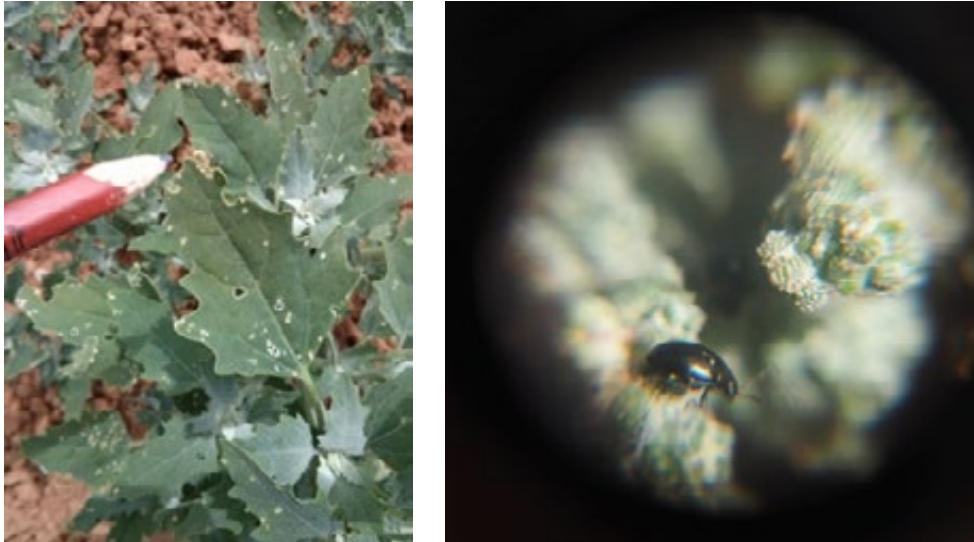


Figura 5. *Epitrix* spp, daños en planta joven y en inflorescencia.

La rosquilla verde (*Spodoptera exigua* Hübner) es un insecto polífago del orden de los Lepidópteros. En su estado larval parasita a una gran gama de cultivos, incluyendo a la quinoa en los estadios previos a la floración, aunque su incidencia suele ser de baja intensidad.

El mildiu (*Peronospora farinosa* f.sp. *chenopodii*) suele aparecer todos los años, especialmente bajo condiciones de calor (20-25°C) y humedad relativa superior al 80% (Danielsen & Ames de Icochea, 2000). Todas estas incidencias se pueden controlar con productos autorizados para agricultura ecológica (Reglamento europeo (CE) N°834/2007 y sus reglamentos de aplicación (CE) N°889/2008 y (CE) N°1235/2008).

- **Recolección**

Tanto la cosecha como la post-cosecha son etapas muy importantes en el proceso productivo. El momento de la recolección debe coincidir con un contenido de humedad en el grano entre 12 y 15% (Fig. 6).



Figura 6. Ensayo de quinoa en "El Chaparrillo", julio 2016

Al tratarse la quinoa de un nuevo cultivo en los sistemas agrarios españoles, y dado que la recolección en sus zonas de origen se realiza fundamentalmente a mano, se hace necesario realizar estudios y observaciones para afinar el método de recolección mecanizada y evitar las mermas debidas a la dehiscencia o un manejo inadecuado (Fig. 7).



Figura 7. Panocha en maduración.

DIVERSIDAD/VARIEDADES

Según FAO (2010), en el mundo se conservan 16.263 accesiones, la mayoría en Bolivia (6.903) y en Perú (4.523), en sus Bancos de Germoplasma respectivos (Fig. 8)



Figura 8. Diversidad de colores tanto en granos como en panojas

APROVECHAMIENTOS, APLICACIONES Y USOS

La quinoa no sólo constituye una parte muy importante en la dieta de muchos pueblos de América del Sur, sino que también es alabada y reconocida por otras cualidades.

- **Alimentación animal**

La quinoa puede considerarse una buena herramienta contra la desertificación en zonas de sobrepastoreo, además de presentarse como una opción al monocultivo de cereales en determinadas regiones. Puede suponer también un complemento importante como forraje, dado que la planta entera se utiliza en la alimentación animal por su alto contenido de fibra, contribuyendo a paliar la degradación ambiental por sobreexplotación de especies nativas. Se puede administrar en forma de pellets o directamente los restos vegetales sin tratar, ya que posee una excelente palatabilidad y alta digestibilidad.

- **Aplicaciones industriales**

La saponina es el compuesto responsable del sabor amargo y desagradable que pueden tener los granos de quinoa sin lavar y que impide su consumo directo, aunque puede ser aprovechado por la industria (alimentaria, agrícola, farmacéutica y cosmética). Numerosas aplicaciones industriales se encuentran en alimentación como conservantes, modificadores del sabor y agentes para eliminar el colesterol de los productos lácteos; también se puede emplear en la elaboración de cerveza por la naturaleza anfipática de las saponinas, confiriéndole la propiedad de formar espumas estables a bajas concentraciones, por lo que se le considera un espumante orgánico y un detergente natural. Esto es muy interesante a la hora de usarlo como detergente doméstico o en la industria cosmética para fabricar jabón, champú, espumas de afeitado, etc. Incluso hay experiencias del uso de saponinas como plaguicidas, insecticidas o en control ornitológico (Herencia *et al.*, 2016).

Por su ausencia de gluten, la quinoa se recomienda para combatir la enfermedad del sistema inmunitario o celiaquía. Estudios científicos (Zevallos *et al.*, 2014) demuestran que con el consumo periódico de quinoa, los celíacos mejoran el funcionamiento del intestino delgado y recuperan la normalidad de las vellosidades intestinales de forma mucho más rápida que con la simple dieta sin gluten.

ENSAYOS ACTUALES

En los últimos años se han realizado diversos ensayos en Centros de la Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural de Castilla – La Mancha, y actualmente del IRIAF (Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal), con el objetivo de caracterizar agromorfológicamente diversas variedades importadas directamente de las zonas de origen y adaptarlas a las condiciones edafoclimáticas de esta región.

En estos momentos está implantado un campo experimental tanto con semillas producidas en ensayos previos como con semillas procedentes de Bancos de Germoplasma de Perú. El ensayo se ha planteado con un total de 12 cultivares con un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones y parcelas elementales de 18 m². La siembra se ha realizado con el sistema de líneas agrupadas (4 líneas separadas 21 cm) y pasillos de 70 cm entre grupos de líneas para permitir el paso de cultivadores o fresadoras y, por tanto, el desyerbado mecánico. El riego se aplica mediante dos líneas de goteros por parcela situados entre cada dos líneas de plantas. En estos momentos (septiembre), el ensayo se encuentra en época de floración – inicio de cuajado y presenta un buen desarrollo, con alturas de planta entre 130 y 160 cm, según cultivares. Debido a los importantes calores acaecidos durante el período estival ha sido necesaria la aplicación de riegos frecuentes.

Para los trabajos de descripción y caracterización se están utilizando los descriptores publicados por Bioversity International (2013).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bioersivity International. 2013. Descriptores para quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Bioersivity International, Roma.
- Danielsen S, Ames de Icochea T. 2000. El mildiu de la quinoa en la zona andina. Centro Internacional de la papa. Lima (Peru). 38 pp. Monografía.
- Ellis RH, Hong TD, Roberts EH. 1988. A low moisture content limit to logarithmic relations between seed moisture content and longevity. *Annals of Botany*, 61
- FAO. 2010. El segundo informe sobre el estado de los recursos fitogeneticos para la agricultura y la alimentacion y la alimentacion en el mundo. Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. Roma, Italia. 372 pp.
- Herencia IJ. 1998. Comportamiento y Actividad Biológica de la Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivada en Ambiente Mediterráneo. Madrid. 450 pp.
- Herencia IJ, Lacasta C, Meco R. 1996a Behaviour of Quinoa in Castilla La Mancha: An alternative for the Spanish dry land. En ITEA y AIDA (eds). *New crops, new uses, new alternatives*. Vol. Extra N 17 Zaragoza, España, 303-315.
- Herencia IJ, Lacasta C, Meco R. 1996b. Quinoa crops to the dry lands of Spain Abstracts 11th IFOAM Scientific Conference & 1st Organic World Exhibition Copenhagen Denmark. 136-137.
- Herencia IJ, Alía M, González JA, Urbano P. 1999. Cultivo de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la región Centro. *Vida Rural*, VI, 87, 28-33.
- Herencia IJ, Zevallos V, Moreno MM, Meco R. 2016. El cultivo de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en España. Hojas Divulgadoras 2145HD. Ministerio de Agricultura Alimentación y Medioambiente. Madrid. 20pp.
- Jacobsen SE, Jorgensen I, Stolen O. 1994. Cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under temperate climatic conditions in Denmark. *Journal Agricultural Science*, 122, 47-52.
- Jacobsen SE. 2003. The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International* 19:167-177.
- Jacobsen SE, Jensen CR, Liu F. 2012. Improving crop production in the arid Mediterranean climate. *Field Crops Research* 128, 34-47.
- Lacasta C, Meco R. 1996. El método Benaiges para el control de adventicias en secano. *Agricultura. Revista Agropecuaria*. 855-858.
- Martínez MA, Veas E, Jorquera C, San Martín R, Jara P. 2009. Reintroduction of *Chenopodium quinoa* Willd., into arid Chile: Cultivation of two lowland races under extremely low irrigation. *J. Agro Crop Sci* 195:1-10. doi 10.1111.
- Vega-Gálvez A, Miranda M, Vergara J, Uribe E, Puente L, Martínez EA. 2010. Nutrition facts and functional potencial of quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.), an ancient Andean grain: a review. *J. Sci Food Agr* 90:2541-2547. doi 10.1002.
- Zevallos VF, Herencia IJ, Chang F, Donnelly S, Ellis HJ, Ciclitira PJ. 2014. Gastrointestinal effects of eating quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in celiac patients. *Am J Gastroenterol*. 109(2):270-8.

4. SUELOS, FERTILIZACIÓN Y NUTRICIÓN VEGETAL

OBTENCIÓN DE UN ABONO ECOLÓGICO MEDIANTE EL COMPOSTAJE DE ALGAS Y RESTOS DE PESCADO

Illera-Vives M*, Seoane S**, López-Mosquera ME*

*IBADER, Universidad Santiago de Compostela (USC),

**Dpto Edafología e Química Agrícola, Escuela Politécnica Superior (EPS) de Lugo, USC

marta.illera@usc.es

RESUMEN:

Las zonas costeras ofrecen un gran número de recursos naturales, y entorno a ellas se generan numerosas actividades económicas, como las conserveras y las industrias transformadoras de pescado fresco. Estas empresas producen un gran volumen de subproductos orgánicos, siendo necesario diseñar estrategias de gestión que aporten el mayor valor añadido posible a los mismos.

Por otro lado, en estas zonas llegan a las playas cantidades importantes de algas en forma de arribazones. Estos constituyen un recurso natural para los ecosistemas marinos. No obstante, a veces se acumulan interfiriendo con el normal desarrollo de otras actividades costeras como son los usos recreativos de las playas, la acuicultura y el marisqueo. En estas ocasiones las algas son generalmente retiradas, produciéndose una acumulación de las mismas, que en ocasiones son difíciles de gestionar por su carácter masivo y puntual.

*El compostaje es una técnica adecuada para la gestión de estos materiales, ya que mediante este proceso se obtienen productos útiles para la agricultura. En este trabajo se describirá la obtención de un compost a base de algas de arribazón recogidas directamente de las playas y restos de pescado (jurel, *Trachurus trachurus* L.) procedentes de una industria de fileteado. Tras dos meses y medio de compostaje, el compost obtenido cumple con las exigencias de la Ley de Fertilizantes del 2013, para ser usado como enmienda orgánica y con los requisitos exigidos para la concesión de la etiqueta ecológica europea para enmiendas del suelo.*

Palabras clave: algas de arribazón, co-compostaje, corteza de pino, fertilizantes orgánicos, restos de pescado.

SUBPRODUCTOS DE ORIGEN MARINO

La principal actividad que se genera en las zonas costeras es la pesca. La Unión Europea es el quinto productor mundial de pesca (Unión Europea, 2014), siendo España el primer país de la Unión en capturas y en acuicultura con 860.030 t año⁻¹ de peso vivo (17.6% sobre el total de EU-27). Dentro de España, Galicia posee el 46% de los barcos pesqueros españoles, ocupando el primer lugar en capturas, siendo el jurel la especie más pescada.

Las empresas transformadoras de pescado generan diariamente una gran cantidad de subproductos que, dependiendo del tipo de transformación, puede suponer entre un 30 a un 45% del peso inicial del producto. Estos subproductos son principalmente las cabezas, las espinas y la piel de los pescados que se transforman, pero en ciertas ocasiones también se generan grandes cantidades de forma puntual debido a lotes enteros que se desechan por no ser aptos para el consumo. Por otra parte, el nuevo Reglamento de la Política de Pesca Común incluye en su Artículo 15 la obligatoriedad del mantenimiento a bordo y posterior desembarco de una fracción importante de lo que actualmente se denominan descartes pesqueros. Este hecho hará necesario la elaboración de estrategias de gestión que puedan abarcar grandes cantidades de producto y que sean viables económicamente.

El destino más común para estos subproductos es la fabricación de harinas de pescado. No obstante este es un sistema de gestión que aporta un bajo beneficio económico a la empresa. Otra posible vía de gestión para estos subproductos es su uso en agricultura. Los restos de pescado son ricos en N, P y Ca (Illera-vives et al., 2010). Hoy en día existen en el mercado distintos fertilizantes cuya materia prima son harinas de pescado, productos autorizados para ser utilizados incluso en agricultura ecológica (Reglamento CE 2092/91).

Por otro lado, en estas zonas llegan a las playas cantidades importantes de algas arrastradas por la marea o por el viento formando los llamados arribazones. Estos, suponen un recurso natural para los hábitats costeros y han sido utilizados de forma sostenible durante siglos en agricultura (Zemke-White y Ohno, 1999, McHugh 2003) debido a su capacidad fertilizante. Las algas son especialmente ricas en potasio, en micronutrientes y en activadores del crecimiento, así como en alginatos que producen mejoras en la estructura del suelo (Blunden 1991, Verkleij 1992, López-Mosquera y Pazos 1997). Además de constituir un recurso para el hombre con múltiples aplicaciones, también son la base de toda una cadena trófica que depende de ellas, por lo que su aprovechamiento debe hacerse de forma sostenible. No obstante estos arribazones a veces se acumulan interfiriendo con el normal desarrollo de otras actividades costeras como son los usos recreativos de las playas (Rosenberg 1985, Piriou y Menesguen 1992, Eyraes *et al.* 1998), la acuicultura y el marisqueo (Rodríguez *et al.* 1987; Niell *et al.* 1996). Por otra parte, en algunos casos las algas experimentan un desarrollo excesivo debido a problemas de eutrofización generando mareas verdes (Morand y Briand 1996) que originan grandes problemas ambientales.

Cuando se da alguna de estas circunstancias, las algas son generalmente retiradas y derivadas a vertedero, perdiéndose así como recurso.

GESTIÓN DE SUBPRODUCTOS MARINOS MEDIANTE COMPOSTAJE

Tanto las algas como los restos de pescado pueden generar productos de alto valor añadido (farmacéuticos, cosméticos, alimentos funcionales, etc.), pero en los que se procesan pequeñas cantidades de material. Una vía alternativa de valorización de estos materiales manejando grandes cantidades, sería utilizarlos como enmiendas y abonos en terrenos agrícolas o utilizarlos como sustrato. Numerosos autores ya han realizado experiencias de compostaje de algas para la obtención de abonos, considerándose como una de las técnicas más apropiadas para gestionarlas desde el punto de vista económico y ambiental (Potoky *et al.* 1988, Vallini *et al.* 1993, Cuomo *et al.* 1995, Eyraes y Sar 2003). En distintas partes del mundo también se han realizado experiencias de compostaje de restos de pescado, generalmente procedentes de acuicultura, como técnica alternativa y viable para transformarlos en productos útiles en agricultura (Frederick *et al.*, 1989, Shelton *et al.*, 1998; Laos *et al.*, 2002; Buyuksonmez *et al.*, 2005)

PROCESO DE COMPOSTAJE

A través del proceso de compostaje se pretende transformar residuos orgánicos (en este caso algas y restos de pescado) en un producto estable útil en agricultura. Los materiales empleados para la realización de este ensayo de compostaje fueron algas de arribazón recogidas en la costa de Lugo. Las especies dominantes fueron algas pardas de los géneros *Laminaria* sp. y *Cystoseira* sp. En cuanto a los restos de pescado, se utilizaron los procedentes de una industria ubicada en el mismo lugar, dedicada al fileteado de distintas especies de pescado azul, en este caso los restos empleados fueron de *Trachurus trachurus* L.. Estos materiales son considerados de Categoría 3, aptos para su empleo en agricultura una vez compostados o ensilados (Reglamento CE 1774/2002).

1. Preparación de la mezcla

Antes de iniciar el proceso es importante caracterizar bien los materiales y de esta manera poder diseñar una mezcla que resulte adecuada para un correcto compostaje. Mediante un adecuado diseño de la mezcla de los materiales se consigue diluir posibles sustancias tóxicas presentes en alguno de los materiales a compostar, equilibrar el contenido de nutrientes y especialmente adecuar la mezcla final para obtener un sustrato óptimo para el desarrollo de los microorganismos que van a realizar el proceso.

Observando las características de los materiales de partida (algas y restos de pescado (Tabla 1), se puede comprobar que las algas poseen un alto contenido en agua, muy por encima del 40-60% óptimo para un correcto proceso de compostaje, este alto contenido en agua se ve compensado por la corteza de pino que se añade como material estructurante, cuyo porcentaje de materia seca es mucho mayor.

	Algas	Pescado	Corteza de pino
Humedad %	82,85±3,00	44,34±1,58	47,03±1,68
pH 1:5	6,33±0,10	5,70±0,02	5,03±0,06
C.E. 1:5	1,57±0,32	2,37±0,07	0,77±0,02
C	24,00±0,22	45,98±0,06	49,89±0,10
N	1,42±0,24	9,39±0,06	00,40±0,02
C/N	16,89±0,45	4,90±0,03	121,80±7,04
P	0,32±0,02	2,05±0,03	0,00±0,00
K	4,63±0,30	1,25±0,02	0,20±0,03

Fuente: Illera-vives et al, 2013

Tabla 1. Caracterización de los materiales de partida.

En cuanto a nutrientes, las algas poseen un contenido medio en N, bajo en P y especialmente alto en K y Na. Los restos de pescado tienen un alto contenido en N y P, contribuyendo de esta manera al equilibrio NPK entre los dos materiales.

La relación C/N de algas y pescados se encuentra por debajo del rango descrito como óptimo (25-35) para un adecuado proceso de compostaje (Jhorar 1991).

Por último, tanto las algas como los restos de pescado poseen una baja porosidad lo que supone una dificultad para la circulación del oxígeno en una hipotética mezcla, pudiendo llegar a crear una atmósfera anóxica que impediría el proceso de compostaje y generaría malos olores. Por este motivo se hace necesario aportar un material estructurante, que permita la creación de macro y microporos que retengan el agua y el aire. A la hora de elegir este material es importante además, tener en cuenta que otras cualidades puede aportar a la mezcla. En este caso, interesa que suministre carbono, con el fin de aumentar la relación C/N final y que sea muy bajo en sales, ya que tanto las algas como los restos de pescado poseen una alta salinidad. El material elegido debe cumplir también con los requisitos de economía y disponibilidad y cercanía, ya que este tipo de material supondrá un gran porcentaje en volumen en la mezcla final.

La corteza de pino, además de cumplir con las últimas especificaciones, también cumple los requerimientos de alto contenido en C y baja C.E. buscados (Tabla 1).

En base a todo lo anterior, se estableció una mezcla de algas, restos de pescado y corteza de pino (1:1:3 v/v) tomando como referencia para el cálculo de los volúmenes relativos el objetivo de aumento de la relación C/N hasta niveles óptimos para el compostaje.

2. Proceso de compostaje

Una vez determinada la mezcla que se va a utilizar, se hace necesario seleccionar una de las posibles técnicas de compostaje. Para este ensayo se optó por la técnica de pilas con volteo, ya que supone un método eficaz y sencillo que no requiere de una gran inversión inicial y que facilita un buen seguimiento visual durante todo el proceso. El ensayo fue llevado a cabo al aire libre en una finca ubicada en el concello de Foz (Lugo). Se establecieron tres pilas troncocónicas (Figura 1) en las que se mezclaron, en capas, los distintos materiales. Las pilas fueron cubiertas por una manta geotextil (TopTex®) para evitar la entrada de lluvia, así como la pérdida de humedad.



Figura 1. Construcción de las pilas de compost

El proceso de compostaje duró un total de dos meses y medio. Durante todo el proceso se realizó un seguimiento de los parámetros más importantes (humedad, temperatura, O_2 , C/N, pH) para asegurar el correcto desarrollo del mismo. La humedad de las pilas, en todo momento, se mantuvo entre el 40 y el 60% tal y como recomiendan Day *et al.* (2001). Este nivel se mantuvo a pesar de que no se incorporó agua durante el proceso. Esto se debió, por una parte, a la presencia de sustancias mucilaginosas en las algas (Eyras y Sar 2003) y, por otra, al geotextil utilizado para cubrir las pilas que evitó parte de la pérdida de agua por evaporación.

La temperatura es uno de los factores más importantes del compostaje, ya que permite hacer el seguimiento de las distintas etapas del proceso (mesófila, termófila, de enfriamiento). Para garantizar la higienización es importante asegurarse de que la temperatura se mantiene por encima de los $55^\circ C$ durante más de 3 días (USEPA 1993). Con el objetivo de regular la temperatura y evitar que suba excesivamente (lo cual produciría la muerte de los microorganismos que se encuentran en el material) y, además, mantener un adecuado nivel de O_2 en la mezcla (cuya concentración no debería ser menor del 18% (Bertoldi, 1982)), durante el proceso se realizaron volteos para airear las pilas. Estos se llevaron a cabo semanalmente durante la fase mesófila, termófila y de enfriamiento, que se prolongó durante seis semanas. Superada esta fase, se dejó madurar durante cuatro semanas más realizándose un volteo cada 15 días.

Durante el proceso, el pH presentó oscilaciones debidas a procesos acidificantes (liberación de CO_2 y ácidos orgánicos de pequeño tamaño) que ocurren en los primeros días y alcalinizantes, debidos a la liberación de NH_3 y a la pérdida de ácidos orgánicos que suelen suceder después de la fase oxidativa (Sánchez-Monedero 2001) hasta que, finalmente, se estabilizó y alcanzó un valor próximo a 7,0.

EVALUACIÓN DEL PRODUCTO OBTENIDO

1. Determinación de la finalización del proceso de compostaje

Para comprobar la finalización del proceso de compostaje se realizaron dos test: test de autocalentamiento y test de fitotoxicidad.

La prueba de Dewar o prueba de autocalentamiento (Brinton *et al.* 1995) proporciona una medida indirecta de la respiración, la cual indica el nivel de actividad bacteriana que hay en el compost. Tras realizar esta prueba se comprobó que solo había $0,6^\circ C$ de diferencia entre el interior y el exterior del frasco Dewar, lo cual corresponde a un grado de madurez clasificado como V, lo que indica que el compost era totalmente estable y que la mayor parte del material biodegradable ya se había transformado (Said-Pulicino *et al.* 2007). Para comprobar que no había presencia de sustancias fitotóxicas que impedirían el normal desarrollo de las plantas, se realizó un test de fitotoxicidad en el que se comparó la germinación de semillas de berro en un extracto acuoso

del compost con las que germinaron en un control compuesto por agua destilada. El índice de germinación obtenido fue del 95% (respecto al control) que, de acuerdo con Zucconi *et al.* (1981), indica la ausencia de sustancias fitotóxicas o su presencia en niveles muy bajos.

2. Caracterización del producto final y adecuación a la normativa

Las propiedades físico-químicas del material tras diez semanas de compostaje se pueden observar en la Tabla 2.

Destaca el alto contenido de materia orgánica (80%), muy por encima del 35% mínimo exigido por la Ley de Fertilizantes (BOE 2013) para enmiendas orgánicas. Posee un elevado contenido en N (2,10%), superior a la mayoría de los compost comerciales, que suelen tener contenidos de N inferiores a 1,5% (Hadas y Portnoy 1994). La proporción N: P: K del compost fue de 3: 1,5: 1, lo que supone un aporte interesante de macronutrientes. Los contenidos de N y P son similares a los encontrados en estiércoles de pollo, pero inferiores en K (López-Mosquera *et al.* 2008). La relación C/N final fue algo más alta que la exigida por la ley de Fertilizantes de 2013 (BOE 2013), para su comercialización como abono (C/N = 15).

Parámetro	valor	Metales totales en materia seca (mg/kg)	
Materia seca (%)	58,02± 0,86	Cd	0,08± 0,03
pH pasta sat. (dS/m)	6,61± 0,04	Cr	< 0,06
C.E. ext. sat. (dS/m)	1,96± 0,50	Cu	5,75± 0,57
Carbono (%)	48,08± 0,18	Fe	785,58± 28,76
M.O. (%)	82,98± 0,30	Mn	83,83± 2,63
N (%)	2,10± 0,01	Ni	3,23± 0,45
N-orgánico (%)	1,86± 0,01	Pb	1,33± 0,29
C / N	20,00± 0,17	Zn	28,46± 0,60
P	0,66± 0,03		
K	0,67± 0,01		
Ca	1,16± 0,19		
Mg	0,27± 0,01		

Fuente: Illera-vives et al, 2013

Tabla 2. Caracterización del compost final.

Al tratarse de un material obtenido del reciclado de productos orgánicos de origen natural es susceptible de obtener la etiqueta ecológica europea, tanto para enmiendas (2006/799/CE 2006) como para sustratos de cultivo (2007/64/CE 2007). Las exigencias de cada una de estas normativas se pueden observar en la Tabla 3.

Normativa			Enmiendas	Sustratos
Reutilización de residuos				
Ingredientes	Componentes orgánicos Únicamente se tendrán en cuenta los productos que no contengan turba y cuyo contenido orgánico proceda del tratamiento o reutilización de residuos.		✓	✓
Control de los agentes contaminantes en suelo y aguas				
Limitación de metales pesados	Elemento	mg/kg (m.s.)	✓	✓
	Zn	300		
	Cu	100		
	Ni	50		
	Cd	1		
	Pb	100		
	Hg	1		
	Cr	100		
	Se*	1,5		
	As*	10		
	F*	200		
* Sólo será preciso indicar la presencia de estos elementos cuando se trate de productos que contengan materias procedentes de un proceso industrial.				
Contaminantes físicos	En el producto final (con una granulometría de 2 mm), el contenido de vidrio, metal y plástico habrá de ser inferior al 0,5 %, medido en peso de materia seca.		✓	✓
Nitrógeno	La concentración de nitrógeno en el producto no deberá superar el 3 % del N total (en peso); por su parte, el N inorgánico no deberá superar el 20 % del N total (es decir, N orgánico ≥ 80 %).		✓	—
Control sanitario				
Sanidad y seguridad	Los productos no deberán superar los niveles máximos de patógenos primarios que se indican a continuación: — <i>Salmonella</i> : ausente en 25 g, — huevos de helmintos: ausentes en 1,5 g — <i>E. Coli</i> : < 1 000 MPN/g (MPN: número más probable)		✓	✓
Características del producto				
Semillas/propágulos viables	En el producto final, el contenido de semillas de malas hierbas y de materiales de reproducción vegetativa de hierbas agresivas no deberá superar las dos unidades por litro.		✓	✓
Características del producto	a) Todos los productos se presentarán en estado sólido y contendrán, como mínimo, un 25 % en peso de materia seca y un 20 % de materia orgánica en peso de materia seca (medida mediante pérdida en la calcinación).		✓	✓
	b) Los productos no deberán afectar de manera adversa a la germinación o crecimiento de las plantas.		✓	✓
Otros criterios				
	La conductividad eléctrica de los productos no deberá superar 1,5 dS/m.		—	✗

✓Cumple con el criterio exigido ✗ No cumple con el criterio exigido —Criterio no aplicable

Tabla 3. Criterios para la obtención de la etiqueta ecológica enmiendas (2006/799/CE, 2006) y sustratos de cultivos (2007/64/CE, 2007).

El compost obtenido cumple con todos los requisitos exigidos para la concesión de la etiqueta ecológica europea para enmiendas del suelo ya que el contenido de sustancias peligrosas y contaminantes físicos está por debajo del máximo permitido. Además tiene más del 25% de materia seca y no menos del 20% de materia orgánica en peso seco (59% y 80% respectivamente). En cuanto a la normativa para la obtención de la etiqueta ecológica europea de sustratos, cuando el material se va a utilizar en cultivos sin suelo, es necesario que este posea un bajo contenido en sales. La normativa fija una C.E. máxima de 1,5 dS/m (extracto 1:5 v:v). Como se puede observar en la Tabla 3 la conductividad eléctrica del compost está por encima de este valor. No obstante estudios realizados posteriormente sobre este material indican que se puede reducir el contenido de sales mediante el lavado del mismo (Illera-vives *et al.* 2015), siendo además sus lixiviados potencialmente útiles como fertilizante.

BIBLIOGRAFÍA

- 1991/2092/CE. 1991. Reglamento (CEE) No. 2092/91, del Consejo de 24 de junio de 1991; sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. DO L. 198.
- 2002/1774/CE. 2002. Reglamento (CE) N° 1774/2002, de 3 de octubre de 2002, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano, Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 273, 1-95.
- 2006/799/CE. 2006. Decisión de la comisión por la que se establecen los criterios ecológicos revisados y los requisitos de evaluación y comprobación para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a las enmiendas del suelo. DOUE (Diario Oficial de la Unión Europea). L325, 38-34.
- 2007/64/CE. 2007. Decisión de la comisión por la que se establecen criterios ecológicos revisados y los requisitos correspondientes de evaluación y comprobación para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a sustratos de cultivo. DOUE (Diario Oficial de la Unión Europea). L32, 137-143.
- Bertoldi, MD.; Vallini, G.; Pera, A. 1983. The biology of composting: a review. *Waste Management & Research*, 1(2): 157-176.
- Blunden, G. 1991. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. En: Guiry MD (Eds) *Seaweed resources in Europe: uses and potential*. John Wiley and Sons Ltd. West Sussex. 81 pp.
- BOE. 2013 RD 506/2013, 2013. Real Decreto de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. *Boletín Oficial del Estado* 164, 51119-51207.
- Brinton, W.F.; Evans, E.; Droffner, M.L.; Brinton, R.B. 1995. A standardized Dewar test for evaluation of compost self-heating. *Biocycle*, 36: 1-16.
- Buyuksonmez, F., Rynk, R., Hess, T.F., Fornshell, G., 2005. Composting characteristics of trout manure. *J Residuals Sci Tech* 2, 149-157.
- Cuomo, V.; Perretti, A.; Palomba, I.; Verde, A.; Cuomo, A. 1995. Utilization of *Ulva-Rigida* Biomass in the Venice Lagoon (Italy) - Biotransformation in Compost. *Journal of Applied Phycology*, 7: 479-485.
- Day, M.; Shaw, K. 2001. Biological, chemical and physical processes of composting. *Compost utilization in horticultural cropping systems*. Lewis Publishers. Florida. 432 pp.
- Eyras, M.C.; Rostagno, C.M.; Defosse, G.E. 1998. Biological evaluation of seaweed composting. *Compost Science and Utilization* 6: 74-81.
- Eyras, C.; Sar, E. A. 2003. Arribazones estivales en Puerto Madryn, Argentina, como materiales para la obtención de compost. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 38: 105-111.
- Frederick, L.; Harris, R.; Peterson, L.; Kehrmeier, S. 1989. Compost solution to dockside fish wastes. University of Wisconsin, Sea Grant Institute, USA.
- Hadas, A.; Portnoy, R. 1994. Nitrogen and carbon mineralization rates of composted manures incubated in soil. *Journal of Environmental Quality* 23, 1184-1189.
- Illera-Vives, M.; Corra, I.R.; Lema, E.; Blanco, C.; López-Mosquera, M.E. 2010. Caracterización de pescados para su uso como fertilizante en agricultura. En: Rey-Méndez M, Lodeiros C, Fernández Casal J, Guerra A (Eds) *Foro Recursos Marinos*, 13. FORACUI: 237-242.
- Illera-Vives, M.; Seoane Labandeira, S.; López-Mosquera, M.E. 2013. Production of compost from marine waste: evaluation of the product for use in ecological agriculture. *Journal of Applied Phycology*. 25 (5): 1395-1403.
- Illera-Vives, M.; Iglesias-Loureiro, L.; Fernandez-Lema, E.; Lopez-Fabal, A.; López-Mosquera, M.E. 2012. Compost baseado en materiais de orixe mariña: adecuación á normativa europea para a concesión da etiqueta ecolóxica. En: *Iniciativas*

agroecológicas innovadoras para a transformación dos espazos rurais. Xavier Simón Fernández e Damián Copena Rodríguez (eds.). 1173-1185. España.

- Illera-Vives, M., López-Mosquera, M. E., del Carmen Salas-Sanjuan, M., López-Fabal, A. 2015. Leaching techniques for saline wastes composts used as growing media in organic agriculture: assessment and modelling. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(9): 6854-6863.
- Jhorar, B.; Phogat, V.; Malik, R. 1991. Kinetics of composting rice straw with glue waste at different carbon: nitrogen ratios in a semiarid environment. *Arid Land Research and Management* 5: 297-306.
- Laos, F., Mazzarino, M.J., Walter, I., Roselli, L., Satti, P., Moyano, S., 2002. Composting of fish offal and biosolids in northwestern Patagonia. *Bioresour. Technol.* 81, 179-186.
- Buyuksonmez, F., Rynk, R., Hess, T.F., Fornshell, G., 2005. Composting characteristics of trout manure. *J Residuals Sci Tech* 2, 149-157.
- López-Mosquera, ME.; Pazos, P. 1997. Effects of seaweed on potato yields and soil chemistry. *Biological Agriculture and Horticulture*, 14(3): 199-205.
- López-Mosquera, ME.; Cabaleiro, F.; Sainz, MJ.; López-Fabal, A.; Carral, E. 2008. Fertilizing value of broiler litter: Effect of drying and pelletizing. *Bioresource Technology* 99: 5626-5633.
- McHugh, D.J. 2003. A guide to the seaweed industry. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 105 pp.
- Morand, P.; Briand, X. 1996. Excessive growth of macroalgae: a symptom of environmental disturbance. *Botanica Marina*. 39: 491-516.
- Niell, F.; Fernández, C.; Figueroa, F.; Figueiras, F.; Fuentes, J.; Pérez-Llorens, J.; García-Sánchez, M.; Hernández, I.; Fernández, J.; Espejo, M. 1996. Spanish Atlantic coasts. En: W Schramm (Ed.) *Marine Benthic Vegetation. Recent Changes and the Effects of Eutrophication*. Springer, 265-282.
- Piriou, J.; Menesguen, A. 1992. Environmental factors controlling the *Ulva* sp. blooms in Brittany (France). En: G Colombo, Ferraril, UV Ceccherelli, IR Ross (Eds) *Proceedings of the 25th European Marine Biology Symposium*, 111-116.
- Potoky, P.; Mazé, J.; Morand, P.; Schulte, E. 1988. Effect of seaweed inclusion in compost preparation on the quality of the composts obtained. En: P Morand, EH Schulte (Eds) *Aquatic Primary Biomass (Marine Macroalgae): Biomass conversion, removal and use of nutrients*. *Proceedings of the First Workshop of the COST*, 48: 67-68.
- Rodríguez, E.; Fernández, F.; Romaris, X.; Pazo, J. 1987. Valoración de una técnica de semicultivo: limpieza de algas clorofíceas en la Ensenada de San Simón. En: Fundación observatorio español de acuicultura, D Beaz, M Villaroel, S Cárdenas (Eds) *Actas del II Congreso Nacional de Acuicultura*, 1-4.
- Rosenberg, R. 1985. Eutrophication-The future marine coastal nuisance?. *Marine Pollution Bulletin* 16: 227-231.
- Said-Pullicino, D.; Erriquens, F.G.; Gigliotti, G. 2007. Changes in the chemical characteristics of water-extractable organic matter during composting and their influence on compost stability and maturity. *Bioresource Technology* 98: 1822-1831.
- Shelton, J.E., Hinshaw, J.M., Thompson, S.L., 1998. An evaluation of composted fish wastes. *Proceedings of the International Conference on Recirculating Aquaculture*, 80-86.
- Sánchez-Monedero, M.; Roig, A.; Paredes, C.; Bernal, M. 2001. Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH EC and maturity of the composting mixtures. *Bioresource Technology* 78: 301-308.
- Unión Europea, 2014. La Política Pesquera Común en datos y cifras. Unión Europea, Bélgica.
- USEPA-US Environmental Protection Agency. 1993. Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge. Fed. Reg 58: 9248-9415.
- Vallini, G.; Pera, A.; Cecchi, F.; Valdrighi, M.M.; Sicurani, M.A. 1993. Compost stabilization of algal biomass drawn in eutrophic lagoon ecosystems. *Compost Science and Utilization* 1: 49-53.
- Verkleij, F.N. 1992. Seaweed extracts in agriculture and horticulture: a review. *Biol Agric Hortic* 8, 309-324.
- Zemke-White, W.L.; Ohno, M. 1999. World seaweed utilization: An end-of-century summary. *Journal of Applied Phycology* 11, 369-376.
- Zucconi, F.; Forte, M.; Monaco, A.; De Bertoldi, M. 1981. Biological evaluation of compost maturity. *Biocycle* 22, 27-29.

LOS HONGOS MICORRÍDICOS PROTEGEN A LA VARIEDAD TRADICIONAL "MANZANA NEGRA" FRENTE AL ESTRÉS ABIÓTICO PRODUCIDO POR CARBONATOS

Hernández A, Socorro AR, Jaizme-Vega MC

Dpto Protección Vegetal, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA) Apdo. 60. La Laguna-Tenerife;
e-mail: ahernandez@icia.es

RESUMEN:

*El efecto de los hongos micorrícicos arbusculares sobre la resistencia de las plantas al estrés por salinidad es bien conocido, pero su efecto sobre la resistencia a altos niveles de carbonatos ha sido poco estudiado. El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de protección que pueden ejercer en la variedad de tomate tradicional de Canarias "Manzana Negra" bajo seis concentraciones crecientes de carbonato (0 mM, 2,5 mM, 5 mM, 7,5 mM, 10 mM y 12,5 mM de NaCO₃). Para ello, la mitad de las plantas fueron previamente micorrizadas con el hongo *Glomus mosseae*.*

La aplicación de carbonato causó una disminución significativa de la longitud de la raíz, así como del peso aéreo y de la raíz. También produjo una merma en el contenido foliar de nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, zinc y cobre. En cambio, provocó un aumento significativo del diámetro del tallo. Sin embargo, la simbiosis con el hongo micorrícico local permitió un incremento significativo en el desarrollo de las plantas micorrizadas en todos los niveles de carbonato evaluados, representado por la longitud aérea, así como por el peso fresco y seco de la parte aérea y de la raíz. En cuanto a los nutrientes foliares, la simbiosis provocó un aumento significativo en casi todos los niveles de carbonato para el nitrógeno, fósforo y potasio. Queda demostrado, en las condiciones de nuestro ensayo, el efecto protector de los hongos micorrícicos arbusculares frente al estrés por carbonato.

*Palabras clave: *Glomus mosseae*, incremento de resistencia, NaCO₃, salinidad, *Solanum lycopersicum* L.*

EFECTO DEL SISTEMA DE CULTIVO Y GENOTIPO EN PIMIENTO SOBRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DEL SUELO

Morales-Manzo I^{*}, Ribes-Moya AM^{*}, Raigón MD^{**}, Fita A^{*}, Rodríguez-Burruezo A^{*}

^{*}Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV)

^{**}Departamento Química, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, Edificio 8E, Escalera J, 46022 Valencia, adrodbur@doctor.upv.es

RESUMEN:

El pimiento es una de las hortalizas con mayor producción de España, cuya producción ecológica alcanza el 2% del total y con un incremento sostenido. Sin embargo, es una especie muy esquilante para los suelos cultivados, lo cual puede comprometer su fertilidad. En este sentido, el manejo ecológico se considera uno de los de menor impacto en la fertilidad del suelo y es de esperar que existan diferentes niveles de exigencia en nutrientes entre tipos varietales de este cultivo. Aquí se presenta un estudio comparativo sobre la actividad enzimática del suelo (fosfatasa alcalina y catalasa) en distintas variedades de pimiento cultivadas en sistemas ecológico y convencional. La actividad fosfatasa fue considerablemente mayor en ecológico, tanto en promedio como en casi todas las variedades, con un rango comprendido entre 2697 y 3424 $\mu\text{moles/g-hora}$ de Ají Dulce y Bierzo, respectivamente, frente a 2031 y 3215 de Bola y Bierzo bajo cultivo convencional. Esto sugiere que frente ante el menor aporte de fósforo mineral en suelo ecológico, las plantas desarrollan mayor actividad fosfatasa para movilizarlo y cada variedad con intensidad distinta. En contraste, la actividad catalasa fue menor en ecológico y las diferencias varietales dentro de sistema fueron muy bajas, sugiriendo una diferencia debida más bien al nivel basal del suelo que entre genotipos. Así, los niveles de catalasa en cultivo ecológico estuvieron comprendidos entre 0.142 y 0.210 $\text{mmoles H}_2\text{O}_2/\text{gramo}$ en BOL-58 y Bola, respectivamente, mientras que en cultivo convencional los valores oscilaron entre 0.240 y 0.309 de Ají Dulce y BOL-58, respectivamente.

Palabras clave: Capsicum sp., catalasa, diversidad varietal, fertilidad de suelos, fosfatasa.

INTRODUCCIÓN

El pimiento es, tras el tomate y junto a cebolla y melón, una de las hortalizas más importantes del sector productivo español, con una producción superior a 1 Mill. T (MAGRAMA 2016a) y un gran valor añadido y consolidada demanda externa. Además, España es el quinto país productor a nivel mundial y el principal productor y exportador de la UE (FAOSTAT 2016). El tejido productivo asociado a esta hortaliza abarca a un extenso número de cooperativas y asociaciones de productores y da empleo a miles de familias y agricultores en toda la geografía española, en particular Andalucía, Murcia, Valencia, Castilla La Mancha (MAGRAMA 2016a). Esta importancia implica no sólo la producción masiva de pimiento California, Lamuyo y Dulce Italiano, sino también una lista innumerable de variedades locales, muchas de ellas bajo DOPs e IGP (MAGRAMA 2016b). Sin embargo, sólo un 2% de su producción está certificada como ecológica, por lo que existe un margen amplio para incrementar su cultivo en estos sistemas productivos.

No obstante, es preciso considerar que se trata de una especie muy exigente en nutrientes y esquilante para los suelos cultivados, lo cual puede comprometer su fertilidad. En este sentido, el manejo ecológico se considera uno de los de menor impacto en términos de fertilidad del suelo, por lo que las iniciativas dirigidas a incrementar la presencia de esta hortaliza en AE deben incluir programas de fitomejoramiento que identifiquen los genotipos con mejor contribución a la fertilidad y la actividad biológica del suelo.

Desde el descubrimiento de América, España ha sido puerta de entrada de un extraordinario flujo genético procedente de sus colonias de México, Caribe, Centroamérica y Sudamérica (Andrews 1984, Nuez et al. 1996). En estas circunstancias fueron introduciéndose en la agricultura española materiales procedentes fundamentalmente de México. Con el tiempo y tras un proceso de selección por adaptación, surgieron multitud

de ecotipos y materiales locales adaptados a las diversas condiciones agroclimáticas españolas (Nuez *et al.* 1996). Este hecho ha convertido a nuestro país en un importante centro de diversidad para esta especie, la cual puede ser fundamental para identificar fuentes de variación útil para diversos caracteres de interés agronómico, entre ellos el contribuir a una mayor fertilidad y actividad biológica del suelo.

Una manera adecuada de evaluar la actividad biológica y la biodiversidad edáfica es el análisis de la actividad enzimática del suelo. Ésta incluye enzimas extracelulares liberadas durante el metabolismo y muerte celular (de vida libre corta), otras intracelulares, formando parte de la biomasa microbiana y las enzimas inmovilizadas (más estables independientemente de la proliferación microbiana). Entre las que se suelen determinar están i) la catalasa, enzima del suelo que se ha relacionado con el estado de fertilidad del mismo, y ii) la fosfomonoesterasa alcalina, que libera fósforo a formas más asimilables.

Las prácticas culturales afectan a la microflora de los suelos, aumentando o disminuyendo su diversidad. Por otro lado, las plantas modifican las comunidades microbianas del suelo de un modo fundamental (Acero *et al.* 1994). El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es uno de los cultivos hortícolas más importantes de España. Además esta especie es muy diversa (DeWitt y Bosland 1996). En España se cultivan muchos tipos tradicionales adaptados a las tierras donde se cultivan. Recientemente se ha demostrado que existe diversidad en cuanto a la morfología radicular de esta especie (Fita *et al.* 2013), por lo que cabe esperar que también exista diversidad en cuanto a la interacción con la microflora del suelo. Conocer estas interacciones y planificar los cultivos en consecuencia puede ser de gran ayuda para mantener la calidad del suelo y su fertilidad.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de diferentes variedades de pimiento y el manejo del cultivo en la actividad enzimática del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Material vegetal y condiciones de cultivo

En este trabajo se utilizaron cinco variedades de pimiento y especies relacionadas con distintos orígenes: Bierzo, Bola, Guindilla de Ibarra pertenecientes a *C. annuum* y Ají dulce y BOL 58, pertenecientes a *C. chinense* y *C. baccatum*, respectivamente. Las plantas se cultivaron al aire libre bajo el ciclo de primavera-verano 2015 en dos parcelas próximas entre sí, con tipos de suelos análogos y el mismo agua de riego, siendo la única diferencia el tipo de manejo de cultivo: 1) ecológico, en la Marxa dels Moros (Sagunto) bajo la gestión de la Unió de Llauradors y 2) convencional, en una parcela a 500 m con las prácticas habituales en la producción convencional de pimiento (Nuez *et al.* 1996).

2. diseño experimental y toma de muestras

En cada tipo de manejo se cultivaron diez plantas de cada variedad distribuidas en cinco bloques de dos plantas. A mitad de cultivo, durante el periodo reproductivo (julio 2015, 3 meses desde el trasplante) se tomaron muestras de suelo para analizar la actividad enzimática. Se tomaron 5 muestras de suelo por variedad y sistema de cultivo, siempre en el espacio existente entre plantas dentro de la misma fila. El suelo se recolectó retirando la parte superior del mismo y excavando con una azada hasta 30 cm de profundidad. El suelo se trasladó al laboratorio en condiciones de oscuridad y baja temperatura.

Para determinar la actividad biológica se estudió la actividad de la enzima fosfomonoesterasa (fosfatasa) alcalina y la catalasa. El método empleado para el análisis de la actividad fosfatasa fue el propuesto por Tabatabai y Bermner (1969). Consiste en la determinación espectrofotométrica del p-nitrofenol liberado cuando el suelo es incubado a 37 °C durante 1 h con una disolución tamponada (pH=11) de p-nitrofenilfosfato. El método colorimétrico para medir el p-nitrofenol liberado se basa en el hecho de que las disoluciones alcalinas de este compuesto tienen un color amarillo que se mide a una longitud de onda de 400 nm. La actividad catalasa

se determinó mediante el método modificado de Johnson y Temple (1964) basado en la descomposición del peróxido de oxígeno (agua oxigenada) incubado con una muestra de 0.5 g de suelo. Tras la incubación se mide la cantidad de H_2O_2 que permanece inalterada mediante reacción con permanganato potásico ($KMnO_4$ 0.005 M).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró una destacable diversidad varietal para la actividad fosfatasa, especialmente bajo condiciones de cultivo convencional. Así, los niveles de actividad de esta enzima estuvieron comprendidos entre 2697 y 3424 μ moles/g-hora de Aji Dulce y Bierzo, respectivamente, en cultivo ecológico, frente a 2031 y 3215 μ moles/g-hora de Bola y Bierzo bajo cultivo convencional (Fig. 1). Asimismo, tanto en promedio como considerando individualmente cada variedad los niveles de esta enzima fueron más altos en cultivo ecológico. Este hecho sugiere que las condiciones de estos sistemas productivos, con formas de fósforo menos asimilables que en cultivo convencional (éstas proporcionadas mediante fertilizantes de síntesis o minerales), inducen a los sistemas radiculares del pimiento a movilizar el fósforo disponible mediante una mayor actividad de la fosfatasa. No obstante, también se observa que cada variedad modula esta actividad en cultivo ecológico con diferente intensidad y, por tanto, existen diferencias entre genotipos para la capacidad de aumentar la disponibilidad de fósforo para la planta. Así, mientras que Guindilla de Ibarra, BOL-58 y especialmente Bola mostraron incrementos destacados respecto al cultivo convencional (>500 μ moles/g-hora los dos primeros y >1000 μ moles/g-hora en Bola), en otras como Bierzo o Aji Dulce las diferencias fueron muy reducidas. En este sentido, Alexander (1980) observó cómo diferentes especies de plantas en un mismo tipo de suelo, presentan rizosferas muy diversas.

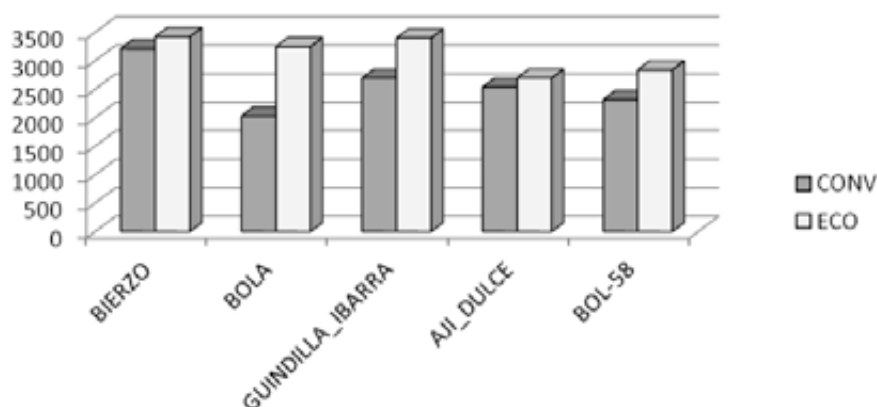


Fig. 1. Actividad fosfatasa alcalina (μ mol nitrofenolib/g·h) en rizosfera de cinco variedades de *Capsicum sp.* estudiadas bajo manejo ecológico (ECO) y convencional (CONV).

Estos resultados, junto a la interacción genotipo \times ambiente observada para este atributo, abren la puerta a seleccionar variedades de pimiento y especies relacionadas con capacidad para movilizar de forma más eficiente el fósforo disponible en condiciones de bajos insumos y por tanto contribuir a una agricultura más sostenible.

Por el contrario, la actividad catalasa mostró un espectro opuesto al de la fosfatasa y más difícil de interpretar. Los niveles de actividad de esta enzima estuvieron comprendidos entre 0.142 y 0.210 mmoles H_2O_2 /g-hora de BOL-58 y Bola, respectivamente, en cultivo ecológico, frente a 0.229 y 0.309 H_2O_2 /g-hora de Bola y BOL-58 respectivamente bajo cultivo convencional (Fig. 2). Por ello, todas las variedades mostraron niveles más altos de catalasa en cultivo convencional, especialmente en BOL-58 con un incremento superior al 100% (0.142 a 0.309 mmoles H_2O_2 /g-hora) y en menor medida Bola con niveles similares entre ambos sistemas de cultivo.

Si bien estos resultados podrían indicar que las condiciones de cultivo ecológico reducen la actividad catalasa, también hay que considerar que: i) se trata de una enzima intracelular presente en microorganismos del

suelo y que sus niveles se emplean en estimar la biomasa de estos microorganismos como forma indirecta de valorar la fertilidad del suelo, ii) esta fertilidad indirecta no está directamente relacionada con la disponibilidad de nutrientes para la planta y iii) existen diversos factores que pueden distorsionar sus valores (e.g. intensa labranza que oxigena mejor el suelo, más habitual en ecológico). Por tanto, no parece un parámetro útil para detectar variedades más adaptadas a condiciones de cultivo de bajo insumos como el ecológico.

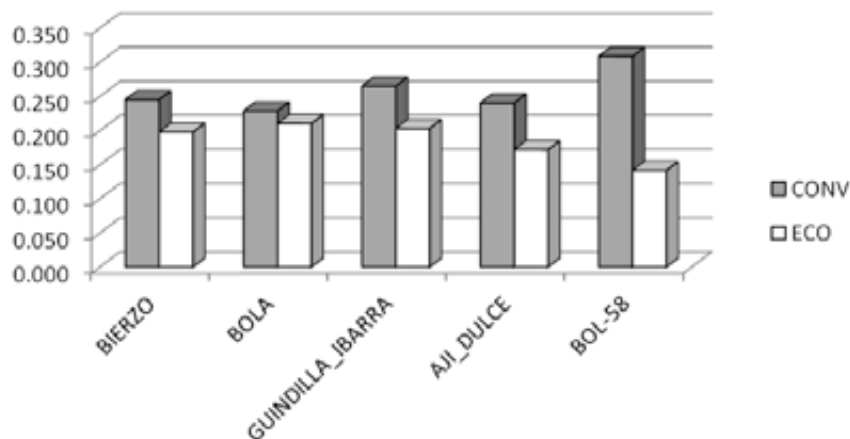


Fig. 2. Actividad catalasa (mmol H₂O₂/g-h) en la rizosfera de cinco variedades de *Capsicum sp.* estudiadas bajo manejo ecológico (ECO) y convencional (CONV).

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio sugieren que la determinación de la actividad fosfatasa es una metodología útil para identificar y desarrollar materiales con una mejor respuesta a condiciones de cultivo de bajos insumos (i.e. bajos aportes de fósforo mineral) como el cultivo ecológico. Esto redundará en una agricultura menos dependiente de los recursos limitados del P mineral (minas de fosfatos) o fertilizantes fosforados de síntesis y por tanto más sostenible. La capacidad de movilización de fósforo inorgánico mostrada por algunas variedades en condiciones de cultivo ecológico indica que existen fuentes de variación de interés basadas en una alta eficiencia en el uso de fósforo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos INIA RTA2013-00022-C02-02 y RTA2014-00041-CO₂-O₂ y fondos FEDER. Los autores agradecen el apoyo de La Unió de Llauredors y Ramaders en la realización de pruebas bajo cultivo ecológico, con la supervisión de Manuel Figueroa y Rafael Hurtado.

BIBLIOGRAFÍA

- Acero N, Probanza A, Blanco B, Gutierrez Mañero FJ. 1994. Seasonal changes in physiological groups of bacteria that participate in nitrogen cycle in the rhizosphere of alder. *Geomicrobiology Journal* 12, 133-140.
- Alexander M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. AGT Ed. S.A. México.
- Andrews J. 1984. Peppers: The domesticated Capsicums. University of Texas Press. Austin, Texas, EEUU.
- DeWitt D, Bosland PW. 1996. Peppers of the world: An identification guide. Ten Speed Press, Berkeley, USA.
- FAOSTAT. 2016. Base estadística de la FAO. faostat.fao.org (consulta septiembre 2016).
- Fita A, Alonso J, Martínez I, Avilés JA, Mateu MC, Rodríguez-Burruezo A. 2013. Evaluating Capsicum spp. root architecture under field conditions. Breakthroughs in the Genetics and Breeding of Capsicum and eggplant. Lanteri S and Rottino GL. XV EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant pp 373-376.

- Johnson JL, Temple KL. 1964. Some variable affecting the measurement of "catalase activity" in soil. Soil Science Society of America, Proceedings 28, 207-209.
- MAGRAMA. 2016a. Anuario Estadística Agraria (datos de 2014) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/#para1/> (consulta septiembre 2016).
- MAGRAMA. 2016b. Denominaciones de Origen Protegidas e Indicaciones Geográficas Protegidas españolas. <http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-agroalimentaria/calidad-diferenciada/> (consulta septiembre 2016).
- Nuez F.; Gil-Ortega R; Costa J. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. MundiPrensa, Madrid, España. 607 pp.
- Tabatabai MA, Bremner JM. 1969. Use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. Soil Biology and Biochemistry 1, 301-307.

CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE MACROPOROS DEL SUELO INDUCIDAS POR EL MANEJO ECOLÓGICO

Soto D** , Vázquez L* , Pérez P* , Paradelo M** , López JE*

*Facultad Ciencias (UVIGO), Edif Politécnico, As Lagoas s/n. E-32004 Ourense
edelperi@uvigo.es

**Department of Agroecology, University of Aarhus Dinamarca

RESUMEN:

Las prácticas de manejo de suelo asociadas a la agricultura ecológica pueden inducir cambios en la morfología de la red de poros, con efectos en la aireación del suelo, el almacenamiento y disponibilidad de agua y nutrientes, y el crecimiento de los cultivos. Este trabajo analiza las diferencias en las características morfológicas de la red de macroporos del suelo en tres parcelas de diferente manejo: huerta ecológica, cereal con laboreo superficial y cereal sin laboreo. La estructura de la red de poros se obtuvo a partir de testigos de suelo inalterado analizados mediante tomografía computerizada de rayos-X y análisis de imagen. Los resultados muestran que los tres tipos de manejo producen diferencias significativas en los descriptores topológicos de la red de macroporos, con potenciales efectos sobre la productividad y funciones ecológicas del suelo.

Palabras clave: estructura del suelo, laboreo, macroporos, tomografía.

INTRODUCCIÓN

Profundizar en el conocimiento de las interrelaciones entre estructura del suelo, manejo agrícola y productividad tiene un enorme interés, especialmente en agricultura ecológica. Tanto la productividad como la sostenibilidad de los sistemas agrícolas ecológicos dependen de los mecanismos naturales de regulación de la disponibilidad de nutrientes, de plagas y de enfermedades del suelo, y están estrechamente vinculados a las propiedades del sistema de poros del suelo (Jury *et al.*, 2011). Esto se debe a que los poros configuran el hábitat de los organismos del suelo, el transporte de aire, agua, nutrientes, metabolitos, desarrollo de raíces y desplazamiento de la edafofauna.

La investigación sobre las relaciones cuantitativas entre el sistema de poros y su funcionalidad se encuentra en una fase prometedora debido a los continuos avances en procedimientos de exploración y análisis del espacio de poros. De esto surge el concepto de arquitectura del suelo definida como: "la red de poros, partículas y sus interfases que son creadas por interacciones bióticas y abióticas e influenciadas por el manejo del suelo" (de Jonge *et al.*, 2009), la cual ofrece un marco de estudio para comprender las propiedades y procesos que se derivan de la disposición espacial de los componentes del suelo. Estos se pueden describir mediante técnicas de tomografía computerizada de rayos-X (TC) y análisis de imagen. La arquitectura del suelo tiene características de continuidad, conectividad y dependencia de la escala, que conjuntamente influyen en los fenómenos de transporte en el suelo (Pachepsky *et al.*, 2003; Ritz y Young, 2011). Mas recientemente (Muñoz *et al.*, 2014) han encontrado que el tipo de laboreo induce características en la topología de la red de poros, especialmente en parámetros fractales, la cual está relacionada con la complejidad del sistema poroso y posiblemente en su función.

En este trabajo se presentan resultados de los efectos del manejo (convencional y ecológico) sobre la macroporosidad TC. Para ello se han analizado propiedades estadísticas de la arquitectura de macroporos TC, contrastando los indicadores estadísticos entre los diferentes tipos de manejo.

MATERIAL Y MÉTODO

La zona de estudio comprende dos parcelas experimentales del Centro Agrogandeiro (INORDE-Diputación de Ourense), situadas en el sector de Antela (Xinzo de Limia, Ourense). El material de partida del suelo es muy homogéneo, con textura franco-arenosa y un nivel de materia orgánica en torno al 10% (Tabla 1), sin pedregosidad y poca variación horizontal de textura (Tabla 1). Una de las subparcelas está dedicada a ensayos de producción ecológica (Ecol.) bajo el reglamento europeo desde hace once años, en la que el cultivo precedente fue una asociación de col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) y zanahoria (*Daucus carota*). La otra parcela se dedica al cultivo tradicional, rotando cereal y patata. En el año de estudio, en una sección de la misma se hizo un fresado poco profundo con un rotavator tras la cosecha de cereal de primavera (Conv. T.), mientras que en una segunda zona no se realizó laboreo de ningún tipo tras la cosecha (Conv.).

Tabla 1: Textura del suelo de las diferentes parcelas estudiadas

Zona	Arena gruesa	Arena fina	Limo	Arcilla	Materia orgánica
Ecol.	44,5 ±0,2	29 ±0,4	8,1 ±0,3	9,2 ±0,7	8,5 ±0,5
Conv. T.	42,9 ±2,4	28,3 ±1,7	5,3 ±4,1	11 ±0,6	12,5 ±4,6
Conv.	46,2 ±0,5	26,1 ±0,9	5,7 ±2,9	10,9 ±1,2	11,1 ±2,6

El menor contenido de materia orgánica de la parcela ecológica se debe a que durante los años previos a su situación actual estuvo dedicada a ensayos de cultivo hortícola intensivo con elevadas dosis de fertilizante mineral y riego, lo que produjo una elevada disminución de los niveles de materia orgánica.

En total se recogieron 20 testigos de suelo estructurado en camisas de PVC de 100 mm de alto por 84 mm de diámetro, en un intervalo entre 20 y 150mm de profundidad. Todos los testigos fueron pesados para determinar su densidad aparente y humedad (Tabla 2). De la parcela Ecol. se recogieron diez testigos, mientras que en la de cultivo convencional se recogieron cinco testigos de la zona Conv. T y otros cinco de la Conv.

Cada columna fue escaneada utilizando un escáner TC iCAT-3D Cone Beam (con una resolución de 0,24 mm voxel). Las imágenes fueron analizadas con el programa ImageJ (Schindelin *et al.*, 2012), para obtener información de la organización de la red de poros mayores de 1 mm. La identificación de los poros se realizó tras la segmentación de las imágenes. Básicamente, la segmentación consiste en asignar los voxeles de un determinado intervalo de intensidades de absorción de rayos-X a un componente del suelo, en este caso a la matriz sólida del suelo o a los poros. Existe una amplia variedad de técnicas la hora de realizar la segmentación, pero según los trabajos de Iassonov *et al.*, (2009) y Jassogne *et al.*, (2007), para la obtención de macroporos con nuestra resolución, el método más satisfactorio es el de la máxima entropía. Con este se obtuvieron las mejores separaciones que con el método de Otsu (Garbout *et al.*, 2013), cuyo uso está más extendido pero que en nuestro caso resultaba poco restrictivo.

Mediante el mismo procedimiento se realizó una segunda segmentación para identificar las raíces, incluyendo en la parte porosa ocupada por raíces vivas o en descomposición.

Después de la segmentación se eliminaron los voxeles aislados y artefactos en el interior de los poros (voxeles matriz suspendidos en el interior de los poros). El porcentaje de macroporos se calculó directamente de la fracción entre el número de voxeles ocupados por poros y el número de voxeles totales. De cada poro identificado se obtuvo el volumen y la superficie de la pared.

La dimensión fractal de la distribución de los poros se obtuvo mediante la técnica de box counting en tres dimensiones (Perret *et al.*, 2003). La dimensión fractal es un indicador de la complejidad de los poros: dimensiones fractales cercanas a cero indican porosidad vesicular desconectada, la unidad corresponde a poros lineales, mientras que los poros tortuosos en un plano tienden a dimensiones fractales cercanas a 2. Finalmente, poros muy complejos y tortuosos en las tres dimensiones del espacio tienen dimensiones fractales entre 2 y 3.

El procedimiento de box counting 3D estima la dimensión fractal de todos los poros de cada testigo de suelo.

A continuación, para examinar la estructura de la red de poros, las imágenes fueron sometidas a un procedimiento de erosión de los poros mediante el cual se obtuvo el esqueleto de la red porosa (Skeletonize 3D). Tras esto, se extrajo la información vectorial del sistema de poros (coordenadas tridimensionales de los extremos de los segmentos de poros y uniones de poros), el número de caminos, las ramas de cada camino, número de conexiones, longitud real LR y distancia euclídea que conecta el inicio y el final de cada camino LEE. Con estos dos últimos parámetros se calculó la tortuosidad de los caminos (Wu et al., 2006) mediante la siguiente fórmula:

$$\tau = LR/LEE \text{ (Eq. 1)}$$

Esta tortuosidad τ se corresponde sólo la parte macroporosa obtenida mediante TC (tortuosidad-TC).

El número de estructuras conectadas en una red de poros puede ser determinada a través del cálculo del número de Euler χ . Al dividir este entre el volumen del testigo de suelo, se obtiene la densidad de interconexiones en el sistema de poros. Un suelo puede presentar una estructura altamente conectada y un número de Euler bajo. Un suelo con menores conexiones presenta un número de Euler más alto.

Finalmente el índice de conectividad se calcula como $1 - \chi$, y la densidad de conectividad (Conn. D) se obtiene dividiendo el número de conexiones entre el volumen de suelo. El algoritmo usado para el cálculo de la conectividad de BoneJ en ImageJ utiliza un método iterativo (Odgaard y Gundersen, 1993). Valores bajos de densidad de conectividad indican estructuras de poros bien conectadas mientras que valores altos indican mayores desconexiones.

Los datos de las tres zonas fueron comparados empleando el test ANOVA con un nivel de significación del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un ejemplo de las imágenes adquiridas mediante CT se muestra en la Figura 1, en la que se puede observar estructuras con menor densidad electrónica (zonas oscuras), que se corresponden con huecos ocupados por aire, agua y materiales orgánicos poco densos. Los tonos más claros indican materiales más densos, principalmente la matrix mineral del suelo. Las manchas blancas corresponden a arenas y gravas de minerales poco alterados.

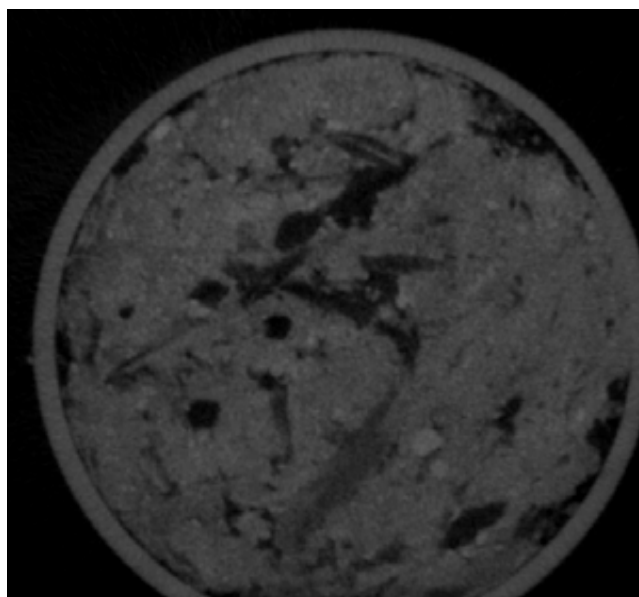


Figura 1: Representación en escala de grises de la absorbancia de rayos-X correspondiente a una sección de 10 X 10 cm de una columna de suelo estructurado obtenida mediante CT (i-CAT 3D-cone beam).

La reconstrucción 3D de las imágenes tomográficas binarizadas permitió visualizar la estructura de los macroporos de los testigos procedentes de los diferentes tipos de manejo. En la Figura 2 se muestran ejemplos representativos de las redes de macroporos. En la zona Conv. sin laboreo (Figura 2B) se observa un elevado número de raíces (color verde) y algunos bioporos en los que predomina la dirección vertical (color azul), forma rectilínea, poca ramificación, y continuidad vertical, es decir, los poros conectan ambos extremos del suelo. Las raíces presentan, en general, un diámetro menor que los macroporos que pueden ser atribuidos a la labor excavadora de las lombrices de tierra.

Los macroporos de la zona Conv. T (Figura 2A) son más tortuosos, posiblemente porque provienen de la intersección de bioporos con los huecos de la fragmentación causada por el laboreo. Esta zona presenta, además, restos de rastrojos enterrados y fragmentos de raíces con diversas orientaciones, pero en una proporción mucho menor que en el suelo Conv. sin laboreo. Otra característica importante del laboreo es la supresión de la continuidad de los poros: todas las muestras de la zona Conv. T presentan una zona con una menor densidad de poros por debajo de 5 cm de profundidad, la cual puede ser atribuida a la destrucción de los macroporos por acción del rotavator.

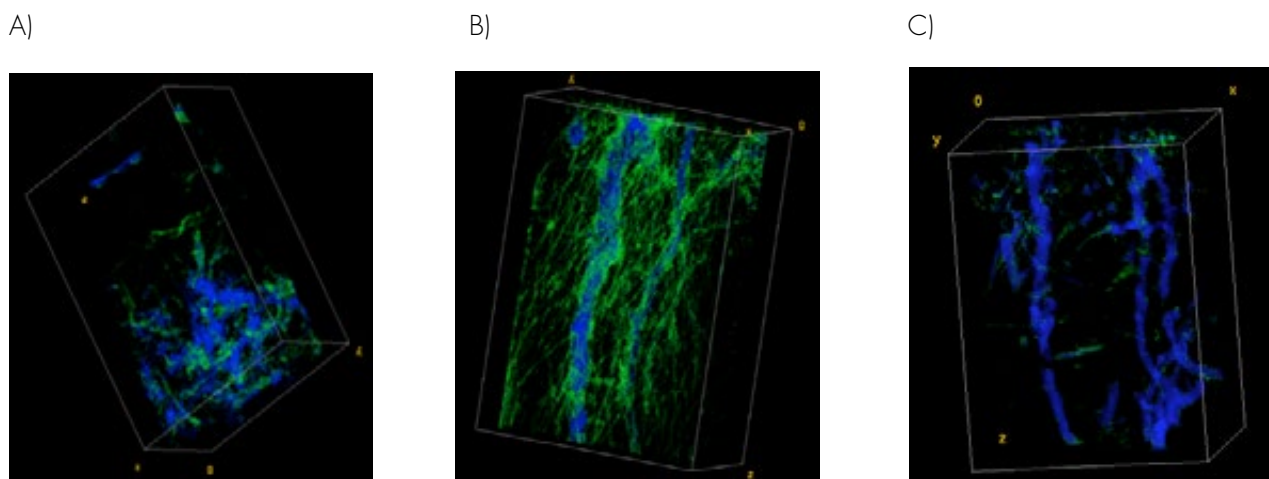


Figura 2: Representación en falso color de las reconstrucciones 3D de las redes de poros de suelos con una resolución de 0,24 mm. La parte porosa está representada por las zonas azules, mientras que las verdes indican las raíces. Cada una de las imágenes corresponde a uno de los tres tratamientos A) Conv. T.; B) Conv.; y C) Ecol.

Finalmente, en la zona de cultivo ecológico (Figura 2C) se puede observar la presencia de bioporos en forma de una red de tubos de entre 1 y 5 mm, que presentan una orientación predominantemente vertical y que están interconectados por segmentos horizontales. Este tipo de arquitectura de macroporos puede asociarse con una mayor actividad de lombrices de tierra con respecto a los sistemas de cultivo convencionales. Además de los bioporos creados por las lombrices, también aparecen algunos fragmentos de rastrojo y raíces dispersos en diversas orientaciones. La cantidad de rastrojo en este caso es mucho menor que en las zonas de cereal debido a que el cultivo precedente fue parcialmente de escarda (zanahoria recolectada manualmente) y se retiró todo el rastrojo de la col para el control de las plagas.

Los efectos del manejo de suelo sobre las variables relacionadas con la arquitectura del suelo se muestran en la Tabla 2. El análisis estadístico no pudo demostrar efectos del manejo sobre la macroporosidad CT. Esto se debe a la elevada variación intragrupo de la macroporosidad de la zona ecológica y la causa es, en último término, la variación espacial de la situación de los bioporos. Así, aparecen elevadas porosidades en algunos testigos, mientras que en otros la macroporosidad es mucho menor.

Los efectos significativos corresponden a parámetros descriptores de la estructura y arquitectura del esqueleto de los poros suelo: densidad aparente, número de caminos, número medio de ramas y de uniones entre poros,

longitud media de las ramas de los poros, dimensión fractal y tortuosidad CT ($F = 3,936$; g.l. = 9-4; $p \leq 0,05$). Las mayores diferencias pueden estar originadas por los efectos del laboreo en la parcela de cultivo convencional. Por ejemplo, las columnas de la zona Conv. presentaron un mayor número de caminos (678 ± 173), con menos tortuosidad CT ($1,17 \pm 0,03$), ramas más grandes ($3,79 \pm 0,24$ mm) y una mayor densidad aparente ($1,51 \pm 0,04$ g cm⁻³). Los testigos de la zona Conv. T. presentaron un menor número de caminos (291 ± 45), más tortuosos ($t = 1,22 \pm 0,013$), con ramas más cortas ($2,71 \pm 0,12$ mm) y menor densidad aparente ($1,43 \pm 0,07$ g cm⁻³).

Zona	Nº testigo	Macro-porosidad CT (%)	Tortuosidad CT*	Nº caminos*	Longitud media de rama (mm)*	ρ_b (g/cm ³)*	Dimensión fractal *
Conv.T.	6	2,42	1,235	266	2,69	1,43	2,06
	12	4,8	1,221	358	2,86	1,53	2,16
	14	7,19	1,211	312	2,71	1,36	2,27
	16	2,68	1,219	275	2,77	1,44	2,10
	18	5,91	1,201	245	2,54	1,37	2,04
Conv.	2	2,18	1,158	859	3,69	1,54	1,33
	4	8,7	1,200	418	3,63	1,50	1,49
	5	6,58	1,189	692	3,61	1,49	1,92
	7	5,12	1,193	617	4,19	1,45	1,89
	11	2,36	1,132	803	3,86	1,56	1,11
Ecol.	1	8,4	1,244	245	4,11	1,42	2,30
	3	8,95	1,226	610	2,46	1,44	2,30
	8	7,7	1,212	251	2,92	1,43	2,31
	9	7,59	1,201	478	2,88	1,47	2,44
	10	7,05	1,216	832	2,42	1,41	2,29
	13	2,71	1,222	341	2,96	1,45	1,89
	15	4,1	1,212	648	2,58	1,43	2,27
	17	1,91	1,173	595	2,73	1,52	2,20
	19	1,44	1,179	527	3,10	1,51	1,83
	20	1,33	1,176	627	3,04	1,48	1,96

* Parámetros que muestran diferencias significativas por zonas con nivel de significación F-test ($P < 0.05$)

Tabla 2: Indicadores de la arquitectura de macroporos en 20 testigos de suelo inalterado.

Los testigos extraídos de la parcela ecológica comparten características a los otros tratamientos, observándose grandes diferencias dentro del grupo.

Como ya se explicó, estos datos se obtuvieron considerando los huecos de las raíces como parte de la red macroporosa. En el caso de no incluir los huecos de las raíces la macroporosidad de TC de la zona Conv. sería prácticamente nula.

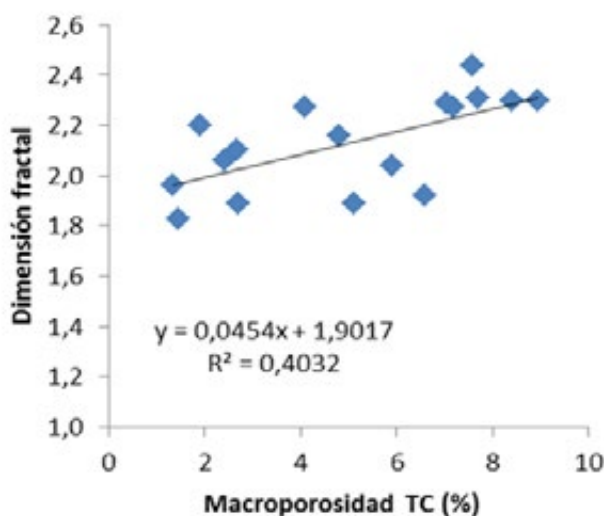


Figura 3: Relación entre macroporosidad y dimensión fractal para los testigos de suelo con una dimensión fractal mayor de 1,5. El nivel de significación para el coeficiente de correlación de Pearson $R = 0,635$ para 17 observaciones (15 g.l.) es significativo.

El intervalo de variación de la dimensión fractal es mayor que el encontrado en otros suelos con características similares, como por ejemplo los de Perret *et al.*, (2003). La dimensión fractal llegó a un valor mínimo 1,11 en un testigo que se caracterizó por tener una porosidad formada por tubos paralelos que tuvieron su origen en las raíces fasciculadas del cereal, similar a Figura 2B. Las estructuras paralelas se caracterizan por tener dimensiones muy parecidas a la línea recta. En el extremo superior de la distribución se observa una dimensión fractal de 2,44. Valores altos de la dimensión fractal coinciden con elevadas macroporosidades con una correlación significativa para los valores de dimensión fractal superiores a 1,5. Esta relación sugiere que una mayor complejidad de la red de poros está asociada a una macroporosidad mayor, y esto es válido independientemente del tipo de manejo.

CONCLUSIONES

Se obtuvo información de la arquitectura de la red de macroporos de suelo estructurado sometido de tres tipos de manejo, determinando su distribución de tamaños y organización espacial. Se encontraron poros preferenciales que conectan verticalmente las columnas de suelo. Los bioporos verticales, formados tanto por anélidos como por las raíces de las plantas, conectan el suelo verticalmente en toda la escala de observación.

Los indicadores de la estructura de los macroporos difieren estadísticamente en función del tipo de prácticas agrícolas. Esto tiene importancia en cómo se organiza tanto el hábitat del suelo como los flujos de agua, nutrientes, metabolitos y sustancias fitoquímicos, y son parámetros que pueden ser empleados para tratar de establecer asociaciones entre estructura y función del suelo y las prácticas de manejo.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Desenvolvemento Agrogandeiro del INORDE, Xinzo de Limia (Ourense) por las operaciones de cultivo en sus fincas experimentales, al personal de la unidad de arqueometría RIADIT y la facultad de Odontología de la Universidad de Santiago por los servicios de tomografía computerizada. Estos trabajos están financiados por el centro de Investigaciones Agroambientales y Alimentarias CIA3, financiado con los fondos para I+D+i de la Xunta de Galicia-FEDER.

BIBLIOGRAFÍA

- deJonge, L.W.; Moldrup, P.M. y Schjønning, P. 2009. Soil Infrastructure, Interfaces and Translocation Processes in Inner Space ("Soil-it-is"): towards a road map for the constraints and crossroads of soil architecture and biophysical processes. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 6: 2633–2678.
- Garbout, A.; Munkholm, L.J. y Hansen, S.B. 2013. Tillage effects on topsoil structural quality assessed using X-ray CT, soil cores and visual soil evaluation. *Soil Tillage Res.*, 128: 104–109.
- Iassonov, P.; Gebrenegus, T. y Tuller, M. 2009. Segmentation of X-ray computed tomography images of porous materials: A crucial step for characterization and quantitative analysis of pore structures. *Water Resour. Res.*, 45(9): W09415 1-12.
- Jassogne, L.; McNeill, A. y Chittleborough, D. 2007. 3D-visualization and analysis of macro- and meso-porosity of the upper horizons of a sodic, texture-contrast soil. *Eur. J. Soil Sci.*, 58: 589–598.
- Jury, W.A.; Or, D.; Pachepsky, Y.; Vereecken, H.; Hopmans, J.W.; Ahuja, L.R.; Clothier, B.E.; Bristow, K.L.; Kluitenberg, G.J.; Moldrup, P.; Šimůnek, J.; Th. van Genuchten, M. y Horton, R. 2011. Kirkham's Legacy and Contemporary Challenges in Soil Physics Research. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 75: 1589.
- Odgaard, A. y Gundersen, H.J.G. 1993. Quantification of connectivity in cancellous bone, with special emphasis on 3-D reconstructions. *Bone* 14: 173–182.
- Pachepsky, Y.; Radcliffe, D. y Selim, H.M. 2003. *Scaling methods in soil physics*. CRC Press, Boca Raton.
- Perret, J.S.; Prasher, S.O. y Kacimov, A.R. 2003. Mass fractal dimension of soil macropores using computed tomography: from the box-counting to the cube-counting algorithm. *Eur. J. Soil Sci.*, 54: 569–579.
- Ritz, K. y Young, I. 2011. *The Architecture and Biology of Soils: Life in Inner Space*. CABI Wallingford, England.
- Muñoz, F.J.; San José Martínez, F.; y Caniego, F.J. 2014. Fractal Parameters of Pore Space From CT Images of Soils Under Contrasting Management Practices, *Fractals*, 22(3): 1440011 1-9.
- Schindelin, J.; Arganda-Carreras, I.; Frise, E.; Kaynig, V.; Longair, M.; Pietzsch, T.; Preibisch, S.; Rueden, C.; Saalfeld, S.; Schmid, B.; Tinevez, J.-Y.; White, D.J.; Hartenstein, V.; Eliceiri, K.; Tomancak, P. y Cardona, A. 2012. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nat. Methods*, 9: 676–682.
- Wu, Y.S.; van Vliet, L.J.; Frijlink, H.W. y van der VoortMaarschalk, K. 2006. The determination of relative path length as a measure for tortuosity in compacts using image analysis. *Eur. J. Pharm. Sci.*, 28: 433–440.

PRÁCTICAS REGENERATIVAS. CALIDAD DEL SUELO COMO ELEMENTO CLAVE PARA LA RENTABILIDAD DE LAS EXPLOTACIONES

Imaz MJ^{***}, Arranz J^{*}, Kormenzana M^{*****}, Epelde L^{*}, Enrique A^{****}, Ruiz R^{*}, Apesteguía M^{**}, Sáez JL^{**}, Mandaluniz N^{*}

*Instituto Vasco de Investigaciones Agrarias (NEIKER); nmandaluniz@neiker.eus

**Instituto Navarro de Tecnología e Infraestructuras Agrarias (INTIA)

***Agencia Desarrollo Local Urduñederra. Burdin n° 2. Orduña 48460; ekoizpen@urduna.com

****Universidad Pública Navarra (UPNA). Arrosadía s/n 31006 Pamplona; aenrique@unavarra.es

*****Asociación de ganaderos y ganaderas Bedarbide

RESUMEN:

En junio de 2013 comienza el proyecto Life Regen Farming, de la mano de tres socios: Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario- Neiker, Instituto Navarro de Tecnología e Infraestructuras Agrarias- INTIA y La Agencia de Desarrollo Local- Urduñederra. Este proyecto trata de monitorizar el impacto de las prácticas de manejo regenerativas en la calidad del suelo, en la producción/calida vegetal y en la producción de leche y/o carne. La implementación de las prácticas regenerativas se llevan a cabo en dos rebaños experimentales (Neiker e INTIA) de ovino de leche uno de ellos ecológico y en cuatro explotaciones ganaderas ecológicas comerciales localizadas en Orduña y socias de la Asociación de ganaderos y ganaderas Bedarbide (Asociación que lleva años trabajando sobre la base de la investigación acción participativa). Para la monitorización se seleccionan indicadores de calidad/salud de suelo, así como parámetros vegetales y animales. Estos indicadores contemplan un conjunto mínimo de indicadores ambientales, sociales y económicos.

De los parámetros estudiados los que han mostrado una respuesta significativa al cambio en el manejo de la explotación han sido los indicadores de la calidad del suelo. Concretamente indicadores relacionados con la calidad de la materia orgánica. Los resultados han sido diferentes en los tres lugares de ensayo. La situación de partida, más o menos degradada, influye en la respuesta del sistema al cambio en el manejo y por lo tanto en la respuesta de los indicadores de calidad del suelo.

El objetivo de este trabajo es presentar y discutir los resultados de los tres lugares de ensayo, y relacionar los indicadores de calidad del suelo con los indicadores económicos de la explotación ganadera

Palabras clave: acción participativa, agricultura regenerativa, calidad del suelo, ganadería ligada a la tierra, investigación.

INTRODUCCIÓN

Las prácticas regenerativas contempladas en la propuesta de la agricultura regenerativa (AR) tienen como objetivo entre otros, incidir en la calidad y salud del suelo para mejorar aspectos de la producción de pastos y forrajes, minimizando o prescindiendo del uso de insumos externos que mejoren la fertilidad del suelo para ello, reciclando y reutilizando los residuos generados en la propia actividad ganadera. La AR proporciona la base para el desarrollo de la actividad ligada a la tierra y la transición hacia la ganadería ecológica.

Por otro lado, la AR también promueve prácticas como la siembra directa, promoviendo la cubierta vegetal continuada en las praderas/pastos, con consecuencias medioambientales directas. Entre ellas, se incrementa la fijación de carbono en los propios pastos y además se reduce la erosión por no mover la tierra.

Las prácticas regenerativas además de minimizar el uso de insumos externos contribuyen al aumento la autonomía de la explotación en varios aspectos, aumento de la producción de pastos y forrajes y permite recuperar prácticas ecológicas tradicionales abandonadas. La AR incide por lo tanto de manera integral en la explotación mejorando aspectos ambientales, económicos y sociales.

La AR resulta una herramienta con la que poder conectar con ganaderos y ganaderas ya que desde su definición propone prácticas agrarias que los y las ganaderas conocen bien por ser en parte tradicionales y por suponer la base de la rentabilidad de sus actividades. La AR a través de propuestas concretas hace hincapié en aspectos que son la clave de la agricultura ecológica de ahí que la AR esté siendo una propuesta práctica que esté facilitando la transición hacia la agricultura ecológica.

La AR debe ir acompañada de otro marco de trabajo para que la transición ecológica sea real, este marco es el de la Investigación Acción Participativa (IAP), espacio en el que ganaderos y ganaderas, los centros de investigación, y las estructuras de desarrollo rural trabajan conjuntamente.

En algunas comarcas en las que se ha apostado por el desarrollo ecológico, la AR y la IAP han sido las herramientas que han propiciado la conversión de las explotaciones ganaderas a la ganadería ecológica (Imaz *et al.*, 2014).

Dentro de la AR las prácticas de manejo que están dando mejores resultados son las diferentes modalidades de pastoreo dirigido/regenerativo. Se trata de una práctica que en muchas zonas no son nuevas pero que se habían dejado de practicar por diversos motivos.

El uso de los animales para la gestión y manejo de los pastos está dando resultados muy satisfactorios y está abriendo las posibilidades de aprovechamiento de ciertos recursos que el manejo mecanizado había llevado a su abandono. En un contexto en el que la falta de tierra y las dificultades de acceso son los principales limitantes de la conversión a la ganadería ecológica es importante recuperar manejos tradicionales, adaptarlos al conocimiento actual para que las explotaciones ganaderas aumenten su superficie pastable.

La AR más allá de la producción ecológica de leche y carne está facilitando el camino hacia la producción base a pasto, principalmente de producción de carne si insumos externos y en base a los recursos propios de la explotación.

También hay que destacar el papel en aspectos sociales que está desempeñando AR, está facilitando el acercamiento por parte de las estructuras de investigación y de desarrollo rural de la agricultura ecológica al sector ganadero, ya que el impacto de las prácticas regenerativas las monitoriza combinando métodos cuantitativos y cualitativos facilitando así la transferencia de los resultados.

El Objetivo de este trabajo es presentar los resultados de la monitorización de parámetros de calidad del suelo del proyecto LIFE REGEN FARMING (www.regenfarming.eu) para lo que se han empleado diferentes técnicas con el fin de obtener datos interpretables por los diferentes agentes implicados en el proyecto.

El Proyecto LIFE REGEN FARMING comienza en Junio de 2013, los socios participantes son Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario- NEIKER, Instituto Navarro de Tecnología e Infraestructuras Agrarias- INTIA y La Agencia de Desarrollo Local- Urduñederra, y trata de implementar las prácticas regenerativas en tres localizaciones agroclimáticas y con ganadería diferentes, y monitorizar el impacto económico social y ambiental de las mismas a través de parámetros de calidad del suelo, económicos y sociales.

Este trabajo se centra en los resultados de monitorización de la calidad del suelo del muestreo de 2014.

MATERIAL Y MÉTODOS

MATERIAL

La localización de los ensayos son la Granja Modelo de Arkaute (de NEIKER-Araba), Roncesvalles (de INTIA-Navarra) y Orduña (de socios y socios de Urduñederra- Bizkaia).

Zona estudio	Ubicación	Altitud	Lluvias	Tª media	Socio
Arkaute	País Vasco	600 m	760 mm	11 °C	NEIKER
Roncesvalles	Navarra	940 m	2200 mm	9 °C	INTIA
Orduña	País Vasco	200-400 m	1000 mm	12 °C	Urduñederra

Tabla 1. Características de las zonas de ensayo y demostración.

Arkaute: Finca experimental de Ovino de leche (NEIKER).

Roncesvalles: Finca Experimental de Ovino de leche ecológico (INTIA).

Orduña: Cuatro explotaciones comerciales de vacuno de carne ecológico. (BEDARBIDE).

El diseño experimental es el mismo en las tres localizaciones con algunas diferencias en el caso de Orduña por tratarse de fincas de explotaciones ganaderas comerciales. En las tres localizaciones se han realizado comparaciones ente el pastoreo dirigido/regenerativa y el pastoreo abierto/libre.

El plan de pastoreo se elaboró previa la estación de pastoreo, y fue adaptado a las condiciones específicas de cada lugar de experimentación y las comparaciones se han realizado entre estos dos tratameinto y para cada una de las zonas.

La situación de partida de cada lugar de experimentación es diferente:

- Arkaute: finca experimental de ovino de leche convencional, anteriormente al proyecto no se desarrollaba ninguna práctica regenerativa,
- Roncesvalles: finca experimental de ovino de leche bajo certificado ecológico que realizaba pastoreo dirigido antes del inicio del proyecto, y
- Orduña: explotaciones comerciales que habían comenzado con algunas prácticas regenerativas antes del proyecto.

MÉTODOS

Se ha realizado un muestreo de caracterización de suelos al inicio del proyecto (primavera de 2013) y muestreos anuales (2014-2015-2016) de monitorización una vez implementadas las diferentes prácticas.

El diseño del muestreo empleado ha sido el propuesto en protocolo de muestreo de suelos para la certificación de cambios en el stock de carbono orgánico en los suelos minerales de la Unión Europea (Stolbovoy *et al.*, 2007).

Los parámetros del suelo presentados en este trabajo son el Contenido total de C orgánico y contenido de C orgánico en la fracción particulada.

Los métodos utilizados han sido por un lado técnicas de muestreo cuantitativas (Walkley & Black) y por otro técnicas cualitativas (Cromatografía de suelos- Restrepo, 1995) suelos.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados han sido diferentes en función de la localización, debido a las particularidades agroclimáticas de cada zona, del tipo de ganadería así como del historial previo a la implementación del proyecto.

Como ejemplo, los primeros datos resultantes del muestreo de la primavera de 2014 en Orduña indicaron cambios en la calidad del suelo favorables al pastoreo dirigido y es la materia orgánica particulada (POM) la que muestra diferencias entre tratamientos. Estas diferencias onservadas en los parámetros determinados en el laboratorio van acompañadas por diferencias en los cromatogramas de suelo realizadas con los y las ganaderas responsables de las explotaciones coemrciales participantes en el proyecto.

Este indicador de la calidad del suelo reconocido y aceptado como un indicador precoz e integrador en la evaluación de la calidad del suelo puede ser clave en este tipo de estudios.

Visto estos resultados se procedió a determinar la POM en las otras dos localizaciones Arkaute y Roncesvalles. En estas dos localizaciones no se observaban diferencias significativas en la POM entre el pastoreo dirigido/regenerativo y abierto/libre, aunque sí una tendencia a favor del pastoreo dirigido tanto en la POM como en otros parámetros relacionados con la calidad de la materia orgánica.

En el caso de Roncesvalles cabía esperar que no hubiera diferencias significativas ya que el punto de partida del ensayo, diez años de práctica ecológica, estaba caracterizada por una situación óptima en cuanto a calidad del suelo.

En el caso de Arkaute los resultados muestran una gran variabilidad entre parcelas, motivo por el cual no llegan a mostrar diferencias significativas. Por otro lado, un año desde el comienzo de la implementación de prácticas regenerativas puede que no haya sido suficiente para empezar a ver estas diferencias en las otras zonas de estudio.

El hecho de que las diferencias significativas entre tipos de pastoreo se hayan obtenido en Orduña tiene especial importancia en este proyecto, por ser la localización en la que se están implementando las prácticas regenerativas a través de un proceso de IAP.

CONCLUSIONES

Si bien el tiempo de ensayo no ha sido lo suficiente para esperar diferencias significativas, el cambio en el manejo de las praderas está indicando cambios en el contenido y calidad de la materia orgánica tanto en los resultados cuantitativos como cualitativos. La materia orgánica resulta ser uno de los indicadores de la calidad del suelo más significativos, el valor de este indicador no está solo en su función para mostrar diferencias entre tratamiento sino en ser un indicador fácil de entender para las y los ganaderos participantes en el proyecto. Este último es un aspecto clave en el éxito de los procesos de IAP.

REFERENCIAS

- Imaz MJ, Elorduy A, Albizuri L, Cormenzana M, Virto I. 2014. Diez años de desarrollo agroecológico de Orduña. Agricultura y Ganadería Ecológica (ISSN: 2172-3117) 18:50
- Stolbovoy, V., Montanarella, L., Filippi, N., Jones, A., Gallego, J., & Grassi, G., 2007. Soil sampling protocol to certify the changes of organic carbon stock in mineral soil of the European Union. Version 2. EUR 21576 EN/2. 56 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. ISBN: 978-92-79-05379-5

DINÁMICA DEL NITRÓGENO EN UNA ROTACIÓN CAUPI-BRÓCOLI: INFLUENCIA DE LA VARIEDAD Y DE LA PRÁCTICA DE MANEJO

Sánchez-Navarro V*, Zornoza R**, Faz A*, Fernández JA*

*Universidad Politécnica Cartagena (UPTC), ETSIA, Paseo Alfonso XIII, 48, E-30203 Cartagena

**Universidad Córdoba (UCO), Campus Rabanales, Edif Marie Curie, E-14071, Córdoba

RESUMEN:

Este estudio se llevó a cabo en una rotación caupí-brócoli, con el objetivo de evaluar el efecto de dos variedades de caupí (hilo negro e hilo claro) y la aplicación de diferentes prácticas de manejo (convencional y ecológica) en la fertilidad del suelo, emisión de N_2O y producción en un cultivo de brócoli. El experimento se basó en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones en parcelas de 10 m². Las muestras de gas se tomaron una vez por semana usando la técnica de la cámara estática. Las muestras de suelo se tomaron en cada parcela al final de cada ciclo de cultivo, para determinar el contenido en carbono orgánico (CO), nitrógeno total (Nt), NO_3^- , NH_4^+ y actividades enzimáticas. No se observaron diferencias significativas en CO, Nt y actividades enzimáticas por muestreo, variedad o práctica de manejo. NO_3^- y NH_4^+ mostraron valores más altos en el cultivo de caupí. En el cultivo de caupí, el manejo ecológico contribuyó a una mayor producción del cultivo y a una menor emisión de N_2O . La variedad de caupí, así como la práctica de manejo no tuvieron un efecto significativo en la emisión de N_2O en el cultivo de brócoli. La producción del cultivo de brócoli se relacionó positivamente con el contenido en NO_3^- , con valores más altos después de la rotación con la variedad hilo claro bajo práctica de manejo convencional.

Palabras clave: brócoli, emisión de N_2O , fertilidad del suelo, producción.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) tiene un gran interés agronómico debido al establecimiento de su simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno, su resistencia a la acidez, sequía y altas temperaturas (Elhers & Hall 1997), así como por su alto contenido en proteínas y carbohidratos (Hamid *et al.*, 2016).

La introducción de leguminosas en las rotaciones de cultivos ha sido considerada como una alternativa sostenible en la reducción de las necesidades de fertilizantes nitrogenados, incrementando el rendimiento de cultivos posteriores o controlando las malas hierbas (Díaz-Ambrona & Mínguez 2001, Luce *et al.*, 2015). Además, la rotación de cultivos supone otros beneficios como la diversificación de la producción, lo que conlleva a mayores oportunidades de mercado así como a la reducción de los riesgos económicos y climáticos (Zegada-Lizarazu & Monti 2011).

La contribución de N de las leguminosas a cultivos posteriores es difícil de predecir y depende de la leguminosa específica (Peoples *et al.*, 2009), aunque también puede depender del tipo de suelo y las condiciones climáticas (Peoples *et al.*, 2001). El efecto del cultivo de leguminosas en las propiedades físicas y químicas del suelo puede verse normalmente solo a largo plazo (Yusuf *et al.*, 2009). Sin embargo, las actividades enzimáticas del suelo responden mucho más rápidamente a los cambios en el manejo del suelo y proporcionan un indicador sensible de la materia orgánica (García *et al.*, 2000), el cuál es el centro de la función y calidad del suelo (Zhao *et al.*, 2016).

Es importante destacar que los cultivos de leguminosas también pueden producir emisiones de N_2O a través de la liberación de N por los exudados de la raíz (Wichern *et al.*, 2008), el cuál puede ser nitrificado o desnitrificado, (Snyder *et al.*, 2009) e incluso por la capacidad de algunos rizobios para la desnitrificación directa (O' Hara & Daniel 1985). Realmente, el efecto de las leguminosas en las emisiones de N_2O no está totalmente comprendido y requiere más estudio. A su vez, hay que controlar la dinámica del nitrógeno en la rotación de

cultivos para evaluar si realmente las leguminosas contribuyen eficazmente en la disponibilidad de N en cultivos posteriores, o parte se pierde por las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que conlleva a efectos negativos sobre el calentamiento global.

La comparación de un cultivo convencional de leguminosas respecto al ecológico ofrece la posibilidad de evaluar su efecto en la fertilidad del suelo, el rendimiento del cultivo y la contaminación del medio ambiente a través de las emisiones de N_2O . La exclusión de pesticidas y fertilizantes minerales en el cultivo ecológico puede conducir a un menor impacto ambiental, pero introduce problemas de malezas y de control de plagas (Sooby *et al.*, 2007). Además, los cultivos ecológicos normalmente producen menos en comparación con los cultivos convencionales, por lo que hay que contar con más terreno para producir la misma cantidad de producto (Smith *et al.*, 2007).

La mayoría de los trabajos al respecto se han centrado en el efecto positivo del cultivo de leguminosas, como el caupí, en cultivos posteriores, siendo los cereales los cultivos más estudiados (Yusuf *et al.*, 2009, De Antoni Migliorati *et al.* 2015, Luce *et al.*, 2015). También se han realizado estudios a fondo sobre los tipos de proteínas de las semillas y los perfiles de aminoácidos en cultivos de caupí (Aremu *et al.*, 1990, Vasconcelos *et al.* 2010). Sin embargo, poco se sabe sobre el efecto del cultivo de leguminosas de verano tales como el caupí, en cuanto a calidad del suelo en un cultivo posterior de hortalizas de invierno, así como las posibles emisiones de N_2O bajo condiciones mediterráneas. Como consecuencia de ello, hemos diseñado un experimento con dos variedades de caupí en rotación con brócoli, bajo prácticas de manejo convencional y ecológico. Los objetivos principales de este estudio fueron evaluar el efecto de diferentes variedades de caupí y prácticas de manejo en: i) calidad y fertilidad del suelo; ii) rendimiento de los cultivos y parámetros de calidad; y iii) emisiones de N_2O .

Nuestra hipótesis se centra en que la asociación leguminosas-rizobios podría incrementar la disponibilidad de N a través de la fijación biológica del nitrógeno, con incrementos en las actividades microbiológicas y emisiones de N_2O , así como efectos positivos en el rendimiento y calidad del cultivo de brócoli. La adopción de la práctica de manejo ecológico puede ofrecer una buena alternativa en la reducción de las emisiones de N_2O a pesar de posibles reducciones en rendimiento del cultivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar de estudio y diseño experimental

Este estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Agraria de la Universidad Politécnica de Cartagena, ubicada en La Palma (Cartagena) ($37^{\circ} 41' N$ $0^{\circ} 57' E$). El experimento de campo fue diseñado en bloques completos al azar con cuatro réplicas y parcelas de 10 m². El 29 de mayo de 2014 se sembraron dos variedades de caupí (Hilo negro e Hilo claro), cuyo cultivo finalizó el 13 de agosto de 2014. Después del cultivo del caupí, el suelo se preparó para un cultivo de brócoli dando solo una labor superficial en la misma dirección de los surcos y reformando las mesas de cultivo. El brócoli fue trasplantado el 13 de noviembre de 2014 y su cultivo finalizó el 26 de febrero de 2015. Ambos cultivos se establecieron bajo riego por goteo con dos prácticas de manejo: convencional y ecológica. En el cultivo de caupí se dejaron algunas parcelas en barbecho para evaluar el efecto de la rotación con la legumbre en ambas prácticas de manejo. A su vez, en el cultivo de caupí, se evaluó la fijación biológica de nitrógeno (FBN) utilizando algodón (*Gossypium herbaceum* L.) como planta de referencia no fijadora de nitrógeno, también bajo riego por goteo.

La zona de cultivo se caracteriza por un clima mediterráneo semiárido. Las condiciones climáticas durante el cultivo de caupí fueron las siguientes: temperatura mínima del aire de 17,5°C, temperatura media del aire de 23,9°C, temperatura máxima del aire de 26,7 °C y precipitaciones de 13,2 mm. Las condiciones climáticas durante el cultivo de brócoli fueron: temperatura mínima del aire de 5,7 °C, la temperatura media del aire de 11,6 °C, temperatura máxima del aire de 18,0 °C y precipitaciones de 25,2 mm. El suelo es un Calcisol háplico (IUSS 2014) con textura franco arcilloso. Las principales características del suelo se muestran en el cuadro 1.

Parámetros	
pH	8.40±0.06
CE (μScm^{-1})	329±48
MOS (%)	2.3±0.1
Nt (g kg^{-1})	0.75±0.05
Densidad (g cm^{-3})	1.01±0.03
CIC (cmol+ kg^{-1})	7.8±1.2
CaCO ₃ (%)	30.2±1.2
Arcilla (%)	34.5±0.16
Limo (%)	21.3±1.06
Arena (%)	44.2±0.92

Cuadro 1: Principales características del suelo. Los valores son la media \pm desviación estándar ($n=4$)
 CE: conductividad eléctrica; MOS: materia orgánica del suelo; CIC: capacidad de intercambio catiónico;
 Nt: nitrógeno total

Una aplicación superficial de 16.000 kg ha^{-1} de estiércol ovino y caprino se llevó a cabo en todas las parcelas antes de la siembra y la plantación. La siembra de semillas de caupí, y plantación de brócoli y algodón se llevó a cabo con una separación de 100 cm entre hileras y 20 cm entre plantas (5 plantas m^2). No se dio tratamiento con herbicidas, y los cultivos se mantuvieron libres de malezas usando una azada cuando fue necesario.

La aplicación de los fertilizantes en las parcelas de caupí comenzó tres semanas después de la siembra y se extendió durante 42 días. En los cultivos de caupí y algodón se aplicaron 30 kg ha^{-1} de N y 2,4 kg ha^{-1} de P₂O₅. Estas cantidades se adicionaron como nitrato de amonio (33,5% N) y fosfato monoamónico (12% N, 61% P₂O₅) en el manejo convencional, y usando un fertilizante ecológico comercial (Bombardier, Agroquímicos los Triviños, España; 10,7% p/v N, 0,7% p/v de P₂O₅) en el manejo ecológico. En el cultivo de brócoli se aplicaron 250 kg ha^{-1} N, 100 kg ha^{-1} de P₂O₅ y 300 kg ha^{-1} K₂O. Estas cantidades se adicionaron en forma de nitrato de amonio (33,5% N), fosfato monoamónico (61% P₂O₅, 12% N) y sulfato de potasio (50% p/v K₂O, 18% S) en el manejo convencional, y usando un fertilizante ecológico comercial (Heronatur; Herogra fertilizantes, España; 4% p/v N, 2% p/v de P₂O₅ y 8% p/v K₂O) en el manejo ecológico.

Se realizaron tres muestreos de suelo: el primer muestreo se llevó a cabo al comienzo del experimento antes de la siembra caupí (2 de abril de 2014); el segundo en la cosecha del caupí (madurez fisiológica con semillas secas, 13 de agosto de 2014) y el tercero en la cosecha de brócoli (momento en el diámetro de la cabeza era superior a 13 cm, 26 de febrero de 2015). Todas las parcelas fueron muestreadas a una profundidad de 0-30 cm. Se tomaron tres muestras de suelo al azar por parcela, las cuales fueron homogeneizadas para obtener una muestra compuesta. Las muestras fueron secadas al aire durante 7 días, se tamizaron con una luz < 2 mm y se almacenaron a temperatura ambiente hasta su análisis. Las actividades enzimáticas se midieron en muestras secadas al aire ya que estas propiedades de los suelos semiáridos mediterráneos son estables en dichas condiciones (Zornoza *et al.*, 2009).

El muestreo de plantas se llevó a cabo en el momento de la cosecha. Se arrancaron cuidadosamente tres plantas por parcela para obtener las raíces sin dañar, y se separaron en raíz, parte aérea, nódulos y semillas de caupí, y tallo y raíz para el algodón. En el brócoli sólo se tomaron muestras de la pella. El rendimiento del cultivo del caupí se determinó mediante la recogida continua y el peso de todas las vainas en cada parcela cuando las semillas estaban secas. El rendimiento del cultivo de brócoli se determinó mediante la recolección y peso de las pellas cuando alcanzaron un diámetro superior a 13 cm. Además, se registraron los siguientes parámetros en caupí: contenido en proteína de las semillas (%), número de vainas por planta, peso de 100 semillas, peso húmedo y seco de parte aérea y raíz. En el caso del brócoli se midieron el diámetro de la pella y el diámetro del tronco.

Durante el ciclo de rotación caupí-brócoli, se tomaron muestras de gas una vez a la semana entre las 9:00 am y 1:00 pm para medir las emisiones de N_2O . El procedimiento experimental básico utilizado en este estudio fue la técnica de la cámara de gas estático, con un diámetro de 30 cm y una altura de 37 cm de policarbonato, con un septum en la parte superior para el muestreo. Las cámaras se insertan en el suelo a una profundidad de 10 cm. Las muestras de gas se recogieron a 0,30 y 60 min después del cierre de la cámara, y se almacenaron en contenedores de sangre de 10 ml (vacutainers, Venojet). El N_2O se cuantificó en un cromatógrafo de gases (GC 7890B Agilent Technologies) equipado con un detector de ionización de llama (FID) y un detector de captura de electrones (ECD).

En el análisis de suelo se determinaron los siguientes parámetros: contenido en carbono orgánico del suelo por el método de oxidación húmeda usando $K_2Cr_2O_7$ (Walkey & Black 1934) y la materia orgánica del suelo (MOS) por la aplicación del factor 1.724; el nitrógeno total (Nt) mediante el método de Kjeldahl; (Hoeger 1998); NO_3^- y NH_4^+ se extrajeron con KCl 2 M en relación 1:10 suelo: extractante (Keeny & Nelson 1982). Entonces, NO_3^- se midió mediante cromatografía iónica (Metrohm 861), y NH_4^+ colorimétricamente (Kandeler & Gerber 1988); la actividad β -glucosaminidasa se basó en la determinación de p-nitrofenol liberado después de la incubación con p-nitrofenil- β -D-glucopiranosido a 37 ° C (Parham & Deng 2000) y la actividad ureasa se basó en la determinación de amonio liberado después de la incubación del suelo con de urea a 37°C (Nannipieri *et al.*, 1978).

Para el análisis de plantas, las muestras se secaron al horno (A11 Basic, IKA). El nitrógeno (N) se determinó por el método Kjeldhal (Hoeger 1998) y el carbono orgánico total (COT) por la combustión total. El contenido en proteínas (AOAC 1990) se calculó a partir del N a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de proteína (\%)} = \text{contenido de N (\%)} \times 6,25 \quad (1)$$

Con el fin de determinar la eficiencia de la fijación biológica de nitrógeno (FBN), se utilizó el método de la abundancia natural en N_{15} . El contenido en N_{15} de las muestras de plantas se determinó en el Centro de Isótopos Estables de la Universidad de California-Davis, Davis, CA, EE.UU., CF-IRMS (Europa Scientific, Crewe, Reino Unido). Este método es útil cuando la abundancia de N_{15} en el suelo es mayor que en N_2 atmosférico (0,3663%). Las diferencias (δN_{15}) entre la abundancia de N_{15} en cada muestra y en el N atmosférico se calcularon utilizando la ecuación 2 (Bedard- Haughn *et al.*, 2003).

$$\delta N_{15} = (\% N_{15} \text{ muestra} - 0.3663 / 0.3663) \times 1000 \quad (2)$$

Para calcular la proporción de N derivado de aire (% Ndfa), es necesario conocer la δN_{15} de la leguminosa y la δN_{15} de la planta de referencia no fijadora de N (algodón) cultivada en el mismo suelo que la leguminosa (Ecuación 3) (Unkovich *et al.*, 2008):

$$\% N_{dfa} = (\delta N_{15} \text{ planta de referencia} - \delta N_{15} \text{ leguminosa} / \delta N_{15} \text{ planta de referencia} - B) \times 100 \quad (3)$$

Como valor 'B' se utilizó -1.61, basado en los valores 'B' para caupí de la literatura (31).

La cantidad de N_2 fijado biológicamente por la leguminosa (FBNhb) fue calculado utilizando la ecuación 4 (Unkovich *et al.* 2008).

$$FBNhb \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = (DMY \times NL \times \% N_{dfa}) / 10000 \quad (4)$$

Donde DMY es el rendimiento de biomasa seca de leguminosas en $kg \text{ ha}^{-1}$ y NL es la concentración de N en el rendimiento de biomasa seca.

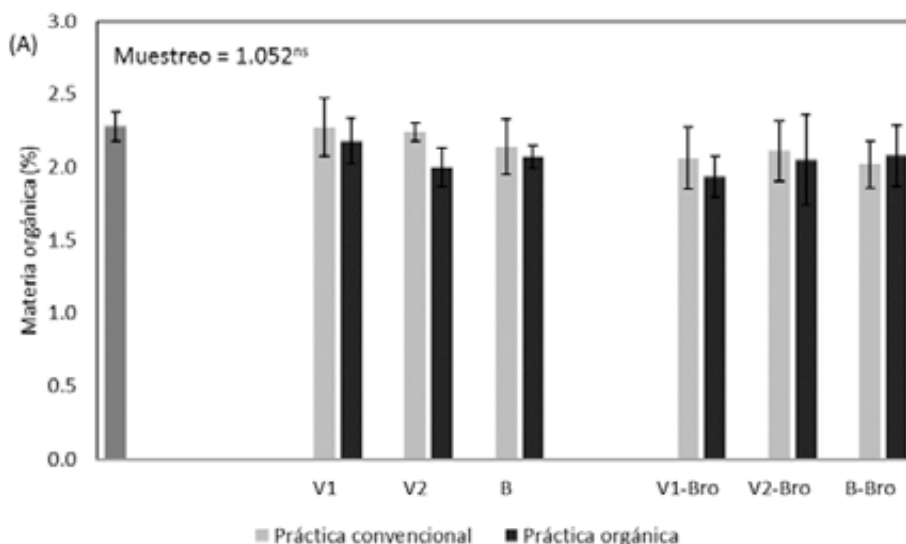
Los datos fueron evaluados para verificar la distribución normal mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y fueron transformados con logaritmos cuando fue necesario para asegurar una distribución normal. Los datos fueron sometidos a un modelo lineal para evaluar las diferencias entre variedades y prácticas de manejo dentro de cada tiempo de muestreo. La separación de medias se realizó según la diferencia significativa verificada de Duncan a $p < 0,05$. Se llevó a cabo otro ANOVA de un factor para evaluar las diferencias entre las fechas

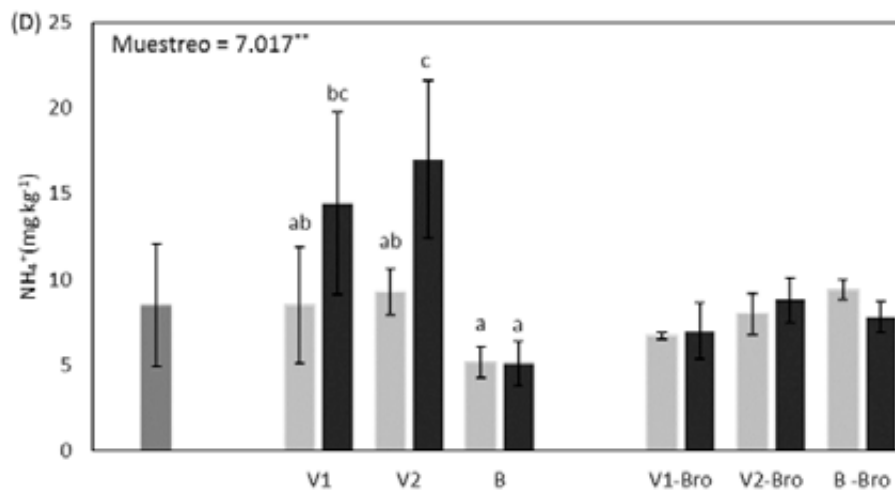
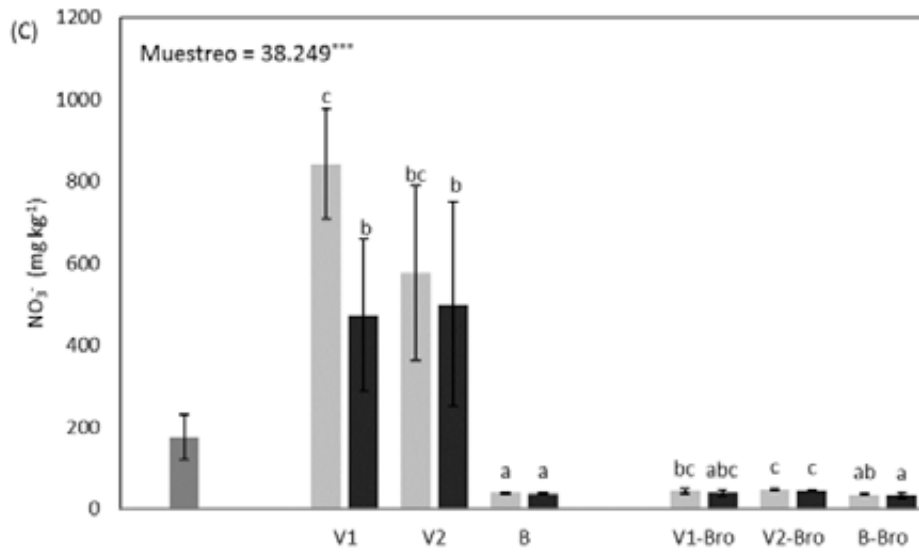
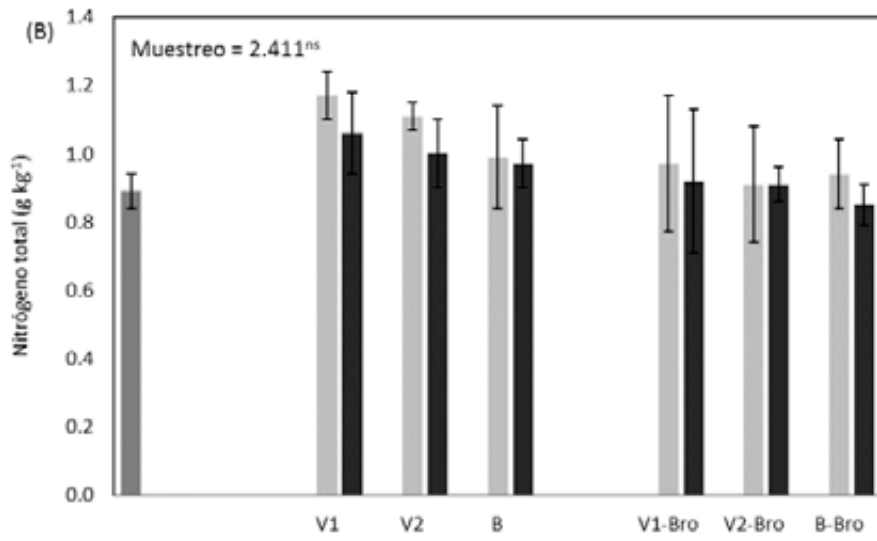
de muestreo en las propiedades del suelo. Las relaciones entre las propiedades fueron estudiadas a través de correlaciones de Pearson. El análisis de regresión lineal múltiple ($Y = + m_1X_1 + m_2X_2 + \dots + m_nX_n + b$) se llevó a cabo utilizando métodos stepwise and backward, para cuantificar la contribución de los parámetros de la planta y las propiedades del suelo en el rendimiento, calidad del cultivo y la FBN. Los análisis estadísticos se realizaron con el software de IBM SPSS para Windows, versión 22.

RESULTADOS

La Figura 1 muestra la evolución de materia orgánica (MOS), nitrógeno total (Nt), contenido en NO_3^- (C) y NH_4^+ en los tres muestreos realizados durante la rotación de cultivos. No se observaron diferencias significativas en la MOS y Nt con respecto al momento del muestreo, variedad o práctica de manejo (Figura 1A, B). Sin embargo, los contenidos de NO_3^- y NH_4^+ mostraron diferencias significativas entre muestreos, con valores más altos en el cultivo de caupí ($p < 0,01$) (Figure 1C, D). El contenido de NO_3^- aumentó significativamente tras el cultivo de caupí en relación con el periodo de barbecho, siendo el valor más alto en la variedad Hilo negro bajo práctica de manejo convencional ($p < 0,001$). Al final de la rotación, el contenido de NO_3^- era todavía mayor en las parcelas de brócoli establecidas en rotación con caupí, en comparación con el brócoli cultivado después de un período de barbecho. El contenido de NH_4^+ aumentó significativamente con el cultivo de caupí bajo práctica de manejo orgánica en ambas variedades al final del ciclo de caupí (Figura 1D). Sin embargo, no hubo diferencias en el contenido de NH_4^+ en el final del ciclo de brócoli.

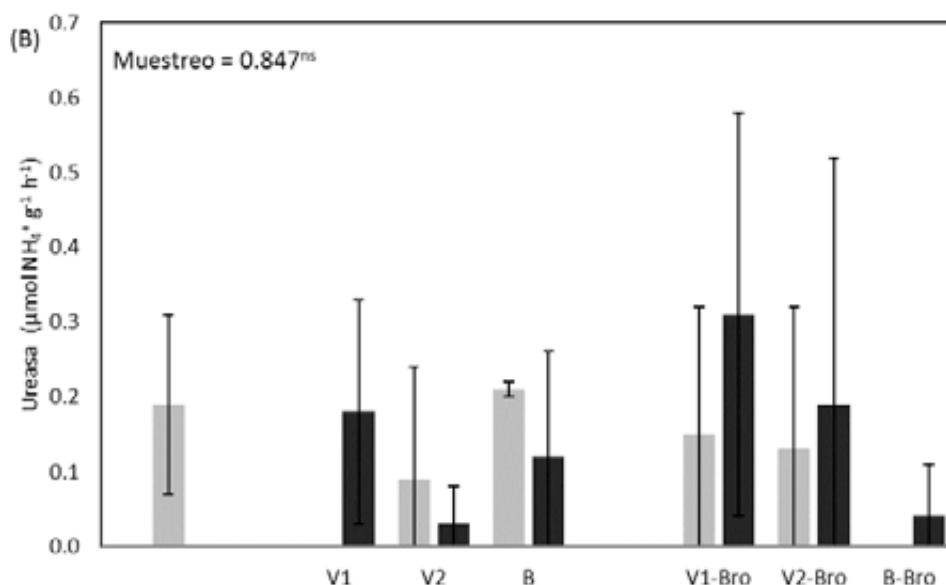
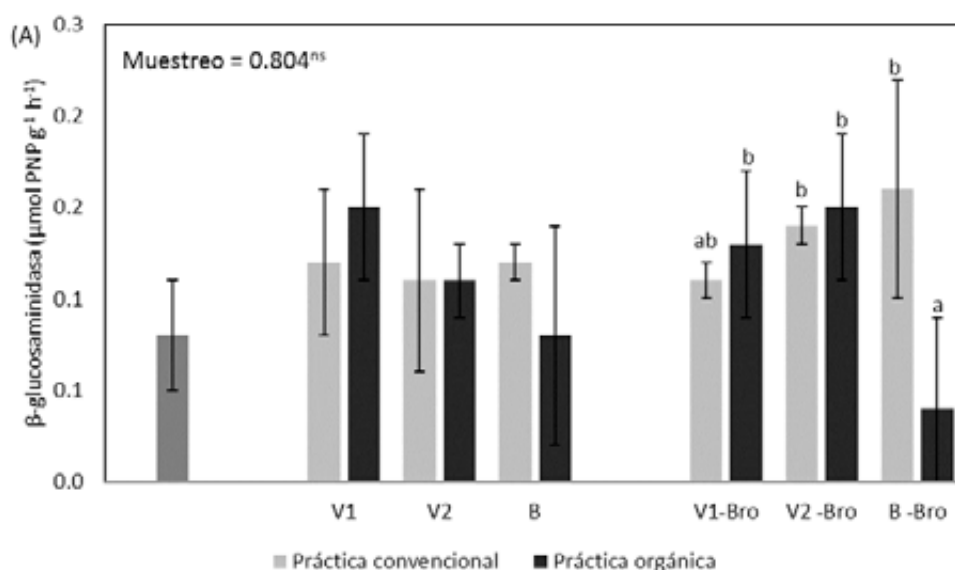
Figura 1: Materia orgánica (A), nitrógeno total (B), contenido en NO_3^- (C) y NH_4^+ (D) en una rotación caupí-brócoli bajo prácticas de manejo convencional y ecológica. V1: Hilo negro; V2: Hilo claro; B: periodo de barbecho (durante el ciclo de caupí); V1-Bro: brócoli en parcela de V1; V2-Bro: brócoli en parcela de V2; B-Bro: brócoli en parcela de B. Las diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias ($p < 0.05$) dentro de cada muestreo; la ausencia de letras indica que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$). El valor F y la significancia del ANOVA de un factor para evaluar las diferencias entre muestreos se indican en cada gráfica (muestreo).





Con respecto a las actividades enzimáticas, como patrón general, no se observó un efecto significativo del momento del muestreo, variedad o práctica de manejo (Figura 2). Sin embargo, la actividad β -glucosaminidasa mostró una actividad significativamente más baja al final del ciclo de rotación, donde el brócoli se cultiva bajo práctica orgánica después de un período de barbecho ($p < 0,05$) (Figura 2A). La enzima ureasa mostró una variabilidad muy alta, con la ausencia de actividad en algunas parcelas (Figura 2B).

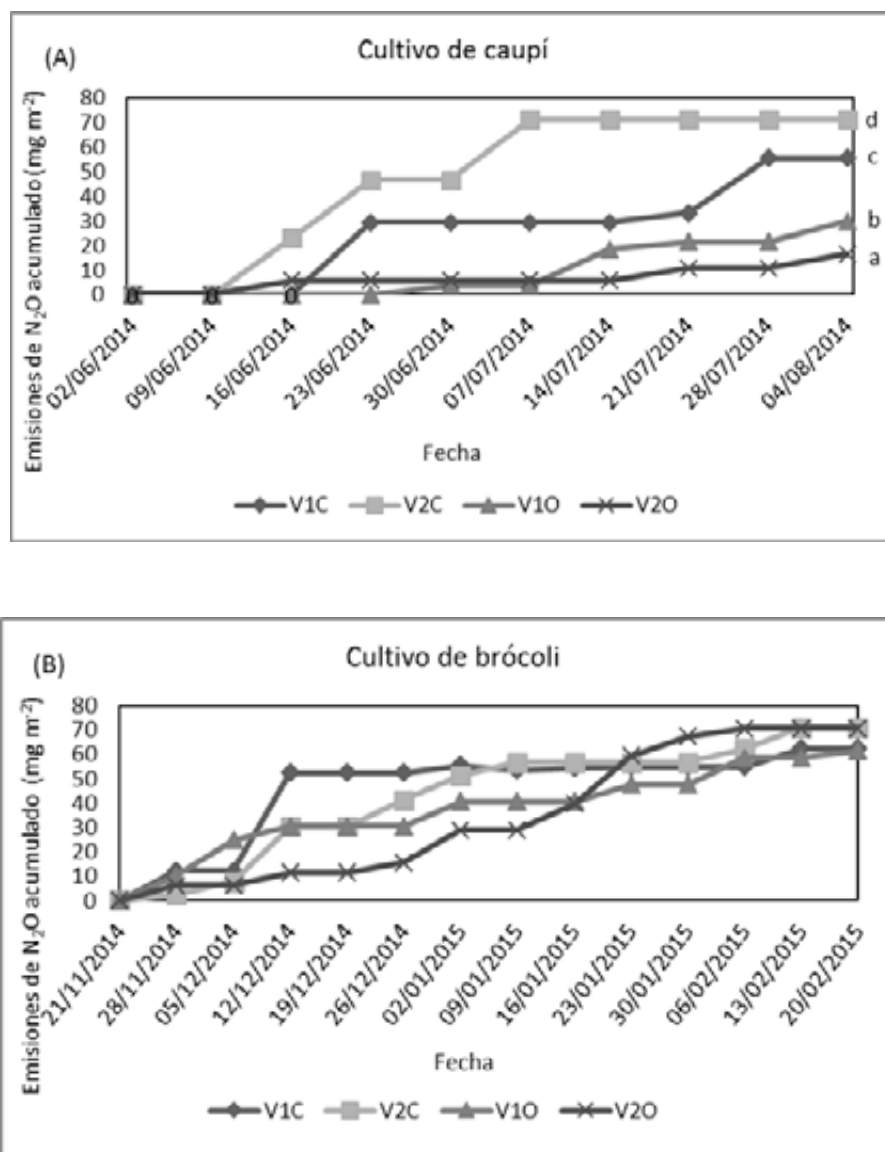
Figura 2: Actividad β -glucosaminidasa (A) y ureasa en una rotación caupí-brócoli bajo prácticas de manejo convencional y ecológico. V1: Hilo negro; V2: Hilo claro; B: periodo de barbecho (durante el ciclo de caupí); V1-Bro: brócoli en parcela de V1; V2-Bro: brócoli en parcela de V2; B-Bro: brócoli en parcela de B. Las diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias ($p < 0.05$) dentro de cada muestreo; la ausencia de letras indica que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$). El valor F y la significancia del ANOVA de un factor para evaluar las diferencias entre muestreos se indican en cada gráfica (muestreo).



La emisión de N_2O acumulado de un cultivo de caupí fue significativamente mayor ($p < 0,001$) en la práctica de manejo convencional con respecto a la ecológica para ambas variedades, con un incremento de la media de 26 $mg\ m^{-2}$ en la variedad Hilo negro y de 55 $mg\ m^{-2}$ en la variedad Hilo claro (Figura 3A).

La variedad de caupí, así como la práctica de manejo, no tuvieron un efecto significativo sobre la emisión acumulada de N_2O en el cultivo de brócoli, con valores similares entre todos los tratamientos (Figura 3 B). Las emisiones de N_2O en el cultivo de brócoli fueron superiores a las obtenidas para el manejo ecológico en el cultivo de caupí.

Figura 3: Emisiones de N_2O acumulado durante la rotación caupí-brócoli, considerando dos variedades de caupí (Hilo negro (V1) e Hilo claro (V2)) bajo práctica de manejo convencional (C) y ecológica (O). Las diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias ($p < 0.001$) al final del ciclo de cultivo; la ausencia de letras indica que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$).



Los contenidos en N y NO_3^- en las diferentes partes de caupí y de brócoli no mostraron diferencias significativas entre variedades o prácticas de manejo (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 2: Nitrógeno total (Nt) y contenido en NO_3^- en diferentes partes de la planta de dos variedades de caupí. Los valores son la media \pm desviación estándar (n=4).

Parámetros	Parte de la planta	variedad Hilo negro ^a		variedad Hilo claro ^a		F-valor ^b
		C	O	C	O	
Nt (g kg ⁻¹)	Semillas	32 \pm 2	31 \pm 3	31 \pm 6	30 \pm 3	0.031ns
	Parte aérea	15.0 \pm 4.7	14.8 \pm 2.2	15.4 \pm 3.8	13.4 \pm 4.7	0.009ns
	Raíz	6.6 \pm 0.3	6.0 \pm 0.7	5.7 \pm 1.1	6.3 \pm 0.6	2.002ns
NO_3^- (mg kg ⁻¹)	Semillas	286 \pm 21	267 \pm 17	290 \pm 18	277 \pm 21	0.076ns
	Parte aérea	363 \pm 151	476 \pm 250	927 \pm 524	686 \pm 453	4.653ns
	Raíz	379 \pm 142b	261 \pm 103ab	440 \pm 202b	61 \pm 5a	0.185ns

a C: práctica de manejo convencional; O: práctica de manejo ecológica.

b ns: sin diferencias significativas ($p > 0.05$).

Cuadro 3: Nitrógeno total (Nt) y contenido en NO_3^- en la pella del brócoli. Los valores son la media \pm desviación estándar (n=4).

Cultivo precedente de la rotación							
Parámetros	Caupí Hilo negro ^a		Caupí Hilo claro ^a		Barbechoa		F-valor ^b
	C	O	C	O	C	O	
Nt (g kg ⁻¹)	49.7 \pm 2.9	47.9 \pm 5.8	48.8 \pm 6.2	45.9 \pm 3	47.2 \pm 1.2	51.2 \pm 4.7	0.553ns
NO_3^- (mg kg ⁻¹)	289 \pm 73	3063 \pm 2877	2237 \pm 832	1839 \pm 1541	778 \pm 774	2192 \pm 2444	1.053ns

a C: práctica de manejo convencional; O: práctica de manejo ecológica.

b ns: sin diferencias significativas ($p > 0.05$).

El rendimiento del cultivo en ambos cultivos mostró diferencias significativas en cuanto a las prácticas de manejo. El caupí mostró un rendimiento más alto bajo práctica ecológica frente a la convencional en ambas variedades ($p < 0,01$), con un incremento del 9% y el 30% en la variedad Hilo negro e Hilo claro, respectivamente. No hubo diferencias significativas en ninguno del resto de los parámetros medidos en caupí en términos de variedad o práctica de manejo (Cuadro 4).

Cuadro 4: Rendimiento y parámetros de calidad del cultivo de caupí. Los valores son la media \pm desviación estándar (n=4).

Parámetros	variedad Hilo negro ^a		variedad Hilo claro ^a		F ^b
	C	O	C	O	
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	1473 \pm 45a	1630 \pm 46b	1597 \pm 58b	2127 \pm 55c	17.959**
Nº vainas por planta	3 \pm 1	2 \pm 1	5 \pm 1	3 \pm 1	7.020ns
Peso de 100 semillas (g)	24 \pm 3	18 \pm 1	19 \pm 1	18 \pm 1	6.728ns
Contenido en proteínas (%)	20.1 \pm 1.2	19.6 \pm 1.8	19.6 \pm 3.8	18.5 \pm 2.2	0.031ns
Peso fresco parte aérea	289 \pm 17	301 \pm 5	298 \pm 8	290 \pm 4	0.577ns
Peso seco parte aérea	90.6 \pm 2.8	91.8 \pm 1.9	92.5 \pm 1.6	88.8 \pm 1.8	1.822ns
Peso fresco raíz	11.8 \pm 3.2	7.8 \pm 0.8	10.9 \pm 1.9	6.8 \pm 1.6	0.173ns
Peso seco raíz	3.0 \pm 0.5	2.5 \pm 0.5	1.8 \pm 0.7	1.7 \pm 0.6	2.995ns

a C: práctica de manejo convencional; O: práctica de manejo ecológica.

b Significancia de ** $p < 0.01$; ns: sin diferencias significativas ($p > 0.05$). Las diferentes letras indican diferencias significativas entre medias ($p < 0.05$).

El rendimiento del cultivo de brócoli fue mayor bajo práctica convencional, tanto en rotación como después de un periodo de barbecho ($p < 0,01$), con un incremento del 46%, 107% y 92% con respecto a la práctica ecológica en rotación con la variedad Hilo negro, Hilo claro y barbecho, respectivamente (Cuadro 5). No hubo efecto significativo del cultivo precedente de caupí en el rendimiento de brócoli. Sin embargo, en el cultivo del brócoli, el diámetro de la pella siguió la misma tendencia que en el rendimiento, con valores significativamente más altos bajo manejo convencional ($p < 0,05$), sin efecto significativo del cultivo precedente de leguminosas (Cuadro 5).

Cuadro 5: Rendimiento y parámetros de calidad del cultivo de broccoli. Los valores son la media \pm desviación estándar (n=4).

Parámetros	Cultivo precedente de la rotación						F ^b
	Caupí Hilo negro ^a		Caupí Hilo claro ^a		Barbecho ^a		
	C	O	C	O	C	O	
Rendimiento (kg m ⁻²)	2,03 \pm 0,2bc	1,39 \pm 0,3ab	2,22 \pm 0,7c	1,07 \pm 0,1a	2,61 \pm 0,3c	1,38 \pm 0,1ab	7.098**
Peso de la pella (g)	496 \pm 106bc	314 \pm 76ab	480 \pm 170bc	243 \pm 31a	583 \pm 85c	319 \pm 26ab	3.746**
Diámetro de la pella (cm)	18.4 \pm 4.8bc	12.4 \pm 0.9ab	15.4 \pm 1.8bc	18.4 \pm 4.8a	22.3 \pm 2.5c	15.6 \pm 1.1ab	4.355*
Diámetro del tronco (cm)	3.7 \pm 0.2	3.5 \pm 0.5	3.7 \pm 0.4	3.4 \pm 0.1	3.8 \pm 0.3	3.6 \pm 0.1	0.596ns

a C: práctica de manejo convencional; O: práctica de manejo orgánica.

b Significancia de *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; ns: sin diferencias significativas ($p > 0.05$). Las diferentes letras indican diferencias significativas entre medias ($p < 0.05$).

El N derivado de FBN en parte aérea y raíz no mostró diferencias significativas entre variedades y prácticas de manejo. La FBN mostró, para todos los tratamientos, una media de 4,41 kg ha⁻¹ y 0,17 kg ha⁻¹ de parte

aérea y raíz, respectivamente. Además, la FBN en la parte aérea se relacionó positivamente con la FBN en la raíz ($R = 0,82$, $p < 0,05$).

El análisis de correlación mostró que para el caupí, el rendimiento del cultivo se relacionó negativamente con el contenido de NO_3^- de la raíz ($R = -0,76$; $p < 0,01$) y la emisión de N_2O ($R = -0,68$; $p < 0,05$). A su vez, el contenido de NO_3^- en la raíz y las emisiones de N_2O se relacionaron positivamente ($R = 0,76$; $p < 0,01$). Respecto al brócoli, el contenido de NH_4^+ en el suelo se correlacionó positivamente con las emisiones de N_2O ($R = 0,61$; $p < 0,05$). No se obtuvo ninguna regresión lineal múltiple para cualquier propiedad medible en relación al rendimiento y calidad de los cultivos o FBN. Sólo se obtuvieron dos regresiones lineales simples: FBN en la parte aérea de caupí se relacionó positivamente con el contenido de N en las semillas ($R^2 = 0,99$, $F = 199$, $p < 0,01$), y el rendimiento del cultivo de brócoli se relacionó positivamente con el contenido de NO_3^- en el suelo ($R^2 = 0,97$, $F = 140$, $p < 0,001$).

DISCUSIÓN

El estudio para investigar el papel de factores tales como la variedad de caupí y las prácticas de manejo en la sostenibilidad de un cultivo de caupí mostró que el manejo ecológico puede ser más sostenible debido a la disminución de las emisiones de N_2O . Las aplicaciones de fertilizantes de nitrógeno a los suelos, ya sean de forma ecológica o mineral, tiene como resultado la emisión de N_2O , debido a la transformación de los compuestos de N a través de los procesos de nitrificación y desnitrificación (IPCC 2006). Sin embargo, el impacto de los fertilizantes ecológicos en la nitrificación y desnitrificación depende de su contenido en N y estabilidad frente a la biodegradación (Benoit *et al.*, 2015). Investigaciones anteriores han registrado bajas emisiones de N_2O bajo prácticas de manejo ecológicas respecto a las convencionales (Flessa *et al.* 2002, Benoit *et al.*, 2015).

La producción del cultivo bajo práctica de manejo ecológica puede ser menor que bajo manejo convencional, ya que la disponibilidad de N para las plantas depende de las tasas de mineralización de la materia orgánica del suelo, lo que es difícilmente predecible bajo condiciones de campo (Seufert *et al.*, 2012). No obstante, se observó mayor producción del cultivo bajo prácticas de manejo ecológicas, la cual puede ser debido a las condiciones favorables para la fijación de nitrógeno por simbiosis con *Rhizobium* en las raíces de las leguminosas con la adición de compuestos orgánicos. La práctica de manejo orgánica es una estrategia clave para prevenir la degradación del suelo, ya que proporciona materia orgánica al suelo, lo que contribuye a mejorar su estructura (Chocano *et al.*, 2016). Además, con frecuencia se observa que el manejo ecológico mejora la calidad del suelo en los agroecosistemas, como resultado de mayores entradas de materiales orgánicos, que son una fuente disponible para las actividades microbianas (Fließbach *et al.*, 2007). Como consecuencia, el cultivo de leguminosas bajo manejo ecológico podría representar una alternativa prometedora en el sector agrario mediterráneo, propenso a la pérdida de productividad por la degradación del suelo y la desertificación por la falta de materia orgánica (Pezzarossa *et al.*, 1995, Gerhardt 1997, Oquist *et al.*, 2006). En este estudio, no hemos observado incrementos de MOS bajo manejo ecológico con respecto a las prácticas convencionales, probablemente debido al corto período de tiempo del ensayo, siendo necesaria la rotación de cultivos a largo plazo para evaluar realmente los beneficios descritos en otras investigaciones sobre la calidad del suelo mediante la adopción de la agricultura ecológica.

El aumento del rendimiento del cultivo de caupí se relacionó con una disminución en el contenido de NO_3^- en la raíz y las emisiones de N_2O . Esta relación parece indicar que, si bien se aplicaron fertilizantes ecológicos en las mismas dosis de N a los fertilizantes minerales, por lo general, hacen una contribución menor al acúmulo de NO_3^- y por lo tanto pueden reducir las emisiones de N_2O debido a la inmovilización de N, que puede ser responsable de la obtención de mayores rendimientos del cultivo (Aguilera *et al.*, 2013). Además, la aplicación de fertilizantes minerales cuando no hay otro estrés abiótico, afecta a la fijación de N_2 debido a la concentración de nitratos en el suelo (Salvagiotti *et al.*, 2008).

Ni la variedad de caupí ni la práctica de manejo influyeron en la fijación biológica de nitrógeno, que depende de la interacción de las variedades de caupí y cepas de rizobios. Sin embargo, la FBN estaba directamente relacionada con el contenido en N de las semillas, ya que la fijación de nitrógeno tiene una relación positiva

con la absorción de N (Salvagiotti *et al.*, 2008). En la actualidad, los mecanismos que controlan la distribución y abundancia de rizobios nativos son todavía poco conocidos (Wade *et al.*, 2014) y es difícil de predecir situaciones en las que la inoculación podría no ser necesaria (Fening & Danso 2002). El caupí no se considera un cultivo tradicional en el sudeste de España, y es probable que los rizobios nativos puedan no ser adecuados para este cultivo específico. Por lo tanto, el uso de inoculantes microbianos para mejorar la fijación de N debe ser probado además de evaluar si el rendimiento del cultivo o el contenido en proteína de las semillas se podrían mejorar. Por ejemplo, Zimmer *et al.*, (2016) demostraron que las leguminosas como la soja, que no son especies nativas de Europa, inoculadas en los suelos europeos con *Bradyrhizobium japonicum*, presentaron un incremento en el contenido en proteínas de hasta un 26% después de la inoculación.

La interacción de caupí con cepas de rizobios presentes en el suelo mediante fijación de N_2 , (Padilla & Pugnaire 2006) junto con la aplicación de fertilizantes nitrogenados se tradujo en una mejora de la fertilidad del suelo a través de un mayor contenido de NO_3^- y NH_4^+ frente a un periodo de barbecho. De hecho, el nitrógeno liberado de las raíces de las leguminosas a través de los exudados puede constituir más del 80% de N total derivado de la planta en el suelo (Høgh-Jensen H & Schjoerring 2001). Por lo tanto, el cultivo de leguminosas puede contribuir a aumentar la fertilidad del suelo en cultivos posteriores con gran demanda de N como es el brócoli. Sin embargo, a pesar de este incremento en la fertilidad del suelo, no se observó efecto significativo del cultivo precedente de caupí en la producción de brócoli, los parámetros de calidad o el contenido de N. Esto es probablemente debido al uso de los fertilizantes minerales principalmente, los cuales pueden suministrar altas cantidades de N disponible para su absorción (Luce *et al.* 2015). Por lo tanto, la persistencia de los efectos de leguminosa en el cultivo de brócoli puede variar con la práctica de manejo (Grant *et al.* 2016). El cultivo de brócoli tiene un alto consumo de N (Pato *et al.* 2006), y los fertilizantes ecológicos normalmente contribuyen en menor medida en la disponibilidad de N para la planta (Aguilera *et al.*, 2013). Por lo tanto, el rendimiento del cultivo de brócoli está directamente relacionado con el contenido de NO_3^- del suelo, y fue más alto bajo práctica convencional, lo que demuestra que los fertilizantes químicos fueron más eficaces para suministrar el N necesaria para el cultivo de brócoli.

Las emisiones de N_2O se relacionaron positivamente con NH_4^+ en el suelo. Con respecto a esto, se ha registrado que en el sistema suelo-planta, la nitrificación del NH_4^+ es un importante proceso de transformación del nitrógeno, que puede producir N_2O (Bing *et al.*, 2006). La aplicación de fertilizantes ecológicos y convencionales no supone una diferencia significativa en las emisiones de N_2O . Esto podría ser debido a una mineralización rápida del fertilizante ecológico, que normalmente contribuyen menos a la reserva de NO_3^- . Sin embargo, las emisiones de N_2O en el cultivo de brócoli fueron bajas en comparación con las emisiones registradas por investigaciones anteriores en Escocia, en suelos con textura franco arenosa bajo una mezcla de nitrato de amonio, fosfato de amonio y urea (Dobbie *et al.*, 1999). Estos valores más bajos podrían estar relacionados con el pH alcalino del suelo (Bouwan *et al.*, 2002), ya que el pH del suelo controla la relación de productos $N_2O / (N_2O + N_2)$ a nivel celular al obstruir o retrasar la expresión de la N_2O reductasa, que participan en la reacción de desnitrificación, con mayores emisiones de N_2O en condiciones de baja pH (Ludon *et al.*, 2016).

CONCLUSIÓN

Los resultados en función de la dinámica del nitrógeno en una rotación caupí-brócoli bajo prácticas de manejo convencionales y orgánicas mostraron que el cultivo de caupí y la práctica de manejo ecológica favorecieron el rendimiento del cultivo, así como redujeron las emisiones de N_2O en ambas variedades. El aumento del rendimiento del cultivo se asoció a un menor contenido de NO_3^- en la raíz y menores emisiones de N_2O . El contenido en proteína de las semillas no se vio afectada por la práctica de manejo. La rotación con caupí en comparación con un periodo de barbecho, supuso contenidos más altos de NO_3^- y NH_4^+ en el suelo del cultivo de brócoli. La práctica de manejo convencional resultó en rendimientos del cultivo más altos, los cuales se relacionaron directamente con el contenido en NO_3^- del suelo. Las emisiones de N_2O se relacionaron positivamente con el contenido en NH_4^+ del suelo. Estos resultados confirmaron nuestra hipótesis inicial sobre el efecto positivo del manejo orgánico en la reducción de las emisiones de N_2O sin reducir el rendimiento del cultivo. Sin embargo, esto sólo se dio en el cultivo de caupí. Además, se confirmó que el cultivo de verano de leguminosas puede incrementar la disponibilidad de N en el suelo para un cultivo hortícola posterior. Sin embargo, se necesitan

más ciclos de cultivo para investigar el efecto a largo plazo del cultivo de caupí en la dinámica de nitrógeno de un cultivo posterior de brócoli, teniendo en cuenta aspectos tales como la reducción del uso de fertilizantes nitrogenados o la aplicación de residuos de los cultivos de leguminosas en suelo.

REFERENCIAS

- Aguilera E, Lassaletta L, Sanz-Cobena A, Garnier J, Vallejo A. 2013. The potential of organic fertilizers and water management to reduce N₂O emissions in Mediterranean climate cropping systems. *Agriculture Ecosystems and Environment* 164, 32–52.
- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. Inc: 16th AOAC, Arlington, VA, USA.
- Aremu CY. 1990. Proximate and amino acid composition of cowpea (*Vigna unguiculata* Walp.) protein concentrate prepared by isoelectric point precipitation. *Food Chemistry* 37, 61-68.
- Bedard-Haughn A, Van Groenigen JW, Van Kessel C. 2003. Tracing 15N through landscapes: potential uses and precautions. *Journal of Hydrology* 272, 175-190.
- Benoit M, Garnier J, Billen G, Tournebise J, Gréhan E, Mary B. 2015. Nitrous oxide emissions and nitrate leaching in an organic and a conventional cropping system (Seine basin, France). *Agriculture Ecosystem and Environment* 213, 131-141.
- Bing CAO, Fa-Yun H, Qiu-Ming X, Bin Y, Gui-Xin CAI. 2006. Denitrification Losses and N₂O Emissions from Nitrogen Fertilizer Applied to a Vegetable Field. *Soil Science Society of China* 16, 390-397.
- Bouwan AF, Boumans LJM, Batjes NH. 2002. Modeling global annual N₂O and NO emissions from fertilized fields. *Global Biogeochem Cycles* 16.
- Chocano C, Gracia C, González D, Melgares de Aguilar J, Hernández T. 2016. Organic plum cultivation in the Mediterranean region: The medium-term effect of five different organic soil management practices on crop production and microbiological soil quality. *Agriculture Ecosystems and Environment* 221, 60–70.
- De Antoni Migliorati M, Parton WJ, Del Grosso SJ, Grace PR, Bell MJ, Strazza-bosco A, Rowlings DW, Scheers C, Harch G. 2015. Legumes or nitrification inhibitors to reduce N₂O emissions from subtropical cereal cropping systems in Oxisols?. *Agriculture Ecosystems and Environment* 213, 228–240.
- Díaz-Ambrona CH, Mínguez MI. 2001. Cereal-legume rotations in a Mediterranean environment: biomass and yield production. *Field Crop Research* 70, 139-151.
- Dobbie KE, McTaggart IP, Smith KA. 1999. Nitrous oxide emissions from: intensive agricultural systems: variations between crops and seasons, key driving variables, and mean emission factors. *Journal of Geophysical Research Atmospheres* 104, 26891-26899.
- Elhers JD, Hall AE. 1997. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Field Crop Research* 53, 187-204.
- Fening JO, Danso SKA. 2002. Variation in symbiotic effectiveness of cowpea bradyrhizobia indigenous to Ghanaian soils. *Applied Soil Ecology* 21, 23-29.
- Flessa H, Ruser R, Dörsch P, Kamp T, Jimenez M.A, Munch JC, Beese F. 2002. Integrated evaluation of greenhouse gas emissions (CO₂, CH₄, N₂O) from two farming systems in southern Germany. *Agriculture Ecosystems and Environment* 91, 175–189.
- Fließbach A, Oberholzer HR, Gunst L, Mäder P. 2007. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agriculture Ecosystems and Environment* 118, 273-284.
- Garcia C, Hernandez T, Pascual JA, Moreno JL, Ros M. 2000. Microbial activity in soils of SE Spain exposed to degradation and desertification processes. Strategies for their rehabilitation. In: *Research and Perspectives of Soil Enzymology in Spain* 93–143.
- Gerhardt RA. 1997. A comparative analysis of the effects of organic and conventional farming systems on soil structure. *Biological Agriculture and Horticulture Journal* 14, 139-157.
- Grant CA, O'Donovan JT, Blackshaw RE, Harker KN, Johnson EN, Gan Y, Lafond GP, May WE, Turkington TK, Lupwayi NZ, McLaren DL, Zebarth B, Khakbazan M, Luce MSt, Ramnarine R. 2016. Residual effects of preceding crops and nitrogen fertilizer on yield and crop and soil N dynamics of spring wheat and canola in varying environments on the Canadian prairies. *Field Crop Research* 192, 86–102.
- Hamid S, Muzaffar S, Wani IA, Masoodi FA, Bhat MM. 2016. Physical and cooking characteristics of two cowpea cultivars grown in temperate Indian climate. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 15, 127-134.
- Hoeger R. 1998. Büchi Training Papers: Nitrogen Determination According to Kjeldahl. BÜCHI Labortechnik AG Inc., Switzerland.

- Høgh-Jensen H, Schjoerring JK. 2001. Rhizodeposition of nitrogen by red clover, white clover and ryegrass leys. *Soil Biology and Biochemistry* 33, 439-448.
- IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Agriculture, Forestry and Other Land use. In: Intergovernmental Panel on Climate Change (IGES) Japan 8.
- IUSS. 2014. International Union of Soil Sciences, World Reference Base for Soil Resources, International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. In: *World Soil Resources Reports (FAO)* 106.
- Kandeler E, Gerber E. 1988. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. *Biology and Fertility of Soils Journal* 6, 68-72.
- Keeney DR, Nelson DW. 1982. Nitrogen inorganic forms. In: *Methods of soil analysis part 2 Chemical and microbiological properties*. Agronomy (2nd edn) 9, 643-698.
- Luce MSt, Grant CA, Zebarth BJ, Ziadi N, O'Donovan JT, Blackshaw RE, Harker KN, Johnson EN, Gan Y, Lafond GP, May WE, Khakbazan M, Smith EG. 2015. Legumes can reduce economic optimum nitrogen rates and increase yields in a wheat-canola cropping sequence in western Canada. *Field Crop Research* 179, 12-25.
- Ludon Russenes A, Korsæth A, Bakken LR, Dörsch P. 2016. Spatial variation in soil pH controls off-season N₂O emission in an agricultural soil. *Soil Biology and Biochemistry* 99, 36-46.
- Nannipieri P, Johnson RL, Paul EA. 1978. Criteria for measurement of microbial growth and activity in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 10, 223-229.
- O'Hara GW, Daniel RM. 1985. Rhizobial denitrification: a review. *Soil Biology and Biochemistry* 17, 1-9.
- Oquist KA, Strook JS, Mulla DJ. 2006. Influence of alternative and conventional management practices on soil physical and hydraulic properties. *Vadose Zone Journal* 5, 356-364.
- Padilla FM, Pugnaire FI. 2006. The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4, 196-202.
- Parham JA, Deng SP. 2000. Detection, quantification and characterization of α -glucosaminidase activity in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 32, 1183-1190.
- Pato A; Condés LF; Noguera M; Vicente F, Soria AM. 2006. Fertilización en la zona vulnerable del campo de Cartagena. In: Programa de innovación tecnológica: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y Conserjería de Agricultura y Agua. Murcia, España 19.
- Peoples MB, Bowman AM, Gault RR, Herridge DF, McCallum MH, McCormick KM, Norton RM, Rochester IJ, Scammell GJ, Schwenke GD. 2001. Factors regulating the contributions of fixed nitrogen by pasture and crop legumes to different farming systems of eastern Australia. *Plant Soil Journal* 228, 29-41.
- Peoples MB, Brockwell J, Herridge DF, Rochester IJ, Alves BJR, Urquiaga S, Boddey RM, Dakora FD, Bhattarai S, Maskey SL, Sampet C, Rerkasem B, Khan DF, Hauggard-Nielsen H, Jensen ES. 2009. The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. *Symbiosis* 48, 1-17.
- Pezzarossa, Barbaferri M, Benetti A, Petruzzelli, Mazzoncini M, Nonari E, Pagliai M. 1995. Effects of conventional and alternative management systems on soil phosphorus content, soil structure and corn yield. *Soil Sciences and Plant Analysis*, 26, 2869-2885.
- Salvagiotti F, Cassman KG, Specht JE, Walters DT, Weiss A, Dobermann A. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crop Research* 108, 1-13.
- Seufert VM, Ramankutty N, Foley JA. 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485, 229-232.
- Smith RG, Menalled FD; Robertson GP. 2007. Temporal yield variability under conventional and alternative management systems. *Agronomy Journal* 99, 1629-1634.
- Snyder CS, Brulsema TW, Jensen TL, Fixen PE. 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture Ecosystems and Environment* 133, 247-266.
- Sooby J, Landeck J, Lipson M. 2007. The 2007 National Organic Research Agenda: Soils, Pests, Livestock, Genetics. In *Organic Research Foundation Santa Cruz CA*.
- Unkovich M, Herridge D, Peoples M, Cadish G, Boddey R, Giller K, Alves B, Chalk P. 2008. Measuring plant associated nitrogen fixation in agricultural systems. In: *ACIAR Canberra, Australia*.
- Vasconcelos IM, Machado FM, Farias DF, Cabral C, Fontenele A, De Azevedo R, Abreu de Oliveira JT. 2010. Protein fractions, amino acid composition and antinutritional constituents of high-yielding cowpea cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis* 23, 54-60.
- Wade TK, Le Quede A, Laguerre G, N'Zoué A, Ndione JA, doRego F, Sadio O, Ndoye I, Neyra M. 2014. Eco-geographical diversity of cowpea bradyrhizobia in Senegal is marked by dominance of two genetic types. *Systematic and*

Applied Microbiol Journal 37, 129–139.

- Walkley A, Black IA. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sciences Journal* 37, 29-38.
- Wichern F, Eberhardt E, Mayer J, Joergensen RG, Müller T. 2008. Nitrogen rhizo-deposition in agricultural crops: Methods, estimates and future prospects. *Soil Biology and Biochemistry* 40, 30–48.
- Yusuf AA, Abaidoo RC, Iwuafor ENO, Olufajo OO, Sanginga N. 2009. Rotation effects of grain legumes and fallow on maize yield, microbial biomass and chemical properties of an Alfisol in the Nigerian savanna. *Agriculture Ecosystems and Environment* 129, 325-331.
- Zegada-Lizarazu W, Monti A. 2011. Energy crops in rotation. A review. *Biomass and Bioenergy* 35, 12-25.
- Zhao S, Li K, Zhou W, Qiu S, Huang S, He P. 2016. Changes in soil microbial community, enzyme activities and organic matter fractions under long-term straw return in north-central China. *Agriculture Ecosystems and Environment* 15, 82-88.
- Zimmer S, Messner M, Haase T, Piepho HP, Mindermann A, Schulz H, Habekuß A, Ordon F, Wilbois KP, Heß J. 2016. Effects of soybean variety and Bradyrhizobium strains on yield, protein content and biological nitrogen fixation under cool growing conditions in Germany. *European Journal of Agronomy* 72, 38-46.
- Zornoza R, Mataix-Solera J, Guerrero C, Arcenegui V, Mataix-Beneyto J. 2009. Storage Effects on Biochemical Properties of Air-Dried Soil Samples from South-eastern Spain. *Arid Land Research and Management Journal* 23, 213-222.

USO COMBINADO DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS Y ESTIÉRCOLES SOBRE LA MINERALIZACIÓN DEL NITRÓGENO EN SUELO

Raigón MD, García E, Zornoza J, García MD

Dpto. Química. Universitat Politècnica de València. ETSIAMN. Cami de Vera, s/n. E-46021 Valencia; mdraigon@qim.upv.es

RESUMEN:

El funcionamiento de un ecosistema depende en gran medida de la actividad microbiana del suelo, ya que los microorganismos del suelo son los protagonistas de diversas acciones benéficas para las plantas. Entre otras capacidades, los microorganismos facilitan la captación de nutrientes, producen fitohormonas favorecedoras del enraizamiento, protegen a la planta frente a los patógenos, descomponen sustancias tóxicas en el ecosistema y mejoran la estructura del suelo. El principal objetivo del presente trabajo es determinar el efecto de los microorganismos efectivos, bajo condiciones de laboratorio, en la mineralización de la materia orgánica en un suelo procedente de cultivo de cítricos ecológicos, y determinar la mejor alternativa para el compostaje in situ de estiércol animal, con el fin de mejorar el rendimiento y calidad de la cosecha. La finalidad es predecir en las condiciones del experimento, las concentraciones de nitratos que potencialmente estarían disponibles para los cultivos. La aplicación de microorganismos efectivos (EM) a los estiércoles incrementa la mineralización de la materia orgánica y con ello aumenta las fuentes de nitrógeno asimilables, mientras que la aplicación de EM sin aportes de estiércol u otras fuentes orgánicas, no influye significativamente en la mineralización del nitrógeno. El estiércol de oveja al 100% sólo es efectivo aplicado con EM, incrementando tanto el tiempo de permanencia de lixiviación de nitratos como las concentraciones de los mismos. Y es válido para una rotación de cultivos exigentes en aportes de nitrógeno (kg N/ha) durante, un ciclo de rotación de cultivos, de dos años.

Palabras-clave: estiércol de oveja, lixiviación, nitratos, restos de poda.

INTRODUCCIÓN

El funcionamiento de un ecosistema agrícola depende en gran medida de la actividad microbiana del suelo, ya que los microorganismos del suelo son los protagonistas de diversas acciones benéficas para las plantas. Entre otras capacidades, los microorganismos facilitan la captación de nutrientes, producen fitohormonas favorecedoras del enraizamiento, protegen a la planta frente a los patógenos, descomponen sustancias tóxicas en el ecosistema y mejoran la estructura del suelo.

Los microorganismos que habitan en los suelos se pueden diferenciar como benéficos o dañinos según sus funciones, y según como ellos afectan a la calidad del suelo, el crecimiento, el rendimiento y la salud de las plantas. Los microorganismos benéficos son aquellos que tiene la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, descomponer los residuos orgánicos, degradar las sustancias fitosanitarias, actuar sobre las enfermedades de las plantas y los patógenos generados en los suelos, reforzar el ciclo de los nutrientes, y producir compuestos bioactivos como las vitaminas, hormonas y enzimas que estimulan el crecimiento de las plantas. Los microorganismos dañinos son aquellos que podrían inducir enfermedades en las plantas, estimular el crecimiento de los patógenos en los suelos, inmovilizar nutrientes, y producir sustancias tóxicas y putrescentes que afecten negativamente el crecimiento y la salud de las plantas (Higa y Wididana, 1991a).

Esta clasificación y capacidad de comportamiento de la mayor parte de los microorganismos conduce a la conclusión de que solamente es necesario actuar con microorganismos regenerativos dominantes para detener un proceso negativo y convertirlo en un proceso regenerativo y vital, como por ejemplo en la transición de un modelo de producción convencional hacia un modelo de agricultura ecológica (Mau, 2014).

Por microorganismos efectivos del suelo, se conoce el cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros.

Higa (1991) estudiando las funciones individuales de diferentes microorganismos, encontró que el éxito de su efecto potencializador estaba en su mezcla, pudiéndose aplicar a una multitud de usos agropecuarios y ambientales.

Las investigaciones realizadas han demostrado que la inoculación con los microorganismos contenidos en el complejo de microorganismos eficientes al ecosistema constituido por el suelo y las plantas puede mejorar la calidad y la salud de los suelos, y el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos, dado que contiene especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levaduras y en menor número bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos. Todos ellos mutuamente compatibles unos con otros y coexistiendo en un cultivo líquido (Higa y Wididana, 1991b).

Los principales propósitos de una agricultura sostenible es desarrollar sistemas agrícolas que sean productivos, rentables, conservadores de la energía, la calidad del medio ambiente, los recursos naturales, y que aseguren la producción de alimentos seguros y de calidad. En este sentido, el empleo de estiércoles como abonos orgánicos es una práctica coherente con los principios de sostenibilidad, aunque el problema que se plantea, es el de la disponibilidad de los elementos nutritivos, principalmente del nitrógeno, ya que las reacciones que se deben llevar a cabo en la matriz suelo/abono orgánico, son esenciales para alcanzar el óptimo estado de fertilidad (Singh *et al.*, 2011). Entendiendo la fertilidad del suelo como la capacidad de suministrar nutrientes a la planta, no sólo en cantidad necesaria, sino que estén disponibles para las raíces y protegidos contra la lixiviación.

Por ello, el estudio *in situ* del comportamiento en la mineralización de los abonos orgánicos es vital para alcanzar los logros en un sistema de producción agrícola sostenible.

OBJETIVOS

El principal objetivo del presente trabajo es determinar el efecto de los microorganismos efectivos, bajo condiciones de laboratorio, en la mineralización de la materia orgánica en un suelo procedente de cultivo de cítricos ecológicos, y determinar la mejor alternativa para el compostaje *in situ* de estiércol animal, con el fin de mejorar el rendimiento y calidad de la cosecha. La finalidad es predecir en las condiciones del experimento, las concentraciones de nitratos, procedentes de la mineralización de la materia orgánica junto con la actuación de microorganismos efectivos, que potencialmente estarían disponibles para los cultivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El suelo empleado para el estudio procede de una parcela citrícola situada en la comarca de Ribera Alta (Valencia) y está inscrita en el Comité de Agricultura Ecológica desde el año 2005. El suelo procede de la zona superficial (horizonte O), recolectado de toda el área contenida en el perímetro de la finca. El suelo recolectado se mezcla y se transporta debidamente al laboratorio, para su distribución en los contenedores experimentales. El estiércol empleado es de oveja sin madurar. Los restos de poda, debidamente triturados, proceden de la propia explotación. La cascarilla de arroz es material de desecho, procedente de la molinería de arroz, próxima a la explotación. Los microorganismos efectivos provienen de una fuente comercial (EM-1) de la EM Research Organization, Inc. Europe Branch. En su composición se citan mayoritariamente, la existencia de dos diferentes bacterias lácticas (*Lactobacillus Plantarum* y *Lactobacillus Casei*), una bacteria fototrófica (*Rhodospseudomonas Palustris*), una levadura (*Saccharomyces Cereviaiae*) y minoritariamente otros microorganismos autóctonos que resistan un pH inferior a 3,5. Previo a la aplicación de los EM se activan adecuadamente con el empleo de disolución de melazas.

Los diferentes tratamientos de estiércol y materia orgánica empleados en el diseño experimental han sido:

- 90% de estiércol de oveja + 10% restos de poda (90+10).
- 60% de estiércol de oveja + 40% restos de poda (60+40).
- 50% de estiércol de oveja + 30% restos de poda + 15% compost + 5% cascarilla de arroz (50+30+15+5).
- 100% de estiércol de oveja (100).

La riqueza nutricional de cada uno de los aportes orgánicos se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Parámetros de riqueza nutricional de los aportes orgánicos.

Aporte orgánico	Parámetro							
	Nt (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe (%)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
90+10	1,61	0,67	8,20	5,96	0,492	0,85	9,45	12,38
60+40	1,60	0,70	9,01	6,31	0,486	0,76	10,22	10,65
50+30+15+5	1,57	0,70	8,88	6,41	0,488	0,80	13,03	10,87
100	1,47	0,75	9,88	6,68	0,462	0,82	10,25	10,01

La determinación de nitratos se realiza potenciométricamente con uso de electrodo selectivo (Milham et al., 1970). El contenido en nitratos del suelo en los diferentes tratamientos con y sin el empleo de microorganismos efectivos se evaluó a lo largo de 204 días. Los nitratos se miden aproximadamente cada 7-10 días en los lixiviados recogidos después de la simulación del riego en las dosis de agua que se recibe en el campo. Para ello, se dispone de contenedores donde se introduce el suelo y la capa de los aportes orgánicos a modo de mulching y el aporte de agua se realiza pulverizando la dosis, el lixiviado se recolecta de un grifo situado en la base del contenedor. El diseño se realiza por duplicado y se introduce un testigo únicamente con suelo sin aporte orgánico (figura 1).



Figura 1. Diseño del experimento con la distribución de los contenedores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 2 muestra la evolución del contenido promedio en nitratos lixiviados (mg NO₃L⁻¹), en cada uno de los tratamientos estudiados, para el caso donde no se aplican microorganismos efectivos.

Se observa que existe un primer periodo formado por los 30 días iniciales del estudio (del 06/06/ al 07/07/), donde la concentración de nitratos lixiviada es prácticamente similar en todos los casos, excepto en el tratamiento 50+30+15+5, es decir las concentraciones en este primer mes son muy similares a las que presenta el suelo sin aporte orgánico, lo que demuestra que los aportes orgánicos precisan de un tiempo de reacción mínimo (estimable en un mes) para comenzar con los procesos de mineralización. El aporte orgánico

más complejo (50% de estiércol de oveja+30% restos de poda+15% compost+5% cascarilla de arroz) es el que más facilidad presenta para la liberación de nitratos, posiblemente debido a la sinergia en la composición, a la hora de aportar energía a los microorganismos autóctonos y facilitar los procesos de mineralización (Barford y Lajtha, 1992).

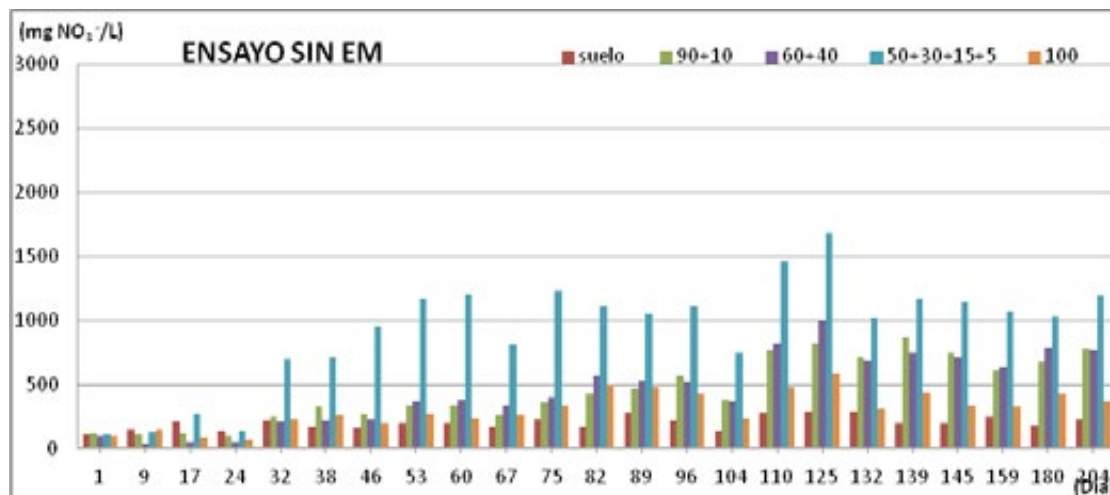


Figura 2. Evolución de los valores de nitratos ($\text{mg NO}_3^-/\text{L}$) lixiviados del suelo para los tratamientos sin aplicación de microorganismos efectivos.

En el segundo periodo, de aproximadamente 75 días (del 07/07/ al 17/09/), la concentración de nitratos lixiviados procedentes de cada tratamiento se incrementa. Destaca el tratamiento 50+30+15+5 con concentraciones superiores, en todos los momentos, a los $500 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$. En el resto de tratamientos se observa que las concentraciones de nitratos lixiviados son inferiores a los $500 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$, hasta los días 80-100 donde en algunos tratamientos se supera ligeramente esta cifra. Este momento coincide con la segunda quincena de agosto y primera de septiembre.

En un tercer tramo, entre los días 105-130 (del 17/09/ al 15/10/) se observa el mayor registro de nitratos lixiviados, para todos los tratamientos, superándose en la mayoría de los casos las concentraciones de $500 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$, mientras que para el tratamiento 50+30+15+5, las concentraciones superan los $1000 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$. Por último, se observa un segmento donde las concentraciones de nitratos lixiviados descienden ligeramente, aunque se mantienen en valores altos (entre 500 y $1000 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$) y constantes a lo largo del tiempo de este último tramo de estudio.

En el caso donde únicamente existe suelo, los niveles de nitratos se incrementan ligeramente a lo largo del tiempo, posiblemente debido a ligeras mineralizaciones del suelo, pero las concentraciones de nitratos lixiviados en este caso son bajas.

Para evaluar estadísticamente el efecto del tratamiento y del tiempo, se han agrupado los datos de concentración de nitratos lixiviados por meses de estudio, resultando siete períodos, siendo el periodo 1 correspondiente con el mes de junio, y secuencialmente hasta el periodo 7 coincidente con el mes de diciembre.

Las diferencias encontradas en el contenido en nitratos lixiviados de los diferentes suelos sin aplicación de microorganismos son, al 95% de confianza, estadísticamente significativas ($p\text{-value} = 0,000$), en función de los dos factores principales, momento o mes de recolección y tratamiento de aporte de materia orgánica. El método utilizado para discernir entre las medias es el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). Se observa que a medida que avanza el periodo de estudio, se obtienen mayores concentraciones de nitratos, aunque en los dos últimos períodos existe un mantenimiento de las concentraciones o incluso se presenta una ligera tendencia en la disminución del contenido en nitratos lixiviados (figura 3).

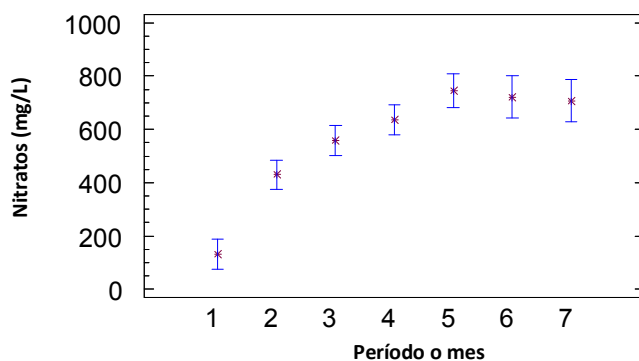


Figura 3. Concentraciones de nitratos (mg/L) en los suelos sin aplicación de microorganismos, en función del período o mes de recolección, con intervalos LSD al 95%.

Estos resultados indican que las concentraciones de nitratos lixiviados, cuando no se emplean microorganismos, en el mes de junio son diferentes a los lixiviados en el mes de julio, y ambos a su vez diferentes a los del mes de agosto. Aunque las concentraciones de nitratos lixiviados y recolectados en el mes de septiembre no se diferencian estadísticamente de las encontradas en el mes de agosto. Por último, indicar que las concentraciones de nitratos encontrados en los lixiviados recolectados en los meses de octubre, noviembre y diciembre no se diferencian entre sí, y tampoco difieren estadísticamente de los recolectados en el mes de septiembre, pero sí son estadísticamente superiores a los encontrados en el resto de los meses estudiados.

A nivel de tratamiento se concluye que el más efectivo en cuanto a la liberación de nitratos, cuando no se incorporan microorganismos, es el formado por la mezcla compleja de 50 partes de estiércol de oveja+30 partes de restos de poda+15 partes de compost+5 partes de cascarilla de arroz, posiblemente debido a la presencia de microorganismos útiles en el compost y a la contribución de los diferentes restos orgánicos (estiércol, poda y cascarilla de arroz) que tributan con la energía que precisan los microorganismos para la mineralización del nitrógeno orgánico. El tratamiento que le sigue en efectividad, respecto a la liberación de nitratos, es el formado por la mezcla 60+40, seguido de la mezcla 90+10, y por último el tratamiento formado exclusivamente por estiércol de oveja (figura 4).

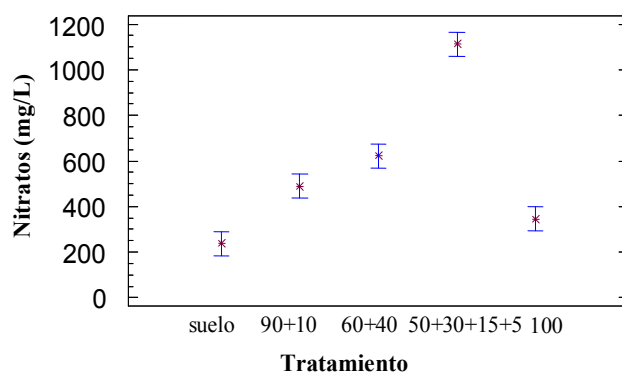


Figura 4. Concentraciones de nitratos (mg/L) en los suelos sin aplicación de microorganismos, en función del tratamiento, con intervalos LSD al 95%.

La figura 5 muestra la evolución del contenido promedio en nitratos lixiviados ($\text{mg NO}_3\text{L}^{-1}$), en cada uno de los tratamientos estudiados, para el caso donde se aplican microorganismos efectivos. Se observa una tendencia similar a la encontrada en los lixiviados, para el caso de no aplicar microorganismos efectivos, con la diferencia notable de que las concentraciones de nitratos lixiviados son significativamente superiores en todos los tratamientos, excepto para el caso del suelo sin aportes de materias orgánicas, pero sí con microorganismos efectivos. Lo que demuestra la efectividad de los microorganismos efectivos en la mineralización de los

fertilizantes orgánicos (Parr *et al.*, 1994). Así, en los primeros 30 días del estudio de evolución (del 06/06/ al 07/07/) la concentración de nitratos lixiviada es prácticamente similar en todos los casos, excepto en el tratamiento 50+30+15+5, de manera que las concentraciones de nitratos lixiviados en este primer mes son muy similares a las que presenta el suelo sin aporte orgánico, lo que pone de manifiesto la necesidad de un periodo de tiempo aproximado de un mes (Neve *et al.*, 1996) para que se inicien los procesos de mineralización, este tiempo se acortaría a 20 días, en el caso de un estiércol heterogéneo de materia orgánica y con presencia de compost (50+30+15+5).

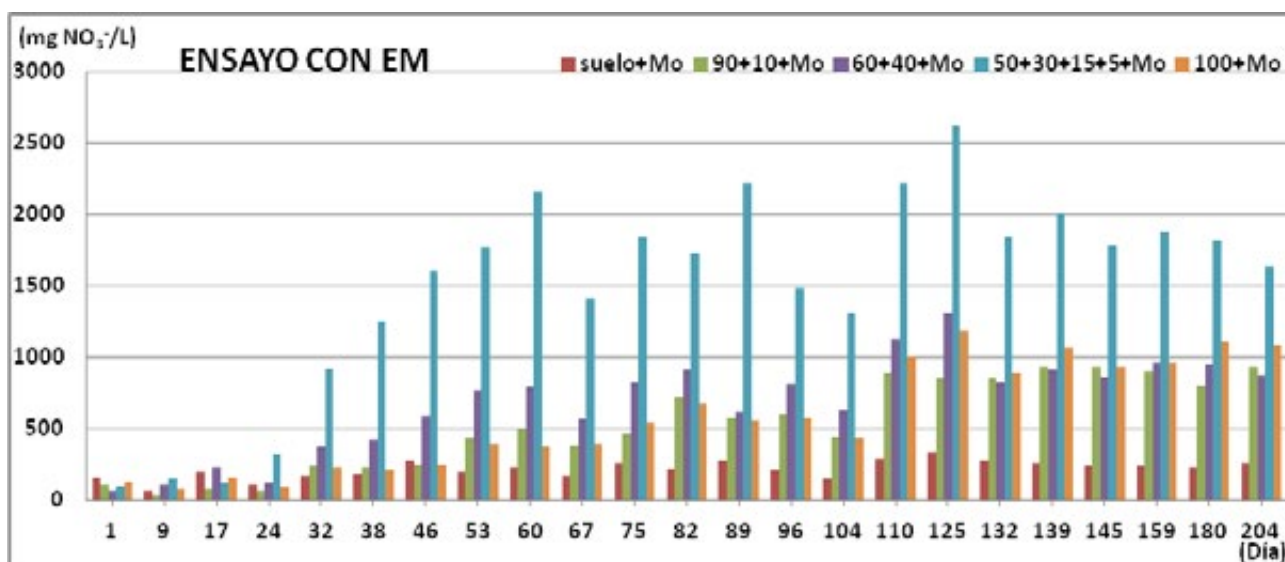


Figura 5. Evolución de los valores de nitratos ($\text{mg NO}_3^-/\text{L}$) lixivitados del suelo para los tratamientos con aplicación de microorganismos efectivos.

A partir de los 32 días se produce un incremento característico de los nitratos en los lixivitados de cada tratamiento, con concentraciones que en la mayoría de los casos superan los $500 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$. Destaca también el tratamiento 50+30+15+5 con concentraciones superiores a los $1000 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$, existiendo un pico de concentración de más de $2000 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$, a los 60 días y 89 días después del inicio del estudio.

En un tercer tramo, entre los días 105-130 (del 17/09/ al 15/10/) se observa el mayor registro de nitratos lixivitados, para todos los tratamientos, alcanzándose en la mayoría de los casos las concentraciones de $1000 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$, excepto para el suelo con microorganismos, donde los niveles de nitratos lixivitados no alcanzan los $500 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$, y para el tratamiento 50+30+15+5, donde las concentraciones a los 125 días superan los $2500 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$. Por último, se observa un segmento donde las concentraciones de nitratos lixivitados descienden por debajo de los $2000 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$ para el tratamiento 50+30+15+5, mientras que el resto de tratamientos con presencia de aportes orgánicos, se mantienen en valores altos (alrededor de $1000 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$), permaneciendo constantes a lo largo del tiempo de este último tramo de estudio.

Para el caso donde únicamente existe suelo, los niveles de nitratos se incrementan ligeramente a lo largo del tiempo, posiblemente debido a las variaciones en humedad, temperatura y la existencia de microorganismos efectivos, pero las concentraciones de nitratos lixivitados en este caso son las más bajas.

La figura 6 muestra las diferencias de las concentraciones de nitratos en los suelos con aplicación de microorganismos, en función del período o mes de recolección. Se observa que a medida que avanza el periodo de estudio, se obtienen mayores concentraciones de nitratos, alcanzándose el máximo en el mes de octubre. En los dos últimos períodos se observa una disminución, aunque no significativa de las concentraciones de nitratos lixivitados.

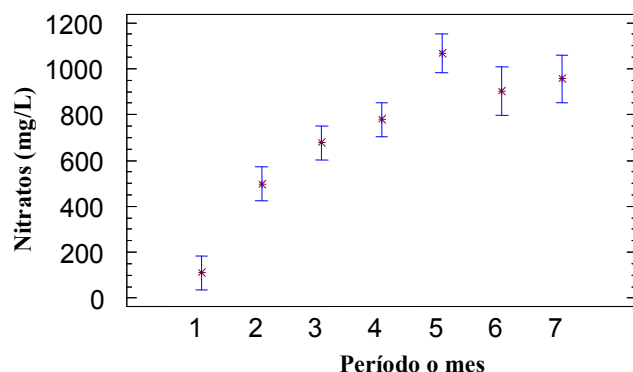


Figura 6. Concentraciones de nitratos (mg/L) en los suelos con aplicación de microorganismos, en función del período o mes de recolección, con intervalos LSD al 95%.

las concentraciones de nitratos lixiviados, cuando se emplean microorganismos, en el mes de junio son las más bajas y diferentes a los lixiviados en el mes de julio, y ambos a su vez diferentes a los del mes de agosto. Aunque las concentraciones de nitratos lixiviados y recolectados en el mes de septiembre no se diferencian estadísticamente de las encontradas en el mes de agosto. Por último, indicar que las concentraciones de nitratos encontradas en los lixiviados recolectados en los meses de octubre son las más altas y estadísticamente diferentes a las de los meses anteriores. Las concentraciones de nitratos encontradas en los meses de noviembre y diciembre no se diferencian entre sí, y tampoco difieren estadísticamente de las recolectadas en los meses de septiembre y octubre.

A nivel de tratamiento se concluye que el más efectivo en cuanto a la liberación de nitratos, cuando se incorporan microorganismos, es también el formado por la mezcla compleja de 50 partes de estiércol de oveja+30 partes de restos de poda+15 partes de compost+5 partes de cascarilla de arroz, posiblemente debido a la heterogeneidad de los restos orgánicos (estiércol, poda y cascarilla de arroz) y a aportación de los microorganismos que hace más segura la mineralización del nitrógeno. El resto de tratamientos con aporte de materias orgánicas no presentan diferencias estadísticamente significativas (al 95% de significación) en cuanto al contenido de nitratos lixiviados en el suelo. Además, se observa que, en el caso del suelo con incorporación de microorganismos efectivos, pero sin aportes de fuentes orgánicas, las concentraciones en nitratos lixiviados son las más bajas, con diferencias estadísticamente significativas, con respecto al resto de los tratamientos (figura 7).

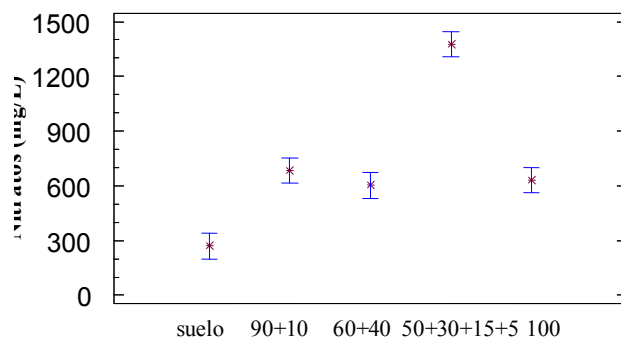


Figura 7. Concentraciones de nitratos (mg/L) en los suelos con aplicación de microorganismos, en función del tratamiento, con intervalos LSD al 95%.

Los suelos con aplicación de microorganismos efectivos son más eficaces para la mineralización del nitrógeno, atendiendo a la mayor concentración de nitratos lixiviados (p -value=0,0016). En conjunto, los suelos a los que se han aplicado microorganismos efectivos presentan en promedio, 762,17 mg $\text{NO}_3\text{-L}^{-1}$, lo que significa aproximadamente un 17,5% más de nitratos lixiviados, lo que ultima que la aplicación de microorganismos efectivos puede ser muy interesante para incrementar la mineralización de la materia orgánica y con ello aumentar las fuentes de nitrógeno asimilables.

El cuadro 2 proporciona información sobre la cantidad teórica de unidades fertilizantes de nitrógeno disponibles en una hectárea de superficie durante los 204 días reales del estudio, que cada tratamiento es capaz de aportar. Para poder relacionar los resultados con la aplicación en campo, por una lado habría que considerar las pérdidas producidas por la heterogeneidad en la aplicación del estercolado en campo, pérdidas estimadas en el 50%. Y por otro lado hay que considerar también las pérdidas que en campo sufriría la aplicación de estiércol como consecuencia de los procesos por desnitrificación, volatilización de amonio, lixiviación o lavado y erosión, que disminuyen la eficacia del estercolado, Tiedje (1988) estima que entre el 52 y el 100% del nitrógeno fijado vuelve a la atmósfera por procesos de desnitrificación, y Constable et al. (1992) observan que sólo un 40% del nitrógeno aportado pasa a formar parte de la cosecha. Por ello, los valores en nitrógeno aportado por cada uno de los tratamientos estudiados se verán reducidos en las proporciones de cada fracción, resultando que las unidades fertilizantes de nitrógeno por hectárea de cultivo varían desde las 359 UFN/ha para el tratamiento exclusivo de estiércol de oveja sin aplicación de microorganismos efectivos, hasta las 3975,11 UFN/ha del tratamiento más complejo en cuanto a formulación y con aplicación de microorganismos efectivos. Los tratamientos con menor disponibilidad de nitrógeno como elemento fertilizante en el tiempo son los de composición más compleja, independientemente de la aplicación de microorganismos efectivos, mientras que el estercolado más persistente en el tiempo sería el formulado con estiércol de oveja al 100% y con aplicación de microorganismos efectivos, que es capaz de aportar unidades fertilizantes de nitrógeno a una hectárea de superficie, durante el periodo que oscila entre año y medio y dos años (estercolado bianual).

Cuadro 2. Conversión de los nitratos totales de 1 a 204 días para cada uno de los tratamientos, a UFN/ha.

Tratamiento	NO_3^- totales	NO_3^- absolutos (tratamiento- NO_3^- suelo)	UFN/superficie recipiente	UFN/ha	Días
SUELO	42475.85	-	-	-	-
90+10	104140.58	61664.73	0.013924	4462.79	204
60+40	105934.77	63458.92	0.014329	4592.64	204
50+30+15+5	198883.33	15640.48	0.035317	11319.49	204
100	67278.23	24802.38	0.005600	1794.99	204
SUELO+EM	45674.32	-	-	-	-
90+10+EM	147096.12	101421.80	0.022901	7340.08	204
60+40+EM	149573.32	103899.00	0.023460	7519.36	204
50+30+15+5+EM	320305.53	274631.20	0.062012	19875.55	204
100+EM	136785.35	91111.03	0.020573	6593.87	204

CONCLUSIONES

La aplicación de microorganismos efectivos sin aportes de estiércol u otras fuentes orgánicas, no influye significativamente en la mineralización de nitratos. De la misma manera que realizar aportes de estiércol de oveja, puede incrementar ligeramente las concentraciones de nitratos lixiviados, pero estas concentraciones no llegan a ser estadísticamente significativas, hasta que no se introducen microorganismos efectivos en el sistema.

El tratamiento que incluye 90% de estiércol de oveja+10% restos de poda, es eficaz a la hora de la mineralización de la materia orgánica y de lixiviar nitratos, pero resulta significativamente más eficiente cuando se

incorporan microorganismos efectivos al suelo.

El tratamiento formado por el 60% de estiércol de oveja y 40% de restos de poda resulta eficaz porque lixivian concentraciones de nitratos estadísticamente altas, tanto si se aportan microorganismos como si no se incorporan. Por último, destacar que el tratamiento complejo formado por un 50% de estiércol de oveja, 30% de restos de poda, 15% de compost y un 5% de cascarilla de arroz, es el que se presenta como más efectivo, ya que presenta las mayores concentraciones de nitratos lixiviados, además cuando se incorporan microorganismos efectivos, se incrementan las concentraciones. Las concentraciones disponibles son válidas para una rotación de cultivos exigentes en aportes de nitrógeno (kg N/ha) durante, un ciclo de rotación de cultivos, de dos años.

BIBLIOGRAFÍA

- Barford C., Lajtha K. 1992. Nitrification and nitrate reductase rate along a secondary successional gradient. *Plant and Soil* 145: 1-10.
- Constable GA., Rochester IJ., Daniells IG. 1992. Cotton yield and N requirement is modified by crop rotation and tillage method. *Soil Tillage Res.*, 23: 41-59.
- Higa T. 1991. Effective microorganisms: A biotechnology for mankind. p. 8-14. In J.F. Parr, S.B. Hornick, and C.E. Whitman (ed.) *Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming*. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.
- Higa T., Wididana GN. 1991a. The concept and theories of Effective Microorganisms. In J.F. Parr, S.B. Hornick, and C.E. Whitman (ed.) *Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming*, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.: 118-124.
- Higa T., Wididana GN. 1991b. Changes in the soil microflora induced by Effective Microorganisms. In J.F. Parr, S.B. Hornick, and C.E. Whitman. (ed.) *Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming*. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA, 153-162.
- Mau, FP. 2014. EM: Fantastische Erfolge mit Effektiven Mikroorganismen in Haus und Garten, für Pflanzenwachstum und Gesundheit-Anwenderbuch. Goldmann Verlag. 288 pp.
- Milham PJ., Awad AS., Paull RE., Bull JH. 1970. Analysis of plants, soils and waters for nitrate by using an ion-selective electrode. *Analyst*, 95(1133): 751-757.
- Neve S., Pannier J., Hofman G. 1996. Temperature effects on C- and N-mineralization from vegetable crop residues. *Plant and Soil*, 181: 25-30.
- Parr JF., Hornick SB., Kaufman DD. 1994. Use of microbial inoculants and organic fertilizers in agricultural production. In *Proceedings of the International Seminar on the Use of Microbial and Organic Fertilizers in Agricultural Production*. Published by the Food and Fertilizer Technology Center, Taipei, Taiwan.
- Singh JS., Pandey VC., Singh DP. 2011. Efficient soil microorganisms: a new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agriculture, ecosystems & environment*, 140(3): 339-353.
- Tiedje JM. 1988. Ecology of denitrification and dissimilatory nitrate reduction to ammonium. En: *Biology of Anaerobic Microorganisms*, (A.J.B. Zehnder, ed.) Wiley, New York. 179-243 pp.

INTERACCIÓN DE DIFERENTES ESCARDAS Y FERTILIZACIONES SOBRE EL CONTROL DE LA FLORA ARVENSE Y EL RENDIMIENTO DEL CEREAL. 20 AÑOS DE EXPERIMENTACIÓN

Lacasta C*, Meco R**, Moreno MM***

*CSIC. Museo Nacional Ciencias Naturales. Finca Experimental "La Higuera". Toledo

**Agente de Extensión Agraria. Toledo; ramonmeco@gmail.com

***Escuela de Ingenieros Agrónomos de Ciudad Real, UCLM

RESUMEN:

Durante 20 años se ha estudiado, en una rotación de barbecho-cebada-veza enterrada-trigo duro, el efecto de cuatro tipos de escarda (química, grada de púas flexibles, líneas agrupadas y testigo) y tres tipos de fertilización (química, orgánica y testigo) sobre la flora espontánea y la producción de grano de cereal.

Los resultados indican que la fertilización química aumenta la competencia del cereal frente a la flora arvensis cuando el cereal se siembra en rotación, y por tanto no son necesarias escardas para el control de arvenses. Con el sistema de líneas agrupadas, se produce un control aceptable y los rendimientos no muestran diferencias, según el tipo de fertilización empleada. En las parcelas fertilizadas químicamente, la siembra en líneas agrupadas disminuye los rendimientos medios un 8% respecto a la siembra clásica en líneas equidistantes. Con el manejo ecológico, sin embargo, el control de hierbas es mejor y los rendimientos aumentan alrededor del 10%.

Cuando el control es prácticamente total (herbicidas), la diferencia de los rendimientos medios de 20 años, atribuibles a la fertilización, es sólo de un 4%. Se concluye que, en los ambientes semiáridos, con rendimientos entre 2000 y 2500 kg/ha, si el manejo empleado (ecológico) permite una disminución del banco de semillas eficaz (rotaciones largas y ciclos diferentes con inclusión de leguminosas) y se dejan todos los residuos de cosecha en el suelo, se podrían alcanzar rendimientos de cereal similares a los convencionales.

Palabras clave: evolución de poblaciones, fertilización orgánica, grada de púas flexibles, líneas agrupadas, secano.

INTRODUCCIÓN

La rotación es el principal medio para el control de la flora arvensis, favoreciendo un descenso tanto en número de individuos como en el porcentaje de recubrimiento de las malas hierbas. Diversos trabajos demuestran que, en los secanos semiáridos españoles, las producciones de los cultivos de cereal de invierno no dependen de la utilización de herbicidas o de la fertilización química (Torner *et al.*, 1999; Pardo *et al.*, 2001; Lacasta *et al.* 2003; Lacasta & Meco, 2006), sino de las condiciones meteorológicas. En este sentido, Lacasta *et al.*, (2007) observaron en un trabajo previo, al estudiar durante 10 años el efecto de diferentes métodos de escarda y sistemas de fertilización sobre la producción de cereal de invierno y la incidencia de flora espontánea en secanos semiáridos, la escasa eficiencia del uso de agroquímicos cuando el cereal se somete a rotaciones de cultivo, lo cual justificaría por tanto la reducción en su uso y contribuiría a mejorar la sostenibilidad de los agrosistemas en estas condiciones (Pardo *et al.*, 2011).

Por otra parte, la variabilidad en las condiciones meteorológicas y el empeoramiento de las mismas como consecuencia del calentamiento global, hace necesario el estudio de la incidencia de los distintos manejos a largo plazo. Por este motivo, en el presente trabajo, que englobaría al anteriormente citado desarrollado por Lacasta *et al.*, (2007), se estudia, durante 20 años consecutivos (campañas 1996/97 a 2015/16), la evolución de la flora arvensis y su influencia en la producción de cereales de invierno (trigo - cebada) en una rotación de veza enterrada-trigo duro-barbecho-cebada, sometida a diferentes tratamientos de fertilización y escarda, con el objetivo de conocer cuál es la combinación que mejor se adapta las condiciones de los ambientes semiáridos españoles.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se viene realizando desde la campaña 1996/97 en la Finca Experimental "La Higueruela" de Santa Olalla, Toledo (40°3' N, 4°26' W, 490 m), perteneciente al Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC).

La rotación de cultivos seguida durante la serie de 20 años (1996/97-2015/16) es barbecho-cebada-veza enterrada-trigo. A fin de contar con un cereal de invierno cada año (trigo y cebada, en años alternos), el ensayo se realiza en dos parcelas contiguas de similares características, empezando la rotación en la primera parcela en 1996/97 con cultivo de cebada y en la segunda con barbecho.

El diseño experimental adoptado es un split-plot con cuatro repeticiones, siendo el factor principal el tipo de fertilización y el secundario la forma de escarda. Los tratamientos de fertilización ensayados son: 1) Testigo: sin fertilización; 2) Fertilización orgánica: aporte de 2.500 kg/ha de compost (56-22-89); 3) Fertilización inorgánica: 70-45-45. En todas las parcelas se incorpora la paja de cereal. Los tratamientos de escarda son: 1) Testigo: sin escarda; 2) Grada de púas flexibles; 3) Cultivo en líneas agrupadas; 4) Escarda química, con el herbicida más adecuado en cada momento según el tipo de malezas y el estado de las mismas. La superficie de cada parcela elemental es de 100 m² (5 x 20 m).

El muestreo de hierbas se ha realizado todos los años (1997-2016) en el cultivo de cereal durante el mes de mayo. Como las hierbas tienen una distribución agregada, se ha considerado que la medida que mejor representa su incidencia negativa sobre el cultivo es la de la cobertura, expresada en tanto por ciento de la superficie total de cada parcela. Este dato se determina para cada una de las especies mediante estimación visual. La recolección de grano se realiza con una cosechadora de microparcels de 1,3 metros de anchura de corte, controlándose el total de cada parcela.

Los resultados de producción fueron sometidos al análisis de la varianza. Cuando las diferencias entre tratamientos fueron significativas, se aplicó el test de Tukey ($p < 0,05, 0,01$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los datos de producción de grano de cereal obtenidos en los 20 años de experimentación (Cuadro 1), se observa en primer lugar una tendencia al descenso de los rendimientos en las últimas campañas, con un ligero repunte en 2015/16 (probablemente como consecuencia de las lluvias primaverales y del bajo nivel de arvenses debido a la escasez de lluvias en otoño e invierno). Esa tendencia general a la baja estaría relacionada con un aumento de las temperaturas en primavera y un descenso de las precipitaciones, principalmente en el mes de mayo, viéndose más afectadas las parcelas sin fertilización por alargarse el ciclo de cultivo.

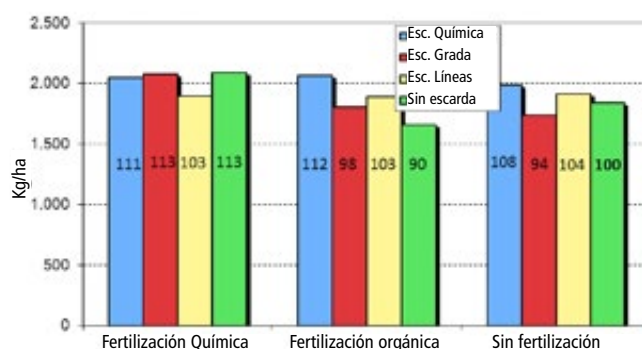


Figura 1. Producción media de grano de cereal (kg/ha) en 20 años con diferentes escardas y fertilizaciones. Los datos en las barras indican el porcentaje respecto del tratamiento testigo (sin fertilización y sin escarda).

En relación al efecto del tipo de escarda y fertilización sobre la producción, se observa el efecto positivo de la escarda química (herbicidas) en todos los tratamientos de fertilización (Fig. 1), especialmente en los de fertilización orgánica y testigo. En el caso concreto de la fertilización química, la escarda con líneas agrupadas resulta la técnica menos productiva (8-10% inferior que el resto de tratamientos) debido al efecto del modelo de siembra.

Cuando el control de hierbas es prácticamente total (herbicidas), la diferencia de los rendimientos medios de 20 años, atribuibles a la fertilización, es sólo de un 4% (Fig. 1). Por tanto, como ya indicaron Lacasta et al. (2007) con datos de 10 años de ensayo, queda patente que la fertilización química aumenta la competencia del cereal frente a las malezas y, como consecuencia, el empleo de herbicidas cuando el cereal se siembra en rotación con otro cultivo y se abona químicamente, no es necesario. En relación a este punto, Fernández-Quintanilla et al. (2003) consideran que los tratamientos de escarda química empiezan a ser rentables cuando el rendimiento potencial del cultivo supera las 3 t/ha y cuando la infestación de especies arvenses supera el 30%.

Año	Fertilización química				Fertilización orgánica				Sin fertilización				Media anual	Efecto FER x ESC
	Escarda Química	Escarda Grada	Escarda Líneas	Sin escarda	Escarda Química	Escarda Grada	Escarda Líneas	Sin escarda	Escarda Química	Escarda Grada	Escarda Líneas	Sin escarda		
96-97	1.699 ab	2.330 a	1.534 ab	1.740 ab	1.911 ab	989 ab	1.430 ab	1.548 ab	1.489 ab	1.505 ab	1.118 ab	858 b	1.513	***
97-98	2.117	2.174	2.356	2.431	1.898	1.951	1.828	2.158	2.274	1.735	1.853	2.408	2.099	ns
98-99	1.696 b	2.501 ab	1.781 b	1.907 ab	2.965 a	2.213 ab	2.849 a	2.453 ab	2.347 ab	2.343 ab	2.503 ab	2.045 ab	2.300	***
99-00	2.528	2.546	2.850	3.126	2.767	2.756	2.336	2.764	2.837	2.394	2.604	2.298	2.651	ns
00-01	222 e	357 cde	306 de	383 cde	744 a	453 bcd	562 abc	626 ab	492 bcd	451 bcd	497 bcd	466 bcd	463	***
01-02	6.254 ab	6.626 a	5.455 abc	6.301 ab	5.145 abc	4.800 bc	4.507 c	4.478 c	5.462 abc	4.760 bc	4.781 bc	5.843 abc	5.368	***
02-03	1.442 a	943 ab	863 b	1.095 ab	1.477 a	997 ab	1.161 ab	850 ab	1.064 ab	972 b	613 b	535 b	984	***
03-04	2.965 a	2.978 a	2.530 a	2.990 a	1.898 ab	1.772 ab	1.998 ab	1.173 b	2.102 ab	1.645 ab	2.562 a	2.666 a	2.273	***
04-05	912	1.233	418	916	1.423	1.320	1.118	850	1.496	1.370	906	1.208	1.104	ns
05-06	3.223 b	3.352 b	3.144 b	3.410 b	3.126 b	3.370 b	3.472 b	3.196 b	3.661 ab	3.207 b	4.349 a	3.697 ab	3.434	***
06-07	2.232 a	1.185 bode	1.951 ab	1.471 abode	2.177 a	1.469 abcde	2.271 a	758 de	1.560 abcd	973 cde	1.883 abc	553 e	1.540	***
07-08	2.202	2.223	2.135	2.151	2.426	2.386	2.156	2.213	2.566	2.144	2.245	2.526	2.281	ns
08-09	2.312 ab	2.125 ab	1.906 b	2.089 ab	2.966 a	2.244 ab	2.364 ab	2.099 ab	2.411 ab	2.473 ab	2.158 ab	2.123 ab	2.273	***
09-10	3.227 a	3.401 a	3.230 a	3.675 a	1.783 bc	1.526 bc	1.546 bc	1.322 bc	1.909 bc	2.060 bc	2.237 b	2.194 b	2.343	***
10-11	1.831 ab	1.509 ab	1.580 ab	1.347 ab	1.995 ab	1.525 ab	2.162 a	1.257 b	1.606 ab	1.204 b	1.662 ab	1.473 ab	1.596	**
11-12	896	891	1.064	977	1.308	1.182	1.223	1.013	1.408	1.188	1.556	1.061	1.147	ns
12-13	1.405 ab	1.473 ab	1.097 ab	1.387 ab	1.358 ab	1.605 a	1.385 ab	858 b	865 b	862 b	1.038 ab	839 b	1.181	**
13-14	813	792	779	1.001	659	677	711	734	818	881	923	839	802	ns
14-15	665	629	541	606	1.012	743	890	805	901	788	667	710	747	ns
15-16	2.288	2.271	2.530	2.756	2.327	2.164	1.805	2.077	2.411	1.801	2.047	2.461	2.245	ns

En cada fila, valores seguidos por letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (**: P<0,05; ***: P<0,01; ns: no significativo. Test Tukey).

Cuadro 1. Influencia del tipo de fertilización (FER) y escarda (ESC) sobre el rendimiento de grano en cereal en kg/ha

En los tratamientos con fertilización ecológica (orgánica), la competencia por las hierbas depende del método de escarda que se emplee; así, cuando se utilizan herbicidas, la producción media es semejante a la obtenida en las parcelas con fertilización química, cuando se utiliza, la grada el efecto de la fertilización química supone un aumento de la producción de un 15% respecto de la orgánica, y si la escarda es con líneas agrupadas, no hay diferencias entre fertilizar (orgánica o químicamente) o no fertilizar. Esto último explicaría por qué el modelo de siembra en líneas agrupadas preconizado en la primera mitad del siglo XX, donde la fertilización química prácticamente no existía, obtuviera mejores resultados que la siembra en líneas equidistantes.

Comparando las producciones medias de los testigos sin escarda en las diferentes fertilizaciones (Fig. 1), se observa que con química se obtienen los mayores rendimientos, un 13% y un 23% superiores a los alcanzados sin fertilización y con fertilización orgánica, respectivamente. Estos resultados estarían en concordancia con los datos de especies espontaneas presentes en las parcelas (Fig. 2). Por otra parte, cuando se comparan los dos tratamientos extremos (fertilización química y herbicidas frente a testigo sin fertilización y sin escarda, Fig. 1), la producción media de este último es solamente un 9% inferior a la del primer tratamiento, lo que evidencia la escasa rentabilidad de los agroquímicos en estas circunstancias y en plazos largos.

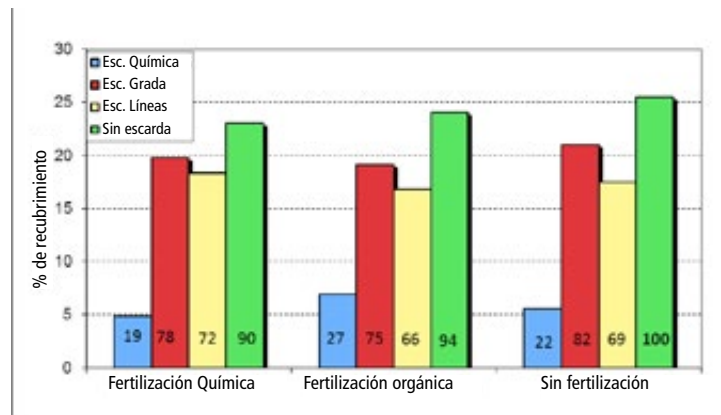


Figura 2. Recubrimiento medio de malas hierbas (%) en 20 años con diferentes escardas y fertilizaciones. Los datos en las barras indican el porcentaje respecto del tratamiento testigo (sin fertilización y sin escarda).

Asimismo, analizando las producciones obtenidas en cada una de las 20 campañas (Cuadro 1), se observa que en 8 no se produjeron diferencias significativas entre tratamientos, siendo variable el comportamiento en las 12 restantes según las condiciones meteorológicas específicas de cada caso.

En relación a la infestación por hierbas en función de los distintos tratamientos de escarda y fertilización en el promedio de los 20 años (Fig. 2), los resultados obtenidos dejan patente que la fertilización no influye en el desarrollo de las mismas, ya que presentan patrones de cobertura semejantes en los tres tipos de fertilización. El mejor control se produce en todo caso y como era de esperar con la escarda química (recubrimientos entre un 5% en fertilización química y un 7% en orgánica), lo cual ha repercutido en la mejora de la producción de cereal (Fig. 1); entre los métodos mecánicos, la siembra en líneas agrupadas es más eficiente que la grada, especialmente con fertilización orgánica. Sin embargo, en el caso de la química, ese mejor control de hierbas obtenido con líneas agrupadas no se ha traducido en una mayor producción, de lo que se deduce que es el método de siembra y no la competencia por las hierbas el causante de esta disminución de cosecha.

El Cuadro 2 muestra una información general de la flora arvense presente en el experimento. Como puede observarse, el recubrimiento promedio de los diferentes tratamientos de escarda y fertilización es del 17%, siendo en 8 campañas igual o superior al 20%. La mayor infestación se obtuvo en 2007, con un 41%, y la menor en 1999 y 2010, con tan sólo un 3%. A lo largo de todo el período se han contabilizado más de 108 especies repartidas en 25 familias botánicas. Las familias con mayor número de especies han sido las Compuestas (23) y las Gramíneas (17), seguidas de Leguminosas (9), Cariofiláceas (8), Escrofulariáceas (7), Crucíferas (6) y Papaveráceas (5). A excepción de las Compuestas y las Papaveráceas, las especies de la mayor parte de las familias restantes tienen una presencia testimonial y no causan grandes problemas de competencia, aunque sí generan biodiversidad.

Los datos medios indican que, de las 108 especies detectadas, sólo dos, *Papaver rhoeas* L. y *Anacyclus clavatus* (Desf.) Per., tienen una incidencia importante (el 68% de la cobertura de hierbas lo producen estas dos especies). Les siguen en importancia *Lolium rigidum* Gaudin, con un progresivo aumento en los últimos años, y *Capsella bursa-pastoris* L., con 7,8 y 4,2%, respectivamente, de forma que la suma de estas cuatro especies supone el 80% del recubrimiento total.

Asimismo, en el Cuadro 2 también se observa cómo, en cada familia, siempre destaca una especie dominante que causa mayor competencia al cultivo: *Anacyclus clavatus* (Desf.) Per en las Compuestas, *Papaver rhoeas* L. en las Papaveráceas, *Lolium rigidum* Gaudin en las Gramíneas, *Chenopodium album* L. en las Chenopodiáceas o *Polygonum aviculare* L. en las Poligonáceas.

Analizando de forma más detallada la evolución de las dos especies mayoritarias, el Cuadro 3 muestra cómo en 5 de los 20 años el recubrimiento de *Papaver rhoeas* L. superó el 10%, y sólo en dos el 20% (2005

Año	Fertilización química				Fertilización orgánica				Sin fertilización				Media anual
	Escarda Química	Escarda Grada	Escarda Líneas	Sin escarda	Escarda Química	Escarda Grada	Escarda Líneas	Sin escarda	Escarda Química	Escarda Grada	Escarda Líneas	Sin escarda	
96-97	0,07	0,73	0,40	1,37	0,67	2,33	1,03	1,00	0,03	0,40	1,07	2,73	0,99
97-98	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	0,50	0,00	0,50	0,60
98-99	0,00	0,07	0,70	0,37	0,00	0,00	0,28	0,67	0,00	0,00	0,03	0,37	0,21
99-00	3,50	5,00	7,00	9,00	7,00	14,50	10,25	16,25	4,25	13,75	10,00	16,75	9,77
00-01	0,07	1,67	2,03	2,33	0,67	2,03	1,70	3,03	0,07	0,70	1,00	1,03	1,36
01-02	0,03	0,73	1,37	0,73	1,67	9,67	4,33	9,33	0,73	2,67	3,67	4,00	3,24
02-03	7,00	11,00	15,33	10,33	11,00	18,33	10,67	17,33	7,00	10,67	8,33	18,33	12,11
03-04	1,75	9,75	17,00	11,00	5,25	24,25	17,25	20,50	3,75	14,25	12,25	13,75	12,56
04-05	1,37	6,67	1,03	4,67	2,00	2,33	2,33	2,00	1,37	6,67	1,03	4,67	3,01
05-06	0,07	0,40	0,40	1,37	0,70	3,00	0,70	2,67	0,40	2,67	0,40	3,33	1,34
06-07	3,00	12,03	1,03	7,33	2,67	6,00	1,70	2,33	3,00	3,03	3,03	8,67	4,49
07-08	0,07	2,00	2,00	2,33	0,70	5,33	2,00	4,33	0,40	2,67	2,03	3,67	2,29
08-09	0,07	4,03	0,70	2,70	0,00	1,67	2,70	1,07	0,03	2,03	3,03	2,70	1,73
09-10	0,40	1,33	2,03	1,33	0,10	1,00	0,10	0,70	0,40	0,10	0,40	0,70	0,72
10-11	1,03	10,00	1,03	8,70	1,70	3,37	3,70	7,03	0,70	4,33	2,67	5,33	4,13
11-12	0,70	2,67	1,70	2,67	1,00	1,83	1,33	8,67	0,50	1,67	1,00	2,00	2,14
12-13	0,70	2,67	2,33	3,00	1,00	1,50	1,33	7,33	0,50	1,17	0,50	1,67	1,98
13-14	0,13	2,53	3,75	0,90	0,28	3,00	1,80	2,00	0,53	3,38	0,80	4,53	1,97
14-15	0,37	30,00	13,67	15,33	6,33	15,00	33,33	20,33	3,67	38,33	31,67	50,00	21,50
15-16	0,00	1,17	1,17	0,67	0,00	1,03	0,67	1,17	0,00	0,23	0,40	0,40	0,58
Media	1,03	5,25	3,77	4,34	2,19	5,83	4,90	6,44	1,40	5,46	4,17	7,26	4,34

 Cuadro 4. Influencia del tipo de fertilización y escarda sobre el recubrimiento (%) de *Anacyclus clavatus* (Desf.) Per.

En el caso de *Anacyclus clavatus* (Desf.) Per (Cuadro 4), en 3 de los 20 años de experimentos su recubrimiento fue superior al 10%, y sólo uno (2015) al 20%. Al igual que lo observado en *Papaver rhoeas* L. y también como era previsible, el tratamiento herbicida es el que mejor controla la infestación de esta hierba. Le sigue en efectividad la siembra en líneas agrupadas y la grada, todos ellos con resultados bastante similares independientemente de la fertilización.

CONCLUSIONES

1. Los resultados medios obtenidos en la serie de 20 años indican que la fertilización no influye sobre el desarrollo de las hierbas en el cultivo de cereal, aunque sí sobre el cultivo (producción) al aumentar su capacidad competitiva frente a las mismas.
2. La producción de cereal con los métodos de escarda química y en líneas agrupada es independiente del tipo de fertilización.
3. La fertilización química aumenta la competencia del cereal frente a las malas hierbas, siendo escasas las diferencias de producción por efecto de la escarda (ligeramente inferior en líneas agrupadas). Por tanto, cuando el cereal se siembra en rotación con otro cultivo y se abona químicamente, el empleo de herbicidas no es necesario.
4. Cuando la disponibilidad de nutrientes es más escasa (fertilización orgánica o sin fertilización), estas diferencias por efecto de la escarda son más acusadas, llegando a ser en fertilización orgánica hasta del 22% entre la escarda química y el tratamiento sin escarda, lo que demuestra la importancia del control de malas hierbas en agricultura ecológica.
5. Cuando se comparan los dos tratamientos extremos (fertilización química y herbicidas frente a testigo sin fertilización y sin escarda), la producción media de este último es solamente un 9% inferior a la del primer tratamiento.
6. La fertilización y la escarda no son los factores limitantes en la producción de los agrosistemas de cereales en ambientes semiáridos en periodos largos de tiempo, siendo las diferencias atribuibles a las condiciones meteorológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fernández-Quintanilla C., Ruiz C., Barroso J. 2003. ¿Es rentable realizar tratamientos localizados contra la avena loca? Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 40-43.
- Lacasta C., García-Rojas L., Estalrich E., Meco R. 2003. Estudio de la flora arvense y de la productividad en un agrosistema

de cereales sometido a diferentes manejos agrícolas. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 207-213.

- Lacasta C., Estalrich E., Meco R., Benítez M. 2007. Interacción de diferentes escardas y fertilizaciones sobre el control de la flora arvense y el rendimiento del cereal. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 197-202.
- Pardo G., Aíbar J., Ciria M., Cristóbal M.V., De Benito A., Estalrich E., García-Martín A., García-Murieras G., Labrador J., Lacasta C., Lafarga A., Lezaún J.A., Meco R., Villa F., Zaragoza C. 2001. Influencia del tipo de fertilización y desherbado en la producción de trigo duro. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 225-231.
- Pardo G., Aíbar J., Ciria M., Lacasta C., Lezaún J.A., Zaragoza C. 2011. Organic versus conventional methods of fertilization and weed control in a long term rotation of cereals in semiarid Spain. Chilean Journal of Agricultural Research 71(2), 187-195.
- Torner C., Aíbar J., Bellostas A., De Lucas C., Esparza M., Fernández-Quintanilla C., González-Andújar J.L., González-Ponce R., Izquierdo J., Navarrete L., Royuela M., Salas M., Sánchez del Arco M.J., Santín I., Tiebas M.A., Vitta J., Zaragoza C. 1999. Conclusiones de los trabajos sobre las competencias de las malas hierbas con los cereales de invierno en España. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 205-211.

COSTES DE LA AUTOGESTIÓN DE RESTOS DE COSECHA EN INVERNADEROS CON SUELOS ARENADOS

Torres JM

Grupo Caparrós. El Alquíán (Almería)

RESUMEN:

Las zonas de producción hortícola intensiva tienen en la gestión de residuos vegetales grandes problemas higiénicos, ambientales y económicos. La producción en suelos arenados con criterios ecológicos tiene disponible en los restos de la cosecha anterior casi la mitad de los nutrientes extraídos por el cultivo y una gran cantidad de energía para reactivar la actividad del sistema edáfico, contribuyendo a la fijación de carbono al suelo. La gestión en el interior del invernadero limita la movilidad de plagas y enfermedades durante la fase de transporte. La materia orgánica fresca de origen vegetal permite desencadenar los procesos de biodesinfección de suelos.

El estudio de los costes asociados al manejo de los restos de cosecha de modo manual permite abordar el diseño de maquinaria que aporte soluciones técnica y económicamente eficientes. Los resultados obtenidos basados en adaptación de las tecnologías de bajo coste existentes solucionan los problemas de gestión y participan en la optimización de cualquier acción de valorización realizable dentro o fuera de la finca. La trituración de los restos de cosecha en los caminos de servicio en fresco, con una trituradora de poda de eje horizontal, y su incorporación posterior en carillas es más económica que la gestión externa.

Palabras clave: biodesinfección, in situ, residuos, valorización.

ANTECEDENTES

El 90% de los invernaderos de nueva construcción mantienen al arenado como técnica de manejo de suelo, incluso en producción ecológica. El arenado puede ser considerada una técnica de manejo próxima al no laboreo, debido a que no se realizan intervenciones superficiales (sustituidas por una capa de arena) ni profundas (al no laborearse el suelo). La mínima intervención del suelo es posible al no transitar maquinaria agrícola pesada en los invernaderos que aceleran la aparición de fenómenos de degradación física, que provocan el sellado superficial del suelo, tal y como podemos observar en el último estudio de costes y rentas del Ministerio de Agricultura, donde el trabajo de tractor se limita a 5 horas por hectárea (MAGRAMA, 2014).

La producción suelos arenados es considerada por algunos sectores de la producción agrícola una modalidad de cultivo fuera del suelo, entendiéndose que la capa de arena es el sustrato donde crece el sistema radicular. La construcción del sistema de cultivo enarenado por adición sobre el suelo de una capa de materia orgánica y, sobre esta, de una capa de arena. Estas capas no permiten el desarrollo del sistema radicular en superficie cuando el agua es manejada marcando como objetivo el aprovechamiento del agua disponible en todo el perfil explorado por las especies cultivadas (Lao Arenas *et al.*, 2002).

La construcción de nuevos arenados obliga a la extracción de arena y el transporte de la misma. Para una hectárea son necesarios entre 500 y 1000 m³ de arena en su construcción. El coste ambiental de esta práctica se considera muy alto incluso aunque sólo el trabajo de López-Gálvez and Naredo (1996) aborda el estudio del sistema de producción enarenado y sus costes ambientales.

La protección de la radiación directa que llega al suelo es un factor clave en el mantenimiento e incremento de la fertilidad del suelo en condiciones tropicales y subtropicales (Primavesi, 1984) como es el cultivo hortícola en invernadero. Los acolchados con materiales plásticos comparten con el enarenado algunas funciones (FAO, 2002), aunque las limitaciones de uso en sistemas biodinámicos regulan su uso (DEMETER, 2014). Del Moral (2010) señalaba las dificultades en el cumplimiento de la Norma con el empleo de estiércoles en cuanto a la limitación referente a las unidades fertilizantes máximas, o por encontrarse en zona vulnerable a la contaminación por nitrógeno. El acolchado con los restos del cultivo anterior, cultivos sembrados para cubrir el suelo o el

empleo de abonos verdes o " siderales" (Serrano, 1974) no son manejados aludiendo a los costes de las tareas como factor clave.

Los enarenados tenían en el aporte de una capa de tierra "vegetal" (figura 1), el aporte de estiércol (figura 2) y el aporte de la capa de arena las interintervenciones más destacadas. Según los datos aplicables a los jóvenes agricultores que decidan solicitar ayudas para la incorporación a la actividad agraria ascienden a 62.300 € por hectárea (JJAA, 2014) los costes para la construcción de un enarenado.

Concepto	Coste por unidad (€ m ³)	Coste con aplicación (€ m ²)
Aporte de arena para enarenado	28	1,96
Aporte de estiércol para enarenado instalaciones nuevas	35	0,70
Aporte de tierra para enarenado	11,9	3,57
Total		6,23

Cuadro 1. Costes de construcción del enarenado (JJAA, 2014).

El aporte de materia orgánica ha estado alejada de los enarenados provocando la merna en la fertilidad física, química y biológica (figura 3). La mezcla del arenado para dar lugar a un suelo modificado es una realidad, tal y como citaba Serrano (1974), donde, tras realizar tres retranqueos se exigía el lavado de la capa de arena.

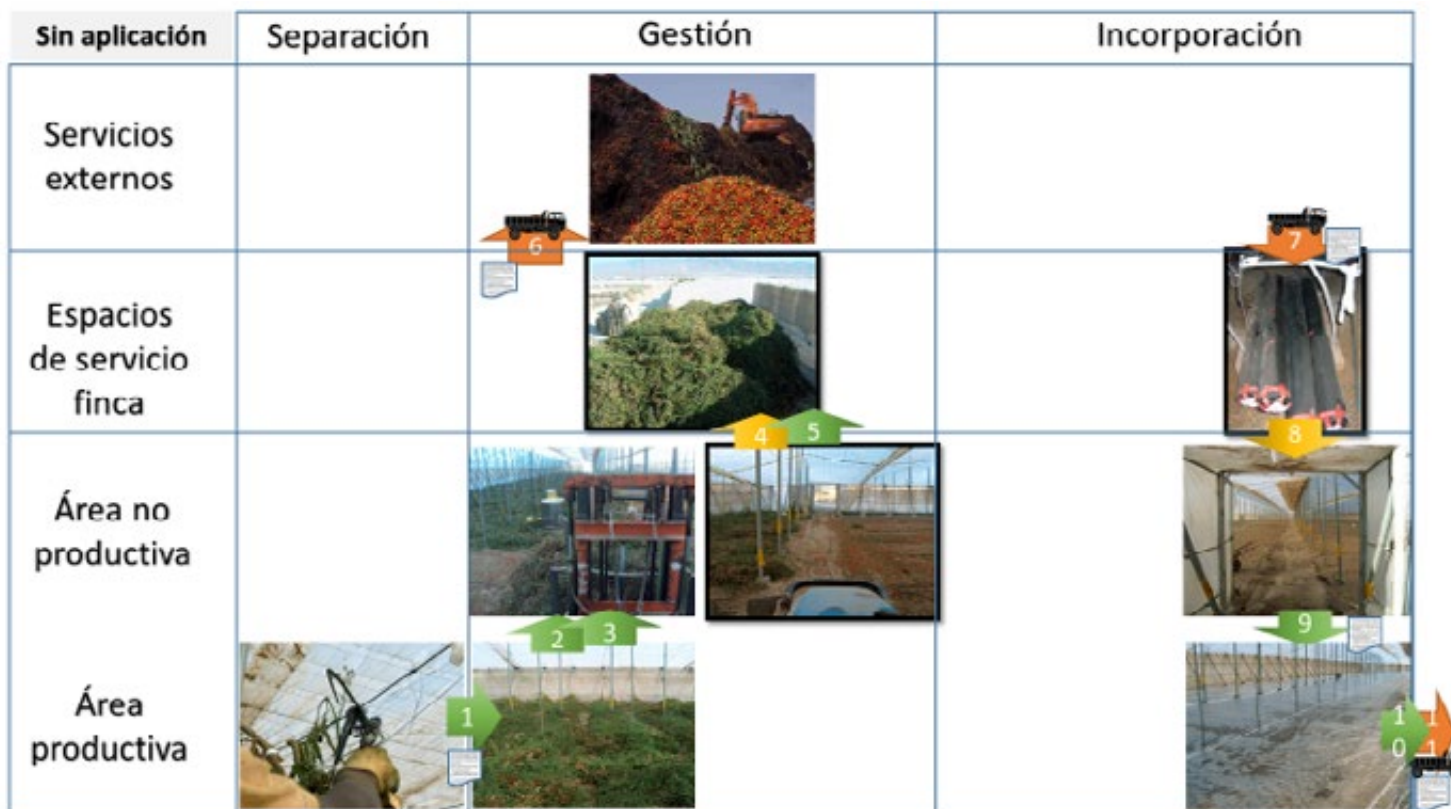


Figura 3. Gestión del suelo sin aporte de materia orgánica (hasta el punto 6) y con solarización (hasta el punto 11).

COSTES DE LA REPOSICION DE LA MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica se repone en los suelos arenados tras la retirada de la capa de arena hasta dejar el suelo descubierto. La labor a realizar se denomina retranqueo cuando se retira una franja grande y se laborea el suelo, aportando o no la materia orgánica mezclada con el suelo. Las aplicaciones en líneas o carillas son labores mas ligeras y se centran en la aplicación de materia orgánica en las proximidades de la línea de siembra, al pie de la planta y en contacto con el suelo. Otras aplicaciones con dosis bajas de materia orgánica se apoyan en el empleo de maquinaria acoplada al tractor.

El estiércol aplicado formando una capa tendrá una persistencia en el suelo que varía dependiendo fundamentalmente de las dosis empleadas (cuadro 2). Guerrero (2007), en un protocolo técnico, recoge como velocidad de transformación de materia orgánica del 50 %, 35 % y 15 % para cada año del periodo de tres.

Aplicación	Dosis y tipo (kg/m ²)	Periodicidad
Retranqueo	7 (granel)	3 – 4 años
En líneas o carillas	4,2 (granel)	2 – 3 años
Otros	1 (pellets o polvo)	1 – 2 años

Cuadro 2. Dosis y periodicidad de las técnicas de aplicación de materia orgánica en los enarenados almerienses (Sánchez *et al.*, 2001).

Los costes derivados de la reposición de la materia orgánica y mantenimiento de las funciones del enarenado fueron recogidos por Serrano en 1974 tal y como puede observarse en el Cuadro 3.

Concepto	Lavado de arena	Retranqueo	Reposición arena
Arena			30 m ³ (*)
Riego	3.000 m ³	600 m ³	
Labores de yunta		10	
Estiércol		80 Tm	
Abonos minerales			
Superfosfato		2000 kg	
Potasa		800 kg	
Obreros	25 jornales	60 jornales	16 jornales
Imprevistos	2% del total	5% del total	5% del total

(*) Modificado del documento original. Las necesidades establecen la reposición de 1/3 de la cantidad empleada para construir el enarenado, en lugar de 3 veces la cantidad original.

Cuadro 3. Necesidades para la realización de las labores de mantenimiento (Serrano, 1974)

Al realizar el estudio de costes derivado del empleo de la materia orgánica en el estudio de su funcionalidad en el enarenado para el control de nematodos (Torres *et al.*, 2007), se obtuvo que, para la operación de retranqueo sin mezcla de la materia orgánica en suelo, el empleo de maquinaria reduce el tiempo empleado en el laboreo de suelo y la necesidad de mano de obra. A comparar el retranqueo empleando estiércol con la aplicación de restos de cosecha esta multiplica por veinte las necesidades de mano de obra y más de cinco veces los requerimientos horarios en maquinaria (Cuadro 4). Destacar a su vez que el incremento en el número de franjas donde se aplica la materia orgánica aumenta las necesidades de mano de obra y maquinaria.

Labor	Mano de obra (h ha ⁻¹)	Maquinaria (h ha ⁻¹)
Retranqueo	6	4,7
Carilla a la línea	41	5,4
Carilla al centro	26	6,9
Carilla mecanizada	9	1,3
Restos de cultivo	111	20,2

Cuadro 4. Necesidades para la realización de las labores de manejo de materia orgánica en el arenado (Torres et al., 2007).

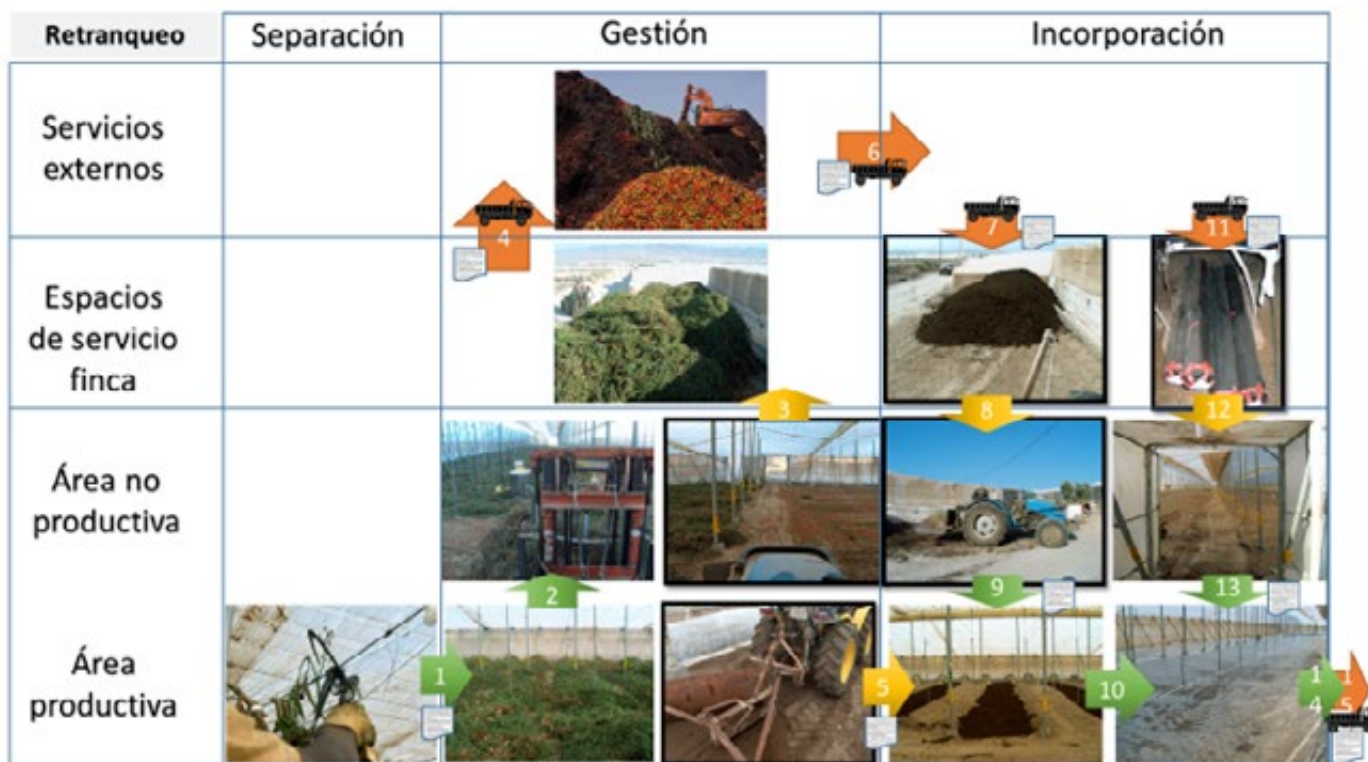


Figura 4. Gestión del suelo con la técnica del retranqueo (hasta el punto 10) y con biosolarización (hasta el punto 15).

En arenado con 15 cm de capa de arena obtienen costes variables que oscilan entre 1,232 € m² para el retranqueo bajo la capa de arena y los 0,280 € m² para la aplicación de pelets mediante maquinaria adaptada (cuadro 5).

Labor	Materia orgánica		Mano de obra € m ⁻²	Maquinaria € m ⁻²	Total	
	kg m ⁻²	€ m ⁻²			€ m ⁻²	€ kg ⁻¹
Carilla mecanizada	0,8	0,243	0,030	0,007	0,280	0,350
Carilla al centro	10	0,429	0,090	0,194	0,713	0,071
Carilla a la línea	10	0,514	0,138	0,152	0,804	0,080
Retranqueo	20	1,079	0,021	0,132	1,232	0,062
Restos de cultivo	9		0,376	0,566	0,943	0,108

Cuadro 5. Costes de la gestión de materia orgánica en el enarenado. Modificado de Torres et al. (2007).

Los datos obtenidos en el trabajo distan mucho de los de Valera *et al.* (2014) obtenidos tras realizar una encuesta entre los productores de las principales zonas productivas, donde el coste medio del retranqueo es de 30,9 € m⁻³ para un volumen medio de 71,6 m³ ha⁻¹, siendo el coste por hectárea de 0,22 € m⁻² o 2.212 € ha⁻¹. Estos valores tan ajustados están relacionados con la importancia del diseño de los invernaderos en lo referente a la anchura entre los apoyos estructurales y longitud de las líneas de cultivo, así como el modo en el que se realiza el aporte de materia orgánica. Además, este hecho hace reconsiderar las razones económicas que se argumentan para el abandono de la técnica.

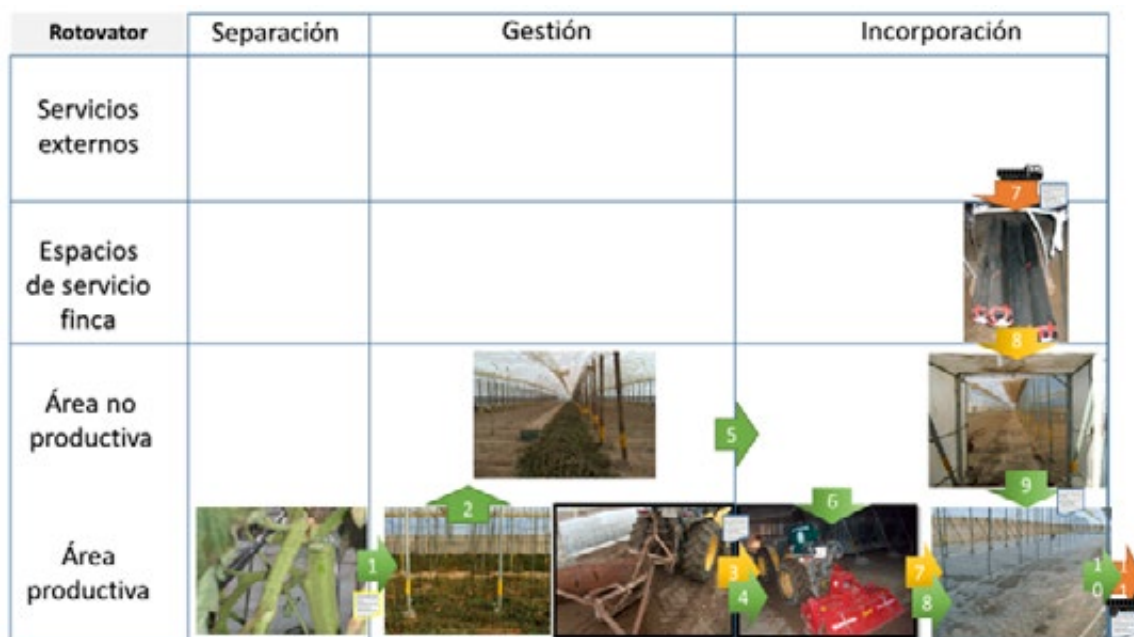


Figura 5. Gestión del suelo con incorporación de los restos de cosecha (hasta el punto 8) y biosolarización (hasta el punto 11)

COSTES DE LA GESTIÓN INSITU DE LA MATERIA ORGÁNICA

Las dificultades de manejo de los restos de cosecha dentro de los invernaderos tuvieron como consecuencia la investigación de los procesos clave y las herramientas disponibles para la optimización en el interior de los invernaderos ecológicos con suelo arenado.

La gestión manual de los restos de cosecha permite desglosar los costes de cada una de las operaciones y plantear las opciones económicamente viables. Tras la separación, trituración e incorporación de 900 m² de cultivo de tomate en el verano de 2006 se obtienen los siguientes resultados (cuadro 6).

Tarea	Coste (€ m ⁻²)	Coste (€ tm ⁻¹)
Separación de restos de los tutores plásticos	0,045	6,82
Apertura de la arena	0,051	7,73
Trituración	0,040	6,06
Enterrado	0,039	5,91
Manejo de ramales de riego	0,002	0,30
Gestión de rafias	0,018	2,73
Total	0,195	29,55

Cuadro 6: Costes de la gestión de restos de cosecha de tomate en un ciclo de cultivo de 5 meses (Torres, 2016).




Manual	Separación	Gestión	Incorporación
Servicios externos			
Espacios de servicio finca		Deshidratación Arena Trituración	
Área no productiva			
Área productiva			

Figura 6. Gestión del suelo con incorporación de la materia orgánica con labores manuales.

La gestión manual de la materia orgánica es 0,055 € m² mas cara que la eliminación en los puntos autorizados (cuadro 7) cuando no se valora la restitución de nutrientes ni la ausencia de contaminantes indeseados presentes en materias orgánicas importadas.

Tarea	Coste (€ m ²)
Descolgado de plantas	0,041
Retirada del invernadero	0,012
Transporte a planta	0,012
Gestión en planta (30 m ³)	0,075
Total	0,140

Cuadro 7. Costes de la gestión de residuos vegetales (Torres, 2016).

Las alternativas económicas que planteen no separar los restos de cosecha de los elementos de entutorado no debería tener un valor superior a 0,063 € m² o 630 € ha⁻¹. El empleo de rafia y elementos de entutorado biodegradable (Bernal *et al.*, 2008), así como el empleo de tecnologías que los separen tendrían en esta cuantía el margen para su optimización. De igual modo la reducción del volumen de los restos de cosecha con el fin de realizar la incorporación bajo la capa de arena en contacto con el suelo no debería superar los 0,040 € m² o 400 € ha⁻¹.

COSTES DE LA TECNIFICACION DE LA TRITURACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

La aplicación de los restos de cosecha en los invernaderos necesita de la reducción de volumen para su manejo. Durante el verano de 2006 se evalúan las tecnologías de bajo coste que tenían por objetivo triturar los restos vegetales procedentes de la poda o eliminar las malezas de los campos en barbecho. Trituradoras de eje vertical y horizontal fueron evaluadas en condiciones de invernadero con el objeto de reducir el volumen de los restos vegetales, optando por las trituradoras de eje horizontal (Torres, 2016).



Figura 5. Gestión del suelo mediante la trituración de los restos de cosecha sobre la capa de arena.

La trituración de los restos sobre la superficie de la arena del arenado es primera opción planteada al no requerir la movilización de los restos vegetales (figura 5). El coste de la trituración se incrementó hasta los 0,108 € m² debido a la necesidad de transitar toda la superficie de la finca (solapando pases) y al desgaste de los elementos de corte (cuya reposición anticipada requiere un desembolso económico superior al de la labor). El coste de la separación de las rafias de sus tutores se incrementa levemente debido a las condiciones de trabajo (cuadro 8).

Tarea	Coste (€ m ⁻²)
Separación de los restos vegetales y acondicionamiento	0,068
Trituración y aporte a la capa de arena	0,048
Reposición de los elementos de corte por abrasión	0,060
Total	0,176

Cuadro 8. Costes de la operación de aporte de los restos de cosecha en el enarenado (Torres, 2016).

Cuando los restos vegetales son separados y llevados al camino de servicio para su trituración en verde (figura 6), el coste se reduce hasta los 0,11 € m². Resaltar que el transporte hasta el camino central incrementa el valor en 0,03 € m², si bien reduce el coste de la trituración en 0,069 € m².

Tarea	Coste (€ m ⁻²)	Coste (€ t ⁻¹)
Separación de restos de los tutores plásticos y transporte	0,071	5,68
Trituración	0,033	2,64
Reposición de los elementos de corte por abrasión	0,006	0,48
Total	0,110	8,8

Cuadro 9. Costes de la trituración mecanizada de restos de cosecha de un cultivo de tomate cherry de 9 meses (Torres, 2016)

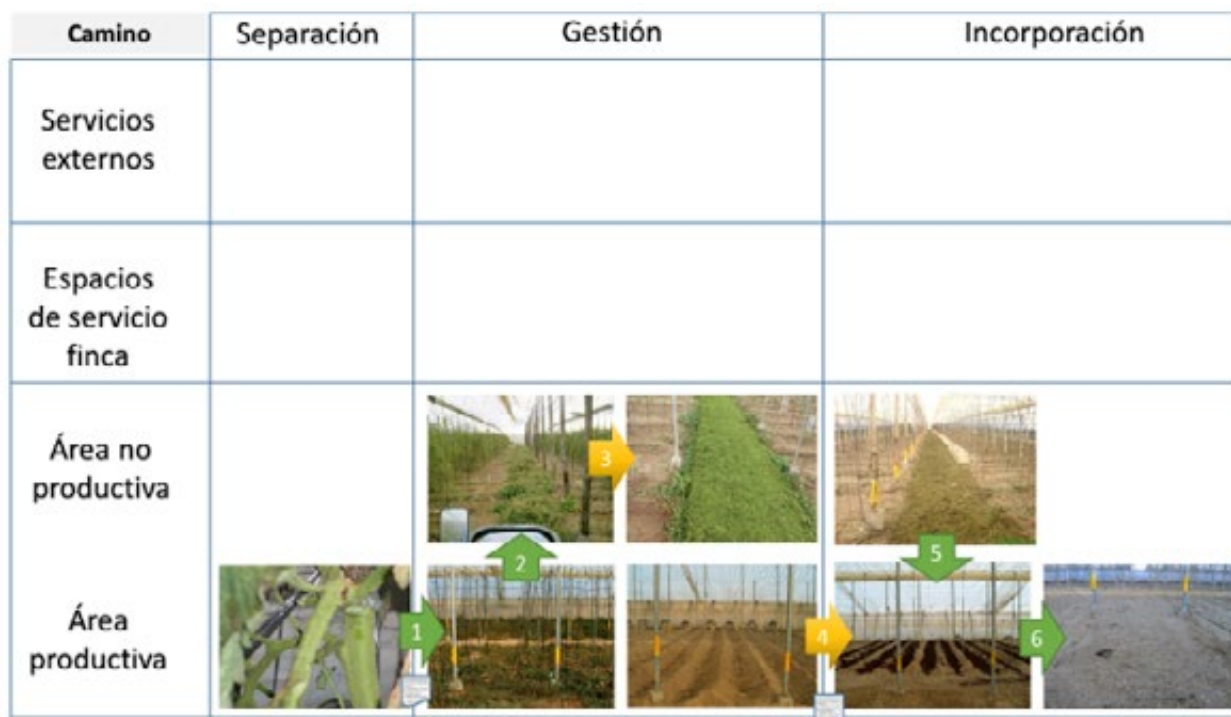


Figura 8. Gestión del suelo mediante la trituración en el pasillo de los restos de cosecha (hasta el punto 3) y la posterior aplicación en carillas (hasta el punto 6).

El resultado del avance en los costes de aplicación y la valorización de restos de cosecha puede observarse en el cuadro 10.

	Materia Orgánica		Mano de Obra	Maquinaria	Total	
	kg m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ m ⁻²	€ kg ⁻¹ m ⁻²
Retranqueo	20	1,079	0,021	0,132	1,232	0,062
Restos de cultivo	9		0,376	0,566	0,943	0,108
Aporte manual	6,6		0,195		0,195	0,03
Trituración en la arena	10		0,068	0,108	0,176	0,018
Trituración en el camino	10		0,071	0,039	0,11	0,011
Gestión externa	6,6				0,14	0,021
Retranqueo tradicional (*)	6				0,22	0,037

(*) Valera *et al.* (2014)

Cuadro 10. Comparación económica entre la técnica de retranqueo y la gestión de restos de cultivo (Torres *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

La producción ecológica en invernadero requiere de la aplicación de tecnologías que optimicen técnica y económicamente el manejo de la fertilidad del suelo ligado al empleo de materia orgánica.

La autogestión de los restos de cosecha reorienta hacia las fincas recursos propios que son empleados en inmovilizar materia orgánica y nutrientes en vertederos o el abandono en lugares públicos y privados; retirados posteriormente con fondos públicos.

La intensividad en el manejo de la materia orgánica que exige la producción ecológica permitirá, a su vez, discriminar a los productores que llevan a cabo un manejo equilibrado de las fincas ecológicas de los que no.

Los arenados de Almería necesitan de innovaciones técnicas y mecánicas que permitan realizar labores en el suelo cumpliendo los objetivos agroecológicos exigidos.

BIBLIOGRAFIA

- Bernal, Ó.R., Díaz Pérez, M., Toresano Sánchez, F., Camacho Ferre, F., 2008. Utilización de rafias biodegradables para el entutorado del cultivo de tomate en ciclo largo bajo invernadero. Terralia.
- DEMETER, 2014. Normas internacionales de producción agraria para el uso de DEMETER, BIODINAMICA (r) y marcas comerciales relacionadas.
- FAO, 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo, Estudio FAO, producción y protección vegetal, 90. doi:ISBN 92-5-302719-3
- Guerrero, L., 2007. Manejo de Invernaderos en Producción Ecológica. Protocolo Técnico. Comunicación personal.
- JJAA, 2014. COSTES DE REFERENCIA - Medida 121.2. CONVOCATORIA 2014 (Orden 13.5.2014) Módulos máximos orientativos (base de datos codificada del SME). Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.
- Lao Arenas, M.T., de la Higuera, A.G., Becker, J., 2002. Manual para la gestión del fertirriego en los invernaderos enarenados de Almería.
- López-Gálvez, J., Naredo, J.M., 1996. Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustratos. Argentaria Visor.
- MAGRAMA, 2014. Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias ECREA Resultados técnico-económicos Cultivos hortícolas Andalucía, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Extremadura, Murcia y Comunidad Valenciana.
- Primavesi, A., 1984. Manejo ecológico del suelo. La Agric. en Reg. Trop. 5.
- Serrano, Z., 1974. Cultivos hortícolas enarenados, Manuales T. ed. Publicaciones de Extensión Agraria., Madrid, España.
- Torres, J.M., 2016. Uso agronómico de restos de cosecha en los invernaderos enarenados de la cuenca mediterránea. Fundación Cajamar.
- Torres, J.M., Díez-Rojo, M.A., Robertson, L., Cara, M. de, Tello, J.C., Bello, A., 2007. Nematodos fitoparásitos del género *Meloidogyne* Goeldi, 1892 y su manejo en cultivos enarenados de Almería. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Torres, J.M., Torres, J., Díez-Rojo, M.A., Bello, A., 2015. La importancia del liderazgo científico, el compromiso técnico y el desempeño agrícola en la búsqueda de alternativas no químicas a la desinfección del suelo. Experiencias en los c ..., in: Tello, J.C., Porcuna, J.L., Jaizme, M. del C. (Eds.), La Sociedad, La Agricultura Y El Suelo. pp. 215–232.
- Valera, D.L., Belmonte, L.J., Molina, F.D., López, A., 2014. Los invernaderos de Almería. Análisis de su tecnología y rentabilidad - Publicaciones Cajamar.



Figura 1. Aporte de tierra sobre el suelo calcáreo original.



Figura 2. Aporte de estiércol empleando un tractor y un remolque esparcidor.

EFFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS CON *AZOTOBACTER CHROOCOCCUM* SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHUGAS Y ESCAROLAS EN CULTIVO ECOLÓGICO Y TRADICIONAL

Amorós A*, Valero M, Ato V, Almansa MS

Escuela Politécnica Superior Orihuela (UMH), Crta de Beniel Km 3.2 E-03312 Orihuela (Alicante)

*aamoros@umh.es

RESUMEN:

Se cultivaron plántulas de lechuga y escarola en suelo ecológico y no ecológico, tratadas previamente con la cepa 4103 de *Azotobacter chroococcum* en semillero, a dos concentraciones, 10⁶ y 10⁷ UFC/ml. El cultivo se realizó en la finca experimental de la EPSO (Universidad Miguel Hernández). Las lechugas y escarolas tratadas no han presentado diferencias significativas en cuanto a la producción y peso fresco, a excepción de las escarolas cultivadas en suelos ecológicos y tratadas con la menor concentración de *A. chroococcum*. Sin embargo, todos los tratamientos han incrementado el contenido proteico de todas las lechugas y escarolas. El porcentaje de humedad ha disminuido en todas las plantas tratadas. Al final de la experiencia se analizó el contenido de *A. chroococcum* en los suelos tanto ecológicos como no ecológicos, observándose un incremento significativo del contenido de la bacteria sólo en los suelos en los que se cultivaron lechugas y escarolas tratadas con la cepa de mayor.

Palabras clave: auxinas, *Azotobacter chroococcum*, diazótrofo, giberelinas, proteínas.

INTRODUCCIÓN

Azotobacter chroococcum es un microorganismo aerobio, diazotrófico de vida libre, que se caracteriza por una eficiente fijación del nitrógeno atmosférico (N₂) al suelo y por producir sustancias fisiológicamente activas que estimulan el desarrollo y crecimiento de las plantas (Behl *et al.* 2007, Khan & Pariari 2012). El número de bacterias del género *Azotobacter* en los suelos de varias latitudes del mundo es muy variado y se encuentra en el orden de 10⁴ células g⁻¹ y se desarrolla más intensivamente en la zona rizosférica de las plantas, que de forma libre en los suelos (Behl *et al.* 2007). Estos hallazgos sugieren que las secreciones de las raíces de las plantas, pueden suministrar el medio adecuado para la existencia de estos microorganismos en los suelos (Behl *et al.* 2007). Khan & Pariari (2012) señalan que el incremento del nitrógeno proveniente de la fijación biológica es la vía más promisoría de suministrar cantidades significativas de este elemento a los sistemas agrícolas sin contaminar el medio ambiente y mejorando el crecimiento, la productividad y la calidad de los frutos. Las bacterias del género *Azotobacter* representan uno de los primeros géneros conocidos como fijadores del nitrógeno atmosférico. Fija 10 mg/g de hidrato de carbono consumido, por lo que tienen la capacidad de fijar entre 50 y 80 kg/ha* año (Khan & Pariari 2012). Una de las características más importantes del *Azotobacter chroococcum* es su capacidad para utilizar gran variedad de fuentes de nitrógeno, como son el nitrógeno atmosférico, el nitrato, nitrito y amonio. De esta particularidad fisiológica se deriva la necesidad de regular la utilización de las diferentes fuentes nitrogenadas, siempre en función del mayor ahorro para la célula. Cuando las células de *A. chroococcum* disponen simultáneamente de más de una fuente de nitrógeno, se observa una fuerte jerarquización en la utilización de éstas, utilizando el amonio antes que el nitrato, y éste a su vez antes que el nitrito y finalmente el nitrógeno atmosférico. En presencia de amonio, se reprime la síntesis de los sistemas de fijación de nitrógeno y de asimilación de nitrato y nitrito. Cuando el nitrato (o nitrito) está presente en el medio, y en ausencia de amonio, se expresa el sistema responsable de su asimilación, manteniéndose reprimido el sistema de utilización del nitrógeno atmosférico. Por todo ello, sólo en ausencia de una fuente de nitrógeno combinada, se expresa el sistema de fijación de nitrógeno (Kennedy & Toukdarian 1987).

Se conoce el importante papel que desempeña el *Azotobacter* en el crecimiento y desarrollo de las plantas, incluso son capaces de incrementar el rendimiento de los cultivos. Los valores varían de acuerdo con la bacteria y su afinidad por el cultivo, lo que indica especificidad del microorganismo e incluso de las cepas. De acuerdo

a Milic *et al.* (2004), las bacterias del género *Azotobacter* son microorganismos asimbióticos, que actúan como biofertilizantes y bioestimulantes del crecimiento vegetal. Estos son capaces de producir en sus exudados metabólicos, sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal tales como: auxinas, citoquininas, giberelinas, vitaminas y sideróforos (Tsavkelova *et al.* 2006). El ácido indolacético (AIA) es la principal auxina de las plantas y es una de las fitohormonas de mayor relevancia dado que regula muchos aspectos del crecimiento y desarrollo vegetal como la división, elongación y diferenciación celular (Dibut 2009). Por otro lado, la giberelina es una fitohormona producida en zonas jóvenes, frutos y semillas. Sus principales funciones son la interrupción del período de latencia de las semillas, haciéndolas germinar, la inducción del desarrollo de yemas y frutos y la regulación del crecimiento longitudinal del tallo como así también la elongación de órganos axiales: pecíolos, pedúnculos, etc (Aparicio-Tejo *et al.* 2000). Los sideróforos son sistemas específicos de adquisición de hierro basados en el empleo de sustancias quelantes de bajo peso molecular. La competencia por hierro a través de la producción de sideróforos es uno de los mecanismos observados en algunas bacterias capaces de controlar patógenos del suelo (Fernández y Pedraza, 2013). Además, la producción de sideróforos por bacterias colonizadoras de la raíz puede desencadenar también una mejora del sistema de defensa de la planta de manera sistémica, fenómeno denominado resistencia sistémica inducida (ISR). Por otra parte, Verma *et al.* (2001) señalan que estos microorganismos son capaces de liberar sustancias fungistáticas que inhiben el crecimiento de hongos fitopatógenos y nematodos del suelo, promoviendo de esta manera el desarrollo de las plantas. Actualmente, existe un gran interés y conciencia por usar *Azotobacter* como un bioinoculante microbiano y como un componente básico de las estrategias de manejo integrado de nutrientes, para lograr un uso más eficiente de los nutrientes en las plantas, y para enfrentar el elevado coste de los fertilizantes minerales y sus efectos adversos a largo plazo en los ecosistemas agrícolas (Behl *et al.* 2007; Khan & Pariari 2012). No todas las cepas tienen las mismas características en cuanto a la síntesis de fitohormonas, absorción de hierro, ni se adaptan igual a todos los suelos y tampoco tienen la misma afinidad con todas las especies vegetales. Por todas estas razones los objetivos de este trabajo han sido:

1. Comprobar si la cepa CECT 4103 de *Azotobacter chroococcum*, que es la cepa tipo de la Colección Española de Cultivos Tipo de la Universidad de Valencia, se mantiene en la concentración aplicada de bacterias en los suelos objeto de estudio.

2. Comprobar la afinidad de esta cepa con dos especies vegetales, lechugas y escarolas en campo. Para esto se estudiarán diferentes parámetros productivos y de calidad, tales como producción, peso fresco, longitud, contenido protéico y contenido en humedad en plantas en campo. Debido a que es una bacteria diazotrofa, se va a inocular en lechugas y escarolas que se van a cultivar en suelos ecológicos (no abonados) y no ecológicos (abonados) para comprobar si la fijación de N₂ producida por las bacterias puede sustituir el abonado nitrogenado.

MATERIAL Y MÉTODOS

La lechuga empleada para el experimento fue romana variedad Cervantes RZ de la casa Kitkzwaan, de color claro y vigor medio-alto. La escarola empleada fue rizada doble de verano variedad Estival de la casa de semillas Fito España. La cepa utilizada de *Azotobacter chroococcum* es la CECT 4103, que es la cepa tipo de la Colección Española de Cultivos Tipo de la Universidad de Valencia.

El experimento consta de tres etapas:

La primera etapa fue la recuperación de las bacterias liofilizadas y su cultivo en el medio Norris libre de nitrógeno. La cosecha máxima alcanzada de *A. chroococcum* fue de 7.58 ± 0.03 log CFU/mL.

La segunda etapa consistió en la inoculación de la bacteria en semillero a semillas de ambas especies estudiadas. Se realizaron dos concentraciones de *A. chroococcum*, 10⁶ UFC/ml y 10⁷ UFC/ml, depositándose 1 ml de cada disolución al alveolo de cada bandeja de corcho donde se ponía cada semilla de la especie correspondiente. Las plántulas estuvieron creciendo en el invernadero durante 1 mes, hasta que alcanzaron el tamaño adecuado comercial para su transplante a campo.

La tercera etapa fue el trasplante de las plántulas tratadas y sin tratar a suelo ecológico y no ecológico hasta la recolección comercial de las lechugas y escarolas.

En el ensayo no ecológico las plántulas de lechugas y escarolas se dispusieron en líneas dobles y la separación entre las plántulas dentro de cada línea fue de 40 cm, la separación entre líneas de 50 cm y la separación entre ejes de 100 cm. Una vez trasplantadas las plántulas se dieron riegos de 5 horas los primeros días para que se mantuviera una buena humedad en el suelo para que favoreciera el arraigue y se produjera un buen desarrollo radicular. Los días siguientes se dieron riegos de hora y media todos los días. El abono fue disuelto en el agua de riego y se realizó siguiendo las referencias del cuadro I. Los tratamientos fitosanitarios de la parcela experimental no ecológica se aplicaron según indica el cuadro II. El imidacloprid se utilizó para combatir la plaga de mosca blanca que atacó a las escarolas y para el pulgón. Azoxistrobin para oidio, abamectina para *Liriomyza*, spinosad para trips y orugas, pirimicarb también para pulgón y lambda cihalotrin para orugas. Se dispusieron además cintas ahuyentadoras para pájaros. A partir de la 4ª semana se eliminaron las malas hierbas manualmente una vez cada dos semanas. Para prevenir el tip burn se utilizó calcio quelatado que se aplicó vía foliar pulverizado.

Semana a partir de la plantación	Nitrato amónico(33,5% N) (Kg/ha)	Ácido fosfórico(54 % P ₂ O ₅) (l/ha)	Nitrato potásico(13-0-46) (Kg/ha)
1a	0	0	0
2a	8	5	13
3a	14	10	22
4a	28	20	44
5a	43	20	65
6a	43	15	65
7a	57	10	87
8a	57	10	87
9a	35	5	52
10a	0	0	0
Total	285	95	435

Cuadro I: Fertirrigación de la parcela experimental no ecológica

Semana a partir de la plantación	tratamientos fitosanitarios
1a	
2a	
3a	
4a	Imidacloprid 20%, Agral (mojante)
5a	calcio quelatado
6a	Lambda Cihalotrin 2.5% WG, Abamectina, Agral (mojante)
7a	Imidacloprid 20%, Agral (mojante), Spinosad 48 SC
8a	Agral (mojante), Azoxistrobin (ortiva), Pirimicarb 50
9a	
10a	

Cuadro II: Tratamientos fitosanitarios de la parcela experimental no ecológica

El marco de plantación del ensayo no ecológico fue igual que el anterior, pero a diferencia de que la separación entre lechugas fue de 30 cm, es decir, se dispusieron en líneas dobles y la separación entre plantas dentro de cada línea fue de 30 cm, la separación entre líneas de 50 cm y la separación entre ejes de 100 cm. El riego fue el mismo que en el suelo no ecológico. En el cultivo ecológico no se realizó ningún abonado. Los

tratamientos fitosanitarios se siguieron conforme indica el cuadro III. El aceite de Neem se utilizó para combatir la plaga de mosca blanca, el *Bacillus thuringiensis* para orugas y el V55 para el oidio. Además se dispusieron cintas ahuyentadoras para pájaros. A partir de la 4ª semana se eliminaron las malas hierbas manualmente una vez cada dos semanas. Una vez finalizado el ciclo de cultivo, recolectamos las plantas y medimos su longitud, peso, humedad y proteínas.

En las cuatro experiencias llevadas a cabo en este trabajo (lechuga y escarola en cultivo ecológico y no ecológico), el plan de trabajo ha sido el siguiente: El 26 de febrero de 2015 se realizó el medio de cultivo con la bacteria. Se prepararon dos concentraciones de *A. chroococcum*, 106 y 107 UFC/mL para realizar los tratamientos. El 17 de marzo de 2015 se inocularon las bacterias en semillero. Los tratamientos fueron 3: el control y las dos concentraciones de *A. chroococcum* preparadas, para lechuga y escarola. Al mes de la inoculación, el 20 de abril, se analizó microbiológicamente el cepellón, antes del trasplante, y el suelo, tanto ecológico como no ecológico, para conocer la concentración de *A. chroococcum* que poseían. El 21 de abril se realizó el trasplante al campo. Se plantaron 35 plántulas en ecológico y otras 35 en no ecológico, para cada especie y tratamiento. Se utilizaron plántulas no tratadas para completar dos líneas de bordes de las parcelas. Una vez acabado el ciclo de cultivo y recolectadas las hortalizas, el 12 de junio, procedimos a determinar el peso y longitud de todas las lechugas y escarolas y por tanto la producción de las cosechas de cada tratamiento. Posteriormente se llevaron al laboratorio. Parte de las muestras se congelaron para medir posteriormente el contenido de proteínas, que se realizó a 4 submuestras de cada tratamiento y especie. Otra parte de las muestras se desecaron para hallar el porcentaje de humedad y su peso seco, que se realizó a 5 submuestras de cada tratamiento y especie. Para la determinación de proteínas se utilizó el método de Bradford (1976), empleando albúmina de suero bovino (BSA) como patrón de calibración. Tanto antes como después del trasplante se hizo un recuento de *A. chroococcum* en suelos ecológicos y no ecológicos. Para hacer el recuento de bacterias y conocer su concentración en los sustratos se siguió el siguiente protocolo. A 1g de suelo se le añaden 9 mL de suero fisiológico (NaCl al 0.9%) estéril. Por triplicado, se sembraron por extensión en superficie (0.1 mL) placas de Petri con medio sólido libre de nitrógeno (medio Norris). La incubación de las placas se realizó en posición invertida a 28 ± 1 °C durante 4 días, y posteriormente se contaron el número medio de colonias por placa. En este medio sólo crecerán aquellas bacterias que son fijadoras de N₂ y las colonias se identificaron comparándolas con las colonias de *A. chroococcum* tipo de la Colección Española de Cultivos tipo de la Universidad de Valencia.

Para establecer una significación de los datos recogidos se ha realizado un análisis de varianza simple de un solo factor (ANOVA) y un test de rango múltiple en aquellas comparaciones en las que aparecían diferencias estadísticamente significativas con el programa estadístico "Statgraphic plus 3.0"

Semana a partir de la plantación	tratamientos fitosanitarios
1a	
2a	
3a	Aceite de Neem
4a	<i>Bacillus thuringiensis</i> Kurtaki 32 Mill.
5a	
6a	Aceite de Neem
7a	Calcio quelatado
8a	V55
9a	
10a	

Cuadro III: Tratamientos fotosanitarios realizados en la parcela experimental ecológica

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Investigación y recuento de *Azotobacter chroococcum* en sustratos

1.1. Investigación y recuento de *Azotobacter chroococcum* en sustratos al final del semillero

Las semillas de lechuga y escarola se trataron en semillero con 1 mL de la disolución correspondiente de *A. chroococcum* utilizadas en este trabajo, 106 y 107 UFC/mL. Al final del periodo de semillero se hizo un recuento de las colonias de *A. chroococcum* que había en el sustrato donde se encontraban las plántulas ya que la finalidad del trabajo es colonizar con ellas el suelo a la vez que se trasplantaban a la parcela. Como se puede observar en el Cuadro IV el recuento de colonias es menor significativamente en el sustrato de las plántulas de lechuga y de escarola testigos, que no han sido tratadas, y la concentración de colonias es mayor significativamente en los sustratos tratados con 106 colonias y también es significativamente diferente y más alto en los sustratos tratados con 107 colonias, tanto en lechugas como en escarolas. Además, se puede observar que no hay diferencias significativas entre los sustratos de lechuga y de escarola a la misma concentración de *Azotobacter*.

Cuadro IV: Investigación y recuento de *Azotobacter* en muestras representativas de los sustratos utilizados para la siembra de semillas de lechuga y escarola.

Muestras	log UFC/g
LT	6.69 ± 0.05 c
L106	7.24 ± 0.15 b
L107	7.59 ± 0.05 a
ET	6.68 ± 0.04 c
E106	7.26 ± 0.12 b
E107	7.60 ± 0.07 a

LT: Lechuga testigo; L106: Lechuga tratada con una concentración de *Azotobacter* de 106 UFC/mL; L107: Lechuga tratada con una concentración de *Azotobacter* de 107 UFC/mL; ET: Escarola testigo; E106: Escarola tratada con una concentración de *Azotobacter* de 106 UFC/mL; E107: Escarola tratada con una concentración de *Azotobacter* de 107 UFC/mL. Las medias ± desviación estándar seguidas por letras distintas son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Es interesante destacar que los sustratos de plántulas de lechuga y de escarola presenten un recuento tan alto de *A. chroococcum* sin haber sido tratados previamente con las bacterias. Hay que descartar la posible contaminación de los alveolos con las disoluciones bacterianas, ya que los tratamientos se realizaron cuidadosamente con pipeta automática en cada alveolo y en filas separadas por filas sin tratamientos para que no hubiera contacto posible entre dos alveolos seguidos tratados con diferentes soluciones. Por tanto, la mejor explicación posible, es que el sustrato formado por una mezcla de turba y perlita (8:2), ya presentara una alta concentración de *Azotobacter* antes de los tratamientos, lo mismo que también poseen de forma natural los suelos, ya que es una bacteria de vida libre en este medio (Bhardwaj *et al.* 2014).

1.2. Investigación y recuento de *Azotobacter chroococcum* en suelos al principio y al final del cultivo

Se hizo un recuento de colonias en los suelos ecológicos y no ecológicos antes del trasplante de las plántulas correspondientes, para conocer el contenido en *A. chroococcum* que poseían los suelos de forma natural. Estos resultados se encuentran en las dos primeras líneas del Cuadro V. Como se puede observar, ambos suelos

poseían una alta concentración de unidades formadoras de colonias, ligeramente inferiores a los contenidos de estas bacterias en los sustratos de turba mostrados en la tabla anterior. Es de destacar que aunque el contenido es mayor en el suelo ecológico respecto al no ecológico, no presentan diferencias significativas entre ellos, al contrario de lo que cabría esperar, ya que un suelo ecológico presenta unas técnicas agronómicas más naturales, menos abusivas tanto físicas como químicas, por lo que facilitan el desarrollo óptimo de fauna, flora y microorganismos beneficiosos (Gliessmann 2002) como son, entre otros, *A. chroococcum*.

Cuadro V: Investigación y recuento de *Azotobacter* en muestras representativas de los suelos antes y después del cultivo de lechuga.

Muestras	log UFC/g
SE	6.49 ± 0.07 cd
SNE	6.40 ± 0.13 d
SET	6.58 ± 0.05 bc
SE106	6.61 ± 0.05 bc
SE107	6.79 ± 0.03 a
SNET	6.58 ± 0.06 bc
SNE106	6.62 ± 0.07 b
SNE107	6.76 ± 0.04 a

SE: Suelo ecológico; SNE: Suelo no ecológico. Las medias seguidas por letras distintas son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Posteriormente se hizo un recuento de las UFC de los suelos al final del ciclo de cultivo de las hortalizas. Los resultados se encuentran en las 6 últimas líneas del Cuadro V. Como se puede observar, los máximos contenidos de UFC en los suelos, tanto ecológicos como no ecológicos, los presentan los suelos en los que se han cultivado las hortalizas tratadas con *Azotobacter* a la máxima concentración (107 UFC/mL). Los suelos con las plantas tratadas con 106 UFC/mL presentan menor contenido de UFC, con diferencias significativas respecto a las tratadas con 107, pero sin diferencias significativas con los suelos con plantas no tratadas con bacterias. Este comportamiento se ha repetido igual en los suelos ecológicos y no ecológicos y no hay diferencias significativas entre ambos suelos con el mismo tratamiento.

El contenido en *A. chroococcum* en el suelo tratado tiende a disminuir hasta la concentración del suelo no tratado, es decir, parece que tienda a llegar al equilibrio inicial. Esto puede ser debido, entre otras causas, a que la cepa de *A. chroococcum* utilizada en este trabajo, no ha sido obtenida de forma natural del suelo de la finca utilizada en este estudio, sino que ha sido adquirida a la Colección Española de Cultivos Tipo, y sus condiciones óptimas de crecimiento, pueden no ser específicas del suelo utilizado en este estudio, por lo que las bacterias puede que no hayan podido desarrollarse de forma óptima por no estar bien adaptadas o por entrar en competencia con las bacterias de la misma especie (o de otra) mejor adaptadas a este suelo. Esta razón es importante, ya que otros estudios, han utilizado cepas de esta especie que previamente habían sido aisladas in situ en los suelos que luego se trataron con este microorganismo, para asegurar su adaptación, aumentar su número con más facilidad y, así, mejorar su efecto sobre las plantas tratadas (Lara *et al.* 2011).

Además, en nuestro caso hemos realizado los tratamientos de las semillas con *A. chroococcum* en semillero y no hemos vuelto a repetir los tratamientos una vez realizado el trasplante, con lo que al final del cultivo las concentraciones de las UFC de los suelos presentaban una menor concentración que en la turba de las plántulas antes del trasplante en campo (Cuadros IV y V). Estas diferencias eran significativas, por lo que parece que el número de estas bacterias en el suelo ha ido disminuyendo en su concentración incluso a valores no significativos respecto al suelo de los cultivos testigo, tanto en lechugas como en escarolas y en suelo ecológico y no ecológico para la menor concentración aplicada de bacterias. Sólo han mostrado diferencias significativas las

UFC de los suelos con plántulas tratadas con 107 UFC/mL de medio respecto a los suelos de las plantas control, pero incluso en este caso los recuentos de UFC han bajado respecto a la concentración en la turba de semillero tratada inicialmente. Como no hicimos recuentos de colonias en los suelos en un tiempo intermedio del cultivo no sabemos exactamente cuándo empezaron a disminuir las concentraciones de bacterias en los suelos. Para mantener la concentración de bacterias en el suelo otros autores han seguido varias estrategias. Así, González *et al.* (2013) realizaron pulverizaciones de *A. chroococcum* cada 4 semanas durante la aclimatación de plántulas micropropagadas de piña. Ghilavizadeh *et al.* (2013) trataron las semillas en semillero pero luego realizaron una pulverización de una mezcla de *Azotobacter chroococcum* y de *Azospirillum lipoferum* en la base de los tallos de plántulas de *Carum copticum* en campo. Kumar *et al.* (2014 y 2015) prepararon una matriz orgánica en forma granular donde quedaron atrapados los biofertilizantes (*A. chroococcum* y *Bacillus subtilis*) por lo que se liberaron poco a poco y no disminuyó la concentración bacteriana en el suelo durante el cultivo del trigo. Sin embargo nosotros no hemos realizado repeticiones de los tratamientos en campo, razón por la que ha disminuido significativamente el número de UFC en el suelo tanto ecológico como no ecológico.

2. Efectos de los tratamientos en lechugas y escarolas

21. Efecto de los tratamientos sobre la producción total

Los tratamientos con *A. chroococcum* han incrementado significativamente la producción tanto de las lechugas como escarolas cultivadas en ecológico y a la menor concentración de la bacteria aplicada con respecto a las plantas testigos ecológicas no tratadas. Este incremento ha sido mayor en escarola, con un incremento del 23.07% de la producción, frente a un incremento del 6.17% en lechugas. Sin embargo, los tratamientos bacterianos a la mayor concentración han mantenido la producción en ambas especies en cultivo ecológico. En el cultivo tradicional los tratamientos bacterianos no han conseguido incrementar significativamente la producción en ninguna de las dos especies (Fig. 1). Es importante señalar que el tratamiento bacteriano a 106 UFC/ml en escarola en cultivo ecológico ha incrementado la producción de esta especie incluso a mayor nivel que el testigo en cultivo tradicional, a pesar de que el cultivo ecológico no recibió ningún abonado químico y el tradicional sí, superándolo en un 10.63%. El incremento productivo producido por el tratamiento con *A. chroococcum* a 106 UFC/ml en cultivo ecológico puede ser debido a que esta bacteria es diazotrofa y produce una fijación de N₂ atmosférico que pone en el suelo a disposición de la especie cultivada y que, en el caso de la escarola, ha podido sustituir el abonado químico utilizado en el cultivo tradicional. Sin embargo, el suelo no ecológico sí que se abonó con fertilizantes nitrogenados, por lo que las plantas, tanto lechugas como escarolas, en realidad disponían del suficiente abono nitrogenado para su crecimiento y en estas circunstancias, *Azotobacter* no fija el N₂ atmosférico porque es un proceso muy costoso energéticamente (Aparicio-Tejo *et al.* 2000) por lo que las bacterias en el suelo no ecológico no debieron realizar una fijación de N₂ extra, sino consumir el nitrógeno del suelo y ser competitivas en el consumo de nitrógeno del abono con las plantas. También puede ser debido a que esta cepa produce una alta tasa de AIA y giberelinas (Almansa *et al.* 2016) que incrementan el crecimiento de las escarolas y lechugas.

En la bibliografía consultada, los tratamientos con esta bacteria sí que han conseguido incrementar la producción en lechugas y fresas (Balode 2009), en bananas (Madaan *et al.* 2013), en trigo (Kumar *et al.* 2014; 2015), en pepino (Kanitkar *et al.* 2013), en producción de aceites esenciales en *Carum copticum* (Ghilavizadeh *et al.* 2013), en hojas de tabaco (Amirhandeh *et al.* 2013) y en garbanzo (Verma *et al.* 2014). Estos últimos autores relacionan el incremento productivo con el incremento en la producción de AIA y el incremento en la producción de amonio y de Fe por los sideróforos de estas bacterias, así como al incremento en la solubilización del fosfato, y a un incremento en la resistencia a enfermedades provocados todos estos efectos por este diazotrofo.

Por otro lado, el tratamiento bacteriano ha podido incrementar en mayor proporción la producción de escarolas debido a que éstas han presentado una gran cantidad de mosca blanca que las lechugas apenas presentaban, por lo que las escarolas estaban más estresadas que las lechugas por este motivo. Esto puede ser debido a que el tratamiento con *Azotobacter* incrementa la resistencia a diversos factores de estrés, tanto bióticos como abióticos. Así, El-Hifny y El-Sayed (2011) encuentran que plantas de pimiento en suelos salinos incrementaron su producción al tratarse con esta bacteria, Balode (2009) encontró que plantas de lechuga infectadas con *Botrytis*

cinerea incrementaban su producción al ser tratadas con *A. chroococcum* y Verma *et al.* (2014), también obtuvieron mayores producciones de garbanzos infectados con *Fusarium oxysporum* y/o *Rhizoctonia solani* al ser tratados con *A. chroococcum*.

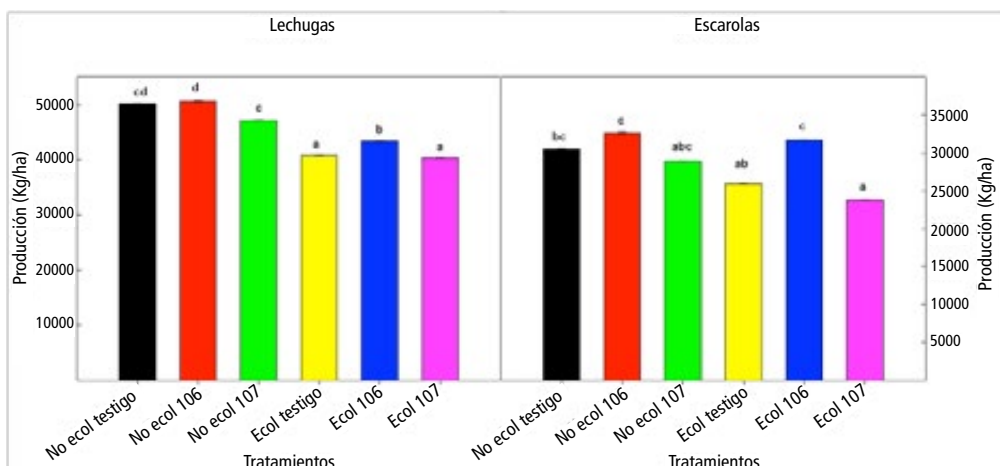


Figura 1: Producción de lechugas y escarolas ecológicas y no ecológicas, testigos o tratadas con *A. chroococcum* a 106 o 107 UFC/ml. Cada dato es la media \pm ES de 35 medidas.

2.2. Efecto de los tratamientos sobre el peso

El peso de las lechugas no ha incrementado significativamente con los tratamientos aplicados ni en suelo ecológico ni en no ecológico. Sin embargo, en escarola los tratamientos bacterianos aplicados a la menor concentración han producido incrementos significativos de los pesos de las escarolas en suelo ecológico, aunque no han tenido efecto en suelo no ecológico (Fig. 2). Otros autores sí que han obtenido plantas con incrementos del peso al ser tratadas con *A. chroococcum*, como en brócoli (Abou *et al.* 2014), en plantas de Aloe vera (Mitra & Motjaba 2014), y en plantas de garbanzo (Verma *et al.* 2014), entre otras. En el caso de las lechugas de este estudio, esto puede ser debido a que las plantas control han presentado un crecimiento enorme, con un peso medio de 2167.11 ± 109.42 g en suelo no ecológico y 1764.70 ± 95.00 g en suelo ecológico, menor en este último ya que no se les ha abonado. Con estos pesos es difícil que las lechugas incrementen significativamente su peso, sobre todo en los suelos no ecológicos que ya tenían su abonado y seguramente estaban al máximo de su crecimiento, además que en el suelo abonado con nitrógeno se inhibe la fijación de nitrógeno. Sin embargo, las lechugas en suelo ecológico que no estaban abonadas, sí que han incrementado su peso, aunque este incremento no haya sido significativo.

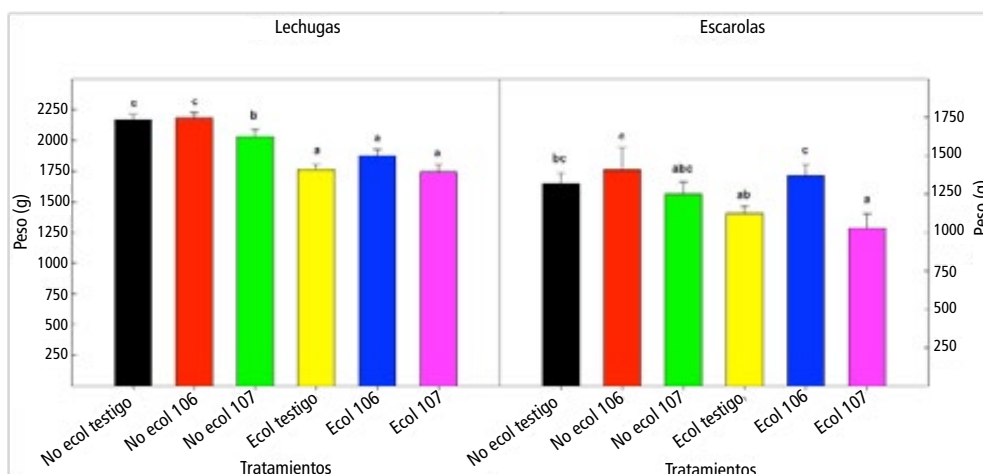


Figura 2: Pesos de lechugas y escarolas ecológicas y no ecológicas, testigos o tratadas con *A. chroococcum* a 106 o 107 UFC/ml. Cada dato es la media \pm ES de 35 medidas.

Sin embargo, en el caso de las escarolas se puede observar que en las cultivadas en suelo no ecológico, se ha producido un incremento no significativo de los pesos de las escarolas, y ha sido en los suelos ecológicos, donde el incremento del peso ha sido significativo solo a la menor concentración aplicada. Esto puede ser debido a que el suelo ecológico no ha sido abonado y, por tanto, *A. chroococcum* fija nitrógeno atmosférico porque no dispone de suficiente cantidad de otra fuente nitrogenada en el suelo, y como resultado incrementa el contenido de compuestos nitrogenados disponibles para la planta en el suelo. Sin embargo, los suelos no ecológicos sí que estaban abonados, por lo que la bacteria sí dispone de otras fuentes nitrogenadas en el suelo por lo que no fija el nitrógeno atmosférico, ya que es un proceso energético muy costoso (Aparicio-Tejo *et al.* 2000).

También puede ser que haya una diferencia en la afinidad de ambos cultivos a la cepa de bacteria utilizada para los tratamientos. Así, González (2000) también encontró diferencias en las respuestas de diferentes cultivos (lechugas y tomates) tratados con *A. chroococcum*, por lo que concluyó que hay diferentes afinidades entre el microorganismo (e incluso según la cepa de la que se trate), y cada cultivo. Además este mismo autor encontró que las lechugas respondían mejor al tratamiento de *A. chroococcum* pulverizado sobre la planta en lugar de aplicado a suelo, al contrario que los tomates.

Además, las escarolas sufrieron un ataque fuerte de mosca blanca que se trató con productos ecológicos, pero no disminuyó sensiblemente y las escarolas sufrieron estrés biótico. Como se ha dicho en el punto anterior, *A. chroococcum* también presenta un efecto beneficioso sobre la resistencia de las plantas tratadas a las plagas, por lo que por esta razón los tratamientos bacterianos también han podido influir positivamente sobre el peso de las escarolas tratadas y cultivadas en suelo ecológico.

El conjunto de todas las causas especificadas anteriormente ha tenido como consecuencia que el peso de las escarolas tratadas con 106 UFC/mL en suelo ecológico (1366.94 ± 107.97), ha superado el peso de las escarolas controles cultivadas en suelo no ecológico (1318.97 ± 117.00). Por tanto, el abono nitrogenado echado a las plantas en el cultivo no ecológico podría ser sustituido por el biofertilizante y se conseguiría el mismo peso de las escarolas, tal como otros autores han encontrado en otras especies (Bhardwaj *et al.* 2014).

2.3. Efecto de los tratamientos sobre la longitud

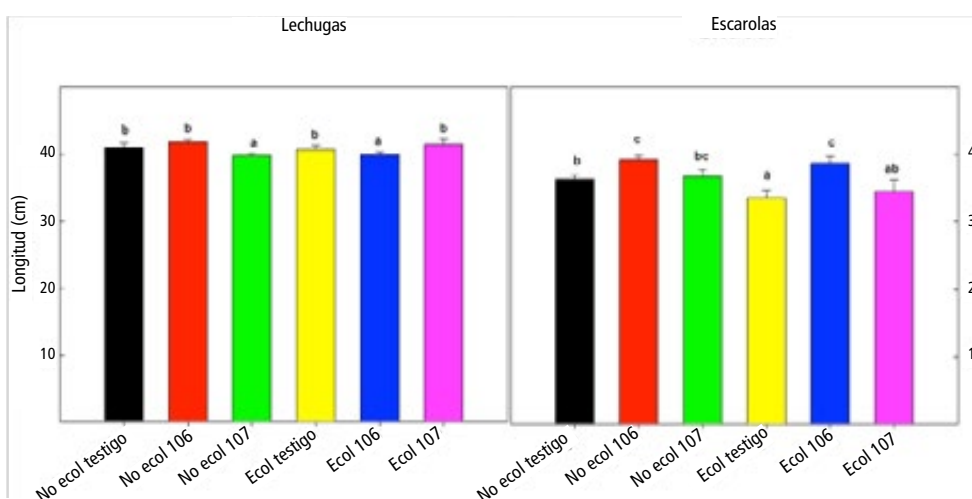


Figura 3: Longitud de lechugas y escarolas ecológicas y no ecológicas, testigos o tratadas con *A. chroococcum* a 106 o 107 UFC/ml. Cada dato es la media \pm ES de 35 medidas.

En lechugas no hay incrementos significativos entre la longitud de las plantas tratadas y las control ni en las cultivadas en suelo ecológico ni en no ecológico. Sin embargo, las escarolas tratadas si que han incrementado significativamente la longitud a la menor concentración de *A. chroococcum* respecto a las controles, tanto en suelos ecológicos como no ecológicos (Fig. 3). Este incremento en la longitud de las escarolas tratadas con

106 UFC/ml de *Azotobacter* ha podido influir en el incremento del peso de las escarolas tratadas y su mayor producción. En la bibliografía consultada los tratamientos con *Azotobacter* han conseguido incrementos en la longitud de las plantas en especies como Aloe vera (Mitra y Mojtaba 2014), banana (Madaan *et al.* 2013), plantas de garbanzo (Verma *et al.* 2014), pimiento (El-Hifny & El-Sayed 2011) y en plantas de tabaco (Amirhandeh *et al.* 2013).

2.4. Efecto de los tratamientos sobre las proteínas totales

El tratamiento con *Azotobacter* produjo un incremento en el contenido de proteínas en todos los tratamientos realizados, tanto en lechugas como en escarolas cultivadas tanto en suelo ecológico como en no ecológico y en ambas concentraciones bacterianas (Fig. 4). Estos resultados indican que la calidad de las lechugas tratadas con *A. chroococcum* son más nutritivas que las testigo, sean con cultivo tradicional y abonadas con productos químicos, o las ecológicas y sin abonado extra. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por otros investigadores (González *et al.* 2013).

La característica principal de los diazótrofos es la fijación de nitrógeno atmosférico, lo que incrementa el nitrógeno en el suelo y también activa la nitrogenasa en suelo (Yamprai *et al.* 2014). Además, estas bacterias también realizan la reducción de nitrato, todo lo cual pone a disposición de las plantas una gran cantidad de nitrógeno asimilable por ellas (Wani *et al.* 2013). También se ha comprobado que *Azotobacter* incrementa el transporte de nitratos, nitritos, amonio y fosfatos desde el suelo a la planta (Kumar *et al.* 2014). Esto provoca que las plantas incrementen su contenido en aminoácidos (González *et al.* 2013) y éstos sean usados para la síntesis proteica.

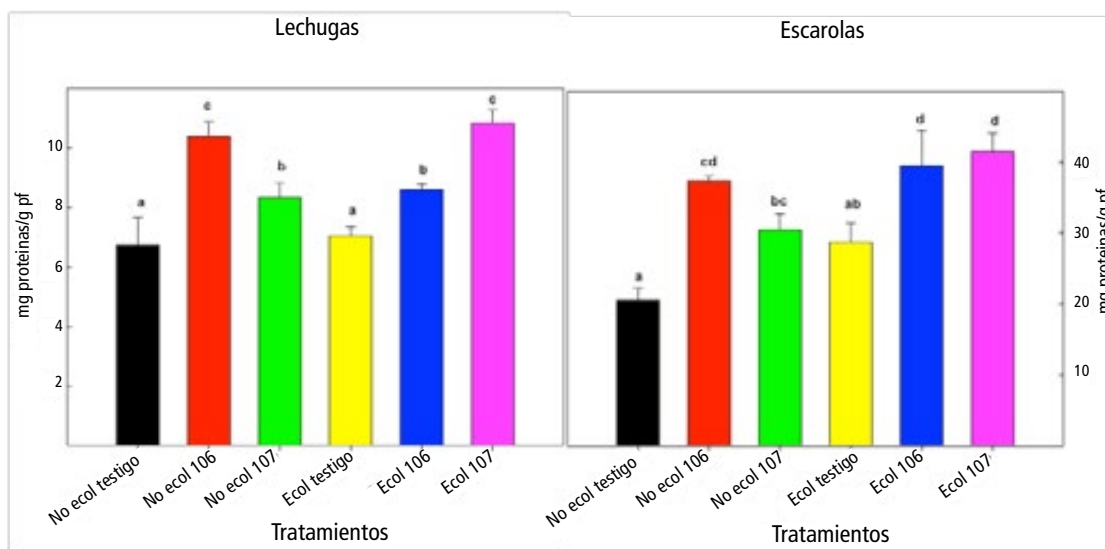


Figura 4: Proteínas de lechugas y escarolas ecológicas y no ecológicas, testigos o tratadas con *A. croococcum* a 106 o 107 UFC/ml. Cada dato es la media ± ES de 4 medidas.

2.5. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de humedad

Tanto en lechugas como en escarolas, se observa una disminución del porcentaje de humedad en las plantas tratadas respecto a las controles, que no han sido significativas en ningún caso en lechugas y sí en escarolas tratadas con 107 UFC/ml en suelos tanto ecológicos como no ecológicos (Fig. 5). Dicho de otro modo, el tratamiento con *A. chroococcum* ha incrementado el peso seco de las plantas tratadas respecto a las controles, lo que se puede explicar por el mayor contenido proteico visto en el apartado anterior. Estos resultados están en consonancia con los encontrados por otros autores en otras especies tratadas con esta misma bacteria como en banana (Madaan *et al.* 2013) y en pimiento (El-Hifny & El-Sayed 2011). Esto puede estar relacionado con una mayor actividad fotosintética de las plantas tratadas (González *et al.* 2013) que activa la síntesis de

carbohidratos y el mayor crecimiento no solo en peso fresco sino también en peso seco de las plántulas tratadas. Este incremento del peso seco también se puede relacionar con el efecto de las auxinas y giberelinas que excretan las bacterias a la rizosfera de la planta, lo que provoca un incremento de la velocidad de crecimiento (Wani *et al.* 2013), tal como también han encontrado otros autores en tratamientos con esta bacteria (Lara *et al.* 2011). Por otro lado, el incremento en el exudado bacteriano a la rizosfera de compuestos nitrogenados asimilables por la planta, también incrementa la velocidad de crecimiento de las plantas tratadas, con incrementos tanto de su peso fresco como de su peso seco (Wani *et al.* 2013).

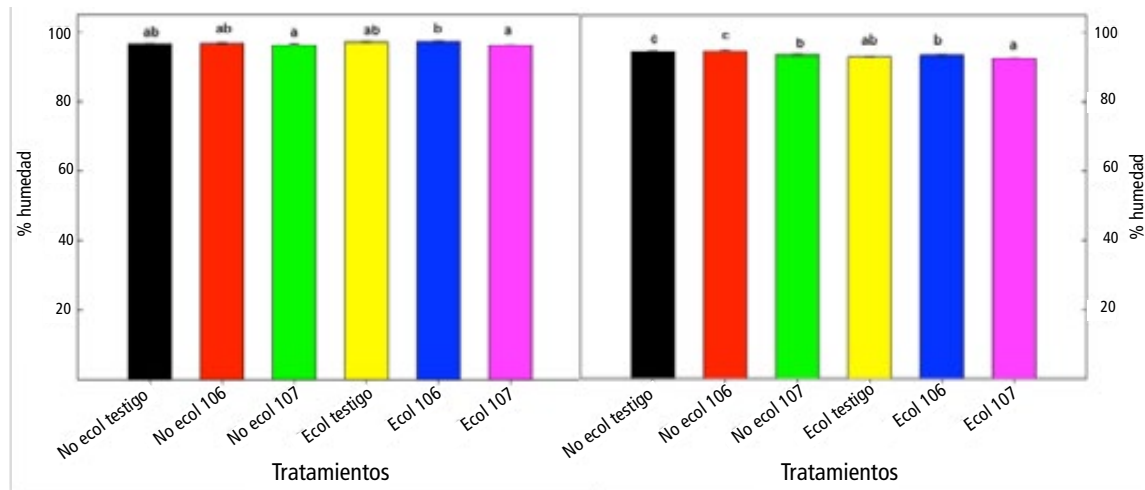


Figura 5: % de humedad de lechugas y escarolas ecológicas y no ecológicas, testigos o tratadas con *A. chroococcum* a 106 o 107 UFC/ml. Cada dato es la media \pm ES de 5 medidas.

CONCLUSIONES

Como conclusiones de la utilización de la cepa 4103 de *A. chroococcum*, cepa tipo de esta especie de la Colección Española de Cultivos Tipo de la Universidad de Valencia, y según los objetivos propuestos, se puede decir:

1. Las plántulas de semillero tratadas mantuvieron la concentración de bacteria aplicada. Sin embargo, cuando fueron trasplantadas a campo en suelo ecológico y no ecológico, al final del cultivo el análisis microbiológico de suelos mostró una disminución no significativa del número de UFC de los suelos con plantas tratadas con la menor concentración respecto a los controles, tanto en suelos ecológico como no ecológicos, y sólo fueron significativos a la mayor concentración. De ello se deduce que para mantener la concentración de *A. chroococcum* de esta cepa en el suelo se deben repetir los tratamientos en los suelos a lo largo del cultivo.

2. Los tratamientos con *A. chroococcum* han incrementado significativamente la producción tanto de las lechugas como escarolas cultivadas en ecológico y a la menor concentración de la bacteria aplicada con respecto a las plantas testigo ecológicas no tratadas. Este incremento ha sido mayor en escarola, con un incremento del 23.07% de la producción, frente a un incremento del 6.17% en lechugas. El tratamiento bacteriano a 106 UFC/ml en escarola en cultivo ecológico ha incrementado la producción de esta especie en un 10.63% respecto al testigo en cultivo tradicional. En el cultivo tradicional los tratamientos bacterianos no han conseguido incrementar significativamente la producción en ninguna de las dos especies. En escarola los tratamientos bacterianos a la menor concentración han producido incrementos significativos de los pesos y longitud de las escarolas en suelo ecológico, aunque no han tenido efecto en suelo no ecológico ni en lechugas. Todos los tratamientos han incrementado el contenido proteico de lechugas y escarolas, tanto en suelo ecológico como en no ecológico y a ambas concentraciones aplicadas, por lo que ambas especies tratadas son más nutritivas. Finalmente, tanto en lechugas como en escarolas, se observa una disminución del porcentaje de humedad en las plantas tratadas respecto a las control, que no ha sido significativa en ningún caso en lechugas y sí en escarolas tratadas con 107 UFC/ml en suelos tanto ecológicos como no ecológicos.

3. Las escarolas han sido más sensibles a los tratamientos de *A. chroococcum* que las lechugas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abou MM, Zaki MF, Abo SA. 2014. Effect of bio-nitrogen as a partial alternative to mineral-nitrogen fertilizer on growth, yield and head quality of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*). *World Applied Sciences Journal* 31, 681-691.
- Almansa MS, Valero M, Ato V, Amorós A. 2016. Efectos de los tratamientos con *Azotobacter chroococcum* sobre la germinación y desarrollo de plántulas de lechugas y escarolas en semillero. XII Congreso SEAE. Leguminosas: Clave en la gestión de los agrosistemas y la alimentación ecológica. Lugo, 21-24 septiembre.
- Amirhandeh MAS, Norouzi M, Nosratabad ARF. 2013. Effects of nitrogen fertilization on nitrogen use efficiency of coker (flue-cured) tobacco inoculated with *Azotobacter chroococcum*. *Advances in Environmental Biology* 7, 968-977.
- Aparicio-Tejo PM, Arrese-Igor C, Becana M. 2000. Fijación biológica de nitrógeno. En: J Azcón-Bieto, M Talón (Eds) *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. McGraw Hill Interamericana, 247-260.
- Balode A. 2009. Influence of biological products-triherdormin and biomixs on the yield of lettuce and strawberries. 15th annual international scientific conference- Research for Rural Development 86-89.
- Behl RK, Ruppel S, Kothe E, Narula N. 2007. Wheat x *Azotobacter* x VA mycorrhiza interactions towards plant nutrition and growth: a review. *Journal of applied Botany and Food Quality* 81, 95-109.
- Bhardwaj D, Wahid M, Kumat R, Tuleja N. 2014. Biofertilizers function as key player in sustainable agricultura by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. *Microbial Cell Factories* 13, 66.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*. 72, 248-254.
- Dibut BA. 2009. Biofertilizantes como insumos en la agricultura sostenible. Ciudad de La Habana, Cuba. Editorial Universitaria. 113 pp.
- El-Hifny, IMM, El-Sayed MAM. 2011. Response of sweet pepper plant growth and productivity to application of ascorbic acid biofertilizer under saline conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5, 1273-1283.
- Fernández A, Pedraza R. 2013. The role of siderophores in plant growth-promoting bacteria. In: DK Maheshwari, M Saraf, A Aeron (Eds.) *Bacteria in Agrobiolgy: Crop Productivity*. Springer, 265-285.
- Ghilavizadeh A, Darzi MT, Hadi MHS. 2013. Effects of biofertilizer and plant density on essential oil content and yield traits of ajowan (*Carum copticum*). *Middle East Journal of Scientific Research* 14, 1508-1512.
- - Gliessman S. 2002. *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Costa Rica. CATIE. 380 pp.
- González M. 2000. Efecto de un inoculante microbiano a partir de cepas nativas de *Azotobacter chroococcum* sobre el rendimiento en secuencias de cultivos hortícolas. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Camaguey. Cuba. 75 pp.
- González RM, Serrato R, Molina J, Aragón CE. 2013. Biochemical and physiological changes produced by *Azotobacter chroococcum* on pineapple in vitro-plantlet during accimatizacion. *Acta Physiologia Plantarum* 35, 3483-3487.
- Kanitkar S, Jones, P, Raut, VM. 2013. Field biofficacy and phytotoxicity of vitormone (*Azotobacter chroococcum*) in cucumber. *Postology* 37, 15-20.
- Kennedy C, Toukdarian A. 1987. Application to nitrogen fixation and related aspects of metabolism. *Annual Review of Microbiology* 41, 227-258.
- Khan S, Pariari A. 2012. Effect of N-fixing biofertilizers on growth, yield and quality of chilli (*Capsicum annum* L.). *The Bioscan* 7, 481-482.
- Kumar M, Bauddh K, Sainger M, Sainger PA, Singh RP. 2015. Increase in growth, productivity and nutritional status of wheat (*Triticum aestivum* L.) and enrichment in soil microbial population applied with biofertilizers entrapped with organic matrix. *Journal of Plant Nutrition* 38, 260-276.
- Kumar S, Bauddh K, Barman SC, Pratap, R. 2014. Amendments of microbial biofertilizers and organic substances reduces requirement of urea and DAP with enhanced nutrient availability and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Ecological Engineering* 71, 432-437.
- Lara C, Oviedo L, Alemán A. 2011. Aislados nativos con potencial en la producción de ácido indol acético para mejorar la agricultura. *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial* vol9, 17-23.
- Madaan G, Gosal SK, Saroa GS. 2013. Effect of microbial inoculants on the growth and yield of micropropagated banana (*Musa indica*) cv. Grand Naine. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 88, 643-649.
- Milic V, Jarak M, Mrkovacki N, Milosevic N, Govedarina M, Duric S, Marinkovic J. 2004. Microbiological fertilizers use and study of biological activity for soil protection purposes. *A periodical Scientific Research of Institute of Field and Vegetable Crops* 40, 153-171.
- Mitra A, Mojtaba Y. 2014. Effect of bacterial bio-fertilizers on growth traits and quantity and quality of aloe (*Aloe vera*) gel. *Research on Crops* 15, 697-700.

- Tsavkelova EA, Klimova SY, Cherdyntseva TA, Netrusov AI. 2006. Microbial producers of plant growth stimulators and their practical use: a review. *Applied Biochemistry and Microbiology* 42, 117-126.
- Verma S, Kumar V, Narula N, Merbach W. 2001. Studies "in vitro" production of antimicrobial substances by *Azotobacter chroococcum* isolates/mutants. *Journal of Plant Disease Protection* 108, 152-165.
- Verma JP, Yadaw J, Tiwari KN, Jaiswal DK. 2014. Evaluation of plant growth promoting activities of microbial strains and their effect on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in India. *Soil Biology & Biochemistry* 70, 33-37.
- Wani SA, Chand S, Ali T. 2013. Potential use of *Azotobacter chroococcum* in crop production: an overview. *Current Agriculture Research Journal*. 1, 35-38.
- Yamprai A, Mala T, Sinma K. 2014. The study on the fixed nitrogen and nitrogenase activity in the day-round of *Azotobacter* and *Azospirillum* grown with maize in kamphaengsaen soil series. *Canadian Center of Science and Education* 8, 27-36.

EFFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS CON *AZOTOBACTER CHROOCOCCUM* SOBRE LA GERMINACIÓN Y EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE LECHUGA Y ESCAROLA EN SEMILLERO

Almansa MS, Valero M, Ato V, Amorós A*

Escuela Politécnica Superior de Orihuela (UMH). Crta Beniel Km 3.2 E-03312 Orihuela (Alicante) *aamoros@umh.es

RESUMEN:

En este trabajo se ha caracterizado la cepa 4103 de *Azotobacter chroococcum*, que presenta una capacidad de síntesis de compuestos auxínicos media-alta ya que una disolución de esta cepa de 107 UFC/ml sintetizó 105.77 µl de AIA a los 7 días de incubación con triptófano 5 ppm. Esta cepa también presentó una capacidad de síntesis de compuestos tipo giberelinas muy alta y una capacidad negativa de solubilización de fosfatos insolubles. Se han tratado semillas de lechuga y escarola con dos concentraciones de esta bacteria, 106 y 107 UFC/ml de medio de cultivo. Estos tratamientos se realizaron en semillero y provocaron un incremento en el porcentaje de germinación sólo en escarolas. Las plántulas tratadas presentaron un incremento del peso fresco total, que fue proporcional al incremento del peso y longitud de la parte aérea aunque no se modificó el número de hojas. El tratamiento bacteriano no modificó el contenido en clorofilas de las plántulas tratadas.

Palabras clave: auxinas, *Azotobacter chroococcum*, clorofilas, diazótrofo, giberelinas.

INTRODUCCIÓN

Las bacterias del género *Azotobacter* representan uno de los primeros géneros conocidos como fijadores del nitrógeno atmosférico. Son capaces de fijar entre 50 y 80 kg/ha.año (Mahajan *et al.* 2003, Jarak *et al.* 2010, Khan & Pariani 2012), siendo *Azotobacter chroococcum* la especie de mayor prevalencia en los suelos (Aquilanti *et al.* 2004). *A. chroococcum* es un microorganismo aerobio, diazotrófico de vida libre, que se caracteriza por realizar una eficiente fijación del nitrógeno atmosférico (N₂) al suelo y por producir sustancias fisiológicamente activas que estimulan el desarrollo y crecimiento de las plantas (Behl *et al.* 2007, Sarhan *et al.* 2011, Khan & Pariari, 2012).

Una de las características más importantes de *Azotobacter chroococcum* es su capacidad para utilizar gran variedad de fuentes de nitrógeno, como son el nitrógeno atmosférico, el nitrato, nitrito y amonio. De esta particularidad fisiológica se deriva la necesidad de regular la utilización de las diferentes fuentes nitrogenadas, siempre en función del mayor ahorro para la célula. Puesto que la fijación de nitrógeno es un proceso que se inhibe irreversiblemente en presencia de oxígeno y *A. chroococcum* es aerobio, estas bacterias han desarrollado mecanismos que permiten proteger a la nitrogenasa del oxígeno. Cuando las células de *A. chroococcum* disponen simultáneamente de más de una fuente de nitrógeno, se observa una fuerte jerarquización en la utilización de éstas, utilizando el amonio antes que el nitrato, y éste a su vez antes que el nitrito y finalmente el nitrógeno atmosférico. En presencia de amonio, se reprime la síntesis de los sistemas de fijación de nitrógeno y de asimilación de nitrato y nitrito.

Actualmente, existe un gran interés y conciencia por usar *Azotobacter* como un bioinoculante microbiano y como un componente básico de las estrategias de manejo integrado de nutrientes, para lograr un uso más eficiente de los nutrientes por las plantas, y para enfrentar el elevado coste de los fertilizantes minerales y sus efectos adversos a largo plazo en los ecosistemas agrícolas (Behl *et al.* 2007, Khan & Pariari 2012, Tahir & Sarwar 2013). Con el empleo de *Azotobacter* se han obtenido resultados muy positivos en diferentes cultivos agrícolas como: tomate, ajo, cebolla y pimiento (Foly *et al.* 2002, Yaso *et al.* 2007), entre otros. Sin embargo, no todas las cepas tienen las mismas características en cuanto a síntesis de fitohormonas, y solubilización de fosfatos. Además, no todas las cepas se adaptan igual a todos los suelos y, tampoco tienen la misma afinidad

por las especies vegetales a las que se les va a inocular. Por todas estas razones los objetivos de este trabajo han sido:

1. Caracterizar la cepa CECT 4103 de *A. chroococcum* (cepa tipo de la Colección Española de Cultivos Tipo de la Universidad de Valencia) en cuanto a la producción de fitohormonas auxínicas y giberelinas, y comprobar si es capaz de solubilizar fosfatos insolubles.
2. Comprobar la afinidad de esta cepa por dos especies vegetales, lechugas y escarolas, en semillero. Para esto se estudiarán diferentes parámetros tales como porcentaje de germinación, peso, longitud, número de hojas y contenido en clorofilas de plántulas inoculadas en semillero.

MATERIAL Y MÉTODOS

La variedad de lechuga empleada para el experimento fue lechuga romana variedad cervantes RZ de la casa Rijkzwaan, de color claro y vigor medio-alto. La escarola empleada fue rizada doble de verano variedad estival de la casa de semillas Fitó España. La cepa de *A. chroococcum* utilizada es la CECT 4103, que es la cepa tipo de la Colección Española de Cultivos Tipo de la Universitat de València.

El experimento consta de dos etapas. La primera fue la recuperación de las bacterias liofilizadas y su cultivo en el medio apropiado, y la segunda consistió en la inoculación de la bacteria en semillero a semillas de escarola y de lechuga.

Una vez obtenidas las plántulas del semillero, determinamos la longitud y el peso de la parte aérea y radicular. El número de hojas y el contenido de clorofilas, calculándose además el porcentaje de germinación de ambas especies.

1. Recuperación del cultivo liofilizado

Para la recuperación del cultivo liofilizado se siguieron minuciosamente las instrucciones editadas por el organismo suministrador. El liofilizado se resuspendió asépticamente en 0.5 mL de medio líquido libre de nitrógeno con ayuda de una pipeta Pasteur estéril. Con unas gotas de la suspensión obtenida se sembraron dos placas de Petri con medio de cultivo sólido libre de nitrógeno (medio Norris) y el resto se añadió a un tubo de ensayo con tapón de rosca que contenía 10 mL de medio líquido. Las placas, en posición invertida, junto con el tubo se incubaron a 28 ± 1 °C durante 4 días. Finalmente, con el cultivo obtenido se inocularon 500 mL de medio líquido fresco en un matraz Erlenmeyer que se mantuvo en las mismas condiciones de incubación. La cosecha máxima alcanzada fue de 7.58 ± 0.03 log CFU/mL. Se preparó suficiente cantidad tanto de medio de cultivo líquido como sólido para realizar las pertinentes diluciones decimales y para la recuperación del cultivo. Se prepararon diluciones decimales, resuspendiendo 1 mL del medio en 9 mL de suero fisiológico (NaCl al 0.9%) estéril. De la serie de diluciones decimales, y por triplicado, se sembraron por extensión en superficie (0.1 mL) placas de Petri con medio sólido libre de nitrógeno, que se incubaron por el procedimiento citado. El número medio de colonias contadas por placa, multiplicado por el factor de dilución de la serie de placas elegidas (con aproximadamente entre 30 y 300 colonias aisladas), da como resultado el recuento total de *Azotobacter* por mL de la muestra analizada. Finalmente se prepararon dos concentraciones de *A. chroococcum* 106 y 107 UFC/mL para realizar los tratamientos (26 de febrero de 2015).

2. Diseño del experimento en semillero

Tanto el ensayo de lechuga como el de escarola se llevó a cabo en el semillero comercial Serviplant, situado en el término municipal de Dolores (Alicante). Para el experimento se utilizaron 3 bandejas de 294 alveolos cada una provistos de una mezcla de turba al 80% y perlita al 20%. El 17 de marzo de 2015, se aplicó a cada alveolo la concentración correspondiente de la bacteria. En el caso de lechuga se incorporó una sola semilla por alveolo, mientras que para escarola se sembraron de 4 a 5 semillas por alveolo.

Cada bandeja contenía los siguientes tratamientos:

- Bandeja 1:
 - 98 lechugas control, con 1 mL de agua destilada en cada alveolo.
 - 98 lechugas con 1 ml de *A. chroococcum* 106 UFC/mL en cada alveolo.
 - 98 lechugas con 1ml de *A. chroococcum* 107 UFC/mL en cada alveolo.
- Bandeja 2:
 - 98 escarolas control, con 1 mL de agua destilada en cada alveolo.
 - 98 escarolas con 1 mL de *A. chroococcum* 106 UFC/ml en cada alveolo.
 - 98 escarolas con 1 mL de *A. chroococcum* 107 UFC/ml en cada alveolo.
- Bandeja 3:
 - 130 lechugas control, con 1 mL de agua destilada en cada alveolo.
 - 130 escarolas control, con 1 mL de agua destilada en cada alveolo.

Después del tratamiento, las bandejas se colocaron 2 días en una cámara de germinación a 26°C y alta humedad relativa, y posteriormente pasaron al invernadero donde fueron regadas por aspersión. Una vez alcanzado el tamaño adecuado, tras de 1 mes desde la inoculación (20 de abril), las plántulas se llevaron al laboratorio para realizar las determinaciones y el 21 de abril se realizó su trasplante en campo.

3. Caracterización del cultivo de *Azotobacter*

3.1. Determinación de AIA

La determinación de AIA en disoluciones microbiológicas se realizó por espectrofotometría con el reactivo de Salkowski. Este reactivo permite la oxidación de compuestos indólicos por sales férricas (Mayer 1958). Cuando la respuesta es positiva se obtiene una coloración rosada que va desde rosa claro a intenso dependiendo de la concentración del ácido indolacético presente.

El reactivo de Salkowski, modificado por Glickmann y Deessaux (1995), se prepara con 250 mL de agua destilada a la que se añaden 150 mL de H₂SO₄ concentrado y finalmente 7.5 mL de FeCl₃ 0.5 M.

La reacción de Salkowski se realiza tomando 1 mL de muestra a la que se le añaden 4 mL de reactivo de Salkowski, se agita y se deja incubar 30 minutos a temperatura ambiente. Finalmente, se mide la absorbancia a 530 nm (Glickmann & Deessaux 1995).

Para determinar la capacidad de producción de AIA por la cepa de *A. chroococcum* se utilizó medio de cultivo con triptófano para inducir a la producción de ésta. Se incubaron 4 muestras de 50 mL de medio de cultivo de *A. chroococcum* de 107 UFC/mL. A una no se le añadió triptófano y se utilizó como control, y a las otras tres se les añadió 1, 2 y 5 mg de triptófano/mL. Las 4 muestras se dejaron en agitación constante a 120 rpm a 26°C durante 15 días. Posteriormente se midió el AIA producido a los 1, 7 y 14 días. Cada muestra constaba de 2 mL de medio que se centrifugaba 15 minutos a 3000 rpm. Seguidamente se realizaba la reacción de Salkowski a 1 mL de sobrenadante. La cantidad de AIA se expresa como µg AIA/mL de medio y la reacción se realizó por cuadruplicado.

Para conocer la concentración de AIA se realizó una recta de calibrado partiendo de una solución madre de AIA de 0.01 g/100 mL de la que se realizan diluciones hasta obtener concentraciones de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30, 40, 50 y 60 ppm. Cada concentración se preparó por triplicado. A cada una de estas disoluciones se le realizó la reacción de Salkowski y la recta obtenida tuvo una r² de 0.990.

3.2. Determinación de ácido giberélico (AG)

La determinación de AG en disoluciones microbiológicas se realizó por espectrofotometría según el método de Graham y Henderson (1961). Este método se basa en la utilización del reactivo fosfomolibdico (Folin & Wu 1920) que permite la reducción del ácido fosfomolibdico a molibdeno azul por método colorimétrico. Cuando la respuesta es positiva se obtiene una coloración de azul claro a intenso dependiendo de la concentración del AG presente.

El reactivo fosfomolibdico se preparó con 35 g de ácido molibdico más 5 g de tungstano sódico a los que se añadieron 200 mL de hidróxido sódico al 10% y 200 mL de agua destilada, se hirvió 40 minutos vigorosamente y se dejó enfriar a temperatura ambiente. La disolución se llevó a 350 mL con agua destilada y se añadieron 125 mL de ácido ortofosfórico al 85%, disolución que se llevó a 500 mL con agua destilada.

La determinación de AG se realizó tomando 1 mL de muestra a la que se le añadieron 15 mL de reactivo fosfomolibdico, se hirvió 1 hora y después se paró la reacción con hielo hasta temperatura ambiente de la disolución. Esta se llevó a 25 mL con agua destilada y se midió la absorbancia a 780 nm (Graham & Henderson 1961).

Para determinar la capacidad de producción de AG por la cepa de *A. chroococcum* utilizada se incubaron 50 mL de medio de cultivo de *A. chroococcum* de 107 UFC/mL a 28°C durante 3 días en agitación constante a 120 rpm. Posteriormente se midió el AG producido. Cada muestra constaba de 2 mL de medio que se centrifugaba 30 minutos a 3000 rpm. En 1 mL del sobrenadante se realizaba la reacción fosfomolibdica. La cantidad de AG se expresó como µg AG/mL de medio y la reacción se realizó por quintuplicado.

Para conocer la concentración de AG se realizó una recta de calibrado partiendo de una solución madre de AG de 0.01 g/10 mL de la que se realizan diluciones hasta obtener concentraciones de 0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.7, 0.9 y 1 ppm. A cada una de estas disoluciones se le realizó la reacción fosfomolibdica por duplicado obteniéndose una recta patrón con una r^2 de 0.9946.

3.3. Determinación de la solubilización de fosfatos

La determinación cualitativa de la solubilización de fosfatos se llevó a cabo por siembra directa, previa dilución en suero fisiológico estéril, en el medio de cultivo NBRIP (National Botanical Research Institute's phosphate growth médium) sólido: glucosa 10 g, $\text{Ca}_3(\text{PO})_4$ 5 g, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 5 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.25 g, KCl 0.2 g, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.1 g, H_2O destilada 1 L, pH 7.0, Agar 15 g (Nautiyal 1999). El medio de cultivo se esterilizó durante 15 minutos a 121 °C en autoclave y se distribuyó en placas Petri en condiciones de asepsia, en cabina de flujo laminar. Las placas se incubaron en posición invertida a 28 ± 1 °C durante 4 días. Alrededor de las colonias que se desarrollen debe formarse un halo claro que indica la solubilización del fosfato.

4. Determinaciones realizadas en las plántulas de lechuga y escarola

A las semillas de lechuga y escarola control y tratadas con *A. chroococcum* se les determinó el porcentaje de germinación. También se determinó el peso y la longitud de la parte aérea y radicular de las plántulas después de 1 mes en el invernadero tras la inoculación. La determinación del contenido en clorofilas de las plántulas se realizó siguiendo el método espectrofotométrico de la AOAC (1990), expresando los resultados como mg de clorofila/100 g de peso fresco. Las determinaciones se realizaron por sextuplicado.

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se ha utilizado el programa "Statgraphic plus 3.0" realizando un análisis de la varianza simple de un solo factor (ANOVA) y un test de rango múltiple en aquellas comparaciones en que aparecían diferencias estadísticamente significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Capacidad de producción de fitohormonas y solubilización de fosfatos insolubles de *Azotobacter chroococcum*

1.1. Capacidad de producción de AIA

El medio en el que se ha incubado *A. chroococcum* para el análisis de su capacidad de síntesis de AIA, es el medio Norris libre de N_2 , y las bacterias se encontraban en incubación en Erlenmeyer tapado durante 14

días a temperatura ambiente. Como el AIA es un compuesto que contiene N_2 , las bacterias no pueden sintetizar AIA en este medio ya que no pueden fijar el N_2 atmosférico al estar en el Erlenmeyer tapado, tal como se puede observar en la figura 1 (trip 0). Para poder conocer la capacidad productora de AIA, se ha añadido triptófano al medio de cultivo utilizado para determinar la auxina, ya que es el precursor de la síntesis de esta hormona, pues numerosos estudios han demostrado que el AIA es sintetizado a partir del triptófano en un proceso llevado a cabo por microorganismos, no sólo por las plantas, a través de una conversión oxidativa (Müller & Weiler 2000), mediante una ruta metabólica que transforma el triptófano en indol 3-acetamida por acción de la triptófano mono-oxigenasa, y posteriormente a ácido 3-indolacético por acción de la indol 3-acetamida hidrolasa (Taiz & Zeiger, 2006). Para comprobar si el triptófano es convertido en AIA se añadió al medio en diferentes concentraciones: 0, 1, 2 y 5 ppm, para conocer también la capacidad limitante de síntesis de la cepa de *Azotobacter* estudiada. Además, esta metodología sirve para comprobar que la cuantificación de AIA es debida específicamente a este compuesto, ya que el método de Salkowski utilizado en este estudio no distingue entre este compuesto y otros compuestos indólicos. Los resultados de la capacidad productora de AIA por *A. chroococcum* se muestran en la figura 1.

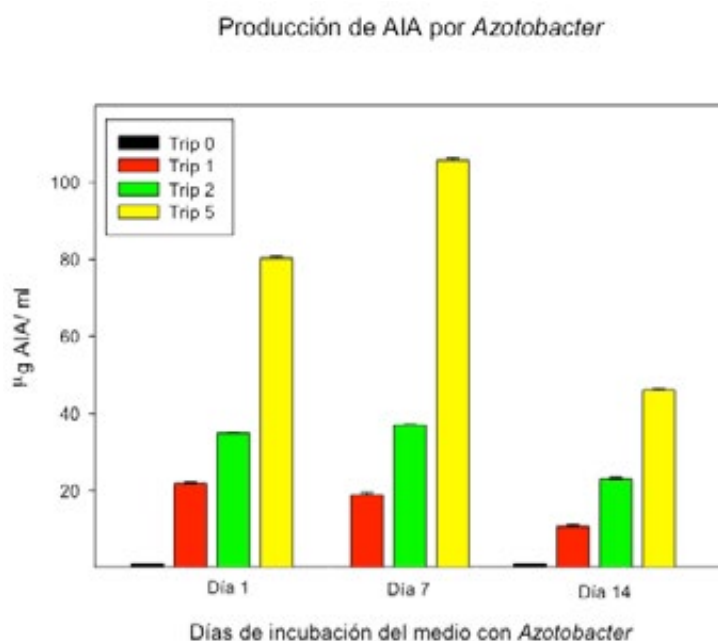


Figura 1: Producción de AIA por *A. chroococcum* en medio de cultivo Norris conteniendo 0, 1, 2 y 5 mg/mL de triptófano. Cada dato es la media \pm ES de 4 medidas.

Como se puede comprobar la producción de AIA es prácticamente nula en ausencia de triptófano e incrementa significativa y proporcionalmente al aumentar la concentración añadida, independientemente de los días que se incuben las bacterias. Sin embargo, al incrementar los días de incubación, se produce una respuesta diferente según la concentración de triptófano añadido. Así, cuando se incuba con 1 ppm de triptófano, a los 7 días ya se produce una disminución de la concentración de AIA sintetizado, lo que indica que el cultivo bacteriano ha consumido el triptófano y empieza a disminuir la síntesis de hormona en esta fecha. Sin embargo, cuando se incorpora al medio triptófano a 2 ppm, a los 7 días sigue incrementando la síntesis de AIA respecto al día 1 a la misma concentración, pero a los 14 días ya disminuye la síntesis de esta fitohormona. Finalmente, cuando se incorpora al medio triptófano 5 ppm, se produce un incremento máximo de AIA de 105.71 μ l AIA/ml de medio de incubación. En este caso, también el máximo se obtiene a los 7 días de incubación y disminuye drásticamente a los 14 días, lo que indica que las bacterias también han completado la síntesis de AIA a partir del triptófano 5 ppm en 7 días. Debido a esto, se podría afirmar que lo que se está cuantificando con la reacción de Salkowski es AIA u otros compuestos indólicos tipo auxina, pero no se cuantifican compuestos indólicos no auxínicos que pudiera haber en el medio de cultivo, ya que todos los compuestos indólicos procedentes de la síntesis a partir de triptófano son compuestos con propiedades auxínicas (Müller & Weiler 2000).

En cuanto a la capacidad sintetizadora de AIA, la cepa 4103 utilizada presenta una capacidad media-alta, ya que con 1 día de incubación con triptófano a 1 ppm ya presentaba una síntesis de 21.77 μl AIA/ml de medio de incubación, mientras que otras cepas de *A. chroococcum* aisladas de suelos de Maharashtra en la India producían, a los 3 días de incubación, entre 2 y 56 μl AIA/ml (Mali & Bodhankar 2009), 19.24 (Verma *et al.* 2014), entre 3.3 y 39.3 en cepas aisladas en Córdoba (Colombia) (Lara *et al.* 2011b), entre 3.3 y 44.3 en cepas aisladas en Córdoba (Colombia) (Lara *et al.* 2011a). Cepas aisladas de Aligarh en la India presentaron una producción de entre 7.30 y 28.9 a los 15 días de incubación con triptófano a 5 ppm, obteniéndose en nuestro caso una producción de 45.93 μl AIA/ml a la misma concentración.

Los valores obtenidos para la cepa 4103 utilizada son muy buenos, ya que está demostrado que bajas concentraciones de fitohormona son capaces de estimular el desarrollo vegetal, mientras que altas concentraciones inhiben y reducen la elongación (Lara *et al.* 2011b). Además, el AIA es la auxina más ampliamente distribuida en las plantas. Los efectos demostrados en investigaciones llevadas a cabo, contemplan, entre otras, aumento de la elongación, aumento de la respiración celular, promoción del crecimiento en raíces o incremento en la división celular, factores que favorecen el desarrollo vegetal (Acosta *et al.* 2000).

1.2. Capacidad de producción de ácido giberélico

La cantidad de sustancias tipo giberelina encontrada en este trabajo es de 353.84 ± 21.97 μg eq. ácido giberélico/mL de medio bacteriano de *A. chroococcum*. Es una cantidad altísima si se compara con las encontradas en otras cepas de esta bacteria, que estaban entre 2 y 62 μg eq. ácido giberélico/mL de medio (Mali & Bodhankar 2009) que utilizaron el mismo método de análisis de ácido giberélico que se ha usado en este trabajo. Ciertamente la cantidad encontrada puede ser debida a algún problema con la metodología empleada, aunque se ha repetido la experiencia en 4 ocasiones, obteniéndose valores similares en todas ellas. Esta metodología no es específica para giberelinas, sino para compuestos tipo giberelina como ácido giberélico, giberelinas y productos de degradación de ácido giberélico como ácido allogiberélico, ácido gibérico, ácido epigibérico y ácido giberelénico, entre otros, y también aminoácidos y azúcares (Graham & Henderson 1961), por lo que puede ser que haya otros compuestos en el medio que no sean giberelinas y que se hayan cuantificado como tales. Como las bacterias no liberan al medio de cultivo ni aminoácidos ni azúcares, esta metodología debería poder utilizarse para la cuantificación de compuestos tipo giberelinas o sus productos de degradación, tal como han hecho otros autores en las mismas circunstancias (Mali & Bodhankar 2009). Sin embargo, en nuestro estudio, la concentración tan alta encontrada parece que indica que se han cuantificado otros compuestos no giberélicos como tales. En todo caso, parece que la cepa utilizada de *A. chroococcum* es gran productora de giberelinas.

1.3. Capacidad de solubilización de fosfatos insolubles

La cepa 4103 de *A. chroococcum* ha mostrado no tener capacidad de solubilización de fosfatos insolubles, ya que no presenta un halo claro alrededor de las colonias. Nuestros datos están en contraposición con los obtenidos con otras cepas de esta bacteria que sí presentaron capacidad para solubilizar fosfatos (Murty & Ladha 1988, Kundu & Gaur 1980, Reddy & Saravanan 2013, Sharma *et al.* 2013, Verma *et al.* 2014).

2. Efecto de los tratamientos sobre las plántulas en semillero

2.1. Porcentaje de germinación

Los porcentajes de germinación de las semillas de lechuga y de escarola que estaban en semillero se muestran en la figura 2. Como se puede observar, en el caso de las semillas de lechuga el porcentaje de germinación estuvo rondando el 100% sin diferencias entre los distintos tratamientos, llegando al 100% en el caso de las semillas tratadas con *Azotobacter* a 106 UFC/ml. Sin embargo, en escarola, el porcentaje de germinación fue mucho menor y, en este caso, sí que hubo grandes diferencias entre tratamientos. Al incrementar la concentración bacteriana en el medio inoculado a las semillas, se produjo un incremento del porcentaje de germinación, que pasó del 59.2% de las semillas control, al 68.37% en las tratadas con 106 UFC/ml y al 83.67% en las

tratadas con *A. chroococcum* a 107 UFC/ml. En escarola se observa, por tanto, que el incremento del porcentaje de germinación ha sido proporcional a la dosis aplicada, obteniéndose un incremento del 15.49% y del 41.33% con 106 y 107 UFC/ml, respectivamente. Estos datos son muy altos, ya que Bákoniy *et al.* (2013) obtuvieron un incremento del 20% en la germinación de semillas de maíz al ser tratadas con un biofertilizador constituido por una mezcla de *A. chroococcum* y de *Bacillus megaterium*, lo que parece ser debido a que estos excretan fitohormonas que incrementan la movilización de nutrientes desde las semillas.

En este trabajo se observó un comportamiento diferente al tratamiento bacteriano entre las semillas de lechuga y de escarola. Las semillas control de lechuga han presentado un 98.98% de germinación por lo que, al ser un porcentaje tan alto, el tratamiento bacteriano no ha podido provocar un incremento alto de la germinación. Aun así, el tratamiento con 106 UFC/ml ha incrementado al 100% el porcentaje de germinación, pero, lógicamente, la respuesta se ha notado menos que en el caso de las semillas de escarola, en las que el porcentaje de germinación de las semillas control fue del 59.2%.

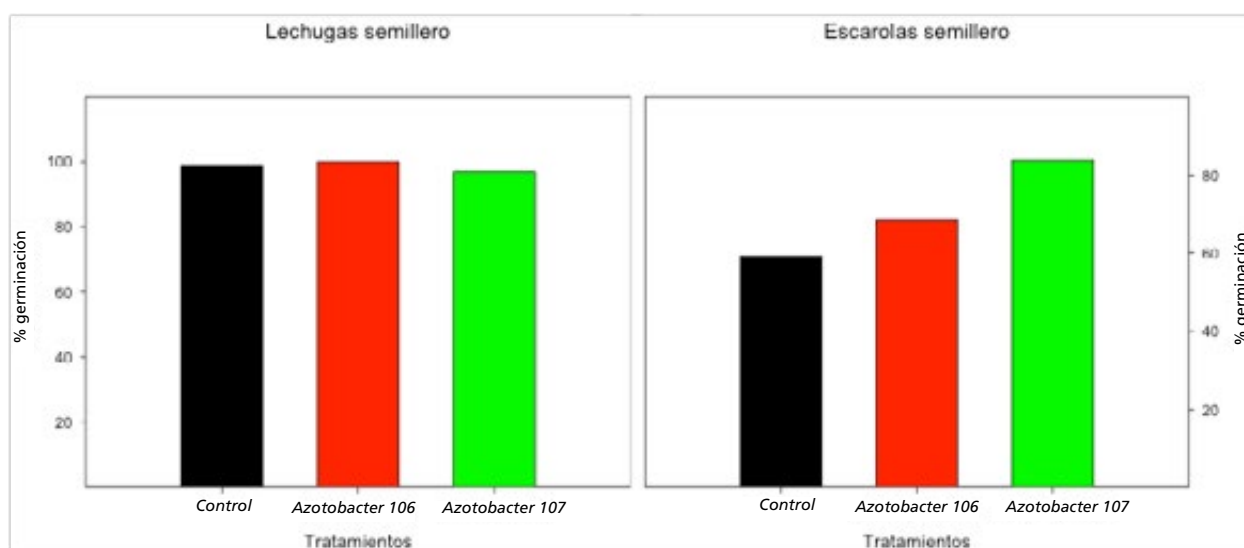


Figura 2: Porcentaje de germinación de semillas de lechuga y escarola en los distintos tratamientos.

2.2. Número de hojas

También se contabilizó el número de hojas de las plántulas al final del periodo de semillero. Las plántulas de lechuga desarrollaron entre 7 y 8 hojas, mientras que las de escarola mostraron de 4 a 5 hojas en todos los tratamientos. Por tanto, este parámetro no presentó diferencias significativas, ni en lechugas ni en escarolas, al igual que ocurrió en plantas de Aloe vera tratadas con *A. chroococcum* (Mitra & Mojtaba 2014). Sin embargo, tanto Amirhandeh *et al.* (2013) como Madaan *et al.* (2013) sí que encontraron incrementos significativos en el número de hojas de tabaco y banana, respectivamente, al ser tratados con *A. chroococcum*, pero en plantas adultas, no en plántulas. Esta puede ser la razón por la que no hemos encontrado diferencias significativas, ya que las plántulas sólo han estado 1 mes en semillero, y en este tiempo tan corto no han podido incrementar significativamente el número de hojas.

2.3. Peso total

El peso fresco total de las plántulas control de lechuga y de escarola, y de las tratadas con el medio de cultivo, se muestra en la figura 3. Como se puede observar, existe un incremento dosis dependiente del peso al aumentar la concentración de *Azotobacter* aplicada a las semillas, aunque el incremento sólo ha sido significativo en el caso de la concentración máxima aplicada a las semillas, 107 UFC/ml de medio. Este incremento

final ha sido del 13.14% en lechugas y del 76.12% en escarolas. Otros autores han encontrado incrementos del peso seco de plántulas de banana (Madaan *et al.* 2013) y de maíz (Bakonyi *et al.* 2013). Estos incrementos pueden ser debidos a que las bacterias excretan fitohormonas (AIA y giberelinas) al medio, lo que incrementa la movilización de nutrientes desde la semilla y por tanto, la velocidad de germinación y el crecimiento de las plántulas.

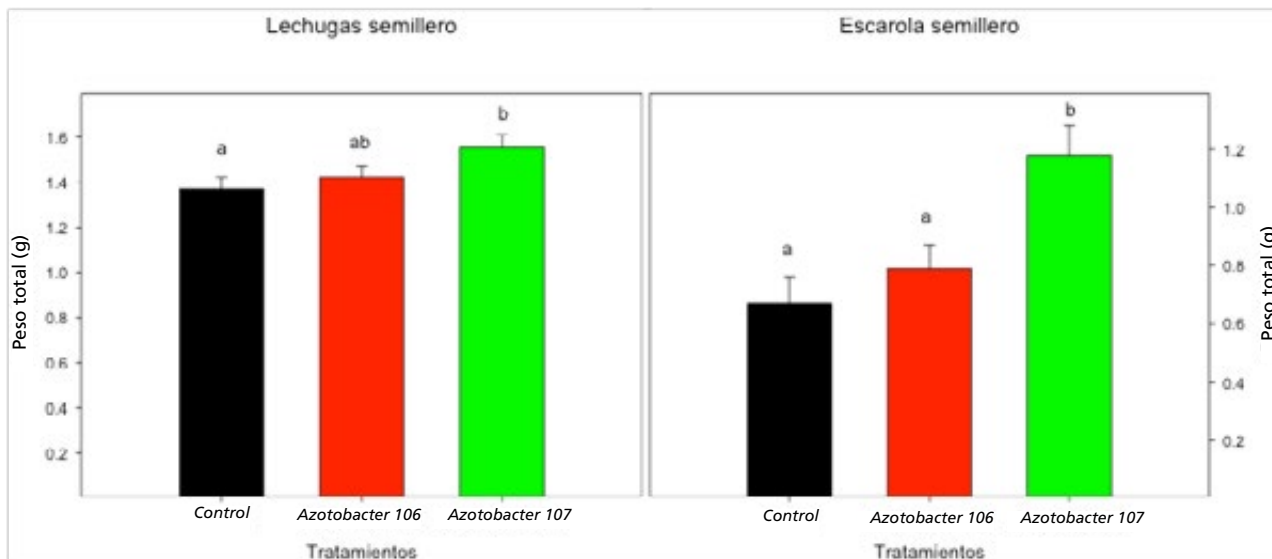


Figura 3: Peso total de las plántulas de lechuga y escarola en los distintos tratamientos. Cada dato es la media \pm ES de 15 medidas.

2.4. Peso parte aérea

El incremento del peso total de las plántulas de lechuga y de escarola ha sido proporcional al incremento del peso de la parte aérea, como se puede observar en la figura 4, donde se observa que el incremento, aunque ha sido dosis dependiente, sólo ha sido significativo para la mayor concentración de *A. chroococcum* aplicada. Estos datos están de acuerdo con los encontrados en plántulas de banana (Madaan *et al.* 2013) y de maíz (Bakonyi *et al.* 2013).

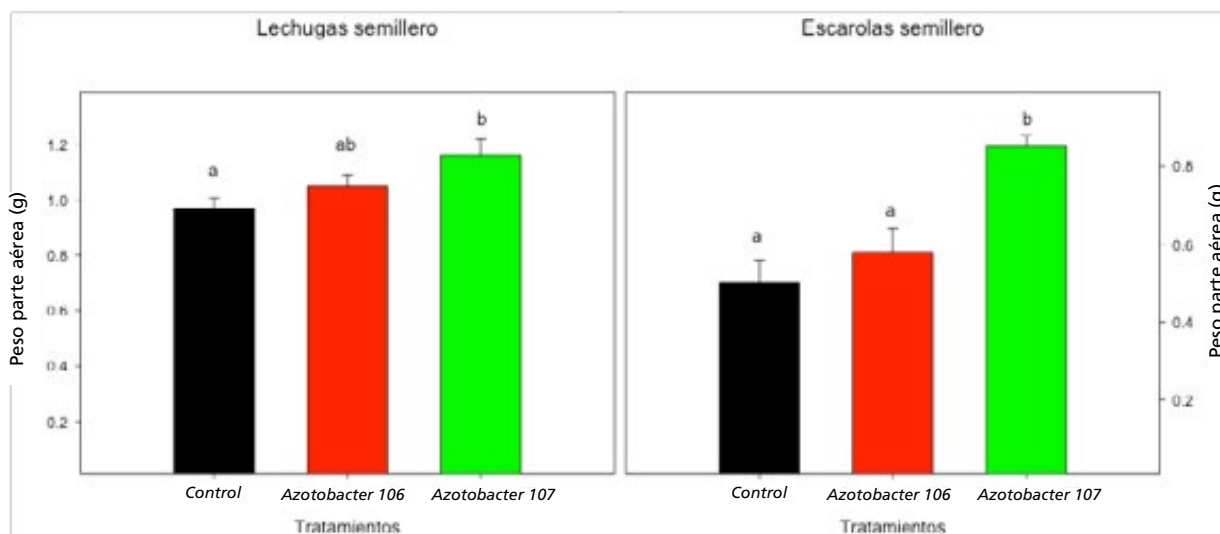


Figura 4: Peso de la parte aérea de las plántulas de lechuga y escarola en los distintos tratamientos. Cada dato es la media \pm ES de 15 medidas.

2.5. Peso parte radicular

Las plántulas de escarola también han mostrado un incremento significativo del peso de su parte radicular, con un 94.12% de incremento al ser tratadas las semillas con 107 UFC/mL de medio (Fig. 5). Esto es importante, ya que el tratamiento con *Azotobacter* mejorará sensiblemente el enraizamiento de las plántulas en el suelo al trasplante. Estos incrementos pueden ser debidos a que las bacterias excretan fitohormonas (AIA y giberelinas) al medio lo que incrementa la movilización de nutrientes desde la semilla y por tanto, la velocidad de germinación y el crecimiento de las plántulas. Estos datos están de acuerdo con la bibliografía consultada (Madaan *et al.* 2013, Bakonyi *et al.* 2013). Sin embargo, las plántulas de lechuga tratadas no han mostrado diferencias significativas respecto a las control en cuanto a este parámetro (Fig. 5), por lo que el incremento del peso total de las plántulas de lechuga se debe sólo a un incremento del peso de la parte aérea.

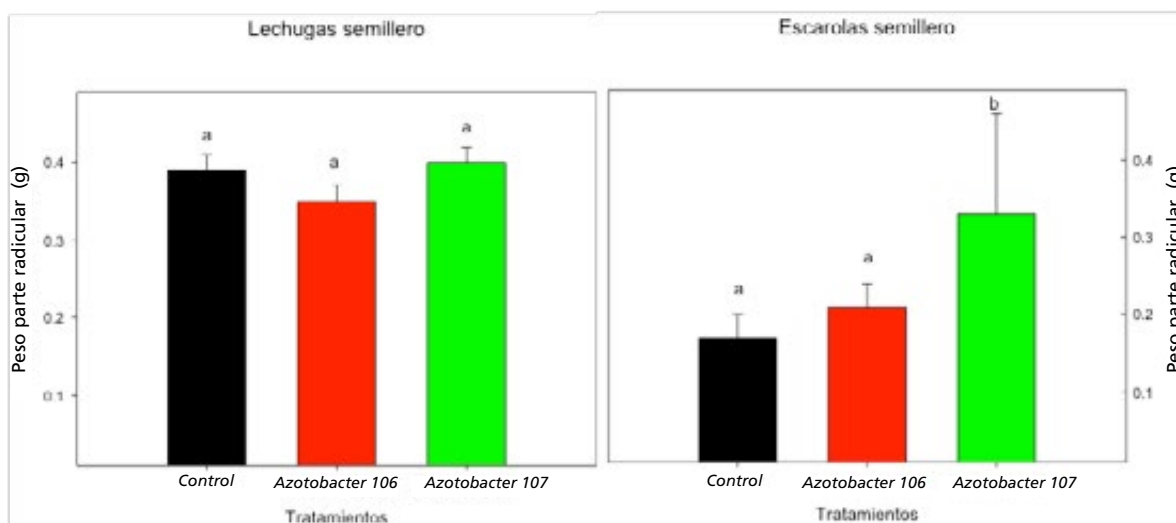


Figura 5: Peso de la parte radicular de las plántulas de lechuga y escarola en los distintos tratamientos. Cada dato es la media \pm ES de 15 medidas.

2.6. Longitud parte aérea

Las plántulas de lechuga y escarola tratadas también han presentado incrementos significativos en la longitud de la parte aérea, aunque ha habido diferencias en el comportamiento de ambas especies (Fig. 6).

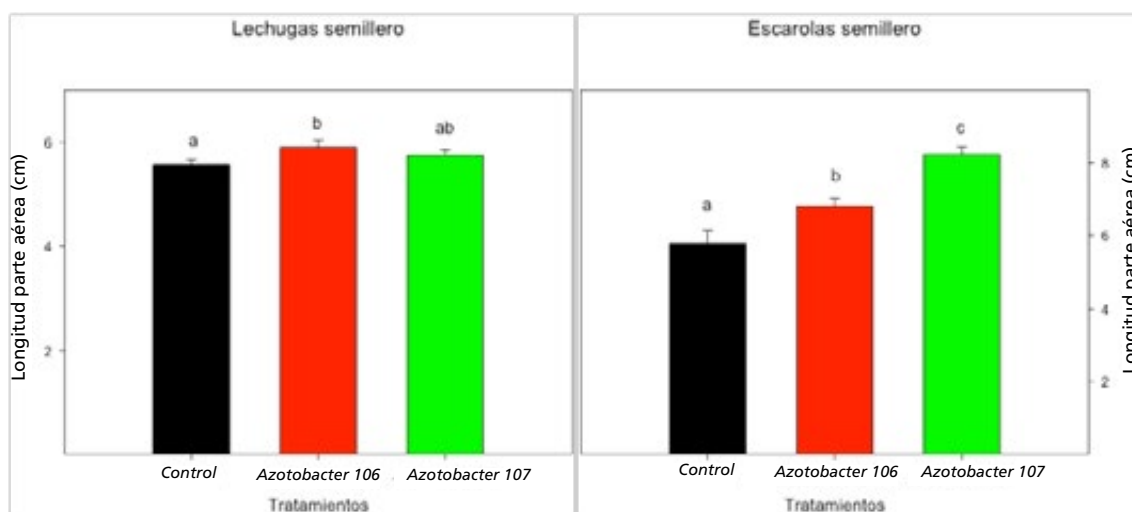


Figura 6: Longitud de la parte aérea de las plántulas de lechuga y escarola en los distintos tratamientos. Cada dato es la media \pm ES de 15 medidas.

En escarola se han producido incrementos significativos, dosis dependientes, de la longitud de la parte aérea de las plántulas tratadas para ambas concentraciones de *A. chroococcum* aplicadas. Estos incrementos han sido del 17.62% y del 42.31% a 106 y 107 UFC/ml, respectivamente. Sin embargo, en las plántulas de lechuga también se ha producido un incremento de la longitud de las plántulas tratadas a ambas concentraciones, pero sólo ha sido significativo a la concentración menor. Estos incrementos en la longitud de la parte aérea están de acuerdo con los obtenidos por Lara *et al.* (2011b) en césped, Madaan *et al.* (2013) en banana y Kumar *et al.* (2015) en *Jatropha curcas*, ya que se incrementó significativamente la longitud de la parte aérea de las plántulas de estas especies, efecto atribuible al incremento en AIA y en giberelinas que provoca esta bacteria, cuyos efectos, entre otros, son el incremento en la velocidad de crecimiento de los tallos vegetales.

2.7. Longitud parte radicular

La longitud de la parte radicular de las plántulas de ambas especies también ha mostrado diferentes comportamientos al ser tratadas con *Azotobacter*. Así, en lechugas ha habido un incremento significativo de este parámetro en las plántulas tratadas con la máxima concentración de bacteria aplicada (Fig. 7). Sin embargo, este parámetro no ha mostrado diferencias significativas en las plántulas de escarola tratadas a ninguna concentración aplicada (Fig. 7). Sí se han observado incrementos significativos en la longitud de las raíces de plántulas tratadas con *A. chroococcum* en *Vigna radiata* (Ahmad *et al.* 2005), césped (Lara *et al.* 2011b), banana (Madaan *et al.* 2013) y *Jatropha curcas* (Kumar *et al.* 2015).

El incremento en el peso de la parte radicular en escarolas pero no en su longitud se debió a que el tratamiento bacteriano provocó en esta especie un incremento en el número de raíces, mientras que en lechugas pasó lo contrario, incrementó la longitud pero no el peso radicular, ya que se mantuvo el número de raíces y, al ser más largas, eran más finas.

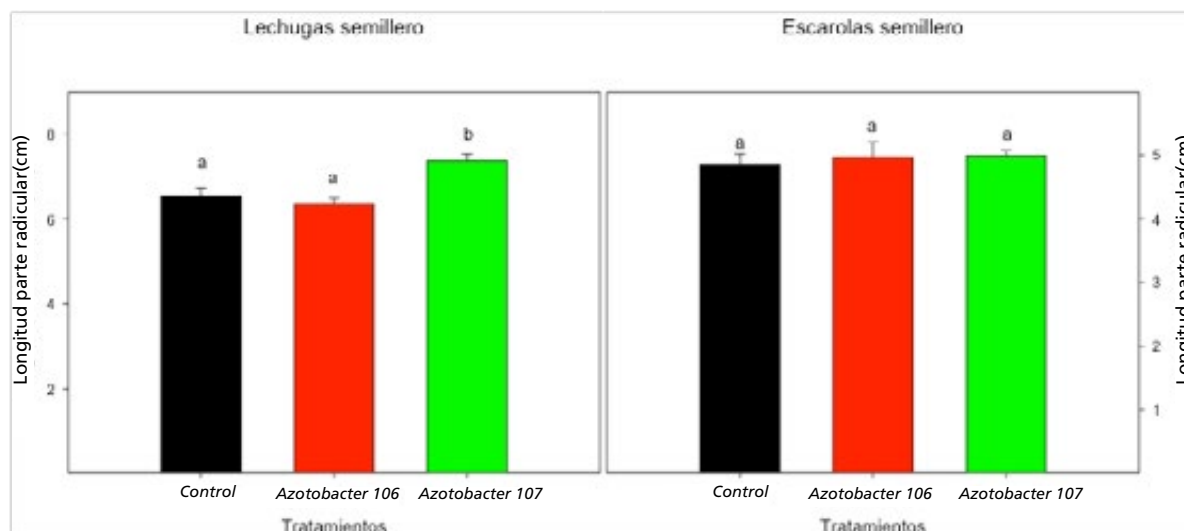


Figura 7: Longitud de la parte radicular de las plántulas de lechuga y escarola en los distintos tratamientos. Cada dato es la media \pm ES de 15 medidas.

2.8. Clorofilas

El contenido en clorofilas a y b (datos no mostrados) y clorofilas totales no se modificó significativamente ni en plántulas de lechuga ni en escarola con los tratamientos con *A. chroococcum*, encontrándose valores que oscilaron de 73 a 83 mg/100 g de peso fresco en lechuga y de 127 a 138 mg/100 g de peso fresco en escarola. Sin embargo, González-Rodríguez *et al.* (2013), al pulverizar plántulas micropropagadas de piña con un medio que contenía esta bacteria, sí que consiguieron incrementar el contenido de clorofilas de sus hojas, lo que provocó un incremento de la eficiencia del fotosistema II y de su fotosíntesis neta. Por otro lado, Madaan *et al.* (2013) también consiguieron incrementar los contenidos de clorofilas totales de

las hojas de plantas micropropagadas de banana al ser tratadas con una mezcla de *A. chroococcum* y de *Piriformospora indica*.

CONCLUSIONES

1. La cepa de la bacteria utilizada (Cepa 4103, que es la cepa tipo de esta especie de la Colección Española de Cultivos Tipo de la Universidad de Valencia) ha presentado una síntesis de AIA medio-alta con una capacidad de síntesis de 105.71 µg AIA/mL de medio, a los 7 días de incubación con triptófano 5 ppm. También ha presentado una alta capacidad de síntesis de compuestos giberélicos (353.73 µg GA/mL), mientras que no ha presentado capacidad de solubilización de fosfatos insolubles.

2. Los tratamientos con *A. chroococcum* a las semillas provocaron un incremento en el porcentaje de germinación sólo en escarolas. Las plántulas tratadas, tanto de lechuga como de escarola, presentaron el mismo número de hojas que las control, pero produjeron un incremento dosis dependiente del peso fresco total, que fue proporcional al incremento del peso y longitud de la parte aérea. Sin embargo, el peso fresco radical incrementó en escarolas de forma dosis dependiente pero se mantuvo constante en lechugas, al contrario que la longitud de las raíces que se incrementaron significativamente en plántulas de lechugas pero no en escarolas. Finalmente, el tratamiento bacteriano no modificó el contenido en clorofilas de las plántulas tratadas en ningún caso.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta M, Sánchez J, Bañón M. 2000. Auxinas. En: J Azcón-Bieto, M Talón (Eds) Fundamentos de Fisiología Vegetal. Mc Graw Hill Interamericana, 325-342.
- Ahmad F, Ahmad I, Khan MS. 2005. Indole acetic acid production by the indigenous isolates of *Azotobacter* and fluorescent *Pseudomonas* in the presence and absence of tryptophan. *Turkish Journal of Biology* 29, 29-34.
- Amirhandeh MAS, Norouzi M, Nosratabad ARF. 2013. Effects of nitrogen fertilization on nitrogen use efficiency of coker (flue-cured) tobacco inoculated with *Azotobacter chroococcum*. *Advances in Environmental Biology* 7, 968-977.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1 15th edition. Vol. II. Association of Official Analytical Chemist, 829-830.
- Aquilanti L, Favilli F, Clementi F. 2004. Comparison of different strategies for isolation and preliminary identification of *Azotobacter* from soil samples. *Soil Biology and Biochemistry* 36, 1475-1483.
- Bakonyi N, Bott S, Gajdos E, Jakab A, Toht B, Makleit P, Veres S. 2013. Using biofertilizers to improve seed germination and early development of maize. *Polis Journal of Environment Studies* 22, 1595-1599.
- Behl RK, Ruppel S, Kothe E, Narula N. 2007. Wheat x *Azotobacter* x VA mycorrhiza interactions towards plant nutrition and growth: a review. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 81, 95-109.
- Folin O, Wu H. 1920. A simplified and improved method for the determination of sugar. *Journal of Biological Chemistry* 41, 367-374.
- Foly HMH, Dakhly OF, El-Mawad H, Abdel-Mageed Y, Hassan EA. 2002. Using some isolates and transformants of *Azotobacter* to reduce chemical nitrogen fertilizer rates in garlic production. *Journal of Agricultural Science Mansoura University* 27, 7667-7684.
- Glickmann E, Deessaux Y. 1995. A critical examination of the specificity of the Salkosky reagent for indolic compounds produced by phytopathogenic bacteria. *Soil Biology and Biochemistry* 45, 631-640.
- González-Rodríguez RM, Serrato R, Molina J, Aragón CE. 2013. Biochemical and physiological changes produced by *Azotobacter chroococcum* on pineapple in vitro-plantlet during acimatizacón. *Acta Physiologia Plantarum* 35, 3483-3487.
- Graham HD, Henderson JHM. 1961. Reaction of gibberellic acid and gibberellins with Folin-Wu phosphomolybdic acid reagent and its use for quantitative assay. *Plant Physiology* 36, 405-408.
- Jarak, M., Duric, S.S., Dordevic, B.D. 2010. Benefits of inoculation with *Azotobacter* in the growth and production of tomato and pepper. *Proceedings of Natural Sciences. Matica Srpska, Novi Sad, Serbia* 119, 71-76.
- Khan S, Pariari A. 2012. Effect of N-fixing biofertilizers on growth, yield and quality of chilli (*Capsicum annum* L.). *The Bioscan* 7, 481-482.
- Kumar A, Sharma S, Mishra S. 2015. Evaluating effect of arbuscular mycorrhizal fungal consortia and *Azotobacter chroococcum* in improving biomass yield of *Jatropha curcas*. *Plant Biosystems (ahead-of-print)*, 1-9.

- Kundu BS, Gaur AC. 1980. Establishment of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria in rhizosphere and their effect on yield and nutrient uptake of wheat crop. *Plant and Soil* 57, 223-230.
- Lara C, Oviedo L, Alemán A. 2011a. Aislados nativos con potencial en la producción de ácido indol acético para mejorar la agricultura. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 9, 17-23.
- Lara C, Oviedo L, Betancur C. 2011b. Bacterias nativas con potencial en la producción de ácido indolacético para mejorar los pastos. *Zootecnia Tropical* 29, 187-194.
- Madaan G, Gosal SK, Saroa GS. 2013. Effect of microbial inoculants on the growth and yield of micropropagated banana (*Musa indica*) cv. Grand Naine. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 88, 643-649.
- Mahajan, A, Choudhary, AK, Jaggi, RC, Dogra, RK. 2003. Importance of bio-fertilizers in sustainable agriculture. *Farmers' Forum* 3, 17-20.
- Mali GV, Bodhankar MG. 2009. Antifungal and phytohormone production potential of *Azotobacter chroococcum* isolates from groundnut (*Arachis hypogea* L.) rhizosphere. *Asian Journal of Experimental Science* 23, 293-297.
- Mayer, AM. 1958. Determination of indole acetic acid by the Salkowsky reaction. *Nature* 162, 1670-1671.
- Mitra A, Mojtaba Y. 2014. Effect of bacterial bio-fertilizers on growth traits and quantity and quality of aloe (*Aloe vera*) gel. *Research on Crops* 15, 697-700.
- Muller A, Weiler, EW. 2000. IAA synthase, an enzyme complex from *Arabidopsis thaliana* catalyzing the formation of indole-3-acetic acid from (S)-tryptophan. *Biological Chemistry* 381, 679-686.
- Murty MG, Ladha JK. 1988. Influence of *Azospirillum* inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. *Plant and Soil* 108, 281-285.
- Nautiyal SC. 1999. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganism. *FEMS Microbiology Letters* 170, 265-275.
- Reddy CA, Saravanan RS. 2013. Polymicrobial multi-functional approach for enhancement of crop productivity. *Advances on Applied Microbiology* 82, 53-113.
- Sarhan, TZ, Mohammed, GH, Teli, JA 2011. Effect of bio and organic fertilizers on growth yield and fruit quality of summer squash. *Sarhad Journal of Agriculture* 27, 377-383.
- Sharma BS, Sayyed RZ, Trivedi MH, Thivakaran AG. 2013. Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *SpringerPlus* 2, 587.
- ahir, MM, Sarwar, MA. 2013. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A budding complement of synthetic fertilizers for improving crop production. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences* 11, 1-7.
- Taiz L, Zeiger E. 2006. *Fisiología Vegetal*. Volumen 2. Publicacions de la Universitat Jaume I de Castellón. 1338 pp.
- Verma JP, Yadaw J, Tiwari KN, Jaiswal DK. 2014. Evaluation of plant growth promoting activities of microbial strains and their effect on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in India. *Soil Biology and Biochemistry* 70, 33-37.
- Yaso IA, Abdel-Razzak HS, Wahab-Allah MA. 2007. Influence of biofertilizer and mineral nitrogen on onion (*Allium cepa* L.) growth, yield and quality under calcareous soil conditions. *Journal of Agriculture and Environmental Science Alexandria University* 6, 245-264.

EMPLEO DEL BIOFERTILIZANTE MICROORGANISMOS NATIVOS MULTIPROPÓSITOS EN EL COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO DEL FRIJOL COMÚN (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)

Calero A*, Olivera D*, Pérez Y**

*Facultad Ciencias Agropecuarias. Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez" (UNISS). **Centro Municipal Taguasco. Univ Sancti Spíritus. José Martí Pérez" (UNISS).

*El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de mayor consumo en el mundo. En las regiones tropicales y subtropicales es el grano de mayor importancia, destinado al consumo directo de la población. Constituye la fuente más barata de proteína, por lo que es un componente indispensable en la dieta y una fuente importante de ingresos para los pequeños productores. Con el objetivo de determinar el comportamiento morfoagronómico de 23 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) durante dos periodos. La investigación se desarrolló durante las siembras de 2011-2012 y 2012-2013 en la Cooperativa de Créditos y Servicios "Victima de la Coubre", ubicada en la zona de Alicante en la provincia de Sancti Spíritus. La siembra se realizó durante los meses de noviembre a febrero, se utilizaron parcelas experimentales de cuatro metros de largo por tres metros de ancho (4x3 m), se evaluó el rendimiento y sus componentes como la cantidad de plantas por parcelas, número de hojas por plantas, cantidad de legumbres por planta y cantidad de granos por legumbres.*

Los resultados mostraron que la caracterización morfoagronómica de los 23 cultivares de frijol común durante dos periodos en las áreas de la Cooperativa de Créditos y Servicios "Victima de la Coubre" permitió seleccionar las accesiones más productivos a las condiciones de la zona en época de siembra óptima fueron CC-25-9-R, Delicias-364, BAF-304, Tomeguín 93 y P-2173 porque produjeron rendimientos aceptables de 0,78 t ha⁻¹ en la primera campaña y 0,87 t ha⁻¹ en la segunda.

Palabras claves: cultivares, época de siembra, legumbres, leguminosa rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de mayor consumo en el mundo Quintero (2006). En las regiones tropicales y subtropicales es el grano de mayor importancia, destinado al consumo directo de la población. Constituye la fuente más barata de proteína, por lo que es un componente indispensable en la dieta y una fuente importante de ingresos para los pequeños productores (Martínez *et al.* 2004).

En Cuba, el frijol constituye uno de los granos fundamentales en la alimentación del pueblo, siendo un alimento de preferencia en la dieta diaria, al menos en una de las comidas. Sin embargo, hasta el presente, el cultivo no ha tenido prioridad en el país. En 1993 su importación fue de 116 600 toneladas y su producción por el MINAG, de 12 000 toneladas, esta cifra representa sólo el 2 % del total consumido en el país, según cifras oficiales (Aguilera & Hernández 1994).

En Cuba especialistas del Ministerio de la Agricultura (MINAG), establecieron el período de siembra entre la primera quincena de septiembre y de enero donde se cuente con regadío, estableciendo algunas regulaciones con el uso de variedades en relación a la fecha de siembra. No obstante, está demostrado que puede sembrarse hasta febrero, pero en este caso aumenta el riesgo de pérdidas en cosecha por la aparición de las lluvias en el mes de mayo (Quintero 1996).

Para aumentar la producción agrícola del frijol, se han desarrollado un grupo de productos químicos y biológicos potenciadores del crecimiento vegetal, por tal motivo es de vital importancia la búsqueda de nuevas variantes de fertilizantes que sean de producción nacional y de fácil obtención (Olivera & Fuentes 2011).

En Cuba la aplicación de bioestimulantes al cultivo ha demostrado que aumenta y acelera la germinación de las semillas, ya sean botánicas o agámicas. Estimula el desarrollo de las raíces, tallos y hojas, mejora la nutrición, la floración y cuajado de los frutos. Frecuentemente reduce el ciclo del cultivo. Potencia la acción de

los herbicidas y otros plaguicidas lo que permite reducir entre el 40% y el 50% de sus dosis recomendadas. Acelera el compostaje y la degradación de los residuos de cosecha disminuyendo el tiempo necesario para su incorporación al suelo. Ayuda a superar los efectos negativos del estrés por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, enfermedades y plagas (Montano 2008).

Una de las alternativas que se presenta actualmente en el mundo es la aplicación de Microorganismos Eficaces (ME), que bien utilizados puede reducir no sólo la contaminación del ambiente (control de malos olores, moscas), sino también mejorar la calidad de la gallinaza, acelerar la estabilización del proceso y disminuir el impacto ambiental causado por éste tipo de explotaciones (Higa 1997).

La utilización de ME en la propagación de las plantas tiene como objetivo promover la germinación, enraizamiento y crecimiento de los materiales sembrados por la acción de hormonas, aminoácidos y sustancias antioxidantes que contiene, y establecer microorganismos benéficos en el sistema radicular que compitan con microorganismos patógenos (Gil *et al.* 2005).

La producción de frijol es afectada por muchos factores agronómicos como son la fertilidad del suelo, suelos con inadecuadas condiciones físicas, la presencia de plagas y enfermedades, deficiente calidad de la semilla y su conservación, condiciones climáticas adversas. En Cuba el descenso de los rendimientos de este grano se origina fundamentalmente por el déficit nutricional de las plantas, es un cultivo no tolerante al exceso de humedad, necesita para su buen desarrollo, una distribución adecuada del agua por lo que el riego debe estar en función del tipo de suelo y la época de siembra, el exceso de lluvias puede destruir las plantas por asfixia, puede producir pudrición en las raíces, además de ser un factor de predisposición ante el ataque de enfermedades, por otra parte, las altas temperaturas pueden limitar severamente la producción de esta leguminosa. El objetivo de esta investigación consistió en evaluar el efecto de la aplicación foliar de tres dosis de microorganismos eficientes en el comportamiento agroproductivo de las variedades de frijol común Velazco largo y Cuba cueto (CC-25-9-n).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la época intermedia de la campaña 2012-2013 en los meses de diciembre a marzo, para las variedades Velazco largo y Cuba cueto (CC-25-9-n), la siembra se realizó en la finca de un agricultor asociado a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CSS) "Mártires de Taguasco", del municipio de Cabaiguán, provincia de Sancti Spíritus, sobre un suelo pardo sialítico carbonatado según Hernández *et al.* (2015). Se destacan como aspecto de interés que las semillas de ambas variedades mostraron más de un 96 % de germinación, el riego se realizó de forma semanal hasta la etapa de maduración del cultivo.

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar para cada experimento, con cuatro tratamientos y tres replicas. La siembra se realizó según lo establecido en los diseños tecnológicos para el cultivo del frijol. La siembra se ejecutó en parcelas de 6,40 m², dejando un espacio de 1,40 m hacia ambos lados, alcanzando el experimento un área total de 0,040 ha. Se destaca como aspecto de interés que las aplicaciones de las diferentes dosis del biofertilizante a base microorganismos nativos multipropósitos se realizaron con un intervalo semanal, con asperjadora manual del tipo Matabi de 16 litros de capacidad.

Velazco largo (rojo)

T3	T2	T1	T4
T1	T4	T3	T2
T2	T3	T4	T1

Cuba cueto (CC-25-9-n)

T3	T2	T1	T4
T1	T4	T3	T2
T2	T3	T4	T1

Esquema 1. Diseño experimental de los experimentos

Dónde:

T1: Control (fertilización química al momento de la siembra y aplicación de Fitomas-E al inicio de la floración).

T2: Aplicación de microorganismos nativos multipropósitos a la dosis de 6 L ha⁻¹.

T3: Aplicación de microorganismos nativos multipropósitos a la dosis de 12 L ha⁻¹.

T4: Aplicación de microorganismos nativos multipropósitos a la dosis de 24 L ha⁻¹.

Indicadores evaluados

- Número de hojas por plantas. Se observaron 30 plantas por tratamientos en tres momentos después de germinada la semilla.
- Número de inflorescencias por plantas. Se observaron 30 plantas por tratamientos y se realizaron dos conteos después de la aparición de las mismas.
- Cantidad de legumbres por planta. Total, de legumbres con granos existentes en la muestra dividido por la cantidad de plantas de la muestra.
- Cantidad de granos por legumbres. Total, de granos de la muestra dividido por el total de legumbres de la muestra.
- Masa de 100 semillas (gpor100 semillas). Se tomaron varias muestras de 100 semillas por y se pesaron en una balanza del tipo digital, Sartorius, con una precisión de 0.01 g. se aplicó la clasificación del peso de los granos, por su tamaño, según la clasificación que aparece en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación de los granos de frijol por el peso de 100 semillas reportado por Mateo Box citado por Socorro y Martin (1998) utilizada por Sánchez (2012).

Muy pequeños	-100 granos pesan menos de 20 g
Pequeños	-100 granos pesan de 20 a 30 g
Medios	-100 granos pesan de 30 a 40 g
Normal	-100 granos pesan de 40 a 50 g
Grande	-100 granos pesan de 50 a 60 g
Muy grande	-100 granos pesan más de 61 g

Los datos referidos se analizaron y procesaron estadísticamente por el paquete estadístico SPSS versión 15.0 en inglés para el Microsoft Windows. Se realizó las pruebas de normalidad para todas las variables observadas, un ANOVA de clasificación simple y la comparación de las medias a través de la prueba de rango múltiples de Tukey ($p \leq 0,05$). Además, se realizó un análisis de los aspectos que más influyeron en el costo y el beneficio económico.

La valoración de la factibilidad económica se evaluó para una hectárea. Para calcular el valor de la producción se tuvo en cuenta el valor de venta según los precios establecidos por las entidades que comercializan estos productos Acopio provincia a 14 130,45 pesos la tonelada de frijol rojo (Velazco largo) y a 11 956,55 la de frijol negro (Cuba cueto). Los microorganismos nativos multipropósitos se obtuvieron de la producción del laboratorio de biofertilizantes, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Sancti Spiritus "José Martí Pérez", como parte de un proceso de investigación. El producto FitoMas-E se obtuvo a través de la misma CSS, que se comercializa por Suministros Agropecuario para los campesinos a 16 pesos en moneda nacional (CUP) el litro del bioproducto. El fertilizante químico lo obtuvo el campesino del cultivo potenciado del frijol a 20 pesos 50 kg del mismo.

Aspectos a evaluar:

- Total, de gasto (insumos).
- Total, de ingresos a partir de la producción.
- Ganancia = VP - CP
- Costo por peso = CPporVP

Leyenda: VP: Valor de la producción; CP: Costo del total de la producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de número promedio de hojas por plantas en el primer momento 15 días después de la plantación como se muestra en el cuadro 2, que existen diferencias significativas entre las variantes estudiadas en las dos variedades estudiadas, para el caso de la variedad Velazco largo el mejor tratamiento fue la aplicación de microorganismos eficientes a la dosis de 6 L ha⁻¹, aunque no muestra diferencia significativa con las demás dosis utilizadas 12 y 24 L ha⁻¹ respectivamente pero si con respecto al control sin tratar, resultados similares se observa también para la variedad Cuba cueto negro donde la mejor dosis fue la de 6 L ha⁻¹, que difiere de todas las aplicaciones incluido el control sin aplicación. Estos resultados corroboran lo obtenido por Borges (2005) quien planteó que la aplicación del Fitomas-E estimuló el desarrollo de las plantas, pero no obtuvo diferencias con respecto al testigo sin aplicación.

Sin embargo, Sánchez (2012) y Poey *et al.* (2012) obtuvieron resultados similares cuando utilizaron dosis de microorganismos eficientes equivalentes, lograron aumentar el número de hojas por plantas al superar al control sin tratar, en la variedad de frijol negro (Bat-304) y en épocas de siembras tempranas.

Cuadro 2. Comportamiento del promedio de hojas por plantas en los tratamientos evaluados a los 15 días posteriores de la germinación.

Indicador	Velazco largo				Cuba Cueto (CC-25-9-n)			
	Control	ME (6 L.ha ⁻¹)	ME (12 L.ha ⁻¹)	ME (24 L.ha ⁻¹)	Control	ME (6 L.ha ⁻¹)	ME (12 L.ha ⁻¹)	ME (24 L.ha ⁻¹)
Hojas (PM)	5,50 ^b	6,80 ^a	6,43 ^a	6,37 ^a	3,50 ^b	4,43 ^a	3,80 ^b	3,70 ^b
*Letras desiguales en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey (p<0.05)								
CV (%)	15,60	18,90	19,90	23,40	14,60	21,20	22,50	22,70
EE (±)	0,16	0,30	0,23	0,26	0,09	0,17	0,18	0,15

*Leyenda: PM: primer momento quince días posteriores a la germinación; ME: Microorganismos nativos multipropósitos. CV (%) coeficiente de variación. EE (±) error estándar.

El cuadro 3 muestra el comportamiento promedio de hojas por plantas al momento de la floración, se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos en las dos variedades estudiadas, la variedad Velazco largo la aplicación de 6 y 12 L.ha⁻¹ microorganismos eficientes difieren estadísticamente de la aplicación de 24 L.ha⁻¹ y del control, las primeras produjeron una media de 18,38 y 18,40 hojas respectivamente mientras que la dosis más alta produjo 16,36 hojasporsplanta y no difirió del control el cual alcanzo una media de 15,36 hojasporsplanta, los resultados mostrados en la variedad CC-25-9-n se observa que el mejor tratamiento coincide con la aplicación más baja difiriendo de las otras dosis y con el control con una media de 26,46 hojasporsplanta, las dosis media y alta produjeron un promedio de 23,89 y 22,20 respectivamente y el control con 20,62 hojasporsplantas, resultados similares fueron obtenidos por Sánchez (2012) y Poey *et al.* (2012) quienes obtuvieron resultados similares cuando utilizaron dosis de microorganismos eficientes equivalentes, lograron aumentar el número de hojasporsplantas superando al control sin tratar, en la variedad de frijol negro (Bat-304) en épocas de siembras tempranas.

Cuadro 3. Comportamiento del promedio de hojas por plantas en los tratamientos evaluados al momento de la floración.

Indicador	Velazco largo				Cuba Cueto (CC-25-9-n)			
	Control	ME (6 L.ha ⁻¹)	ME (12 L.ha ⁻¹)	ME (24 L.ha ⁻¹)	Control	ME (6 L.ha ⁻¹)	ME (12 L.ha ⁻¹)	ME (24 L.ha ⁻¹)
Hojas (MF)	15,36 ^b	18,38 ^a	18,40 ^a	16,03 ^b	20,62 ^c	26,46 ^a	23,89 ^b	22,20 ^b
*Letras desiguales en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey (p<0.05)								
CV (%)	21,10	16,20	19,02	16,22	20,85	12,27	16,79	13,96
EE (±)	0,77	0,54	0,73	0,49	0,85	0,64	0,80	0,55

*Leyenda: MF: momento de la floración; ME: microorganismos eficientes.

La producción total del promedio de vainas por plantas, se muestra en la figura 1 el promedio producido en los diferentes tratamientos, se observa que existen diferencias significativas entre ellos, siendo el más sobresaliente en la producción de vainas por plantas en la variedad de frijol rojo Velazco largo la dosis de aplicación de 12 L ha⁻¹ con un promedio de 13,33 aunque no presenta diferencia con la dosis más baja pero si con las más altas y con el control, resultados similares se alcanzó en la variedad Cuba cueto donde las dosis de 12 y 6 L ha⁻¹ produjeron las medias mayores de vainas por plantas con 21,10 y 20,93 respectivamente, sin embargo la dosis alta de aplicación produjo un promedio de 17,73 y el control solamente produjo 13,23 vainas por plantas. Resultados similares los obtuvo Borges, (2005) quien produjo con la utilización de FitoMas-E un promedio de 10,50 para superar al control en más de dos vainas por planta. Por otra Sánchez (2012) y Poey et al. (2012) en épocas tempranas de siembras con la aplicación de microorganismos eficientes con las mismas dosis promovieron un incremento en el promedio de vainas por plantas en la variedad BAT-304 con respecto al control sin tratar que superaron a este último en más de cinco vainas por plantas.



Figura 1. Comportamiento del promedio de vainas por plantas en los tratamientos evaluados en las variedades Velazco largo y Cuba cueto.

Dentro de los indicadores más importantes en la producción del frijol común se encuentra el promedio de granos por vainas, este parámetro traduce los valores de producción y la efectividad de los tratamientos sobre la nutrición del cultivo, así como el manejo del mismo, en la figura 2 se muestra los valores promedios producidos por los tratamientos sobre las variedades Velazco largo y la Cuba cueto donde hubo diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al control, como se observa la variedad roja el valor mayor lo produjo el tratamiento a 12 L ha⁻¹ con 3,9 granos promedios por plantas aunque no difiere estadísticamente de los demás tratamientos 6 y 24 L ha⁻¹, con medias de 3,7 y 3,6 respectivamente y el control alcanzó una media de 3,0 granos por vainas. En la variedad Cuba cueto las tres dosis de ME produjeron medias de 5,8, 5,7 y 5,7 granos por vainas las que difieren del control, el cual logró un promedio 5,1 granos por vainas.

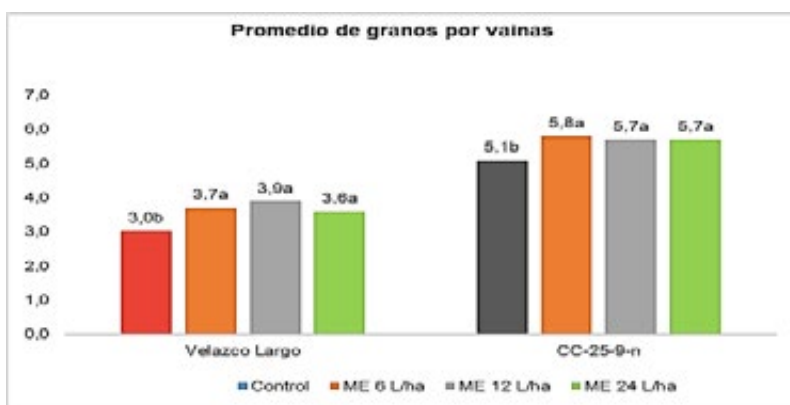


Figura 2. Comportamiento del promedio de granos por vainas en los tratamientos evaluados en las variedades Velazco largo y Cuba cueto.

Resultados similares los obtuvo Borges, (2005) quien con la utilización de FitoMas-E incrementó el número de granos por vainas con respecto al control sin tratar. Por otra Sánchez, (2012) y (Poey *et al.* 2012) en épocas tempranas de siembras con la aplicación de microorganismos eficientes con las mismas dosis promovieron un incremento el promedio de granos por vainas en la variedad BAT-304 con respecto al control sin tratar.

La masa de 100 granos es un indicador del rendimiento que la mayoría de los investigadores lo refieren con el tamaño de los granos, se observa en la figura 3 que existen diferencias significativas para los dos variedades estudiadas, las cuales las dosis de aplicación superan al control, en la variedad Velazco largo el mejor tratamiento lo alcanzó la dosis de ME a 12 L ha⁻¹, porque superó a las demás dosis de aplicación con una media en el peso de 100 granos de 50,02 g los cuales se clasifican en granos grandes según Socorro y Martín, (1988), las dosis de 6 y 24 L ha⁻¹ produjeron granos normales con pesos promedios de 48,44 y 48,76 g respectivamente y el control logró producir granos medios con un peso de 100 granos de 39,78 g. En la variedad Cuba cueto hubo diferencias significativas entre las variantes estudiadas los promedios más alto del peso de 100 granos lo alcanzaron las dosis de 6 y 12 L ha⁻¹ con medias de 20,22 y 20,03 g respectivamente, granos que se clasifican en pequeños la dosis de 24 L ha⁻¹ no incidió sobre el peso de 100 granos con respecto al control porque los dos lograron granos muy pequeños con pesos inferiores a 20 g con valores respectivos de 18,01 y 17,71 g.

Resultados similares los obtuvo Borges, (2005) quien con la aplicación de Fitomas-E incrementó el peso y el tamaño de los granos con respecto al control sin tratar, estos resultados nos permiten corroborar los resultados alcanzados por otros autores como Morera (2014) y (Terry *et al.* 2013) quienes utilizaron microorganismos eficientes en el cultivo del tomate, logrando estimular el crecimiento y el rendimiento de las plantas con diferencias estadísticas significativas con relación a las parcelas testigos.

El aumento rendimiento de un cultivo es el máximo exponente a obtener por cualquier productor e investigador, la (Fig. 4) muestra el rendimiento bruto de las variantes aplicadas en las variedades Velazco largo y Cuba cueto, existen diferencias significativas entre todos los tratamientos. La variedad roja aunque estadísticamente no difiere en las medias producidas entre los tratamientos de 6 y 12 L ha⁻¹, con promedios de 2,83 y 2,91 t ha⁻¹ respectivamente, superaron al control en más de 0,67 y 0,8 t.ha⁻¹, no obstante las más alta (24 L ha⁻¹) no difiere de la dosis más baja y logró un rendimiento de 2,75 t.ha⁻¹ respectivamente. Con respecto a la producción bruta de la variedad Cuba cueto existen diferencias estadísticas significativas, donde se produjo rendimientos de mayores a las tres t ha⁻¹, como la aplicación de los tratamientos de 6 y 12 L ha⁻¹, con medias de 3,05 y 3,08 t ha⁻¹ respectivamente, superando al control en más de 1,27 t ha⁻¹, en la variante donde se aplicó la dosis de 24 L ha⁻¹ produjo un promedio de 2,70 t ha⁻¹, la cual incrementó su producción con respecto al control en 0,92 t ha⁻¹.



Figura 3. Comportamiento de la masa promedio de 100 semillas y la clasificación de ellos en las variedades Velazco largo y Cuba cueto.

Esto corrobora lo planteado por Chailloux *et al.* (1996) quienes plantearon que el cultivo presenta un potencial de cuatro t ha⁻¹, en Cuba el rendimiento promedio oscila entre 0,63 y 0,70 t ha⁻¹, motivada esta diferencia por las deficiencias nutricionales, conjuntamente con el ataque de plagas.

Resultados similares los obtuvieron Leiva (2012), con el empleo de Fitomas-E y microorganismos eficientes, pero inferiores a los obtenidos en este trabajo. Resultados superiores a los obtenidos por Reyes (2012), en el propio cultivo, con el empleo de dos disoluciones de ME, la primera de 100 ml L⁻¹ y la segunda 200 ml L⁻¹, donde obtuvieron rendimientos de 0,8 y 0,7 t ha⁻¹.

Estos resultados corroboran lo obtenido por Calero & Olivera (2014) quienes duplicaron el rendimiento del cultivo del frijol con respecto al control con un biopreparado de microorganismos nativos.

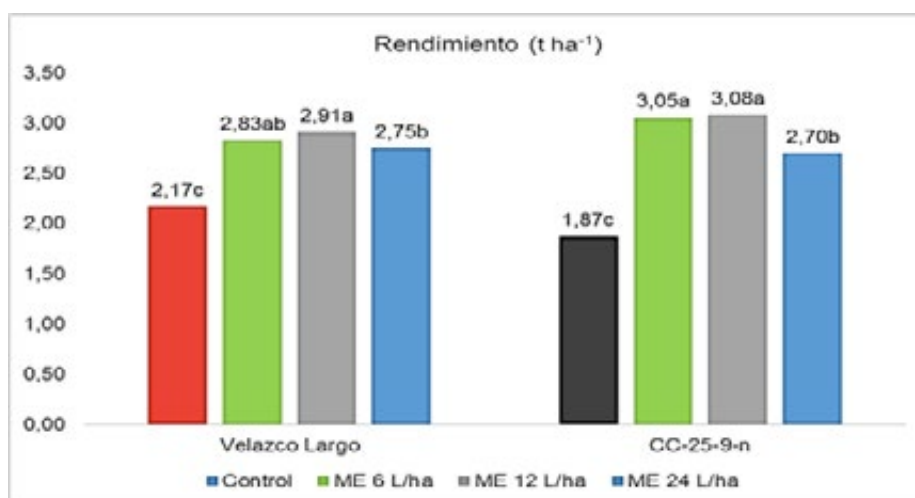


Figura 4. Comportamiento del rendimiento promedio en los tratamientos evaluados en las variedades Velazco largo y Cuba cueto.

En el cuadro 4 se muestra el comportamiento del análisis económico respecto a la ganancia y costos del experimento, se observa que hubo diferencias entre las variantes estudiadas. Las aplicaciones de microorganismos eficientes a las tres dosis empleadas en las dos variedades estudiadas superan al control. En la variedad Velazco largo la ganancia más alta correspondió a la dosis de 12 L ha⁻¹, con 10 363,50 pesos por ha en moneda nacional (CUP) con respecto al control, la dosis de 6 L ha⁻¹ incrementó su ganancia con respecto al control en 9 293,10 pesos por ha y la dosis de 24 L ha⁻¹, provocó un aumento de la ganancia de 7 982.25 pesos por ha en comparación con el control, altas ganancias con respecto al control las produjo también la variedad Cuba cueto, donde hubo diferencias entre los tratamientos, las mayores ganancias fueron alcanzadas por las dosis de 6 y 12 L ha⁻¹, las cuales superaran al control en 13 975,75 y 14 274,45 pesos por ha, mientras que la dosis de 24 L ha⁻¹, incrementó sus ganancias por encima del control en 9 710,95 pesos por ha.

Resultados similares se produjo en los costos de producción para una ha de cultivo en este momento bajo estas condiciones, donde se obtuvo bajos costos de producción para las dos variedades y existió diferencias entre los tratamientos, los costos más bajos para la variedad Velazco largo los originó las dosis de 6 y 12 L ha⁻¹ con valores de 0,04 centavos por peso, mientras que la dosis de 24 L ha⁻¹ y el control produjeron costos 0,05 centavos por peso. En la variedad Cuba cueto hubo diferencias en los costos de producción, donde la dosis de 6 y 12 L ha⁻¹ produjeron costos de 0,06 centavos por peso, la dosis de 24 L ha⁻¹, produjo costos de 0,07 centavos por peso en moneda nacional y el control originó el valor más alto de costo por peso con 0.10 centavos por peso en moneda nacional.

Estos resultados coinciden por los alcanzados por (Ramírez *et al.* 2010) quienes aumentaron las ganancias con el empleo de diferentes alternativas de producción en el frijol y reducir los costos de producción de estas alternativas con respecto al control.

En otro trabajo (Leiva 2012), con el empleo de Fitomas-E y microorganismos eficientes, alcanzó un resultado similar a (Reyes 2012), pero inferior a los obtenidos en nuestro trabajo, aquí pudieran estar implícito muchos

factores, como son el tipo de suelo, época de siembra, condiciones medioambientales, entre otras, lo cual no nos permite realizar una comparación adecuadamente. No obstante, si nos permite reafirmar que una campaña de cosecha de cualquier cultivo, en nuestro caso el frijol, es muy diferente a otra.

Cuadro 4. Comportamiento de las ganancias y costos por peso en los tratamientos evaluados.

Experi- mentos	Tratamientos	Variedad	Ganancia por ha	CP por ha
			MN	MN
1	Control	Velazco largo (roja)	29 063.10	0.05
	ME 6 L.ha ⁻¹		38 356.20	0.04
	ME 12 L.ha ⁻¹		39 426.60	0.04
	ME 24 L.ha ⁻¹		37 045.35	0.05
2	Control	Cuba cueto (CC-25-9-n) (Negra)	20 158.75	0.10
	ME 6 L.ha ⁻¹		34 134.50	0.06
	ME 12 L.ha ⁻¹		34 433.20	0.06
	ME 24 L.ha ⁻¹		29 869.70	0.07

*Leyenda: MN: moneda nacional. CP: costo por peso

CONCLUSIONES.

- La aplicación de microorganismos nativos multipropósitos en época intermedia aumentó los indicadores, número de hojas, número de inflorescencias, número de legumbres, número de granos por legumbres, el peso de 100 granos y produjo entre 0,58 y 0,74 t ha⁻¹ más que el control en la variedad Velazco largo y entre 0,87 y 1,21 t ha⁻¹ en la variedad Cuba cueto.

- Las dosis de aplicación de microorganismos nativos multipropósitos más adecuadas fueron 6 y 12 L ha⁻¹ porque alcanzaron mayor respuesta agroproductiva en las variedades estudiadas.

- La aplicación de microorganismos nativos multipropósitos sobre las variedades Velazco largo y Cuba cueto en época intermedia es factible porque lograron altas ganancias y bajos costos de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chailloux M, Hernández G, Faure B, Caballero R. 1996. Producción de frijol en Cuba: Situación actual y perspectiva inmediata. *Agronomía Mesoamericana* 7(2). pp. 98-107.
- Hernández A, Pérez J, Bosch D, Castro N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA. La Habana. Cuba. 93 pp.
- Higa T. 1997. Making a world of difference through the technology of effective microorganisms (EM). EM Technologies, Inc; 8p.
- Montano R, 2008. Fitomas-E. Bionutriente derivado de la industria azucarera. Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental. Instituto cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. (ICDCA). La Habana. Cuba. 35 pp.
- Olivera D, Fuentes P. 2011. Efecto del vermicompost sólido y líquido en la nutrición del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en LA CPA "La Cuba Nueva". I Conferencia Científica Internacional de la UNISS. CD: Editorial Feijóo. Sancti Spiritus. Cuba. 12 pp.
- Poey J, Olivera D, Calero A, Meléndrez J, Pérez N. 2012. Efecto de diferentes biofertilizantes en el rendimiento de la variedad de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Bat-304. Congreso INCA. San José de las Lajas: Mayabeque. Cuba. 12 pp.
- Quintero F, Gil D, Guzmán P, Saucedo C. 2004. Banco de germoplasma de frijol del CIAP: fuente de resistencia a la roya. Workshop Cuba-Bélgica. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Villa Clara, Cuba. 27 pp.
- Quintero F, Quiñones, R. 2006. XVII Fórum de base de Ciencia y Técnica. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Villa Clara, Cuba. 18 pp
- Sánchez N. 2012. Influencia de la aplicación de microorganismos eficientes y Fitomas-E en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en época de siembra temprana. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sancti

Spíritus "José Martí Pérez". Cuba. 50 pp.

- Morera L. 2014. Efecto de diferentes biofertilizantes en el comportamiento agroproductivo del cultivo del tomate. Brigadas Técnicas Juveniles a escala provincial (BTJ). Sancti Spíritus, Cuba. 12 pp.
- Calero A, Olivera D. 2014. Utilización de microorganismos eficientes y Azofert en el comportamiento agroproductivo de la variedad de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), Velazco largo. XI Congreso de SEAE: «Agricultura ecológica familiar». Vitoria-Gasteiz (Álava). p 1-15.
- Aguilera S, Hernández, D. 1994. Frijoles y maíz: producirlos, una necesidad. Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba. 9 pp.
- Quintero F. 1996. Manejo de algunos factores fitotécnicos en frijol común en condiciones de una agricultura sostenible. Tesis Master Science. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Villa Clara, Cuba. 77 pp.
- Socorro M, Martín D. 1998. Granos. Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. 318 pp.
- Martínez L, Bernsten R, Zamora M. 2004. Estrategias de Mercado para el frijol Centroamericano. Agronomía Mesoamericana. 2 (15): pp 121-130.
- Gil M, Rueda P, Salgado A, Valera A. 2005. Guía de uso de microorganismos eficaces EM en la Agricultura. FUNDASES. (Fundación para el Sector Agrícola). Servicios impresiones Minuto de Dios. Bogotá, Colombia. 35 pp.
- Borges O. 2006. Efecto del Fitomas- E en frijol común, plantado sobre suelo salino. Guantánamo. VII Encuentro de Agricultura Orgánica. La Habana. Cuba. 15 pp.
- Ramírez O, Ramos, María, Ricardo, S. 2010. Mejoramiento de la producción del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L) con el uso de alternativas de fertilización. Ciencias Holguín. Año XVI. p. 1-11.
- Reyes F. 2012. Determinación del efecto de diferentes soluciones de Microorganismos Eficientes, en la nutrición del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en la finca Venega, del municipio de La Sierpe. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez". Cuba. 46 pp.
- Leiva J. 2012. Efectividad del Fitomas-E y los microorganismos eficientes (EM), en la nutrición del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en la finca "Venegas", del municipio de La Sierpe. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez". Cuba. 56 pp.
- Terry E, Padrón J, Tejeda T, Díaz M. 2013. Repuesta del cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Verlili) a la aplicación de diferentes bioproductos.

LIMITACIONES PRÁCTICAS PARA LA UTILIZACIÓN DE MATERIALES DE ACOLCHADO EN CULTIVOS HORTÍCOLAS

Cirujeda A*, Marí Al**, Gabriel G*, Aibar J***

*Unidad Sanidad Vegetal. Centro Investigación y Tecnología Agroalimentaria Aragón. Instituto Agroalimentario Aragón-IA2 (CITA-Univ Zaragoza). Av. Montañana 930; E-50059 Zaragoza

acirujeda@aragon.es

**Unidad Sanidad Vegetal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Avda. Montañana 930; E-50059 Zaragoza

***Dpto Ciencias Agrarias y Medio Natural. Instituto Agroalimentario Aragón-IA2 (CITA-Univ Zaragoza).

RESUMEN:

Los ensayos realizados con diferentes tipos de material de acolchado en fincas de agricultores durante los últimos años en Aragón nos han permitido reconocer que las necesidades de los agricultores al usar esta técnica son muy variadas. Un fuerte condicionante para la elección de los materiales de acolchado es la presencia de determinadas especies de flora arvense que no son controladas por los plásticos empleados y que perforan tanto el polietileno (PE) como los plásticos biodegradables: la juncia (*Cyperus rotundus*) y la cola de caballo (*Equisetum arvense*). En este caso se recomienda acolchar con papel, ya que ambas especies no son capaces de perforarlo. La presencia de *Convolvulus arvensis* que crece en los agujeros de plantación obliga a escoger un cultivo plantado a menor densidad, reduciendo el número de agujeros de plantación. Otro condicionante importante es ambiental, ya que en zonas muy ventosas se limita el uso tanto de papeles de acolchado como de PE dificultando el uso de cualquiera de los materiales de acolchado existentes. También las fechas de plantación condicionan mucho la resistencia que debe de ofrecer el material escogido, ya que en plantaciones tempranas de finales de invierno existe mayor riesgo de sufrir tormentas y provocar roturas. Finalmente, un aspecto meteorológico a tener en cuenta es un posible exceso de calor si se desea acolchar en invernadero en verano, ya que si se escogen materiales oscuros se pueden dañar seriamente las plantas, por lo que sería más recomendable utilizar materiales claros y opacos.

Palabras clave: biodegradable, flora arvense, investigación participativa.

INTRODUCCIÓN

El control de la flora arvense en cultivos hortícolas en ecológico suele abordarse integrando varios métodos de control: rotación de cultivos, falsa siembra, control mecánico y, en ocasiones, uso de acolchados. El material más empleado para esta técnica es el polietileno en láminas de 15 o 17 micras de espesor. Su principal ventaja es la facilidad de instalación, precio asequible, ahorro de agua de riego y control eficaz de la mayoría de las especies de flora mientras que sus principales inconvenientes son la falta de control de algunas especies capaces de atravesar la lámina como la juncia (*Cyperus spp.*) o la cola de caballo (*Equisetum spp.*) y la falta de degradación del acolchado que implica una retirada a finales de ciclo. Especialmente en el caso de realizar una recolección mecanizada, por ejemplo de tomate de industria, la retirada de los restos de acolchado se complica dado que se producen numerosas roturas de pequeño tamaño encareciendo la retirada del plástico (Cirujeda *et al.* 2007).

Una alternativa posible es la utilización de materiales biodegradables y enterrarlos tras terminar el ciclo de cultivo. Existen varios materiales de este tipo en el mercado pero también cabe decir que desconocemos la publicación de aspectos técnicos a tener en cuenta mostrando la facilidad o dificultades que se encuentran los agricultores para utilizar estos materiales, exceptuando algunos datos sobre el precio de los mismos. En el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) y también en otros centros de investigación y Universidades españolas se han llevado a cabo numerosos ensayos con materiales de acolchado biodegradables en cultivos hortícolas desde los años 90. Una vez probados estos materiales y conocidas sus

principales virtudes e inconvenientes, consideramos necesario utilizar los materiales más prometedores en fincas particulares con el fin de detectar posibles dificultades en la utilización comercial de dichos acolchados que no se hayan podido detectar en dichos ensayos.

El presente trabajo muestra aspectos que nos parecen necesarios a la hora de utilizar, con éxito, dichos materiales de acolchado biodegradables.

MATERIAL Y MÉTODO

Las observaciones expuestas en este trabajo se han obtenido durante la utilización de un acolchado de papel experimental de una empresa a través de un convenio de colaboración. No obstante, los resultados que se comentan en este artículo no están relacionados únicamente con dicho material ensayado, sino que se refieren a aspectos generales de las fincas en las que se llevaron a cabo los ensayos.

Las observaciones han sido llevadas a cabo en 8 cultivos diferentes y en 7 fincas, todas ellas situadas en la provincia de Zaragoza en los años 2014 y 2016. Los cultivos y las técnicas de manejo más relevantes utilizadas por estos agricultores están resumidas en el Cuadro 1. Como se observa, un par de agricultores cultivan en invernadero y el resto al aire libre; algunos practican la agricultura convencional y otros la ecológica; tres cultivan tomate de industria y el resto otras especies hortícolas para fresco; exceptuando un agricultor que utiliza el riego por gravedad todos riegan por goteo. La mayoría de los agricultores estarán dispuestos a utilizar una alternativa al polietileno debido al exceso de residuos generados por su uso.

En todos los casos se utilizó la maquinaria de acolchar de los propios agricultores y se aplicaron las mismas técnicas de manejo que en el resto de la parcela (fechas y frecuencias de riego, abonado, etc.).

Número	Localidad	Cultivo	Particularidad	Fechas de acolchado	Problema a solucionar	Material de acolchado utilizado por el agricultor
1	Fuentes de Ebro	Tomate para conserva	Riego por goteo, plantación temprana. Agricultura convencional. Zona ventosa	24 de abril	Presencia de <i>Cyperus rotundus</i> , residuos de polietileno (PE)	Mater-Bi (plástico biodegradable)
2	Fuentes de Ebro	Tomate para conserva	Riego por goteo, plantación temprana. Agricultura convencional. Plantación en pendiente. Zona ventosa	28 abril	Presencia de <i>C. rotundus</i> , residuos de PE	Plástico oxodegradable
3	Bardenas	Cebolla, tomate para conserva, pimiento	Riego por goteo. Agricultura ecológica	12 mayo	Residuos de PE	PE
4	Montañana	Tomate para fresco	Invernadero. Riego por goteo. Agricultura convencional	24 junio	Temperaturas demasiado elevadas en plantación tardía de tomate al usar PE. Presencia de <i>C. rotundus</i> en algunos invernaderos.	PE
5	Nuez de Ebro	Coliflor	Riego por inundación. Agricultura ecológica	1 agosto	Residuos de PE	PE
6	Movera	Lechuga y escarola	Riego por goteo. Agricultura ecológica	5 agosto	Presencia de muchas especies de flora arvense diferente	Sin acolchado o recientemente PE
7	Montañana	Borraja	Invernadero. Riego por goteo. Agricultura convencional	29 octubre	Residuos de PE	Sin acolchado*

*El agricultor dejó de acolchar debido a los residuos de PE, pero quiere utilizar un material biodegradable.

Cuadro 1: Detalles sobre los cultivos y técnicas de manejo utilizados por los agricultores. PE: polietileno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Colocación

En cuanto a la colocación de los plásticos biodegradables se ha observado que en general sus propiedades físicas de elasticidad son similares al PE pero aún así requieren que se reduzca la velocidad y tensión de la máquina de acolchado para evitar roturas. En el caso de algunos papeles es necesario eliminar algunas estructuras que aportan tensión como ruedas de apoyo aunque en otras ocasiones es suficiente con reducir la tensión, por ejemplo quitando aire de las mismas.

En cuanto a estas adaptaciones de la máquina de acolchado cabe tener en cuenta que cada material tiene sus particularidades físicas y que no se puede pretender utilizar exactamente la misma tecnología, o el mismo reglaje que se emplea con el PE. Esto implica tener que realizar la operación de acolchado de éstos materiales alternativos con más cuidado, adaptando el reglaje de la máquina al nuevo material.

Perforación de la lámina

Algunas máquinas de acolchar perforan la lámina de acolchado durante el mismo proceso de colocación. Con los materiales alternativos no se han observado roturas mayores a las deseadas durante este proceso, pero conviene hacer una prueba previa. En papeles se ha observado que es conveniente realizar esta perforación lo antes posible, sea manual o semi-mecanizada, ya que el papel conserva cierta humedad en el embalaje original que va perdiendo una vez extendido. Por tanto, conviene realizar las perforaciones lo antes posible después de colocarlo para evitar excesivas roturas.

Mantenimiento de los materiales de acolchado en campo

Nos ha sorprendido que una vez colocado el acolchado y plantado el cultivo los agricultores que utilizan PE no siempre se pueden desentender del mantenimiento del suelo. Especialmente en fincas con infestaciones elevadas de *Cyperus rotundus* se realizan varios tratamientos para intentar reducir la densidad de esta especie en las entrelíneas (calles). Agricultores que practican agricultura convencional realizan hasta 2 tratamientos herbicidas y agricultores ecológicos en ocasiones realizan laboreo con cultivador en ese espacio.

En el caso de acolchar con papel cabe tener en cuenta que la parte enterrada de algunos papeles se degrada relativamente rápido (en ocasiones ya a los 15 días después de ser colocados) y en esos casos es necesario realizar un ligero aporcado para reforzar la zona de unión con el suelo. En los ensayos realizados en el CITA un único aporcado ha sido suficiente en la mayoría de cultivos y años ensayados para evitar levantamientos del acolchado. En los ensayos con agricultores ha dependido de la situación, ya que en invernadero no es necesario y en zonas al exterior depende del cultivo, ya que en tomate de industria puede no ser necesario al cubrir el suelo muy rápidamente.

También es necesario comentar que, en ocasiones, en los papeles se producen unas roturas transversales cuando se secan en campo; es importante cubrir estas roturas lo antes posible para que no se agranden con el viento.

En el caso de los plásticos biodegradables se ha observado que en primaveras con elevada insolación y pocos días nubosos estos materiales pueden sufrir degradación y, sobre todo, roturas antes de lo deseado. Estas roturas pueden ocurrir junto a los orificios de plantación agrandando las roturas ya existentes o bien de forma paralela a las líneas de plantación, dependiendo del material utilizado. También en estos casos conviene tratar de cubrir las roturas con tierra lo antes posible para evitar mayores daños.

Elección del cultivo

En cuanto al cultivo elegido cabe tener en cuenta que aquellos cultivos que se planten a mayor densidad requerirán que se perfore el material de acolchado más veces para una misma distancia. Por ello puede ocurrir

que algún plástico biodegradable o algún papel no estén indicados para cultivos plantados a elevada densidad, ya que las perforaciones pueden agrandarse y dejar poca superficie acolchada. En estos casos también se puede replantar cómo se realizan los agujeros de plantación para intentar minimizar su tamaño.

Manejo del cultivo acolchado

Una de las ventajas de la utilización de PE como acolchado es el ahorro de agua que se estima aproximadamente en un 11% (Lagunas, 2013). Otros materiales de acolchado biodegradables no son tan impermeables al agua y se produce un menor ahorro. Cabe tener en cuenta este dato para no tener problemas de falta de disponibilidad de agua en el cultivo y, posiblemente se debe regar algo más si se acolcha con papel, por ejemplo. Los plásticos biodegradables mostraron muy pocas diferencias aunque sí una ligera mayor demanda de agua de riego que el PE (Cirujeda *et al.* 2015). En el caso de regar por goteo con aportaciones muy seguidas (a menudo diarias) este tema puede ser menos notorio pero en caso de riego por inundación con aportaciones de riego más distantes de varios días es conveniente tenerlo en cuenta para planificar la aportación de agua suficiente.

Otros condicionantes

Como se ha comentado, el condicionante climático es un factor importante a tener en cuenta. Así, en plantaciones de verano en invernadero el exceso de calor puede ser un condicionante tan fuerte que los agricultores se inclinan por escoger materiales de color claro para evitar la muerte de las plantas de cultivo por quemaduras en la base de las plantas. El viento puede condicionar también mucho la elección del material de acolchado forzando a elegir materiales de lenta degradación y puede obligar a realizar un aporcado encima del acolchado incluso utilizando PE. Parcelas con elevada pedregosidad también pueden ser poco apropiadas para la adopción de cualquier acolchado. Por último, el precio de adquisición y la escasa posibilidad de percepción de ayudas para la adquisición de estos materiales, sigue siendo un condicionante muy importante para la mayoría de productores.

CONCLUSIONES

Entre los agricultores escogidos se ha detectado una gran variabilidad en cuanto a las necesidades técnicas de los acolchados. También llama la atención de que los agricultores disponen de máquinas para acolchar bastante diferentes unas de otras. En el caso de usar máquinas de tres cuerpos cabe tener en cuenta que la velocidad de colocación de los materiales biodegradables normalmente tiene que ser menor, ya que su resistencia a la tracción suele ser algo menor que la del PE. Otro aspecto que es necesario comprobar antes de la colocación es que sea posible perforar el material de acolchado durante el mismo proceso de acolchado si se desea hacerlo de esta manera (rodillo perforador acoplado a la máquina de acolchar).

Las fechas de plantación de los cultivos condicionan notablemente la elección de los materiales de acolchado: plantaciones tempranas precisan de materiales con una más larga persistencia en el suelo y se deben de evitar materiales de rápida degradación. Por otro lado, plantaciones tardías, especialmente si son en invernadero, precisan de materiales opacos pero de color claro para evitar un excesivo calentamiento de la zona basal de las plantas y disminuir la mortalidad de las mismas. En zonas ventosas hemos presenciado el levantamiento de todo tipo de acolchados incluyendo PE, por lo que el aporcado parcial del acolchado unas semanas después de la instalación puede ser una práctica necesaria.

El tipo de riego (goteo o por gravedad) no parece condicionar notablemente la viabilidad de los materiales escogidos, aunque sólo se ha podido comprobar con un único ensayo llevado a cabo con riego por inundación.

En caso de presencia abundante de juncia (*Cyperus rotundus*) los materiales que mejor impiden la emergencia de esta especie son diferentes papeles, seguido por PE mientras que los plásticos biodegradables son los más perforados. Por ello, se recomienda usar papeles. En caso de observar degradaciones tempranas de la parte enterrada se recomienda realizar un ligero aporcado enterrando un poco más los laterales del papel.

Por todo ello, la recomendación general es la de conocer bien las limitaciones de cultivo, climáticas y de maquinaria antes de la adquisición de un material de acolchado u otro.

AGRADECIMIENTOS

Por su valiosa colaboración y participación activa, al personal de La Finca, CB, al personal de La Vall de la Casella, Coop.V., a J. Bolinches y A. Llopis (de la E.E.A. de Carcaixent).

BIBLIOGRAFÍA

- Cirujeda, A, Aibar, J., Zaragoza, C., Anzalone, A., Gutiérrez, M., Fernández-Cavada, S., Pardo, A., Suso M^o.L. Royo, A., Martín, L., Moreno, M.M., Moreno, A., Meco, R., Lahoz, I., Macua, J.I. 2007. Evaluación de acolchados para el control de la flora arvense en un cultivo de tomate. Actas XI Congreso SEMh: Albacete, 217-221.
- Cirujeda, A, Aibar, J., Pardo, G. Marí, .A.I. Moreno, M.M., Moreno, C., Villena, J., Meco, R., Lahoz, I., Macua, J.I., Pardo, A., Suso, M., Costa, J., Pelacho, A., Pastor, N., Martín-Closas, L. 2015. Acolchados con materiales biodegradables. Principales resultados de los ensayos realizados en tomate de industria y pimiento entre 2006 y 2015. actas del Seminario de técnicos y especialistas en Horticultura. Zaragoza, 15-19 junio 2015. 7 pp.
- Lagunas, A. 2013. Evaluación del manejo del riego por medio de sensores de humedad del suelo en un cultivo de tomate para industria Proyecto Fin de Carrera. Universidad Pública de Navarra. Departamento de Proyectos e Ingeniería Rural. 69 pp.

INTERACCIONES ENTRE MICROPARTÍCULAS Y BIOPOROS EN UN SUELO DEDICADO A HUERTA ECOLÓGICA

Soto D** , Vázquez L* , Pérez P* , Paradelo M** , López JE*

*Fac Ciencias (UVIGO), Edif. Politécnico, As Lagoas s/n E-32004 Ourense; edelperi@uvigo.es

**Dep Agroecology, University of Aarhus Dinamarca

RESUMEN:

El movimiento de microorganismos en el suelo es un mecanismo poco conocido. La importancia de esta movilidad puede inferirse de la influencia de los microorganismos sobre la accesibilidad de nutrientes, el desarrollo de poblaciones, su distribución, y las interacciones ecológicas entre microbiota y cultivo. Estos factores pueden tener importantes consecuencias sobre la productividad y calidad de los suelos.

En este trabajo se estudió el efecto del riego sobre el transporte coloidal a través de bioporos. Se caracterizó la estructura de la red porosa en testigos inalterados de huerta ecológica (con bioporos), y se realizaron experimentos de irrigación utilizando un trazador coloidal fluorescente de tamaño y densidad similar al de muchas bacterias edáficas. Al final se diseccionaron los testigos para determinar las estructuras de deposición del trazador.

Los resultados mostraron que un mecanismo que puede determinar el movimiento de microorganismos en los suelos durante el riego es el flujo hidráulico a través de las paredes de macroporos. Este flujo produce una acumulación del trazador en las paredes de los bioporos y una penetración de 1-2 mm en el interior de la matriz, y contribuye a la mayor actividad biológica en las paredes de los macroporos.

Palabras clave: estructura del suelo, laboreo, macroporos, tomografía.

INTRODUCCIÓN

La productividad y la calidad de los cultivos dependen del transporte de agua de aire, agua y nutrientes en el suelo. Los fundamentos de la fertilización de los cultivos lo constituyen las relaciones entre reserva de nutrientes (cantidad), y el flujo de nutrientes que están disponible para la absorción por la planta (intensidad). Estas relaciones están controladas por procesos de transformación química y biológica y la reacción con el suelo, y especialmente por la movilidad de las formas químicas de los nutrientes en el suelo.

Un aspecto importante de la movilidad que es considerada marginalmente en los tratados de fertilización es la influencia del transporte coloidal, es decir, la movilidad de nutrientes que se encuentran formando parte de partículas o agregados poliméricos de tamaño coloidal. Estos coloides se caracterizan por tener unas propiedades y una dinámica de transporte en el suelo que difieren notablemente de las de las formas químicas asimilables por las plantas (Bradford *et al.*, 2007; de Jonge *et al.*, 2004). Ejemplos típicos son el transporte de fertilizantes orgánicos suspendidos en purines, irrigación con aguas residuales recuperadas, o fracciones coloidales de fertilizantes orgánicos. Otra vertiente importante es la movilidad de la carga de patógenos que pueda contener el abonado orgánico. Bacterias y virus se comportan en el suelo como coloides, y la retención de estos en la capa arable es importante para controlar la contaminación de las aguas subterráneas.

A pesar de que se han realizado grandes progresos en la comprensión del transporte coloidal en medios porosos, incluido el suelo, desde los primeros inicios por Gerba y colaboradores en el año 1975, citado en (McDowell-Boyer *et al.*, 1986), sigue existiendo un gran interés en identificar las estructuras de percolación por las que circulan los coloides en el suelo en situaciones reales. Una de las características más importantes del transporte coloidal de sustancias es su dependencia con respecto a la organización espacial de la red de macroporos (Grolimund *et al.*, 2001). De lo que se trata, principalmente, es de determinar cuál es la proporción de la macroporosidad que participa en el movimiento de coloides. La distribución entre flujo en macroporos y

en la matriz del suelo tiene una importancia primordial para determinar si el movimiento de los coloides ocurre preferencialmente a través de los macroporos, o predomina el atrapamiento en la matriz del suelo, porque la distancia de transporte depende de un tipo de transporte u otro (Burkhardt *et al.*, 2007; Cey *et al.*, 2009; Gerke, 2006).

En este trabajo se pretenden identificar las estructuras de percolación de coloides en un suelo dedicado a huerta ecológica, examinar las diferencias de estas estructuras con respecto a suelos bajo otros sistemas de cultivo, y determinar características del transporte.

MATERIAL Y MÉTODO

Las parcelas experimentales se encuentran situadas en el sector de Antela (Xinzo de Limia, Ourense). El material de partida del suelo es muy homogéneo, con textura franco-arenosa y un nivel de materia orgánica en torno el 10%, sin pedregosidad y poca variación horizontal de textura. Una de las subparcelas está dedicada a ensayos de producción ecológica (Ecol.) bajo el reglamento europeo desde hace once años, en la que el cultivo precedente fue una asociación de col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) y zanahoria (*Daucus carota*). La otra parcela se dedica al cultivo tradicional, rotando cereal y patata. Estos cultivos forman parte de los ensayos realizados por el Centro Agrogandeiro (INORDE-Diputación de Ourense). En el año de estudio, en una sección de la parcela de cereal se hizo un fresado poco profundo con un rotavator tras la cosecha de cereal de primavera (Conv. T.), mientras que en una segunda zona no se realizó laboreo de ningún tipo tras la cosecha (Conv.). Se recogieron 20 testigos de suelo estructurado en camisas de PVC de 100 mm de alto por 84 mm de diámetro, en un intervalo entre 20 y 150 mm de profundidad. Todos los testigos fueron pesados para determinar datos de la densidad aparente y humedad usada en cálculos intermedios. De la parcela Ecol. se recogieron diez testigos, mientras que en la de cultivo convencional se recogieron cinco testigos de la zona Conv. T y otros cinco de la Conv.

Cada columna fue escaneada utilizando un escáner TC iCAT-3D Cone Beam para obtener tomografías computerizadas (TC) con una resolución de 0,24 mm voxel. Las imágenes fueron analizadas con el programa ImageJ (Schindelin *et al.*, 2012), para identificar los macroporos mediante segmentación de las imágenes TC. Las características y la caracterización de los suelos y macroporos están referidas en otro artículo del presente volumen (Soto-Gómez *et al.*, 2016). Para realizar los estudios de transporte coloidal se utilizaron microesferas de látex carboxiladas fluorescentes (Magsphere Inc., Pasadena, California) de $1 \pm 0,11 \mu\text{m}$, y densidad de $1,05 \text{ g cm}^{-3}$. La longitud de onda de excitación está en el intervalo 505-545 nm y el de emisión es de 560-630 nm. La concentración original de $4,55 \times 10^{10}$ microesferas mL^{-1} , se diluyó por un factor 1:200 antes de usarla como influente en los experimentos de transporte. Para evitar la agregación de las microesferas, la suspensión se mantuvo bajo sonicación durante todo el experimento, aplicando pulsos de 0,1 s de duración cada segundo usando un sonicador (Sonopuls HD 2200, Bandelin GmbH & Co. KG, Berlin, Alemania).

Para los experimentos de transporte, cada columna de suelo se situó sobre una rejilla de acero inoxidable unida a un embudo. La rejilla, de 1,2 mm de luz, permite el paso de partículas y al mismo tiempo mantenía el testigo de suelo íntegro en la columna durante el experimento.

Los experimentos se realizaron a saturación parcial con flujo constante equivalente a una intensidad de precipitación de 5 mm h^{-1} en la cara superior de la columna y drenaje libre en la cara inferior. Todos los pulsos de partículas fluorescentes fueron aplicados mediante una bomba peristáltica y un brazo robótico que distribuía las gotas aleatoriamente sobre la superficie superior de suelo.

La secuencia de los experimentos de percolación fue como sigue:

- Se aplicó agua destilada durante 6-12 horas para estabilizar el contenido de humedad, el flujo hidráulico y la composición química del agua de los poros.

- A continuación se administró un pulso de 350 mL (\approx 1.5 volúmenes de poros de la columna VP) conteniendo una suspensión de microesferas en una disolución 12.5 mMol de KBr.

-Finalmente, se aplicó un lavado con agua destilada usando un volumen de 6 a 9 VP para eliminar las microesferas no retenidas en el suelo.

Después del experimento de transporte se determinaron los perfiles de concentración de partículas fluorescentes seccionando la columna de suelo en láminas transversales de 5 mm de grosor. De cada una de las láminas se tomaron macrofotografías de epifluorescencia y muestras de suelo que se usaron para reconstruir la distribución espacial de la deposición de microesferas entre en el interior de los poros y la matriz del suelo. Para obtener las imágenes se usó una cámara digital (Canon EOS 400D), tomando fotos en una sala oscura a través de un filtro dicróico de paso de banda entre 560 y 630 nm (Edmund Optics Inc.). La excitación de las microesferas depositadas en el suelo se realizó iluminando la superficie de cada sección de suelo con un láser de estado sólido, 530 nm de longitud de onda de emisión y 5 mW de potencia, acoplado a un dispersor de haz (Edmund Optics Inc.). Mediante el análisis de las imágenes digitales se diferenciaron las zonas de deposición preferencial de las microesferas. La segmentación se realizó manualmente obteniéndose una imagen binaria 2D de las zonas donde ocurrió la deposición en cada una de las 20 secciones de la columna.

El siguiente paso consistió en separar mecánicamente en cada sección las zonas de suelo teñidas con microesferas de las zonas no teñidas. Las muestras de cada una de las zonas se recogieron en viales separados, donde se pesaron para calcular la humedad. A continuación se suspendieron mediante sonicación (15 s) en una disolución de volumen conocido entre 5 y 20 mL de tensioactivo Tween 20 al 0,02% en agua destilada. Posteriormente se filtraron alícuotas de cada suspensión en un filtro de membrana de nitrocelulosa de 0,45 de poro μ m, 3 réplicas. En las membranas se realizó un conteo automático de las partículas mediante una lupa de epifluorescencia, una cámara digital y análisis de imagen usando ImageJ. Finalmente, la concentración se calculó teniendo en cuenta el conteo y los factores de dilución en las suspensiones.

Para obtener los caminos de flujo preferencial de las microesferas se combinaron las imágenes de tomografía computerizada TC en las que se identificaron los macroporos mayores de 0.24 mm (Soto Gómez *et al.*, 2016) con las imágenes de epifluorescencia. En las imágenes de TC en escala de grises se observan todos los poros susceptibles de transportar partículas; mientras que mediante el apilamiento de imágenes de epifluorescencia se obtuvieron las trayectorias de paso de las partículas, es decir, aquellos macroporos en cuyas paredes quedaron adheridas las partículas. Comparando las dos secuencias de imágenes se puede averiguar cuáles son los caminos de flujo preferencial y cuáles no. Para ello se utilizó el módulo Single Neurice Tracer en ImageJ, SNT (Longair *et al.*, 2011). Este se utiliza para trazar las neuronas u otras estructuras tubulares en imágenes médicas (por ejemplo: vasos sanguíneos).

Los caminos preferenciales obtenidos mediante SNT representan el esqueleto de los poros que conducen partículas. Tras la obtención de este esqueleto se procedió a la reconstrucción de las paredes de los poros tapiadas por las partículas, creando así una pila de imágenes 3D con la forma de los poros por los que circularon las partículas. En esta representación se realizó el análisis de las características de conectividad del sistema de poros, porcentaje de volumen ocupado por macroporos conductores (Macroporosidad TC útil), volumen y superficie de cada poro, dimensión fractal usando método de *box counting*, número de caminos conductores, identificación de ramificaciones, longitud y número de ramas, número de conexiones y tortuosidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las fotografías de epifluorescencia muestran que los poros generados por las raíces aparecen teñidos con trazos fluorescentes, y, por tanto, permiten la circulación de microesferas (Figura 1A). Una característica importante que revela la fotografía de epifluorescencia es que las microesferas pueden atravesar las paredes de los poros en los suelos de cultivo ecológico y penetrar en la matriz del suelo a una distancia entre 1 y 2 mm (Figura 1B).

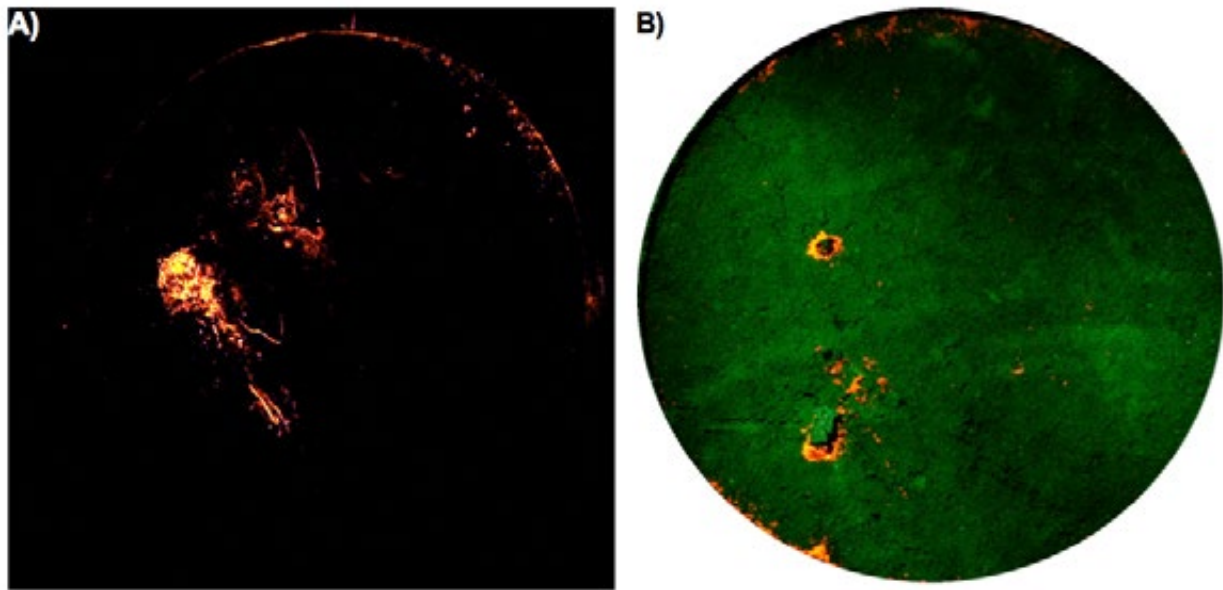


Figura 1: A) Ejemplo de una imagen de epifluorescencia de una sección transversal de una columna de suelo dedicada a agricultura convencional (Conv.) a 7 cm de profundidad. Se observan dos zonas principales de circulación de microsferas, que están asociadas a dos macroporos de gran tamaño. Los filamentos brillantes muestran la circulación de microsferas en los poros de las raíces. La imagen tiene unas dimensiones de 10x10 cm. B) Imagen de epifluorescencia de la zona de cultivo ecológico que revela la invasión lateral de las microsferas (naranja) en las paredes de los macroporos.

El análisis de las fotografías de epifluorescencia permitió reconstruir los poros conductores de microsferas. Un ejemplo de la representación 3D de los caminos principales por los que circularon las microesferas se muestra para los tres tipos de manejo del suelo en la Figura 2 A,B,C. A pesar de que, visualmente, estos poros presentan diferencias debido al manejo, las pruebas estadísticas de los indicadores de la red de poros usados en este trabajo indicaron lo contrario.

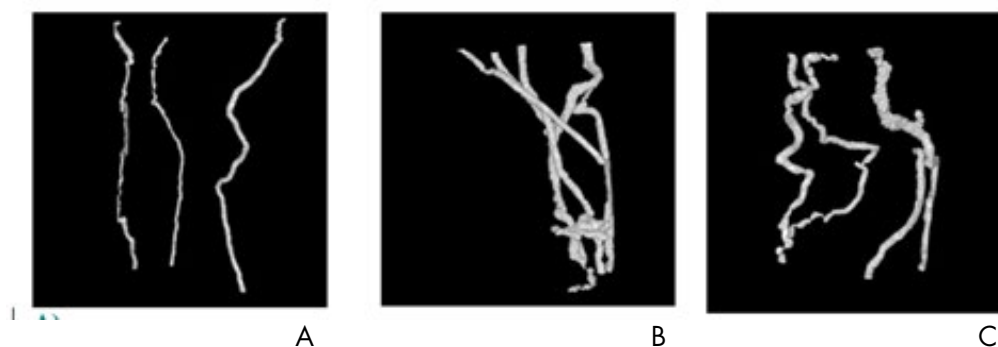


Figura 2: Representación 3D de los caminos de tránsito de las microesferas de látex, en la que se pueden comparar la apariencia de los caminos entre los tres tipos de manejo del suelo: A) Conv. (Convencional); B) Conv. T (Convencional con laboreo superficial); C) Ecol. (Ecológico).

Esta falta de influencia del manejo indica bien que el número de testigos no fue suficiente para alcanzar el nivel de significación, o que las microesferas solamente se mueven en poros con características similares independientemente del tipo de manejo del suelo.

Algunos de los valores individuales de las características del esqueleto de los poros conductores de microsfers para cada columna de suelo se muestran en la Tabla 1.

Zona	Nº testigo	Macroporosidad TC útil %	Longitud total de los caminos preferenciales (mm)	Longitud media de las ramas (mm)	Tortuosidad de los caminos preferenciales
Conv.T	6	0,834	589,2	14,7	1,37
	12	1,354	1124,8	6,2	1,36
	14	1,963	1168,8	10,6	1,34
	16	0,95	723,8	42,6	1,44
	18	2,184	985,6	20,1	1,25
Conv.	2	0,174	515,6	8,2	1,35
	4	0,85	908,9	5,7	1,36
	5	1,536	559,0	62,1	1,23
	7	0,796	900,5	4,0	1,35
	11	0,31	669,9	4,9	1,42
Ecol.	1	2,693	573,5	22,9	1,28
	3	1,14	712,0	15,5	1,28
	8	1,372	858,7	11,9	1,40
	9	1,545	901,8	12,4	1,38
	10	0,873	629,9	28,6	1,40
	13	1,162	744,9	8,9	1,44
	15	1,599	1165,2	33,3	1,42
	17	0,371	408,6	7,3	1,31
	19	0,072	185,8	11,6	1,24
	20	0,494	527,5	18,8	1,24

Tabla 1: Resultados del esqueleto de poros conductores de microsfers.

A partir de estos valores se han identificado correlaciones entre algunos descriptores que cuantifican la cobertura de las paredes de los poros que conducen las microsfers y otros que caracterizan su morfología (Tabla 2).

	Macroporosidad TC útil	Volumen total de poro útil	Superficie total de poro útil	Volumen de poro útil medio	Superficie de poro útil media
Cubierta de microsfers en secciones internas del suelo	0,631***	0,601***	0,583***	0,565***	0,504*
Volumen medio de poro	0,868***	0,816***	0,705***	0,777***	0,645***
Densidad aparente	-0,679***	-0,637***	-0,672***	-0,677***	-0,667***
Conectividad	0,525**	0,561**	0,630***	0,529**	0,565***
Tortuosidad	0,637***	0,659***	0,635***	0,443*	0,344

* P ≤ 0,05; ** P ≤ 0,01; *** P ≤ 0,005; g.l. = 18

Tabla 2: Coeficientes de correlación de Pearson que relacionan la deposición de microsfers con las características de la red de macroporos.

La correlación inversa entre el porcentaje de macroporosidad TC útil y la densidad aparente sugiere que esta última variable puede ser un indicador del atrapamiento de coloides en los macroporos. Esta correlación está sostenida principalmente por las muestras de manejo ecológico y de convencional sin laboreo, lo cual sugiere que la preservación de la estructura de macroporos conduce a este tipo de relaciones (Figura 3).

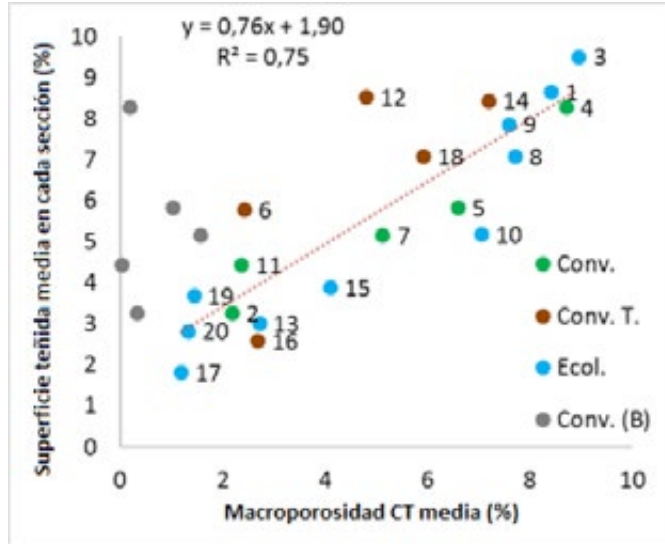


Figura 3: Correlación entre el porcentaje de superficie de suelo cubierto por microsfers fluorescentes y macroporosidad TC (total). Los resultados para las zonas Ecol. y Conv. están correlacionadas muy significativamente (R^2 0,89 y 0,91), mientras que la correlación para la zona Conv.T. es menor (R^2 0,57). La zona Conv. (B) representa la misma zona que Conv., pero la macroporosidad útil se calculó considerando que los poros ocupados por las raíces no forman parte de la macroporosidad. Eliminando las raíces la correlación disminuye (R^2 0,47), pero sigue siendo significativa ($R^2 = 0,4437$; $n = 20$; $g.l. = 18$; $P = 0,05$).

La conectividad aumenta con la macroporosidad TC útil, sin embargo, esta relación tiene lugar solamente a partir de un valor umbral de macroporosidad TC cercano al 1% (Figura 4), lo cual parece indicar que la conectividad se desarrolla a partir de un umbral mínimo de macroporosidad TC. Esta relación solamente se mantiene cuando se consideran todos los testigos de suelo. Algunos testigos de suelo de manejo ecológico se apartan de la tendencia, mostrando conectividades mucho más elevadas.

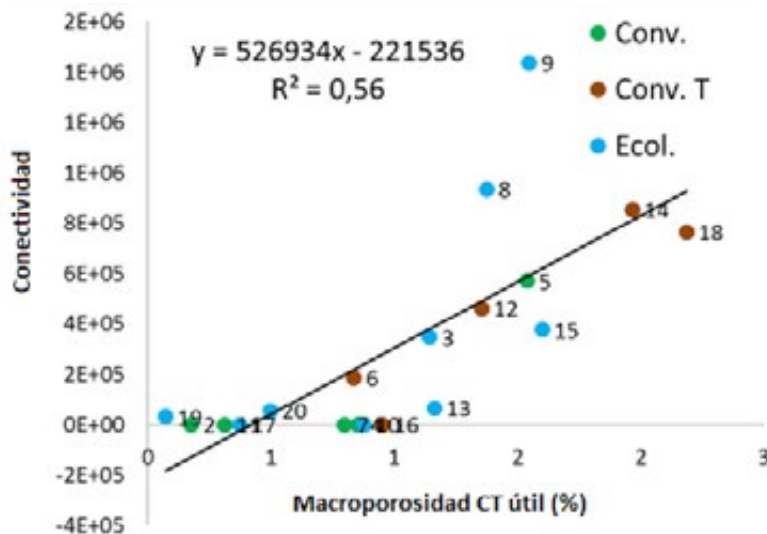


Figura 4: Relación entre la porosidad TC útil y la conectividad de los macroporos.

CONCLUSIONES

Se aplicó un procedimiento para identificar los caminos preferenciales de transporte coloidal en los macroporos del suelo mediante percolación de microsferas fluorescentes y macrofotografía de epifluorescencia. La reconstrucción 3D de los caminos permitió evaluar la contribución de los macroporos en el transporte en suelo estructurado, así como las características de volumen de poro, tortuosidad y longitud de ramas. Estas propiedades muestran pocas diferencias en función del tipo de manejo, pero es relevante que la conservación de la estructura de macroporos, tanto en manejo ecológico como en la conservación del sistema de raíces al no realizar fresado, revele correlaciones entre propiedades del sistema de poros y el atrapamiento de coloides en sus paredes. La macrofotografía de epifluorescencia permitió identificar que en un suelo arenoso bajo manejo ecológico los coloides quedan atrapados en las paredes de los macroporos, pudiendo penetrar escasos milímetros en la matriz del suelo. Este tipo de mecanismo puede favorecer el enriquecimiento de nutrientes en las paredes de los bioporos y grietas del suelo. Estos hallazgos indican relaciones entre la arquitectura del suelo y la función de transporte, y además sugieren mecanismos de retención coloidal que están influidos por el manejo del suelo con probables implicaciones en la productividad.

AGRADECIMIENTOS

A Servando Pousa del Centro de Desenvolvemento Agrogandeiro del INORDE, Xinzo de Limia (Ourense) por su ayuda e información sobre las operaciones de cultivo en las fincas experimentales, a Suso Mendez del servicio CACTI de la Universidad de Vigo por la ayuda en los servicios y equipos de epifluorescencia. Estos trabajos están financiados por el Centro de Investigaciones Agroambientales y Alimentarias CIA y por la el Grupo de Referencia Competitiva AA1-GRC, financiado con los fondos para I+D+i de la Xunta de Galicia-FEDER.

BIBLIOGRAFÍA

- Bradford, S.A.; Torkzaban, S. y Walker, S.L. 2007. Coupling of physical and chemical mechanisms of colloid straining in saturated porous media. *Water Res.*, 41: 3012–3024.
- Burkhardt, M.; Kasteel, R.; Vanderborght, J. y Vereecken, H. 2007. Field study on colloid transport using fluorescent microspheres. *Eur. J. Soil Sci.*, 59: 82–93.
- Cey, E.E.; Rudolph, D.L. y Passmore, J. 2009. Influence of macroporosity on preferential solute and colloid transport in unsaturated field soils. *J. Contam. Hydrol.*, 107: 45–57.
- de Jonge, L.W.; Kjaergaard, C. y Moldrup, P., 2004. Colloids and Colloid-Facilitated Transport of Contaminants in Soils. *Vadose Zo. J.*, 3: 321.
- Gerke, H.H. 2006. Preferential flow descriptions for structured soils. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 169: 382–400.
- Grolimund, D.; Elimelech, M. y Borkovec, M. 2001. Aggregation and deposition kinetics of mobile colloidal particles in natural porous media. *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.*, 191: 179–188.
- Longair, M.H.; Baker, D.A. y Armstrong, J.D. 2011. Simple neurite tracer: Open source software for reconstruction, visualization and analysis of neuronal processes. *Bioinformatics*, 27: 2453–2454.
- McDowell-Boyer, L.M.; Hunt, J.R. y Sitar, N. 1986. Particle transport through porous media. *Water Resour. Res.*, 22: 1901–1921.
- Soto-Gómez, D.; Vázquez Juiz, L.; Pérez-Rodríguez, P.; Paradelo, M. y López-Periago, J.E. 2016. Características de la red de macroporos del suelo inducidas por el manejo ecológico, in: Brea et al. (Ed.), XII Congreso SEAE. Leguminosas: clave en la gestión de los agrosistemas y la alimentación ecológica. Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Lugo, Spain, p. (En este mismo volumen).

EL USO DE ALGAS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

López de la Calle M*, Illera M*, Seoane S* *, López ME*

*Instituto Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER), Universidade de Santiago de Compostela (USC)

**Dpto Edafoloxía e Química Agrícola, USC

maria.lopez.delacalle@rai.usc.es

RESUMEN:

Los arribazones son el conjunto de algas y fanerógamas marinas que, desprendidas de su lugar de crecimiento, son arrastradas hasta las zonas costeras, litorales y/o submarinas. Este conjunto de algas han sido empleadas durante siglos como abono natural en numerosas regiones costeras de todo el mundo.

Desde el punto de vista agrícola las algas actúan a tres niveles: (i) como fertilizante, debido a su aporte de nutrientes (principalmente K), (ii) como mejorante de las propiedades físicas del suelo, debido principalmente a su alto contenido en ficocoloides y (iii) como bioestimulante, debido a su contenido en fitohormonas, fundamentalmente auxinas y citoquininas. La combinación de estas acciones produce mejoras notables en el rendimiento y la calidad de las cosechas. Las algas pueden ser adicionadas al suelo en diversos formatos, más o menos elaborados, siendo los principales: en fresco, lavadas, deshidratadas, compostadas, como harinas o como extractos.

El uso de las algas en agricultura ecológica está contemplado en el Reglamento (CE) 889/2008, que indica que éstas pueden ser utilizadas cuando se obtengan directamente mediante procedimientos físicos, extracción con agua o soluciones acuosas (ácidas o alcalinas) o fermentación. Son un abono y/o enmienda muy interesante en este sistema de cultivo por su elevada calidad.

Palabras clave: algas de arribazón, enmienda orgánica, residuo, recurso.

1. LAS ALGAS COMO RECURSO

El mar provee de una gran cantidad de recursos, uno de ellos son las algas de arribazón, que arrastradas por el viento y las mareas llegan a las costas. Este conjunto de algas han sido empleadas durante siglos como abono natural en numerosas regiones costeras de todo el mundo (Chapman & Chapman, 1980). Los avances científicos y tecnológicos de los últimos años hacen que las algas y sus componentes tengan además múltiples usos como en alimentación, industria, medicina, farmacología, cosmética, nanotecnología, etc.

Las macroalgas marinas no son verdaderas plantas, ya que carecen de raíces, tallo y hojas; éstas se fijan al sustrato rocoso por medio de un disco basal y obtienen los nutrientes del agua del mar. Además, la macroalgas presentan estructuras reproductoras mucho más sencillas que las plantas verdaderas (Mauseth, 2008).

Las macroalgas marinas son un grupo de algas pluricelulares y macroscópicas que se caracterizan por presentar un cuerpo vegetativo indiferenciado, por lo que se incluyen en el grupo de los denominados Talófitos. Estos organismos son autótrofos y contienen diferentes pigmentos que les permiten realizar la fotosíntesis. Atendiendo a la diferenciación de pigmentos fotosintéticos que acompañan a la clorofila "a" (que es común para todas ellas), se pueden clasificar en tres grandes grupos: (i) algas pardas (Phaeophyceae), (ii) algas rojas (Rhodophyceae), y (iii) algas verdes (Chlorophyceae) (Tasende & Peteiro, 2000).

Las macroalgas se engloban en los productores primarios del ecosistema marino, por lo que afectan a la formación y el funcionamiento de todo el ecosistema costero. Además constituyen el hábitat en el que viven gran cantidad de organismos y son responsables de la conversión del dióxido de carbono en oxígeno (Christie et al., 2009).

En cuanto a su composición, de manera general, son muy ricas en agua (80%). De su materia seca, entre el 40 y el 70% está formada por hidratos de carbono (principalmente celulosa, alginatos, laminaranos, fucoidanos

y manitol). Contienen también de un 3 a un 10% de proteínas, entre las que destacan pigmentos, vitaminas y aminoácidos libres; entre un 2 y un 4 % de lípidos, y gran variedad de macro- y microelementos (K, Ca, Na, Mg, Zn, B, Fe, Se, etc.) (Dring & Dring, 1991).

Los arribazones son un conjunto de algas y en ocasiones fanerógamas marinas que llegan a la costa, arrastradas por el azote de los oleajes y temporales costeros. Esta masa de algas desempeñan una importante función dentro del ecosistema marino ya que, en la zona supralitoral, quedan a la disposición de una serie de invertebrados, entre los que destacan los anfípodos, para los que sirven de alimento. A su vez, estos invertebrados sirven de alimento para posteriores niveles de la cadena trófica, como la avifauna costera (APROMAR, 2015).

Este sistema ecológico debe estar equilibrado, por ello un exceso de macroalgas en las costas puede traer consecuencias negativas que justifiquen su retirada. Algunos de los casos en los que las algas pueden suponer un residuo son los siguientes:

- En zonas turísticas en verano, donde las algas sufren procesos de putrefacción en la playa y se hace necesaria su retirada (Rosenberg & Ramus, 1984; Tasende & Peteiro, 2000).
- En zonas de marisqueo donde su acumulación perjudica al desarrollo de los bivalvos (Niell *et al.*, 1996).
- En zonas en las que existan problemas de eutrofización y haya crecimientos excesivos de algas (Morand & Briand, 1996).

No obstante, debido a la misión ecológica de los arribazones y a los beneficios que reportan para el ecosistema litoral, su retirada debe ser planteada a través de una extracción respetuosa con el medioambiente y debidamente justificada.

Cuando las algas son retiradas han de ser gestionadas debidamente. Uno de los principales usos de las algas de arribazón es su empleo como fertilizante.

2. INTERÉS AGRONÓMICO DE LAS ALGAS DE ARRIBAZÓN

La adición de algas al suelo es una práctica tradicional en las zonas agrícolas costeras. Los efectos beneficiosos que esto reporta están avalados desde la antigüedad (Booth, 1964; Button & Noyes, 1964; Aitken & Senn, 1965; Booth, 1965; Booth, 1969).

Diversas investigaciones se han centrado en cuantificar las ventajas que se producen en los suelos y los cultivos tras la adición de algas (Booth, 1964; Button & Noyes, 1964; Aitken & Senn, 1965; Booth, 1965; Stephenson, 1966; Booth, 1969).

Desde el punto de vista agrícola las algas actúan a tres niveles: (i) como fertilizante, debido a su aporte de nutrientes (principalmente K), (ii) como mejorante de las propiedades físicas del suelo, debido principalmente a su alto contenido en ficocoloides y (iii) como bioestimulante, debido a su contenido en fitohormonas, fundamentalmente auxinas y citoquininas. La combinación de estas acciones produce mejoras notables en el rendimiento y la calidad de las cosechas.

Según García y Martel (2000), el interés agronómico de las algas reside en su contenido en:

- Polisacáridos matriciales: alginatos, carragenatos, agar, ulvanos, mucopolisacáridos, y sus oligosacáridos.
- Polisacáridos de reserva (manitol, fucoidan, laminarano, almidón florideo), y de pared (celulosa y hemicelulosa).
- Macronutrientes: nitrógeno (aminoácidos), fósforo, potasio, calcio, magnesio.
- Oligoelementos.
- Bioantioxidantes y activadores (polifenoles, xantofilas, carotenoides, enzimas).

- Fitohormonas y reguladores del crecimiento (citoquininas, oligosacáridos, betaínas).
- Biotoxinas, inhibidores y repelentes (compuestos aromáticos y terpenoides halogenados con actividad fungicida, bactericida, insecticida, acaricida y nematocida).

Estos elementos pueden actuar (i) sobre las plantas: estimulando la germinación, activando el crecimiento, la producción, la capacidad fotosintética, las defensas, la resistencia a la sequía y al estrés; (ii) sobre la calidad del fruto: estimulando la floración y el cuajado, aumentando el contenido de azúcares, de ácidos grasos poliinsaturados en las semillas y la perdurabilidad; (iii) sobre el suelo: como corrector de acidez y carencias minerales, estabilizante de la estructura, activador de la microfauna, aportando nutrientes y reduciendo la salinidad; y (iv) sobre parásitos y patógenos: como vermífugo, repelente de nematodos, de hongos y de ácaros (Tasende & Peteiro, 2000).

2.1. Las algas como fertilizante

La capacidad fertilizante de las algas depende del tipo y estado fisiológico de las mismas, del proceso de aplicación o de las condiciones y el momento de recolección (Christensen, 1992; Lobban & Harrison, 1994), presentando también una gran variabilidad estacional (Sharma *et al.*, 2012). La mayoría de los fertilizantes comerciales desarrollados a partir de algas están elaborados a partir de algas pardas. Las principales especies que se utilizan para aplicación en la agricultura son *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria sp.*, *Eklonia maxima*, *Macrocystis pyriphera* y *Lessonia species* (McHugh, 2003).

Atendiendo exclusivamente al aporte mineral que las algas pueden hacer al suelo, cabe destacar el elevado contenido en potasio de las algas pardas. Además tienen una gran cantidad de nitrógeno, pudiendo llegar a suponer el 35% de su peso seco (García & Martel, 2000), aunque este contenido es muy variable en función de la especie y el estado de la biomasa algal. Por ello, una forma de asegurar cierto contenido en nitrógeno es la fertilización previa de las algas (Moreno *et al.*, 1998; García & Martel, 2000); motivo por el cual, algunos productos anuncian en sus etiquetas la procedencia de algas cultivadas. Otra posibilidad es elaborar productos a base de algas que contengan otros materiales orgánicos ricos en N. Por ejemplo, Illera *et al.* (2015) encontraron que un compost elaborado a partir de algas, con restos de pescado que lo enriquecía en N, poseía un alto poder fertilizante debido a su contenido inicial en N mineral y la liberación de más N por causa de la mineralización.

Por otra parte, las algas también pueden resultar de gran interés para la fertilización de los suelos deficientes en calcio y magnesio, como demostró Mazé *et al.* (1993), especialmente cuando se utilizan algas calcáreas y debido a los restos de conchas y arenas que las acompañan en los arribazones.

Además, otra propiedad que resulta de interés es que poseen una baja relación C/N (Dring & Dring, 1991), por lo que, de manera general, la velocidad de mineralización será rápida. Otra ventaja añadida de la fertilización con algas es la ausencia de semillas de malas hierbas y patógenos, propios de otros abonos orgánicos.

2.2. Las algas como mejorante de las propiedades físicas del suelo

Las propiedades de las algas como mejorantes del suelo residen principalmente en su contenido en ficocoloides (Dhargalkar & Untawale, 1980; García & Martel, 2000). Dentro de estos destacan los alginatos, que son polímeros con propiedades viscosantes, gelificantes, emulgentes y estabilizantes en solución acuosa, con nula toxicidad (García & Martel, 2000), que ayudan a mejorar la estructura del suelo (Primo, 1978; France, 1980; Povolny, 1981), promoviendo la formación de agregados (Dhargalkar & Pereira, 2005) y ayudando a reducir la erosión (Hénin *et al.*, 1969). Además también actúan como hidratantes, ya que forman una red en la que se almacena gran cantidad de agua (García & Martel, 2000).

Estos polímeros también poseen numerosos grupos polares que ayudan a aumentar la capacidad de intercambio catiónico, a la vez que retienen metales pesados, actuando como remediadores de suelos contaminados (García & Martel, 2000; Sathya *et al.*, 2010).

Por otro lado, estos compuestos aumentan la actividad biológica del suelo (López, 1999), ya que al mejorar su estructura también lo hacen las condiciones de vida de los microorganismos. Además, las algas también aportan reguladores de crecimiento (Mooney & Staden, 1985; Senn, 1987) que van a ser beneficiosos para la actividad biológica del suelo.

Al añadir algas al suelo también se hace un aporte importante de materia orgánica con todos los beneficios que eso supone para el mismo (Dhargalkar & Untawale, 1980; Lobban & Harrison, 1994; McHugh, 2003; Chapman, 2012). Winberg et al. (2013) obtuvieron un compost con excelentes propiedades como acondicionador de suelo al compostar *Microdictyon umbilicatum* con restos de cosecha.

2.3. Las algas como bioestimulante

Por encargo de la UE, Patrick du Jardin (2012) hizo un informe como resultado de una profunda revisión bibliográfica en el que definía los bioestimulantes como "sustancias y materiales, con la excepción de nutrientes y pesticidas, que cuando son aplicados a las plantas, semillas o sustratos de cultivo tienen la capacidad de modificar procesos fisiológicos de las plantas, pudiendo beneficiar el crecimiento y/o resistencia al estrés". Este autor, además, clasifica los bioestimulantes en ocho categorías:

- Sustancias húmicas
- Materiales orgánicos complejos
- Elementos químicos beneficiosos
- Sales inorgánicas
- Extractos de algas
- Quitina y derivados de quitosano
- Antitranspirantes
- Aminoácidos

El poder de las algas como reguladoras de crecimiento reside en su contenido en auxinas y citoquininas, hormonas involucradas en el crecimiento, implicadas directamente en procesos de elongación celular, desarrollo del sistema radicular o el crecimiento secundario y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos (Blunden, 1991; Jeannin *et al.*, 1991; Hong *et al.*, 1995; Arthur *et al.*, 2003).

Estos reguladores actúan sobre los procesos fisiológicos de las plantas, principalmente en los siguientes aspectos:

- Regulando el crecimiento.
- Mejorando el sistema radicular.
- Aumentando el crecimiento e incrementando las cosechas.
- Confiriendo resistencia al estrés.

La aplicación de algas a los cultivos mejora el sistema radicular, aumentando el número de raíces laterales y la longitud de las mismas (Jones & Van Staden, 1997) con la consecuente mejora en la cosecha de frutos y semillas (Senn, 1987; Arthur *et al.*, 2003; Zurawicz *et al.*, 2004). Ese beneficio viene por partida doble con la aplicación de algas, ya que la mejora del suelo va a propiciar las condiciones para las raíces, a la vez que el efecto bioestimulante va a promover su desarrollo.

Las algas son ricas en citoquininas y auxinas, fitoreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos (Hong *et al.*, 1995). La adición de algas a los cultivos ayuda a mejorar su crecimiento y la calidad de las cosechas. Además, la mejora del sistema radicular, citada anteriormente, también va a provocar la consecuente mejora del sistema aéreo.

Ante una situación de estrés, las plantas utilizan ciertos organismos de protección frente a la agresión, ya sean bióticos o abióticos. Dentro de los compuestos que podemos encontrar en las algas, existen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Crouch & Van Staden, 1992), lo que

ayuda a la planta a afrontar el estrés biótico. Zhang & Ervin (2004) demostraron la presencia de citoquininas en los extractos de algas, que aplicadas de forma preventiva, confieren a la planta resistencia al estrés (Crouch & Van Staden, 1992; Sánchez & Pérez, 2015). Además sus propiedades hidratantes (García & Martel, 2000) le confieren resistencia a la sequía y ayudan a la recuperación tras un periodo de falta de agua, salinidad o temperaturas extremas. Se ha demostrado (Lizzi *et al.*, 1998) que al aplicar extractos de algas de *Ascophyllum nodosum* a las hojas se reduce significativamente la infección por mildiu en plantas infectadas por *Phytophthora capsici* y *Plasmopara viticola*.

3. LAS ALGAS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

El aumento de la producción agraria y el deterioro medioambiental que conlleva obliga a usar nuevos sistemas de producción más respetuosos con el medio ambiente, reduciendo la utilización de productos químicos y usando nuevas tecnologías que permitan asegurar la calidad y los rendimientos de las cosechas, a la vez que reducen o eliminan los efectos negativos para el medio ambiente.

La agroecología debe potenciar todos sus medios para responder con soluciones eficientes a la sociedad. Para ello se deben buscar productos mediante los cuales se obtengan los objetivos deseados en el contexto de una agricultura sostenible y segura.

En España, el uso de las algas en agricultura ecológica está permitido como enmienda y como fertilizante tal y como se contempla en el Reglamento (CE) 889/2008, que indica que éstas pueden ser utilizadas cuando se obtengan directamente mediante procedimientos físicos, extracción con agua o soluciones acuosas (ácidas o alcalinas) o fermentación. Son un abono y/o enmienda muy interesante en este sistema de cultivo por su elevada calidad.

A pesar de la importancia creciente de la agricultura ecológica, no abundan los fertilizantes de calidad que puedan ser utilizados en este sistema de cultivo, por ello parece muy oportuno el estudio del uso respetuoso y responsable de las algas con este fin.

Illera *et al.* (2013) realizaron un compost a partir de algas (20%), restos de pescado (20%) y corteza de pino (60%) y tras una amplia caracterización física y química afirmaron que podía ser utilizado como enmienda orgánica y/o sustrato de cultivo en sistemas de agricultura ecológica con total garantía.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Aitken, J., Senn, T., 1965. Seaweed products as a fertilizer and soil conditioner for horticultural crops. *Bot. Mar.* 8, 144-147.
- Arthur, G., Stirk, W., Van Staden, J., Scott, P., 2003. Effect of a seaweed concentrate on the growth and yield of three varieties of *Capsicum annuum*. *S. Afr. J. Bot.* 69, 207-211.
- Blunden, G., 1991. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. *Seaweed resources in Europe: uses and potential*. Wiley, Chichester, 65-81.
- Booth, C.O., 1964. Seaweed has possibilities apart from its fertilizer use. *Grower* 62, 442-443.
- Booth, E., 1969. The manufacture and properties of liquid seaweed extracts. 6, 655-662.
- Booth, E., 1965. The manurial value of seaweed. *Bot. Mar.* 8, 138-143.
- Button, E., Noyes, C., 1964. Effect of a seaweed extract upon emergence and survival of seedlings of creeping red fescue. *Agron. J.* 56, 444-445.
- Chapman, V., 2012. *Seaweeds and their Uses*. Springer Science & Business Media.
- Chapman, V., Chapman, D., 1980. Sea vegetables (algae as food for man), in: Anonymous, *Seaweeds and their Uses*. Springer, pp. 62-97.
- Christensen, B.T., 1992. Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates, in: Anonymous, *Advances in soil science*. Springer, pp. 1-90.
- Christie, H., Norderhaug, K.M., Fredriksen, S., 2009. Macrophytes as habitat for fauna. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 396, 221-233.
- Crouch, L., Van Staden, J., 1992. Evidence of the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products.

Department of Botany, University of Natal, Republic of South Africa. Ed.

- Dhargalkar, V., Pereira, N., 2005. Seaweed: promising plant of the millennium.
- Dhargalkar, V., Untawale, A., 1980. Some observations on the effect of seaweed liquid fertilizers on the higher plants.
- Dring, M.J., Dring, M.H., 1991. The Biology of Marine Plants. Cambridge University Press.
- du Jardin, P., 2012. The Science of Plant Biostimulants—A bibliographic analysis, Ad hoc study report .
- France, R., 1980. Catalytic soil additive. Patente belga , 7497.
- García, R., Martel, Q., 2000. G. Usos y aplicaciones de macroalgas, microalgas y cianobacterias en agricultura ecológica. The Plant Pathology Journal 23, 90-96.
- Hénin, S., Gras, R., Monnier, G., 1969. Le Profil Cultural: L'État Physique Du Sol Et Ses Conséquences Agronomiques. Masson Paris.
- Hong, Y.P., Chen, C.C., Cheng, H.L., Lin, C.H., 1995. Analysis of Auxin and Cytokinin Activity of Commercial Aqueous Seaweed Extract/Analyse der Auxin-und Cytokininaktivität eines kommerziellen wäßrigen Algenextrakts. Gartenbauwissenschaft , 191-194.
- Illera-Vives, M., López-Fabal, A., López-Mosquera, M.E., Ribeiro, H.M., 2015. Mineralization dynamics in soil fertilized with seaweed–fish waste compost. J. Sci. Food Agric.
- Illera-Vives, M., Labandeira, S.S., López-Mosquera, M., 2013. Production of compost from marine waste: evaluation of the product for use in ecological agriculture. J. Appl. Phycol. 25, 1395-1403.
- Jeannin, I., Lescure, J., Morot-Gaudry, J., 1991. The effects of aqueous seaweed sprays on the growth of maize. Bot. Mar. 34, 469-474.
- Jones, N., Van Staden, J., 1997. The effect of a seaweed application on the rooting of pine cuttings. S. Afr. J. Bot. 63, 141-145.
- Lizzi, Y., Coulomb, C., Polian, C., Coulomb, P.J., Coulomb, P.O., 1998. L'algue face au Mildiou: quel avenir? Des résultats de laboratoire très encourageants. Phytoma-La Défense des végétaux , 29-30.
- Lobban, C.S., Harrison, P.J., 1994. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge University Press.
- López, B.C., 1999. Enzimas-algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. Terra 17.
- Mauseth, J., 2008. Botany: An Introduction of Plant Biology Jones and Bartletts Publishers. Inc., London, UK .
- Mazé, J., Morand, P., Potoky, P., 1993. Stabilisation of 'Green tides' Ulva by a method of composting with a view to pollution limitation. J. Appl. Phycol. 5, 183-190.
- McHugh, D., 2003. A guide to the seaweed industry. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries Technical Paper 441.
- Mooney, P., Staden, J.v., 1985. Effect of seaweed concentrate on the growth of wheat under conditions of water stress. S. Afr. J. Sci.
- Morand, P., Briand, X., 1996. Excessive growth of macroalgae: a symptom of environmental disturbance. Bot. Mar. 39, 491-516.
- Moreno, P., Petkov, G., Ramazanov, Z., Garsia, G., 1998. Lipids, fatty acids and sterols of *Cystoseira abies-marina*. Bot. Mar. 41, 375-378.
- Niell, F., Fernández, C., Figueroa, F., Figueiras, F., Fuentes, J., Pérez-Llorens, J., Garcia-Sánchez, M., Hernández, I., Fernández, J., Espejo, M., 1996. Spanish Atlantic coasts, in: Anonymous , Marine Benthic Vegetation. Springer, pp. 265-281.
- Povolny, M., 1981. The effect of the steeping of peat-cellulose flowerpots (Jiffypots) in extracts of seaweeds on the quality of tomato seedlings. 8, 730-733.
- Primo, A.M., 1978. Seaweed extract product and methods of producing and utilizing same .
- Rosenberg, G., Ramus, J., 1984. Uptake of inorganic nitrogen and seaweed surface area: volume ratios. Aquat. Bot. 19, 65-72.
- Sánchez, T.A., Pérez, J.E.M., 2015. Efecto de la aplicación de bioactivadores y del raleo manual de frutos sobre el rendimiento y la calidad de melón (*Cucumis melo* L.) bajo cultivo protegido en Costa Rica. Tecnología en Marcha 28, 15-25.
- Sathya, B., Indu, H., Seenivasan, R., Geetha, S., 2010. Influence of seaweed liquid fertilizer on the growth and biochemical composition of legume crop, *Cajanus cajan* (L.) Mill sp. Journal of Phytology 2.
- Senn, T.L., 1987. Seaweed and Plant Growth. TL Senn.
- Sharma, S., Lyons, G., McRoberts, C., McCall, D., Carmichael, E., Andrews, F., Swan, R., McCormack, R., Mellon, R., 2012. Biostimulant activity of brown seaweed species from Strangford Lough: compositional analyses of polysaccharides and bioassay of extracts using mung bean (*Vigna mungo* L.) and pak choi (*Brassica rapa chinensis* L.). J. Appl. Phycol. 24, 1081-1091.

- Stephenson, W., 1966. The effect of hydrolysed seaweed on certain plant pests and diseases. 5, 405-415.
- Tasende, M.G., Peteiro, C., 2000. Explotación de las macroalgas marinas: Galicia como caso de estudio hacia una gestión sostenible de los recursos. Pesca sostenible , 116.
- Winberg, P., de Mestre, C., Willis, S., 2013. Evaluating *Microdictyon umbilicatum* bloom biomass as a compost conditioner for Australian, native coastal plants, *Rhagodia candoleana* and *Banksia integrifolia*. Compost Sci. Util. 21, 64-74.
- Zhang, X., Ervin, E., 2004. Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. Crop Sci. 44, 1737-1745.
- Zurawicz, E., Masny, A., Basak, A., 2004. Productivity stimulation in strawberry by application of plant bioregulators. *Acta horticulturae*.

OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE MORINGA OLEIFERA MEDIANTE EL MANEJO DE MICROORGANISMOS DEL SUELO EN ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS

Bernal AR, Arnés M, Garzón M, Méndez P, Lobo MG, Jaizme MC

Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA)
Ctra. de El Boquerón s/n, Valle Guerra
E-38270 – Tenerife
mcjaizme@icia.es

RESUMEN:

Moringa oleífera Lam. es una especie arbórea micotrófica cultivada en áreas tropicales y subtropicales, originaria de la zona sureste del Himalaya. En España empezó a cultivarse hace pocos años en la zona subtropical de la península y en las islas Canarias. Es una alternativa ideal para combatir la desertificación de suelos agrícolas degradados en zonas áridas y semiáridas donde la profundidad del agua subterránea y la inestabilidad de estos suelos se convierten en factores limitantes. El cultivo de moringa bajo manejo ecológico, requiere poca atención agrícola, presenta resistencia a la sequía y crecimiento rápido, circunstancias que combinadas con el manejo adecuado de los microorganismos del suelo supondrían una importante aportación en la regeneración de estos suelos. La conocida capacidad de los hongos micorrícicos arbusculares para actuar como biofertilizantes, bioreguladores y bioprotectores es fácilmente demostrable en este cultivo. Además, y a partir de los estudios realizados en el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias se demuestra la compatibilidad funcional del cultivo con los inóculos micorrícicos nativos y las condiciones edafo-climáticas. Dicha simbiosis mutualista mejora el desarrollo vegetativo de la planta, aumentando la producción de biomasa de este cultivo. Existe también un efecto positivo en relación a la nutrición mineral y fitoquímica de la planta, promoviendo la síntesis de compuestos bioactivos directamente relacionados con las propiedades medicinales y nutritivas de la moringa, optimizando así este tipo de cultivo que actualmente se encuentra en auge por los múltiples usos en diferentes campos. En nuestras condiciones ambos beneficios son adquiridos con la inoculación micorrícica temprana en fase de semillero y se mantiene en las fases de maceta y campo.

Palabras clave: micorriza, moringa, simbiosis, subtropical, suelo.

EFFECTOS DE LA HORMIGA ECTATOMMA RUIDUM SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CAFÉ (COFFEA ARABICA; VARIEDAD CATURRA)

Rondón F

Grupo Ecología de agroecosistemas y hábitats naturales (GEAHNA), Universidad del Valle, 760032 Colombia
maria.rondon@correounivalle.edu.co

RESUMEN:

*Se están realizando estudios sobre algunas propiedades físicas del suelo y el crecimiento de plantas de café en un experimento controlado con adición de nidos de la hormiga *Ectatomma ruidum* en canastas de material polimérico de 50 cm de diámetro y 30 cm de alto, enterradas 15 cm y expuestas 15 cm sobre el nivel del suelo, en las cuales se sembraron dos plántulas de Café var. Caturra, a las cuales se les realizan medidas de altura, diámetro del tallo y área foliar. De igual forma, se realiza una comparación con canastas control, sin la adición de hormigas, evidenciando un mayor crecimiento en las plantas de las canastas con hormigas sobre las variables medidas. También se está determinando el volumen y peso del suelo removido por las hormigas en las canastas evidenciando una remoción constante en el tiempo.*

Adicionalmente se realizan observaciones sobre las características del tallo y de las hojas de las plantas de Café encontrando una disminución en la aparición de Artropodos defoliadores o asociados al tallo y ausencia de vectores de enfermedades en las plantas de las canastas con Hormigas.

*Estos resultados preliminares muestran que la adición de nidos de la hormiga *E. ruidum* sobre las canastas tiene efectos benéficos sobre la planta y algunas características físicas del suelo como la compactación, infiltración e intercambio de nutrientes debidos a la remoción de suelo.*

Palabras clave: beneficios, canastas, infiltración, remoción.

5. ELABORACIÓN Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

EFFECTO DE LA CONVERSIÓN A LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA SOBRE LOS PARÁMETROS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS DE LA LECHE DE OVEJA

Palacios C*, De la Fuente LF**, Abecia JA***

*Dpto. Construcción y Agronomía, Fac. Ciencias Agrarias y Ambientales. Salamanca

**Dpto Producción Animal. F. Veterinaria. León

***IUCA. F. Veterinaria. Zaragoza

RESUMEN:

Se ha estudiado las consecuencias en la producción de leche de la conversión de ganadería convencional a los procedimientos productivos ecológicos, analizando 11.543 muestras de leche de una explotación ovina de raza Castellana y dos de Churra, procedentes de 2.748 lactaciones (Castellana, $n=1.257$; Churra, $n=1.491$), y su producción de leche, durante el período 2000-2011, cuando estas ganaderías se convirtieron de un sistema de producción convencional al ecológico. La producción total de leche por oveja y parto fue significativamente superior durante el periodo de producción convencional frente al periodo ecológico ($385,6 \pm 3,50$ vs. $360,3 \pm 2,80$ g, respectivamente; $P < 0,001$), con un mayor contenido en grasa ($7,2 \pm 0,01$ vs. $6,8 \pm 0,10$ %; $P < 0,001$), similar contenido en proteína ($5,8 \pm 0,10$ vs. $5,8 \pm 0,01$ %; $P < 0,10$) y mayor contenido en sólidos totales ($18,4 \pm 0,10$ vs. $18,3 \pm 0,01$; $P < 0,001$). La conversión al sistema de producción ecológico dio lugar en una reducción significativa del recuento de células somáticas (RCS) en comparación con los valores obtenidos durante el periodo convencional (1.039 ± 34 vs. 861 ± 23 células $\times 1000$ /ml; $P < 0,001$). En conclusión, aunque la conversión a ganadería ecológica dio lugar a una evidente reducción de la producción lechera de las ovejas por parto, se observó un descenso significativo del RCS tras el periodo de conversión. Serían necesarios trabajos que identificaran las posibles causas de este descenso en la producción con una mejora en la calidad, ligadas a la propia idiosincrasia de la ganadería ecológica como la reducción del consumo de concentrados debido al coste de los alimentos de origen certificado, la densidad de los animales en los apriscos o cambios sustanciales en el manejo del rebaño.

Palabras clave: calidad, ecológico, grasa, proteína.

INTRODUCCIÓN

La percepción general de los ganaderos es que las mamitis son uno de los principales problemas a los que se deben enfrentar al incorporarse a la producción ecológica (Cabaret, 2003).

La aplicación del reglamento de la producción ecológica prohíbe el empleo de antibióticos en terapias preventivas contra las mamitis. Esta prohibición supone un problema para las explotaciones de producción de leche que incorporaron, en sus rutinas de manejo, la aplicación de terapias de secado con antibióticos (Palacios, 2010). El abandono de las terapias de secado es uno de los mayores retos para controlar la tasa de células somáticas (Agabriel *et al.*, 2002).

El Recuento de Células Somáticas (RCS) es una medida de la cantidad de leucocitos y células epiteliales en la leche. El RCS de la leche de un animal concreto proporciona una idea del estatus sanitario de la ubre, mientras que el valor obtenido de la leche de tanque puede mostrar el estado general de salud de la ubre de todo el rebaño. El RCS se incrementa cuando un agente infeccioso penetra en la ubre o cuando la ubre ha sufrido una lesión. Este incremento disminuye la calidad de la leche cruda, provocando una disminución de la calidad de sus productos derivados (Jiménez-Granado, 2014). Jaeggi *et al.* (2001) observó que un RCS superior a 1.000.000 disminuía el rendimiento quesero de la leche y desarrollaba olores a rancio en el queso. Pirisi *et al.*

(2000) demostraron una relación directa entre el RCS y la composición de la leche de oveja, particularmente con el pH y el contenido de proteínas del suero y la lactosa. Además, un RCS alto disminuye el ritmo de coagulación y pone en peligro la estructura del cuajo.

Los efectos de la conversión frente a los problemas de mastitis no son concluyentes en todas las especies, ya que encontramos autores que detectan aumentos en las patologías mamarias (Haggart *et al.*, 1996) aumento tan solo en el nivel de células somáticas (Agabriel *et al.*, 2002), sólo aumento de células durante la primera semana post parto, sin diferencias en el número de células ni en la presencia de mastitis clínicas (Seegers *et al.*, 2003; Amezttoy *et al.*, 2002) e incluso resultados donde existen mejores comportamientos de ubres y menores recuentos celulares en los animales ecológicos (Hamilton *et al.*, 2006).

En la revisión de Lund y Algiers (2003), los estudios sobre la conversión a producción ecológica de leche en ganado vacuno son numerosos, mientras que los estudios en la especie ovina se han centrado fundamentalmente en el control parasitario. En ovino lechero se hacen necesarios estudios sobre el impacto de la conversión a la producción ecológica, no sólo en términos económicos (cantidad de leche producida, rentabilidad), sino también en términos de calidad de la leche y su posible efecto en la industria quesera. Además, las consecuencias de no poder utilizar tratamientos con antibióticos para paliar el incremento en el RCS de forma preventiva en el periodo de secado, como un indicador de la salud general de la ubre, también deben ser estudiadas. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue estudiar las consecuencias de la conversión de ganadería ovina lechera convencional a los procedimientos ecológicos de producción de tres ganaderías de ovino lechero españolas, estudiando las consecuencias de su conversión en la cantidad, calidad y RCS de la leche ordeñada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras de leche

Se han analizado un total de 11.543 muestras de leche recogidas en el Control Lechero Oficial de ovino (controles lecheros mensuales alternos). Las muestras pertenecen a tres explotaciones de ovino de leche de dos razas autóctonas españolas (Castellana, una ganadería; Churra, dos ganaderías), durante el período 2000-2011, cuando estas granjas fueron convertidas de un sistema de producción convencional al ecológico, incluyendo 2748 lactaciones (Castellana, n=1.257; Churra, n=1.491) (Cuadro 1).

	Raza	Lactaciones	Años en convencional (muestras)	Años en ecológico (muestras)
Explotación 1	Castellana	1257	2000-2005 (2475)	2006-2011 (2735)
Explotación 2	Churra	1057	2000-2004 (2223)	2005-2011 (2735)
Explotación 3	Churra	434	2006-2007 (629)	2008-2011 (992)

Cuadro 1. Número de lactaciones estudiadas y muestras analizadas en el estudio de la conversión de ganadería convencional a ecológica en tres explotaciones ovinas de dos razas autóctonas españolas (Castellana y Churra).

Características de la conversión a la producción ecológica

El proceso de conversión a ganadería ecológica de las explotaciones estudiadas siguió las pautas indicadas por el reglamento de la Comisión Europea, de modo que los animales deben estar en alojamientos con las condiciones suficientes para garantizar su bienestar y deben de tener acceso constante y libre a patios de recreo con densidades mínimas especificadas. Las características que deben de tener los apriscos que alberguen ganado ecológico están recogidas en la sección 2 del dicho reglamento (Comisión Europea, 2008). Las ovejas deben poder acceder siempre a pastos cuando las condiciones meteorológicas lo permitan. El resto de aportes

nutricionales necesarios para la correcta nutrición del ganado debe proceder de agricultura ecológica. El origen del alimento que consuman los animales debe de ser al menos el 50% producido en la propia granja y al menos el 60% del mismo debe de ser a base de forrajes. En el caso de nuestras ganaderías, las diferencias entre sistemas para la densidad media de los apriscos (m^2 /oveja y cordero) durante los años de estudio fue pasar de 1,2 a 1,8 m^2 /oveja, contar con 3 m^2 /oveja de patios de recreo, y la salida al exterior con los corderos durante el ecológico y no en convencional (estabulación permanente durante la lactación en el periodo convencional), cambiantes por la adecuación de las ganaderías al reglamento de producción ecológica (Comisión Europea, 2008). El Cuadro 2 presenta las medias de las características cuantitativas y cualitativas de las dietas ofertadas durante los periodos convencional y ecológico durante la lactación de las tres ganaderías en el periodo de estudio; la diferencia fundamental de las dietas es reducción del aporte en Proteína Bruta y la reducción del aporte de las grasas debido a la no utilización de tortas ni jabones cálcicos protegidos, lo que justifica la reducción del contenido de grasa. Por el contrario aumentan los contenidos en cereales, en fibra bruta y de consumo en verde de pastos.

Respecto a las características de las profilaxis y tratamientos veterinarios usados en producción ecológica, las limitaciones son importantes en el caso de los animales de aptitud lechera. Se prohíbe expresamente el uso de medicamentos veterinarios alopáticos de síntesis química o de antibióticos en los tratamientos preventivos en el Artículo 23 punto 1 (Comisión Europea, 2008). De esta forma queda prohibido el uso de jeringas intramamarias o tratamientos inyectables parenterales con antibióticos como terapias de secado en las ovejas al final del periodo de ordeño.

Componentes de la ración %	Convencional		Ecológico	
	Churra	Castellana	Churra	Castellana
Alfalfa heno	35	70	22	68
Cebada grano	25	13	32	4
Maíz grano	15	5		
Avena grano			16	2
Veza grano			10	14
Forraje Verde pastado			20	20
Torta de Soja	19	6		
Torta de Girasol	3	3		
Jabón Cálcico	1	1		
Melaza	2	2		
kg MS/animal	1,8	2,2	2,3	1,7
UFL	0,8	0,88	0,88	0,76
PB %	18,55	14,63	16,2	12,44
EE %	3,29	5,45	2,82	1,12
FB %	22,69	9,31	28,7	26,02

Cuadro 2. Diferencias en alimentación (componentes de la ración y valores nutricionales) en su etapa de producción convencional y al convertirse a la producción ecológica (valores medios) de las ganaderías durante los años del trabajo correspondientes)

Cantidad y calidad de la leche

La producción de leche se calculó mediante el método utilizado por el control lechero oficial aprobado por el Comité Internacional para el Control del Rendimiento del Ganado (International Committee for Animal Recording; ICAR, 2016). Los datos individuales sobre la producción de leche de cada animal se obtuvieron realizando controles de rendimiento mensuales, alternados (ICAR, 2016) mediante el uso de medidores integrados en el sistema de ordeño. Se han estudiado los animales con cinco controles lecheros de las razas del estudio (Churra y Castellana) por ser los animales con lactaciones más duraderas por parto. El análisis de la leche se

realizó en el Laboratorio Interprofesional Lácteo de Castilla y León (Palencia), e incluyó grasa, proteína, contenido total de sólidos (%) y el RCS. Los métodos utilizados en el análisis de la composición química básica de leche fueron: sólidos totales por Norma FIL 021 IDF (2010); proteínas por las FDI Standard 020-5 IDF (2001) y grasa Norma FIL 105 IDF (2008).

Para la determinación del RCS, parte de las muestras de leche se conservaron en bronopol (0,1%) y se analizaron mediante un equipo Fossomatic 5000 (Foss Electric, Hillerød, Dinamarca), calibrado con estándares conocidos, en el Servicio de Análisis del Centro de Selección y Reproducción Animal (CENSYRA) de León. La leche se analizó en los primeros cinco días tras su obtención, manteniéndose las muestras mientras tanto a 4-6°C.

Análisis estadístico

Para determinar el efecto del cambio de tipo de producción y de la ganadería sobre la calidad y cantidad de leche y la prolificidad, las variables estudiadas se han sometido a un análisis de varianza utilizando un modelo mixto, que incluye los dos sistemas de producción (convencional vs. ecológico), las tres ganaderías y el mes y el año como factores fijos. Ante un modelo significativo, se realizó un análisis de varianza particulares para comparar el sistema de producción dentro de cada ganadería. Para el cálculo de la evolución de la cantidad y composición de la leche a lo largo de los controles lecheros, los valores de las tres ganaderías han sido agrupados, comparándose los valores de cada parámetro para cada control lechero en función del sistema de producción mediante análisis de varianza.

RESULTADOS

De manera global, la producción de leche de las ovejas estudiadas fue significativamente superior en las muestras tomadas durante el periodo de producción convencional frente al ecológico (385,6±3,50 vs. 360,3±2,80 g respectivamente; P<0,001), con un mayor contenido en grasa (7,2±0,01 vs. 6,8±0,10 %; P<0,001), similar contenido en proteína (5,8±0,1 vs. 5,8±0,01%; P<0,10) y mayor contenido en sólidos totales (18,4±0,10 vs. 18,3±0,01%; P<0,001). La conversión al sistema de producción ecológico resultó en una reducción significativa del RCS en comparación con los valores obtenidos durante el periodo convencional (1039±34 vs. 861±23 células x 1000/ml; P<0,001). El análisis de varianza factorial mostró un efecto significativo de la ganadería sobre todos los parámetros estudiados, y del sistema de producción, a excepción del contenido en proteína (Cuadro 3). Las explotaciones 2 y 3, de raza Churra, produjeron más leche que la 1, de raza Castellana (P<0,0001), con diferencias entre las tres para el resto de los parámetros estudiados, tanto en el periodo convencional como en el ecológico. En las tres ganaderías se observó la misma reducción del RCS tras el paso a producción ecológica.

	Explotación 1 Castellana		Explotación 2 Churra		Explotación 3 Churra		Significación			
	Convencional	Ecológico	Convencional	Ecológico	Convencional	Ecológico	Ganadería	Sistema	Mes	Año
Producción	275,4±2,04 ^a	267,3±3,11 ^b	482,2±6,01 ^a	374,7±3,91 ^b	522,7±12,50	503,0±10,0	***	***	***	***
Grasa (%)	6,9±0,09	6,8±0,01	7,8±0,11 ^a	7,0±0,11 ^b	6,3±0,12	6,1±0,11	***	***	***	***
Proteína (%)	6,0±0,11	6,0±0,01	5,5±0,01	5,7±0,12	5,7±0,01	5,6±0,01	***	ns	***	***
Sól. totales	18,5±0,01	18,5±0,01	18,6±0,11 ^a	18,4±0,01 ^b	17,6±0,11	17,4±0,12	***	***	***	***
RCS (x1000)	777,8±46,80 ^a	634±37,40 ^b	1223,9±51,28 ^a	920±52,20 ^b	1414,4±127,01 ^a	1262±112,70 ^b	***	***	ns	***

Cuadro 3. Producción media (± E.S.M.) de leche (g), grasa, proteínas y sólidos totales (%), y recuento de células somáticas (RCS) (célulasx1000/ml) de los controles mensuales de la producción de leche, en el estudio de la conversión de ganadería convencional a ecológica en dos razas ovinas autóctonas españolas (a,b indican diferencias significativas) ***P<0,0001

DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo muestran que la conversión de un sistema convencional de producción al sistema ecológico en ovino lechero reduce la cantidad de leche producida por las ovejas y su contenido en grasa,

acompañado de una reducción del RCS. Si bien la reducción en la producción es similar a trabajos anteriores en vacuno, tanto fuera (Hagggar *et al.*, 1996; Byström *et al.*, 2002, Schwendel *et al.* (2015) como dentro de España (Ameztoy *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2008), y se relaciona con una reducción del consumo de alimentos concentrados. Era de esperar que la conversión a la ganadería ecológica diera un aumento en los parámetros relacionados con la calidad (extracto quesero), tal y como hemos observado con anterioridad (Palacios, 2010). Sin embargo en este estudio encontramos una reducción significativa del contenido de grasa y un mantenimiento de los índices del contenido de proteína; esta controversia ha sido descrita en ganado vacuno por Schwendel *et al.* (2015) y se relaciona con el uso de grasas bypass en las dietas convencionales, y con una reducción del uso de cereales en las dietas ecológicas. Por el contrario, la reducción en el RCS en las muestras de leche estudiadas podría condicionar el precio del litro de leche y el procesado posterior del producto, siendo esta reducción del RCS más relevante si tenemos en cuenta la prohibición del uso de tratamientos antibióticos de secado en las ganaderías ecológicas.

La evolución del RCS en los procesos de conversión es una variable que transmite el estado de salud de la mama, y que por lo tanto está relacionado con la aparición de mamitis subclínicas en el rebaño. En ganado vacuno de leche convertido a ganadería ecológica, existen resultados dispares, ya que en algunos trabajos no se han encontrado repercusiones sanitarias respecto al estado de ubres y el RCS (Ameztoy *et al.*, 2002; Seegers *et al.*, 2003), pero en otros sí existió un riesgo adicional para controlar las mamitis (Hagggar *et al.*, 1996; Agabriel *et al.*, 2002; Villar *et al.*, 2014).

Hay que tener en cuenta que hay numerosos factores de origen no infeccioso que pueden explicar un 48% de la variación del valor del RCS en ovino (Gonzalo, 2002, 2005), tales como el número de parto, la raza, el momento de lactación, la prolificidad, la estación, la nutrición, etc. En caprino, Jiménez-Granado *et al.* (2014) describen como factores intrínsecos no infecciosos que afectan de manera significativa al RCS el número de lactación (mayor RCS al final de la lactación), la edad (mayor en animales mayores), la prolificidad mayor en partos múltiples) y el momento del ordeño (mayor en ordeños de tarde); como factores extrínsecos se citan la rutina de ordeño (menor en ordeño mecánico frente al manual), la estación y la alimentación.

Las posibles causas de la reducción observada en este trabajo pueden ser varias. El RCS está indirectamente influido por la alimentación, de modo que una subnutrición puede predisponer a los animales a sufrir trastornos metabólicos y a enfermedades, aumentando la susceptibilidad de la glándula mamaria a la inflamación. Pulina *et al.* (2006) observaron que una restricción a corto plazo del nivel alimenticio redujo la producción lechera de ovejas de raza Sarda y aumentó su contenido en grasa; además este hecho modificó el perfil de ácidos grasos de la leche. Pero si bien estas consecuencias pueden derivarse de manera natural por la reducción del nivel energético de la ración, el mayor RCS observado en esas mismas ovejas puede ser consecuencia del estrés metabólico experimentado por el animal, que pudo afectar a su glándula mamaria. Por otro lado, Morgante *et al.* (1999) demostraron que una correcta integración en la dieta de vitamina A, beta-carotenos y vitamina E y selenio es capaz de mantener la respuesta inmune de las células mamarias, reduciendo la incidencia de infecciones en ese tejido y disminuyendo el RCS. En el presente experimento la conversión de convencional a ecológico implica un cambio de origen de las materias primas (Cuadro 2), con una reducción de la PB de un 2%, lo que podría explicar la reducción de la producción lechera y del porcentaje de grasa. Este descenso de la producción podría a su vez haber afectado a las dinámicas de estrés que sufre la mama durante el ordeño, al disminuir el tiempo de ordeño y la duración de la lactación, lo que pudo de manera indirecta afectar al RCS. En este trabajo, el efecto de la fase de lactación, medido a través del número de control lechero, proporciona unos menores valores de RCS a lo largo de los meses postparto. Esto entra en contradicción con el efecto de concentración de sólidos en las bajas producciones lecheras, que Fuentes *et al.* (1998) encontraron significativo y con el que explican el aumento de células a lo largo de la lactación observado por estos autores. Por otra parte, el incremento en la producción lechera observado por las ovejas al final del ordeño, en el quinto control lechero pudo deberse a que casi un 50% de las muestras de ese control lechero se obtuvieron en los meses de abril y mayo, momento de mayores producciones.

El estrés es otro factor importante capaz de aumentar el RCS de los rebaños ovinos. Caroprese *et al.* (2010) observaron que ovejas con niveles bajos de cortisol producían más leche y con un menor RCS que las ovejas

con niveles elevados de cortisol. La disponibilidad de espacio y la distribución de los alojamientos, así como un inadecuado manejo del ambiente microbiano, una inadecuada rutina de ordeño y las interacciones animal-hombre, son las principales fuentes de estrés descritas en ovino lechero (Sevi *et al.*, 2009). En relación al ambiente microbiano, Albenzio *et al.* (2004) encontraron un mayor RCS y cantidad de bacterias mesófitas en la leche de ovejas expuestas a ritmos de ventilación bajos (25 m³/h) o muy altos (75 m³/h), comparadas con ritmos moderados (45 m³/h). Tal y como indica el reglamento de ganadería ecológica (Comisión Europea, 2008), los alojamientos ganaderos deberán proporcionar al animal adecuada libertad de movimientos con espacio suficiente para garantizar su bienestar y comodidad, fácil acceso a la alimentación y al agua, y niveles de circulación de aire, temperatura, iluminación, humedad relativa, polvo y gas no perjudiciales. La densidad mínima en los años con certificación ecológica es de 1,8 m²/oveja, frente a 1,2 cuando las ganaderías estaban en producción convencional. De este modo, la conversión a ganadería ecológica de los rebaños del presente experimento pudo ver disminuido su RCS con la mejora sustancial de los espacios y densidades animales dispuestas con la conversión, así como una reducción de sus niveles de estrés.

CONCLUSIONES

Aunque la conversión a los procedimientos de la ganadería ecológica de tres explotaciones de ovino lechero con razas autóctonas Churra y Castellana dio lugar a una reducción significativa de la producción lechera de sus ovejas, se observó una reducción del porcentaje de grasa en la leche de las granjas ya certificadas como ecológicas. Siguiendo las directrices del Reglamento Ecológico (Comisión Europea, 2008) la supresión de las rutinas de secado habituales en estas ganaderías no sólo no provocó un aumento del RCS, si no que éste se vio disminuido. Serían necesarios trabajos que identificaran las posibles causas de esta reducción, tales como el cambio en la alimentación, la densidad de los animales en el aprisco, la posibilidad de salir libremente a pastos próximos a la instalación y el nivel de estrés de una modalidad a la otra. Por otra parte la reducción de la calidad de la leche obtenida en este estudio puede hacer perder competitividad a las ganaderías que se certifiquen en producción certificada ecológica, lo que justifica mayores esfuerzos de investigación sobre este aspecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agabriel C, Journal C, Sibra C, Roque O, Gaubert, B. (2002). Qualité du lait issu de l'agriculture biologique: relations avec les pratiques d'élevage. Rencontres, Recherches, Ruminants. Paris, 219-222.
- Albenzio M, Marino R, Caroprese M, Santillo A, Annicchiarico G, Sevi A. (2004). Quality of milk and of Canestrato Pugliese cheese from ewes exposed to different ventilation regimens. Journal of Dairy Research 71: 434-443.
- Ameztoy JM, Intxaurrendieta JM (2002). Estudio de la reconversión de una explotación de vacuno de leche en Navarra y su diagnóstico agroambiental. Disponible en: <http://fci.uib.es/Servicios/libros/conferencias/seae/Estudio-de-la-reconversion-de-una-explotacion-de.cid221672> (10 marzo 2016)
- Byström S, Johnson S, Martinsson K. (2002). Organic versus conventional farming—studies from the Öjebyn Project, Swedish University of Agricultural Science. Proceedings of the COR Conference, 26-28 marzo, Aberystwyth, pp. 179-184.
- Cabaret J. (2003). Animal health problems in organic farming: subjective and objective assessments and farmers' actions. Livestock Production Science 80: 99-108
- Caroprese M, Albenzio M, Marzano A, Schena L, Annicchiarico G, Sevi A. (2010). Relationship between cortisol response to stress and behavior, immune profile, and production performance of dairy ewes. Journal of Dairy Science 93: 2395-2403.
- Comisión Europea (2008). Reglamento (CE) N° 889/2008 del Consejo de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) no 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.
- Fuentes JA, Gonzalo C, Carriedo JA, San Primitivo F. (1998). Parameters of Test Day Milk Yield and Milk Components for Dairy Ewes. Journal of Dairy Science 81: 1300-1307.
- Gonzalo C, Tardaguila A, Ariznabarreta A, Romeo M, Montoro V, Pérez-Guzmán MD, Marco YJC. (2000). Recuentos de células somáticas en el ganado ovino lechero y estrategias de control. Situación en España. Ovis 66: 21-27.
- Gonzalo C, Ariznabarreta A, Carriedo JA, San Primitivo F. (2002). Mammary pathogens and their relationship to somatic cell count and milk yield losses in dairy ewes. Journal of Dairy Science 85: 1460-1467.
- Gonzalo C, Carriedo JA, Blanco MA, Beneitez E, Juárez MT, De La Fuente LF, San Primitivo F. (2005). Factors of variation influencing bulk tank somatic cell count in dairy sheep. Journal of Dairy Science 88: 969-974.

- Hamilton, C.; Emanuelson, U.; Forslund, K.; Hansson, I., Torkel, E. (2006). Mastitis and related management factors in certified organic dairy herds in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica* , 48(111):1-7.
- Haggard R, Padel S. (1996). Conversion to organic milk production. *Iger Technical Review* no. 4, 146 pp.
- ICAR (2016). International Agreement of Recording Practices. International Agreement of Recording Practices. Roma, Italia.
- IDF (2010). Milk, cream and evaporated milk. Determination of total solids content. Standard O21. International Dairy Federation. Brussels, Belgium.
- IDF (2001). Milk. Determination of nitrogen content. Part 5: Determination of protein-nitrogen content. Standard O20-5. International Dairy Federation. Brussels, Belgium.
- IDF (2008). Milk. Determination of fat content. Gerber butyrometers. Standard 105. International Dairy Federation. Brussels, Belgium.
- Jaeggi JJ, Berger YM, Johnson ME, Govindasamy-Lucey R, McKusik BC, Thomas DL, Wendorff WL. (2001). Evaluation of sensory and chemical properties of Manchego cheese manufactured from ovine milk of different somatic cell levels. *Proceedings of the 7th Great Lakes Dairy Sheep Symposium*, Eau Claire, WI, pp. 84-93.
- Jiménez-Granado R, Sanchez-Rodríguez M, Arce C, Rodríguez-Estevéz V. (2014). Factors affecting somatic cell count in dairy goats. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12: 133-150.
- Lund V, Algers B. (2003). Research on animal health and welfare in organic farming—a literature review. *Livestock Production Science* 80: 55–68.
- Morgante M, Beghelli D, Pauselli M, Dall'Ara P, Capuccella M, Ranucci S. (1999). Effect of administration of vitamin E and selenium during the dry period on mammary health and milk cell counts in dairy ewes. *Journal of Dairy Science* 82: 623-631.
- Palacios C. (2010). Tesis doctoral. Estudio técnico-económico de la conversión a la producción ecológica del ganado ovino de leche. Universidad de León.
- Pérez JA, Álvarez A. (2008). Análisis económico de la producción de leche ecológica. *Tribuna de economía* 843: 227-240.
- Pirisi A, Piredda G, Corona M, Pes M, Pintus S, Ledda A. (2000). Influence of somatic cell count on ewe's milk composition, cheese yield and cheese quality. *Proceeding of the 6th Great Lakes Dairy Sheep Symposium*, Eau Claire, WI, pp. 47-59.
- Pulina G, Nudda A, Battacone G, Cannas A. (2006). Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk. *Animal Feed Science and Technology* 131: 255–291.
- Seegers J, Madeline Y, Charrain T. (2003). Résultats techniques et économiques de 94 exploitations laitières biologiques suivies dans le cadre des Réseaux d'élevage. Réseaux d'élevage, Institut de l'élevage et on Lait, Paris Cedex, France.
- Schwendel BH, Wester TJ, Morel PCH, Tavendale MH, Deadman C, Shadbolt NM, Otter DE. (2015). Invited review: Organic and conventionally produced milk—An evaluation of factors influencing milk composition. *Journal of Dairy Science*. 8: 721-746.
- Sevi A, Casamassima D, Pulina G, Pazzona A. (2009). Factors of welfare reduction in dairy sheep and goats. *Italian Journal of Animal Science* 8 (Suppl. 1): 81-101.
- Villar A, Orjales I, Miranda M, Rey-Crespo F, Rodríguez-Bermúdez F, López-Alonso M (2014). Estudio comparativo del recuento de células somáticas en ganaderías convencionales y ecológicas del norte de España. *Actas del XI Congreso de la SEAE*, 14 de septiembre, Vitoria, pp. 824-832.

VARIETADES TRADICIONALES DE TRIGO DURO: UNA GRAN OPORTUNIDAD PARA LA PASTA ECOLÓGICA ARTESANAL

Carranza G*, Guzmán GI*, Glez de Molina M*, Aguilera E*, Torremocha E*, Villa I*, Herrera A*, Corres A**

* Laboratorio de Historia de los Agroecosistemas

** Spiga Negra

RESUMEN:

La Agricultura Ecológica se ha desarrollado en las últimas décadas en circunstancias muy desfavorables, entre otras razones porque no cuenta con material genético adaptado a condiciones de producción orgánica. Esta inadecuación varietal puede estar detrás de los menores valores nutricionales y de calidad que se achacan hoy a los trigos ecológicos destinados a la industria manufacturera alimentaria. Esta comunicación presenta los resultados del primer año de un experimento de campo en el que se evalúa la influencia varietal (3 var. tradicionales vs 3 var. modernas de trigo) en la calidad del grano de trigo duro (*Triticum durum*) bajo condiciones de manejo ecológico (trigo en rotación con leguminosa, *Vicia faba*). Se han evaluado los siguientes parámetros de calidad del grano: proteína (% materia seca), índice de gluten, humedad (%), contenido en cenizas (% de materia seca), almidón (% en materia seca), vitrosidad (%), índice de sedimentación (ml) e índice de caída (s) y el contenido en nitrógeno del grano de las distintas variedades.

Los resultados muestran que las variedades tradicionales tienen un mayor contenido en nitrógeno en el grano ($P < 0,05$) que las modernas, así como un mayor contenido en proteínas, indicando una mayor capacidad y eficacia en la translocación del N al grano. El índice de gluten es muy inferior para las variedades tradicionales, presentando sólo una de ellas (Recio) un valor aceptable para la industria. Actualmente, el trigo ecológico en el mercado proviene mayoritariamente de variedades modernas, presentando con frecuencia déficit en proteína respecto a lo que exige la industria que pudiera ser paliado con el empleo de dichas variedades tradicionales. Estos datos nos conducen a pensar que las variedades tradicionales bajo dicho manejo pueden tener un gran potencial para la industria de la pasta ecológica artesanal incipiente, tanto por su elevado contenido proteico (mayor valor nutricional) como por su menor índice de gluten (posibles beneficios relacionados con la enfermedad celíaca).

Palabras clave: calidad, pasta artesanal, trigo duro, variedad tradicional.

INTRODUCCIÓN

La Revolución Verde se basó en la sustitución de las variedades tradicionales, muy adaptadas a la agricultura de base orgánica y con menores requerimientos de agua y nutrientes, por variedades modernas obtenidas a partir de las primeras pero alterando profundamente su comportamiento frente a las condiciones agroambientales. Por ello, la modernización varietal llevó consigo el empleo de fertilizantes químicos de síntesis, así como de herbicidas y otros plaguicidas, que generaban el contexto idóneo para el crecimiento de estas variedades (Guarda *et al.* 2004). En el caso del trigo, la modificación varietal fue muy intensa debido a su relevancia para el consumo humano. Los programas de mejora genética se centraron fundamentalmente en el aumento del rendimiento de las variedades y en las propiedades tecnológicas para la industria, sin tener en cuenta los valores nutricionales o el contenido potencial de alérgenos (Van den Broeck *et al.* 2010).

La Agricultura Ecológica (en adelante AE), en muchos aspectos similar a la agricultura de base orgánica previa a la industrialización de la agricultura, se ha desarrollado en las últimas décadas en circunstancias muy desfavorables porque no cuenta con material genético específicamente adaptado a las condiciones de producción orgánica. Entre otras razones, porque las variedades modernas fueron seleccionadas en ambientes favorables homogéneos y no bajo la diversidad de condiciones locales más propia de la AE (Migliorini *et al.* 2016). Esta inadecuación varietal puede estar detrás de la ausencia de diferencias entre trigos orgánicos y convencionales

(Langenkämper *et al.* 2006) o los menores valores nutricionales y de calidad que se achacan hoy a los trigos ecológicos destinados a la industria manufacturera alimentaria (Draghici *et al.* 2011).

Muchos autores señalan la necesidad de seleccionar variedades mejor adaptadas a la AE (Fagnano *et al.* 2012; Sassi *et al.* 2014), dado que las variedades más productivas en la agricultura convencional no son las más adecuadas para la AE (De Lucas y Sánchez del Arco, 2004). Las variedades tradicionales, adaptadas a su ambiente natural y agrícola (FAO 2013), son imprescindibles para satisfacer las necesidades de los productores ecológicos de contar con variedades localmente adaptadas (Guarda *et al.* 2004).

El trigo duro (*Triticum durum* Desf.), más adaptado a las condiciones semiáridas que el trigo blando (Donnelly 1991), es el cultivo más extendido en la región mediterránea, con 1.636 millones de hectáreas cultivadas y una producción de grano mayor de 4 mil toneladas (Fagnano *et al.* 2012), siendo dicha región la principal consumidora de sus derivados (Nazco *et al.* 2012). En la UE, el cereal ecológico representa el 44% de la producción ecológica (Flagella 2006), la cual supone un importante factor en la reducción del impacto medioambiental de la producción de pasta (Bevilacqua *et al.* 2007). En 2014, el cultivo de cereal y de plantas forrajeras supuso más del 80% del área de tierra cultivada en ecológico en 14 de los 28 países miembros de la UE (Eurostat 2014). En esta línea, el cultivo de variedades mejor adaptadas a la AE y con mejores parámetros de calidad supone un importante desafío para el crecimiento y consolidación de la AE a nivel europeo.

Sin embargo, la mayoría de las investigaciones sobre la calidad del grano de trigo para la fabricación de pasta o productos de panadería han girado en torno a la comparación de variedades tradicionales y modernas bajo manejo convencional (Guarda *et al.* 2004), o la evaluación de variedades modernas en agricultura ecológica y convencional (Hanell *et al.* 2004), cuando no han evaluado exclusivamente las propiedades de las variedades modernas bajo manejos convencionales (López-Bellido *et al.* 1998; Garrido-Letasche *et al.* 2005). La falta de evaluación de las variedades tradicionales bajo las condiciones orgánicas a las que están adaptadas, supone un importante sesgo que perjudica la expansión de la AE en general, y del cereal ecológico en particular.

En la presente comunicación mostramos los resultados del primer año de un experimento de campo en el que se han ensayado variedades modernas y tradicionales de trigo duro, bajo manejo ecológico del cereal en rotación con leguminosa. Hemos evaluado el contenido de proteína, gluten, humedad, cenizas y almidón, así como parámetros determinantes de la calidad del trigo para la producción de pasta como la vitrosidad, los índices de sedimentación y de caída y el contenido en nitrógeno del grano de las distintas variedades.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se está llevando a cabo un experimento de campo de tres años de duración para evaluar la calidad del grano de trigo duro (*Triticum durum* Desf.) procedente de 3 variedades modernas y 3 tradicionales bajo condiciones de agricultura ecológica. La semilla de las variedades tradicionales procedió del Centro de Recursos Fitogenéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (CRF-INIA), situado en Madrid. De este banco de germoplasma se seleccionaron un grupo de variedades tradicionales de origen andaluz, cuyas entradas datan del primer tercio del siglo XX. El CRF-INIA se encargó de reproducir la semilla necesaria para los ensayos, en el año previo a la puesta en marcha de éstos. De las variedades solicitadas, no todas pudieron estar disponibles para el ensayo, debido a la imposibilidad de reproducir semilla suficiente por parte del CRF-INIA.

Por su parte, la selección de las variedades modernas se basó en la buena reputación y alta implantación de las variedades elegidas en las zonas de realización de los ensayos (Granada, Málaga y sur de Sevilla). Para conocerlas, entrevistamos a agricultores y a responsables de las casas de semillas de cereal en las mencionadas provincias. Con este criterio, garantizamos que las variedades modernas utilizadas eran exitosas en las zonas de ensayo. Y, por tanto, servían de referente adecuado para evaluar la idoneidad de las variedades tradicionales y sus posibilidades de sustituir a las modernas en estos territorios. Por otro lado, criterios agronómicos (similitud de ciclo, etc.) habitualmente empleados en los ensayos de variedades modernas no fueron considerados prioritarios en este caso, dado que era imposible garantizar similar homogeneidad en las variedades tradicionales.

El manejo del cultivo es en rotación trigo-haba (*Vicia faba*) reproduciendo el manejo tradicional en áreas mediterráneas donde la mejor calidad de los suelos y/o con mayor pluviometría permitían intensificar la producción de cereal.

El terreno está localizado en Sierra de Yeguas (Málaga), con suelos fértiles y con una pluviometría media de 492 mm/año. El cultivo recibió riego tras la siembra para garantizar una buena nascencia. Tanto la siembra (19 noviembre 2014), como la cosecha (18 junio 2015), se realizaron el mismo día. Todas las variedades fueron cosechadas en estado de madurez. Los datos aquí presentados son referidos al segundo año del ensayo.

El diseño experimental es en bloques al azar con cuatro repeticiones, siendo el tratamiento el origen moderno o tradicional de las variedades. El tamaño de la parcela fue de 6 x 4 m², y el número total de parcelas de 48 (24 correspondientes a trigo y 24 sembradas con la legumbre). La siembra se realizó en otoño y a mano, con una dosis de siembra de 200 kg/ha para el trigo y 110 kg/ha para el haba. Las variedades de trigo duro empleadas se recogen en el Cuadro 1.

Para el muestreo de grano destinado a evaluar el contenido en N se lanzó un cuadrado de 0,25m de lado al azar dos veces dentro de cada parcela. Las muestras obtenidas de espiga se trillaron para separar el grano de los residuos de la espiga, y el grano se secó en estufa a 70°C durante 48h. Las muestras secadas se molieron para el posterior análisis. El grano destinado a la caracterización de los parámetros de calidad se recolectó en la totalidad de superficie de cada parcela, y se envió al Laboratorio Agroalimentario de la Junta de Andalucía de la provincia de Córdoba para su análisis.

Se realizó un análisis de la varianza ANOVA para determinar las diferencias significativas a $p > 0,05$ entre las variedades modernas y tradicionales del cereal. Se empleó el paquete estadístico Statistix (Analytical Software, Versión 10).

Cuadro 1. Variedades tradicionales y modernas de trigo duro ensayadas.

Variedades tradicionales	Variedades modernas
Rubio	Avispa
Blanco Verdial	Simeto
Recio	Vitrón

Se han evaluado los siguientes parámetros de calidad del grano: nitrógeno en grano (%) (Autoanalizador elemental CNOH-S, Flash EA1112 CHNS-O, Thermo Finnigan); proteína (% materia seca; N total x 5,7); índice de gluten (ICC-DRAFT STANDARD N°158); porcentaje de humedad; contenido de materia seca en cenizas; almidón (% materia seca); vitrosidad (%); índice de sedimentación SDS (ml; ICC STANDARD n°151); índice de caída (s; ICC STANDARD n°107).

RESULTADOS

Contenido en nitrógeno del grano

Tras el análisis estadístico se encontraron diferencias significativas en el contenido de nitrógeno en el grano (Cuadro 2). Las variedades tradicionales (VT) presentaron un mayor porcentaje de N en el grano que las variedades modernas (VM), con unos valores medios de 2,85% y 2,35%, respectivamente.

Calidad del grano

Sólo se han encontrado diferencias significativas entre variedades tradicionales y modernas en el índice de gluten (con valores medios de 17,5 y 61,3, respectivamente) y en el contenido en almidón (59,2% y 63,3%).

El porcentaje de proteína asciende a valores dentro del GRUPO I (>12%) de la calificación oficial de la calidad de trigo duro (BOE 2010) para todas las variedades, excepto para la variedad moderna Avispa. Todas las VT superaron el 15% de proteína, mientras que sólo una de las VM superó esta cifra, la variedad Simeto.

El índice de gluten (IG) es el parámetro que más difiere entre ambos tipos de variedades de todos los evaluados. Nos da una idea de la calidad del gluten, su fuerza y elasticidad, la cual está positivamente correlacionada con la calidad de la pasta (Donnelly 1991). La calificación aplicada al IG fue la siguiente (De Vita et al. 2006): <30 calidad débil; 30-60 calidad suficiente; 60-80 muy buena calidad, y >80 gluten de excelente calidad. Según ésta, dos de las tres VT, Rubio y Blanco Verdial, están muy por debajo de los valores aceptados por la industria. La variedad Recio con un IG=30 está en el límite de la calidad mínima suficiente. De las variedades modernas, Avispa y Simeto presentan valores muy buenos, de 73,39 y 65,23, mientras que Vitrón se queda por debajo de la media en las VM, con un 45,36 que la sitúa dentro del rango de calidad suficiente.

Los valores en contenido de humedad también se enmarcan dentro del mejor puesto en la calificación de calidades de trigo duro (GRADO I), siendo los valores promedio de 9,8% para VT y 9,9 para VM; así como el índice de caída, con valores de 425 s y 440s, respectivamente; y el porcentaje de vitrosidad, 98,7% para ambos tipos de variedad.

El contenido en cenizas presenta una clasificación más variable. Dentro del GRADO I (<1,75) se encuentra tan sólo la variedad moderna Vitrón. La variedad Avispa estaría en el límite dentro del GRADO II (<1,85), mientras que Simeto y la variedad tradicional Blanco Verdial se encuentran dentro del GRADO III (<2). Por último, los trigos tradicionales Rubio y Recio estarían dentro del GRADO IV (>2).

El índice de sedimentación también representa la fuerza del gluten. Con valores de 17,7 en el caso de las tradicionales y 19,3 para las modernas, presenta cifras relativamente bajas para la industria.

El contenido en almidón supera el 60% para las tres modernas y para la variedad tradicional Blanco Verdial. Los trigos Recio y Rubio se quedan en un 58,8% y un 58,7%, respectivamente. Todos los valores entran dentro de la calidad aceptable para la industria alimentaria.

Cuadro 2. Contenido en nitrógeno y valores de los parámetros de calidad de trigo evaluados para las distintas variedades ensayadas. Las variedades Rubio, Blanco Verdial y Recio son variedades de trigo tradicionales; el resto se corresponden con las variedades de trigo modernas.

	Rubio	Blanco Verdial	Recio	Avispa	Simeto	Vitrón
N del grano (%)	2,89	2,84	2,83	2,43	2,44	2,18
Proteína (% m.s.)	16,25	15,87	16,8	11,92	15,68	12,81
Índice gluten	2,24	20,2	30,1	73,39	65,23	45,36
Humedad (%)	9,71	9,81	9,85	9,66	9,93	10,09
Cenizas (% m.s.)	2,04	1,81	2,19	1,85	1,98	1,51
Almidón (% m.s.)	58,7	60,1	58,8	65,3	61,9	62,6
Vitrosidad (%)	100	98	98	100	98	98
Índice sedimentación (ml)	13	19	21	19	24	15
Índice caída (s)	358	437	481	485	406	429

Cuadro 3. Valores medios de los parámetros evaluados para VT y VM.

	Variedades tradicionales	Variedades modernas
N del grano (%)	2,85*	2,35*
Proteína (% m.s.)	16,3	13,5
Índice gluten	17,5*	61,3*
Humedad (%)	9,8	9,9
Cenizas (% m.s.)	2,0	1,8
Almidón (% m.s.)	59,2*	63,3*
Vitrosidad (%)	98,7	98,7
Índice sedimentación (ml)	17,7	19,3
Índice caída (s)	425,3	440

*Dif significativas a $p < 0,05$.

DISCUSIÓN

Contenido en nitrógeno del grano

Los resultados del ensayo corroboran un mayor contenido en nitrógeno del grano para las VT, mostrando una mayor capacidad de translocación de nitrógeno al grano en condiciones de fertilización orgánica que las VM, pese al menor rendimiento de grano de éstas (resultados no mostrados). Esta capacidad puede ser debida a su mayor adaptación a condiciones de poca disponibilidad de nitrógeno, frente a las variedades modernas, desarrolladas bajo condiciones de uso abundante de fertilizantes químicos nitrogenados.

Calidad del grano

El contenido en proteínas es el parámetro más relevante para la determinación de la calidad del grano de trigo (Stoddard & Marshal, 1990) y tiene interés tecnológico en la industria, a la vez que nutricional. Pese a no encontrarse diferencias significativas en el contenido en proteínas del grano, puede detectarse cierta tendencia entre las VT de un mayor porcentaje. Es necesario un mínimo del 13% (m.s.) de contenido proteico para un óptimo proceso de elaboración de la pasta (Dexter & Matsuo, 1977) y un mínimo de 12,5% para una óptima tolerancia de la pasta a la cocción (Grahmann *et al.* 2014). Todas las VT superaron ambos umbrales. De entre las modernas, sólo Simeto (proveniente de programas de mejora más antiguos que las otras dos modernas) superó ambos límites; Vitron superó el 12,5% y la variedad Avispa no superó ninguno de los dos umbrales. En sistemas orgánicos, estos altos valores de porcentajes proteicos para variedades tradicionales se corresponden con los hallados en otros ensayos con variedades tradicionales de cereales (Migliorini *et al.* 2016; Oliveira 2002) y superan los encontrados para variedades modernas (Campiglia *et al.* 2015). Bajo manejo convencional, Fares *et al.* (2016) encontraron valores de contenido proteico menores para las VT y similares para las VM, mientras que otros autores encontraron valores menores en sus investigaciones con VM (Campiglia *et al.* 2015; D'Egidio *et al.* 1990; Grahmann *et al.* 2014; López-Bellido *et al.* 1998).

No obstante, no sólo es importante el valor total de porcentaje de proteínas del grano, sino que también es relevante la calidad de las proteínas. Las propiedades físicas del gluten se relacionan con el contenido en gluteninas y gliadinas, las principales clases de proteínas de almacenamiento del gluten (Shewry & Halford, 2002) y cuya proporción se representa en el índice de gluten, aunque éste no depende estrictamente del contenido proteico. Valores bajos representan que hay una mayor proporción de gliadinas que de gluteninas, dando lugar a masas muy extensibles, difíciles de generar formas regulares que resistan la extrusión y cuya manipulación ha de ser más suave. Los valores del índice de gluten de las variedades Avispa y Simeto son similares a los hallados en otros estudios bajo manejo convencional (Garrido-Letasche *et al.* 2005). Valores inferiores de IG de las VT respecto de las VM se observan en otros estudios (Sánchez *et al.* 2015; Fares *et al.* 2016), mientras que

Migliorini *et al.* (2016) obtuvieron mayores IG para VT en manejo orgánico, destacando en sus resultados la dependencia del índice de la variedad cultivada. Según Triboï *et al.* (2000), la composición proteica depende de la cantidad de N del grano, encontrando una mayor proporción de gliadinas en relación al aumento de N en el grano. Esto puede explicar la mayor proporción de gliadinas encontrada en las VT del ensayo, las cuales presentaban una mayor cantidad de N en el grano que las VM.

Aunque la composición proteica del grano depende en primer lugar del genotipo, está influenciada por el ambiente y su interacción (Triboï *et al.* 2000). Tanto la calidad y contenido proteico (Graybosch *et al.* 1995; Hanell *et al.* 2004; López-Bellido *et al.* 1998; Pinheiro *et al.* 2013) como el índice de gluten del grano (Garrido-Letasche *et al.* 2005), son parámetros en gran medida dependientes de factores ambientales, temperaturas y aporte hídrico, y son calificados como los más relevantes para determinar la calidad del grano para la pasta (D'Egidio *et al.* 1990). Algunos autores relatan que la elección de la fecha de siembra puede tener efectos sobre la obtención de proporciones de proteínas más adecuadas, al controlar la exposición de las plantas a eventos de altas temperaturas y lluvias antes y durante el llenado del grano (Singh *et al.* 2010). Los niveles de fertilización (Garrido-Letasche *et al.* 2005), el manejo de los residuos y laboreo (Grahmann *et al.* 2014), así como el tipo de fertilización o las rotaciones con otros cultivos (López-Bellido *et al.* 2001) también pueden afectar a la calidad del trigo duro.

La vitrosidad es un parámetro importante en la industria, empleado para determinar la calidad del grano para la molienda y la cocción (Dowell 2000); al igual que los anteriores, está también más afectado por el factor ambiental que por el genotipo del cultivar (Garrido-Letasche *et al.* 2005). Algunos autores han relacionado valores del 90% de vitrosidad con concentraciones de proteína del 14% o mayores (Gooding & Davies, 1997). Las tres VT de este estudio corroboraron dicha relación, al igual que la variedad moderna Simeto; mientras que los trigos Avispa y Vitrón presentaron valores menores de proteína respecto de su porcentaje de vitrosidad. No obstante, todas ellas obtuvieron valores absolutos de vitrosidad excelentes y mayores que los descritos en otras investigaciones de calidad de trigo moderno en condiciones de agricultura convencional (Garrido-Letasche *et al.* 2005; Rharabti *et al.* 2003) y orgánica (Campiglia *et al.* 2015).

Los contenidos en cenizas para ambos tipos de variedades son similares a los de otros ensayos de trigo moderno bajo manejo ecológico y convencional (Campiglia *et al.* 2015). El índice de sedimentación es bajo para ambos tipos de variedades, y menor que en otros estudios (Campiglia *et al.* 2015; D'Egidio *et al.* 1990).

Generalmente, los estudios describen un mejor comportamiento del trigo convencional frente al ecológico en cuanto a parámetros de calidad (Hanell *et al.* 2004), pero la calidad del trigo no depende de forma absoluta del sistema de cultivo, sino que, como hemos visto, los parámetros pueden verse afectados por el año, las condiciones climáticas, el manejo, la variedad empleada, etc. Campiglia *et al.* (2015) matizan un importante efecto de la interacción entre el año y el sistema de cultivo: bajo manejo convencional sólo se obtienen mejores valores en determinadas condiciones de pluviometría y temperatura durante las etapas cruciales del desarrollo de la planta; y Osman *et al.* (2012) achacan una menor calidad de grano de trigo bajo manejo orgánico a la falta de variedades que puedan presentar elevadas concentraciones de proteína en grano con la menor disponibilidad de nitrógeno en suelo característica de la agricultura ecológica. En Migliorini *et al.* (2016) defienden la importancia del factor varietal. Otras investigaciones defienden la elección de variedades tradicionales de trigo sobre las modernas para los manejos orgánicos en sistemas de cereal de secano, por su elevada calidad del grano (Bulut *et al.* 2013).

De las variedades tradicionales, Recio sería la más equilibrada en calidad, por sus valores altos en contenido proteico y resto de parámetros evaluados, y sus valores suficientes en el IG, por lo que a priori sería la variedad más adecuada para su reintroducción en los campos de cereal ecológico en condiciones mediterráneas. Sin embargo, las otras dos VT pueden tener interés para la elaboración de alimentos para celíacos, especialmente la variedad Rubio.

Para completar este análisis del comportamiento de las variedades tradicionales para su recuperación en la industria de la pasta, serían de interés los análisis organolépticos y nutricionales de la pasta resultante, en

la línea de la investigación de Migliorini *et al.* (2016), cuyos resultados mostraron la preferencia de los consumidores y consumidoras por el pan elaborado con variedades tradicionales frente a las modernas por sus cualidades de sabor y aroma.

Por otra parte, los resultados deben ser corroborados en más años de estudio y en ambientes más diversos de agricultura orgánica.

CONCLUSIÓN

Los resultados de un año del ensayo comparativo de variedades tradicionales y modernas de trigo duro bajo manejo orgánico muestran que las variedades tradicionales tienen un mayor contenido en nitrógeno en el grano ($P < 0,05$) que las modernas, así como un mayor contenido en proteínas, indicando una mayor capacidad y eficacia en la traslocación del N al grano. El índice de gluten es muy inferior para las variedades tradicionales, presentando sólo una de ellas (Recio) un valor aceptable para la industria.

El resto de parámetros evaluados (humedad, cenizas, almidón, vitrosidad, índices de sedimentación y de caída) no presenta diferencias significativas entre ambos tipos de variedades o no son relevantes para la industria.

La variedad tradicional Rubio podría ser interesante por su ínfimo contenido en gluten para personas que deben o quieren seguir dietas bajas o sin gluten.

REFERENCIAS

- Bevilacqua, M., Braglia, M., Carmignani, G., Zammori, F.A. 2007. Life cycle assessment of pasta production in Italy. *Journal of Food Quality* 30(6), 932–952.
- Bulut, S., Öztürk, A., Karao lu, M.M., Yildiz, N. 2013. Effects of organic manures and non-chemical weed control on wheat. II. Grain quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 37(3), 271 – 280.
- Campiglia, E., Mancinelli, R., De Stefanis, E., Pucciarmati, S., Radicetti, E. 2015. The long-term effects of conventional and organic cropping systems, tillage managements and weather conditions on yield and grain quality of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in the Mediterranean environment of Central Italy. *Field Crops Research* 176, 34-44.
- D'Egidio, M.G., Mariani, B.M., Nardi, S., Novaro, P., Cubadda, R. 1990. Chemical and technological variables and their relationships: a predictive equation for pasta cooking quality. *Cereal Chemistry* 67(3), 275-281.
- De Lucas, C., Sánchez del Arco, M.J. 2004. Evaluación de la capacidad competitiva de diferentes variedades de trigo en cultivo ecológico. En *Actas VI Congreso SEAE, Almería 2004*, 1423-1431.
- De Vita, P., Riefolo, C., Codianni, P., Cattivelli, L., Fares, C., 2006. Agronomic and qualitative traits of *T. turgidum* ssp. *dicoccum* genotypes cultivated in Italy. *Euphytica* 150, 195-205.
- Dexter, J.E., Matsuo, R.R. 1977. Influence of protein content on some durum wheat quality parameters. *Canadian Journal of Plant Science* 57, 717-727.
- Donnelly, B.J., 1991. Pasta: raw materials and processing. In: Lorenz, K.J., Kulp, K. (Eds.), *Handbook of Cereal Science and Technology*. Marcel Dekker, Inc., New York, 763–792.
- Dowell, F.E. 2000. Differentiating Vitreous and Nonvitreous Durum Wheat Kernels by Using Near-Infrared Spectroscopy. *Cereal Chemistry* 77(2), 155–158.
- Draghici, M., Niculita, P., Popa, M., Duta, D. 2011. Organic wheat grains and flour quality versus conventional ones - Consumer versus industry expectations. *Romanian Biotechnological Letters* 16(5), 6572 – 6579.
- Eurostat 2014. Agriculture, forestry and fishery statistics. [online: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics]. Fecha consulta: 29/07/2016.
- Fagnano, M., Fiorentino, N., D'Egidio, M.G., Quaranta, F., Ritieni, A., Ferracane, R., Raimondi, G. 2012. Durum wheat in conventional and organic farming: yield amount and pasta quality in Southern Italy. *Scientific World Journal* 4, 2012:973058.
- Fares, C., Menga, V., Badeck, F., Rizza, F., Miglietta, F., Zaldei, A., Codianni, P., Iannucci, A., Cattivelli, L. 2016. Increasing atmospheric CO₂ modifies durum wheat grain quality and pasta cooking quality. *Journal of Cereal Science* 69, 245-251.
- FAO, 2013. *In Vivo Conservation of Animal Genetic Resources*. FAO, Animal Production and Health Guidelines, 14, Rome.
- Flagella, Z. 2006. Nutritional and technological quality of the durum wheat. *Italian Journal of Agronomy* 1, 203-239.

- Garrido-Lestache, E., López-Bellido, R.J., López-Bellido, L. 2005. Durum wheat quality under Mediterranean conditions as affected by N rate, timing and splitting, N form and S fertilization. *European Journal of Agronomy* 23, 265–278.
- Gooding, M.J., Davies, W.P., 1997. *Wheat Production and Utilization. System Quality and the environment*. CAB International, Wallingford, UK, 355 pp.
- Grahmann, K., Verhulst, N., Peña, R.J., Buerkert, A., Vargas-Rojas, L., Govaerts, B. 2014. Durum wheat (*Triticum durum* L.) quality and yield as affected by tillage–straw management and nitrogen fertilization practice under furrow-irrigated conditions. *Field Crops Research* 164, 166-177.
- Graybosch, R.A., Peterson, C.J., Baenzigerl, P.S., Shelton, D.R. 1995. Environmental modification of hard red winter wheat flour protein composition. *Journal of Cereal Science* 22, 45-51.
- Guarda, G., Padovan, S., Delogu, G., 2004. Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. *European Journal of Agronomy* 21, 181–192.
- Hanell, U., L-Baekström, G., Svensson, G. 2004. Quality studies on wheat grown in different cropping systems: a holistic perspective. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* 54(4), 254-263.
- Langenkämper, G., Zörb, C., Seifert, M., Mäder, P., Fretzdorff, B., Betsche, T. 2006. Nutritional quality of organic and conventional wheat. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 80, 150 – 154.
- López-Bellido, L., Fuentes, M., Castillo, J.E., López-Garrido, F.J. 1998. Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat-grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. *Field Crops Research* 57, 265–276.
- López-Bellido, L., López-Bellido, R.J., Castillo, J.E., López-Bellido, F.J. 2001. Effects of long term tillage crop rotation and nitrogen fertilization on bread making quality of hard red spring wheat. *Field Crops Research* 72, 197-210.
- Migliorini, P., Spagnolo, S., Torri, L., Arnoulet, M., Lazzarinic, G., Ceccarelli, S. 2016. Agronomic and quality characteristics of old, modern and mixture wheat varieties and landraces for organic bread chain in diverse environments of northern Italy. *European Journal of Agronomy* 79, 131–141.
- Murphy, K.M., Campbell, K.G., Lyon, S.R., Jones, S.S. 2007. Evidence of varietal adaptation to organic farming systems. *Field Crops Research* 102(3), 172–177.
- Nazco, R. Villegas, D., Ammar, K., Peña, R.J., Moragues, M., Royo, C. 2012. Can Mediterranean durum wheat landraces contribute to improved grain quality attributes in modern cultivars? *Euphytica* 185, 1–17.
- Oliveira, J.A. 2002. Agronomía y calidad harino-panadera en variedades locales de escanda: primer año de ensayo. En *Actas V Congreso SEAE-1º Congreso Iberoamericano de Agroecología*, Gijón, 2002.
- Osman, A.M., Struik, P.C., Lammerts van Bueren, E.T. 2012. Perspectives to breed for improved baking quality wheat varieties adapted to organic growing conditions. *Journal of Science of Food and Agriculture* 92, 207–215.
- Pecetti L, Boggini G, Gorham J. 1994. Performance of durum wheat landraces in a Mediterranean environment (eastern Sicily). *Euphytica* 80, 191–199.
- Pinheiro, N., Costa, R., Almeida, A.S., Coutinho, J., Gomes, C., Maçãs, B. 2013. Durum wheat breeding in Mediterranean environments - influence of climatic variables on quality traits. *Emirates Journal of Food Agriculture* 25(12), 962-973.
- Real Decreto 1615/2010, de 7 de diciembre, por el que se aprueba la norma de calidad del trigo (BOE nº301, de 11 de diciembre de 2010).
- Rharrabti, Y., Royo, C., Villegas, D, Aparicio, N., García del Moral, L.F. 2003. Durum wheat quality in Mediterranean environments I. Quality expression under different zones, latitudes and water regimes across Spain. *Field Crops Research* 80, 123–131.
- Sánchez-García, M., Álvaro, F., Peremarti, A., Martín-Sánchez, J.A., Royo, C., 2015. Changes in bread-making quality attributes of bread wheat varieties cultivated in Spain during the 20th century. *European Journal of Agronomy* 63, 79–88.
- Sassi, K., Abid, G., al Mohandes, B.D., Daaloul, A. 2014. Performance of durum wheat varieties (*Triticum durum* Desf.) under conventional and organic agriculture. In Rahmann, G. & Aksoy, U. (eds.): *Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference "Building Organic Bridges"*, at the Organic World Congress 2014, 13-15 Oct., Istanbul, Turkey (eprint ID 24088).
- Shewry, P., Halford, N.G. 2002. Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany* 53, 947-958.
- Singh, S., Kumar Gupta, A., Kumar Gupta, S., Kaur, N. 2010. Effect of sowing time on protein quality and starch pasting characteristics in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes grown under irrigated and rain-fed conditions. *Food Chemistry* 122, 559–565.
- Stoddard, F.L., Marshall, D.R., 1990. Variability in grain protein in Australian hexaploid wheats. *Australian Journal of Agriculture Research* 41, 277–288.
- Triboi, E., Abad, A., Michelena, A., Lloveras, J., Ollier, J.L., Daniel, C. 2000. Environmental effects on the quality of two wheat genotypes. 1. Quantitative and qualitative variation of storage proteins. *European Journal of Agronomy* 13, 47-64.

- Van den Broeck, H.V., de Jong, H.C., Salentijn, E.M.J., Dekking, L., Bosh, D., Hamer, R.J., Gilissen, L.J.W.J., Van del Meer, I.M., Smulders, M.J.M. 2010. Presence of celiac disease epitopes in modern and old hexaploid wheat varieties: wheat breeding may have contributed to increased prevalence of celiac disease. *Theoretical and Applied Genetics* 121, 1527–1539.

DESARROLLO DE GALLETAS ECOLÓGICAS NO ALERGÉNICAS

Raigón MD*, Castell V**, Castell I*, Ruíz ML***

*Dpto. Química. Universitat Politècnica de València. ETSI Agronómica y del Medio Natural. Camino de Vera, s/n. 46021 Valencia (España).

**Dpto. de Producción Vegetal. Universitat Politècnica de València. ETSI Agronómica y del Medio Natural. Camino de Vera, s/n. 46021 Valencia (España).

***Laboratorio Agroalimentario, Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural de la Generalitat Valenciana, Pintor Goya 8, 46100 Burjassot, Valencia (España).

E-mails: mdraigon@qim.upv.es; vcastell@prv.upv.es; incasrai@etsiamn.upv.es; ruiz_mlu@gva.es

RESUMEN:

La mayoría de las personas pueden ingerir gran variedad de alimentos sin problemas. No obstante, en los últimos años se está incrementando el número de intolerancias y alergias a determinados alimentos o a sus componentes que pueden provocar reacciones adversas (desde pequeñas erupciones hasta reacciones alérgicas graves). También es creciente la demanda por parte de los consumidores de alimentos que respondan a un mayor valor nutricional y respeten los valores de producción ecológica. La elaboración y oferta de alimentos ecológicos es numerosa y la innovación que en ellos se encuentra es mayor que en los alimentos no ecológicos. El principal objetivo de este trabajo es desarrollar y evaluar la composición nutricional de un nuevo alimento basado en galletas, que permite ser consumida por un amplio rango de consumidores que presentan alteraciones alimentarias. La base de la galleta es harina de trigo sarraceno, arroz y maíz, junto con garbanzo, no se emplea huevo y se utiliza aguacate como fuente grasa. La galleta se presenta en dos formatos, dulce y salada, siendo la fuente edulcorante de la versión dulce la hoja de Stevia y la miel. La galleta permite aromatizaciones basadas en chocolate, naranja, limón (dulces) y tomate, albahaca, romero (saladas). El alimento final presenta un alto contenido en proteína vegetal, fibra y ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados.

Palabras-clave: ave-huevo, grasa vegetal, sin gluten, snack.

INTRODUCCIÓN

Las galletas son productos alimenticios elaborados a base de una mezcla de harinas, integrales o refinadas, agua, grasas comestibles (mantequilla, nata, aceites de oliva virgen o aceites vegetales) y a menudo huevos, como ingredientes básicos. Las galletas pueden ser saladas o dulces, incorporando en ese caso sal, azúcar o cualquier otro edulcorante, respectivamente. A los ingredientes básicos se le puede añadir frutos secos, chocolate, cremas, mermeladas o compotas, frutas escarchadas, semillas, especias, etc., dando lugar a una amplia diversidad en los tipos de galletas, según su forma de preparación o según los ingredientes que la forman.

La mezcla resultante es sometida a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico de cocción, dando lugar a un producto final, cuya principal característica es una masa cocida con un bajo contenido en humedad, que le proporciona a la galleta una textura altamente crujiente.

La galleta se conoce desde la época antigua y era consumida en las diferentes civilizaciones, como la romana, egipcia, persa, judía, griega, etc., en forma de tortas circulares de cereales que se amasaban con agua y se dejaban cocer sobre una piedra plana y se cubría de ceniza para que se secase. De esta forma, el cereal se conservaba en el tiempo, siendo la base alimentaria de militares, marineros, campesinos, etc. Las galletas solían tomarse mojadas en vino, sopa o cualquier líquido alimentario. En Roma, durante el siglo III un cocinero las llamó bis coctum (que es el origen de la palabra y el fonema biscuit). Aunque la palabra galleta se tomó prestada de un alimento habitual en Francia en el siglo XIII, una especie de crêpe plana llamada galette.

En el Renacimiento la galleta pasa de ser un alimento básico, habitual en largas travesías, a modo de placer, ya que los Medici la introdujeron en la Corte, presentándolas como algo sabroso para acompañar a

una bebida caliente. Es en esta época cuando se amplía la variedad de elaboración: saladas, aromatizadas, rellenas, con miel, con formas variadas, etc.

La revolución agroindustrial, con la bajada de precios del cereal y la mecanización de las industrias artesanales, origina en Europa la producción masiva de galletas, convirtiéndolas en alimentos asequibles, de alto valor añadido y con huella de identidad, ya que en cada zona geográfica existía y existe una receta autóctona de galletas, empleando los recursos y materias primas de proximidad (Moreno Lázaro, 2001).

Actualmente, las galletas son un alimento popular que se encuentra en todo el mundo y constituyen un complemento en el desayuno, meriendas, y tentempiés. La producción de galletas tiene un alto potencial, con nuevas fórmulas adaptadas al gusto del consumidor y a los parámetros de salud, rapidez y comodidad (Athay de Uchoa *et al.*, 2006). En este sentido, se han desarrollado nuevas recetas como, por ejemplo, la cookie, que es una galleta abizcochada, redonda, muy grande y con trocitos de chocolate, muy consumida en EEUU. Otros ejemplos son las galletas con cubierta o relleno de chocolate, o las galletas tipo wafer, que básicamente es una oblea de capa fina con una o varias capas de relleno (de crema de coco, limón, chocolate, etc.), o los clásicos pretzel alemanes, que se trata de una galleta tradicionalmente salada, con forma de lazo. Y la clásica galleta 'María', que presenta la particularidad de tener muy baja humedad (entre 1 y 6%) y resiste el ablandamiento que se produce al introducirla en un líquido, como la leche, incluso caliente. Existen diferentes versiones de las galletas María, unas son más hojaldradas (con mayor contenido en agua), por lo que presentan menos resistencia al ablandamiento, otras son la versión dorada, que consiste en aplicar una capa de aceite vegetal a la galleta María clásica, después del horneado, y también se pueden encontrar con trozos de chocolate o semillas, además de las versiones integrales.

La composición nutricional de las galletas es muy variable, porque va a depender principalmente de los componentes empleados en la elaboración y del tipo de galleta que se trate. Pero, principalmente, las galletas son alimentos de alto valor energético, debido a su elevado contenido en hidratos de carbono y grasas.

Existe una amplia gama de formulaciones de galletas que cumplen con diferentes fines, como el de mejorar la dieta, el de proporcionar alto valor nutricional y el que sean tolerantes a diferentes consumidores (Townsend & Buchanan, 2006; Gambús *et al.*, 2009). Galletas a base de harinas de arroz, de centeno, de avena, de sorgo o soja, para incrementar los valores en proteína (Badi & Hosene, 1976; Sindhuja *et al.*, 2005) y con harinas de producción ecológica (Abdel-Aal, 2008). Pero es muy difícil encontrar formulaciones de galletas no alergénicas a un amplio rango de intolerancias.

En 1995 la academia europea de alergia e inmunología clínica formuló varias tesis para definir las reacciones adversas a los alimentos en función de los mecanismos fisiopatológicos implicados (Bruinjnzeel-Koomen *et al.*, 1995). Así, una reacción adversa es un término genérico utilizado para describir cualquier reacción desfavorable que se presente tras la ingesta, el contacto o la inhalación de un alimento o uno de sus componentes, y que pueden estar causadas por sustancias tóxicas y no tóxicas. Aproximadamente un 20% de la población presenta durante su vida una reacción adversa alimentaria. En las últimas tres décadas ha aumentado la preocupación por las alergias alimentarias en las sociedades desarrolladas occidentales.

El principal objetivo de este trabajo es desarrollar un nuevo alimento formulado con una base de galletas, cuyos ingredientes proceden de producción ecológica, finalizadas en dos versiones (salado y dulce), que permita ser consumido por un amplio rango de consumidores con alteraciones alimentarias y que presente un elevado valor nutritivo y aceptación organoléptica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ingredientes empleados para la formulación de las dos versiones de galletas han sido:

- Garbanzo de la variedad 'Pedrosillano'
- Mezcla de harina comercial de maíz, trigo sarraceno, mijo y arroz
- Hojas de Stevia desecada

- Azúcar de caña
- Aguacate
- Gasificante en polvo
- Sal marina
- Variantes dulces (chocolate, limón y naranja) y saladas (tomate, romero y albahaca).

Todos los ingredientes son de procedencia ecológica. La cantidad de gasificantes no supera el 5%, por lo que el producto resultante cumple con los reglamentos CE n° 834/2007 y CE n° 889/2008, siendo más del 95% de los ingredientes de producción ecológica.

Las determinaciones realizadas para evaluar la composición nutricional en las bases de galleta han sido el contenido en humedad, determinado gravimétricamente por diferencia con el contenido en materia seca evaluada en estufa a 105 °C, expresando los resultados en g de agua/100 g; el contenido en grasa, determinado mediante extracción con Soxhlet, expresando el resultado en g de grasa/100 g; el contenido en nitrógeno total por el método Kjeldahl y determinación de la proteína, expresado en g de proteína/100 g; el contenido en fibra, determinado por extracción y posterior calcinación, expresado en g de fibra/100 g; el contenido en hidratos de carbono, determinado por diferencia frente al resto de macronutrientes, expresado en g de glúcidos/100 g; el contenido en potasio y sodio, determinado por fotometría de llama, expresado en mg/100 g; el contenido en fósforo por espectrofotometría UV/V, expresado en mg/100 g; el contenido en calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc, determinado por absorción atómica, expresado en mg/100 g, los elementos minerales se han determinado en el extracto de las cenizas al 2% en HCl; la determinación del perfil lipídico de la grasa, determinado por cromatografía gaseosa, expresado en porcentaje frente al total. Se han empleado métodos oficiales de análisis (AOAC, 2000).

Una vez optimizadas las formulaciones y el proceso de elaboración se realizó un análisis para evaluar la composición nutricional de las galletas. Los análisis se realizaron por triplicado. Se analizaron por separado las galletas básicas (sin adición de aromatizantes), tanto en la versión dulce como salada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la fase de elaboración

Hasta llegar a la composición de ingredientes idónea y la formulación de las bases de las galletas se llevaron a cabo varios ensayos, donde se probaron diferentes procedencias lipídicas (aceite de oliva virgen extra), bases de cereales (maíz), adición de huevos, adición de lácteos, etc. Mediante la metodología del descarte, es decir, eliminando las formulaciones con menor aceptación organoléptica y las que presentaron peor adecuación técnica, se llegó a la configuración correcta.

Desde el punto de vista de la composición, el resultado final de la galleta o snack se ajusta a una galleta adecuada al consumo de celíacos, ya que la mezcla de harinas de cereales no contiene gluten. Es adecuada para las dietas de vegetarianos y veganos, ya que toda la formulación (a excepción de la miel que es opcional en una de las elaboraciones) está basada en componentes de origen vegetal. Es apropiada para los consumidores que no toleran la lactosa, ya que no contiene leche ni derivados. Se ajusta a las dietas ave-huevo ya que se elabora sin ninguna fracción del huevo. Además, al no llevar frutos secos es apto para consumidores con reacciones adversas a estos componentes.

Desde el punto de vista técnico, es importante conocer la funcionalidad de cada uno de los ingredientes (harinas, azúcares, grasas, etc.) que componen la galleta, lo que justifica la innovación llevada a cabo.

Al ser un proceso sin fermentación, la característica más importante en la harina es que sea muy extensible, pero además debe presentar una tenacidad limitada y que sea blanda (Calaveras, 2004). En este caso al emplear una mezcla de harinas sin gluten se provoca principalmente que, durante la hidratación de la masa, el agua sea retenida por los gránulos rotos de almidón, con el riesgo de que la galleta final sea dura más que

crujiente. Para subsanar este problema se realizan dos acciones de mejora: la primera consiste en introducir garbanzo, que es también un sustitutivo del huevo, y ayuda a ligar, cohesionar y apelmazar la masa, la segunda es incrementar los tiempos de amasado para incorporar una gran cantidad de gas y retenerlo, conforme la proteína se acomoda durante la cocción de la galleta.

La técnica realizada para incorporar el garbanzo ha sido, por un lado, germinar los granos ya que con ello se consigue incrementar la fracción de enzimas disponibles que harán más digestible el producto resultante y eliminar sustancias antinutritivas. Una vez germinados los garbanzos se cuecen con hojas de Stevia secas (en el caso de la versión dulce, lo que permite edulcorar la masa, reduciendo posteriormente la cantidad de azúcares a añadir). Una vez cocidos, los granos se trituran con el jugo de cocción hasta conseguir una pasta de aproximadamente 3 °Brix.

Además de ayudar en las características reológicas de la pasta para la elaboración del snack (Attia *et al.*, 1994), el garbanzo proporciona una alta cantidad de proteínas vegetales y fibra, que ayuda al tránsito intestinal. Por otro lado, el garbanzo contiene hidratos de carbono de absorción lenta, lo que ayuda a la digestión, ya que tardan más en consumirse. Esta fuente de proteínas vegetales de la leguminosa adicionada a las proteínas de la mezcla de cereales proporciona proteína de alto valor biológico, con importantes repercusiones sobre la salud (Flight y Clifton, 2006). Las proteínas de los cereales son deficitarias en lisina, aminoácido esencial que contienen las legumbres en cantidades adecuadas, pero a su vez, las legumbres son deficitarias en aminoácidos esenciales ricos en azufre como metionina, cistina y cisteína. Por ello, la mezcla de cereales y legumbres proporciona proteínas con cantidades adecuadas de aminoácidos esenciales (Iqbal *et al.*, 2006).

Los azúcares en su estado cristalino, además de edulcorar la galleta, contribuyen decisivamente al aspecto y la textura de las galletas, reduciendo la viscosidad de la masa. En consecuencia, las galletas ricas en azúcar se caracterizan por una estructura altamente cohesiva y una textura crujiente (Maache-Rezzoug *et al.*, 1989). En este caso, al emplear azúcar de caña o miel, se contribuye también con su sabor característico.

Los lípidos son, después de la harina y el azúcar, los componentes más importantes de las galletas. Su función principal es la de contribuir a la plasticidad de la masa, actuando como lubricante para que ésta no se aglutine. Además, los lípidos influyen positivamente en la textura de las galletas, proporcionando menos dureza y aspereza, permitiendo que se puedan romper con facilidad, ya que los lípidos rodean los gránulos de las harinas (Coulter, 1993). Esta distribución de la grasa debe ser homogénea y, para ello, la superficie de las harinas debe vencer la competencia entre las fases acuosa y lipídica. Cuando la grasa constituye una fracción importante como ingrediente, su efecto lubricante es tan pronunciado que se necesita muy poca agua para lograr una consistencia suave. En este caso, la fracción lipídica la aporta el aguacate, que es una fuente de grasa vegetal, con alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados, pero también aporta ácidos grasos saturados que ayudan en el proceso de elaboración de la galleta. El aguacate también aporta sabor, que se manifiesta en mayor magnitud en el snack salado, mientras que en la versión dulce, los azúcares añadidos enmascaran el sabor del aguacate.

El agua tiene un papel complejo en la elaboración de las masas de galletas, dado que determina el estado de conformación e hidratación de los biopolímeros, afecta a la solubilización, a las interacciones entre los distintos constituyentes de la receta y contribuye a la estructuración de la misma. También es un factor esencial en el comportamiento reológico de las masas de harina (Coulter, 1993). El agua moja la red de proteínas de las harinas, modificando sus uniones y facilitando que los estratos proteicos se deshagan. Por tanto, la cantidad de agua a añadir depende del tipo de galleta a realizar, de la harina y su absorción, y del tipo de amasado. Estos factores repercuten en la dificultad de hacer un cálculo exacto de la cantidad de agua a introducir en la elaboración de la masa. La experiencia ayuda a establecer la cantidad adecuada, consiguiendo que la consistencia de la masa sea apreciable al tacto. La práctica totalidad del agua añadida a la masa se elimina durante el horneado. En este caso hay que tener en cuenta que el garbanzo se aporta germinado y cocido, y que la grasa la incorpora una fruta, por lo que son dos entradas de agua para la elaboración de las galletas o snacks.

Como mejorantes de las galletas se ha empleado bicarbonato sódico, que es un agente gasificante de reacción alcalina. Su función principal es la de generar gas (dióxido de carbono) para aumentar el volumen final de la galleta.

La sal se utiliza como potenciador del sabor de la galleta, se emplea en mayor cantidad en la versión salada. En este caso se ha empleado sal marina, más enriquecida en algunos minerales.

Las galletas se han elaborado según el procedimiento de laminación de la masa. Para ello se incorpora una fracción de aguacate por cada dos de la mezcla de las harinas y el garbanzo cocido, junto con el 10% de miel o azúcar de caña (en la versión dulce), 0,25% de bicarbonato sódico, 0,25% de sal y agua hasta alcanzar la consistencia de la masa, sin superar el 10%. El procedimiento consiste en adicionar a la amasadora los ingredientes minoritarios previamente disueltos en agua. A continuación, se adiciona el edulcorante y se mezcla, incorporando el aguacate troceado y mezclando para que resulte una masa homogénea. Tras la formación de la emulsión se adiciona la harina y el garbanzo cocido y la cantidad de agua variable hasta alcanzar la textura deseable. Posteriormente la masa se lamina durante 15-20 minutos y se moldea. Y por último, las galletas se hornean en horno eléctrico de convección forzada, durante 4 minutos por cada lado a 180 °C (figuras 1 y 2).



Figura 1. Galleta básica versión dulce (izquierda) y aromatizada con limón (derecha)



Figura 2. Galleta básica versión salada

Resultados de la fase de análisis de composición

El cuadro 1 muestra el valor promedio de los resultados de los macronutrientes (proteína, lípidos, glúcidos), así como la humedad, fibra, el contenido en cenizas y valor energético de las galletas dulces y de las saladas.

Cuadro 1. Valores promedio de macronutrientes (proteína, lípidos, glúcidos), humedad, fibra, cenizas y valor energético en las galletas dulces y de las saladas

Tipo de galleta	Parámetro	Valor promedio
Dulce	Proteína (%)	4,72 ± 0,331
	Lípidos (%)	7,58
	Glúcidos (%)	74,51
	Humedad (%)	6,98 ± 0,09
	Fibra (%)	3,90 ± 0,442
	Cenizas (%)	2,31 ± 0,035
	Energía (kcal)	386
Salada	Proteína (%)	7,31 ± 0,356
	Lípidos (%)	5,76
	Glúcidos (%)	72,72
	Humedad (%)	6,97 ± 0,486
	Fibra (%)	3,70 ± 0,174
	Cenizas (%)	3,54 ± 0,085
	Energía (kcal)	372

Los datos bibliográficos respecto a la composición de las galletas son altamente variables, porque en la mayoría de los casos son respuesta a elaboraciones muy puntuales. Por ello se va a tomar una referencia de galleta dulce (Méndez y de Delahaye, 2007) y las referencias de composición de las etiquetas de galletas comerciales.

Los niveles de proteína obtenidos son bajos cuando se comparan con los valores referenciados en las etiquetas de las galletas comerciales (7% aproximadamente), aunque Méndez y de Delahaye (2007) reportan valores de 4,59-4,38%, sensiblemente más próximos a los obtenidos en el presente trabajo. Los valores del contenido en lípidos (7.58% para la versión dulce y 5,76% para la salada) son aproximadamente la mitad de lo que se indica en la composición de las galletas comerciales, mientras que los referenciados por Méndez y de Delahaye (2007) no alcanzan el 1%. Los niveles de glúcidos o hidratos de carbono están alrededor del 70% en todos los casos, aunque con ligeros incrementos en los valores de las galletas dulces y saladas del presente estudio. Los valores de humedad de las galletas obtenidas son del 7% aproximadamente y, al comparar con los valores de referencia, se encuentra niveles de agua del 1,8% para el caso de las galletas comerciales y del 3,1 para la referencia. Los niveles de fibra en las dos referencias son del 3,1% y en los resultados del presente estudio del 3,9% para la galleta dulce y del 3,7% para la salada. Por último, los niveles energéticos de las galletas (386 kcal para la galleta dulce y 372 kcal para la versión salada) son muy similares a los obtenidos por Méndez y de Delahaye (2007) y unas 100 kcal inferiores a los que se muestran en las etiquetas de las galletas comerciales. Las diferencias encontradas son debidas, evidentemente, a la naturaleza de los ingredientes, así los bajos valores de proteína se podrían incrementar con mayor aporte de garbanzo ya que su aporte proteico frente al de los cereales es mayor. El empleo de aguacate como base lipídica es esencial para la disminución del contenido en grasas y, con ello, el descenso en el nivel calórico de las galletas, mientras que la humedad baja es un requisito comercial para prolongar la vida útil de la galleta.

El cuadro 2 muestra el valor promedio del contenido en ácidos grasos superiores al 1% y el total de ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) y poliinsaturados (GP) de las galletas dulces y saladas. No se han detectado los ácidos grasos láurico y erúxico. Con concentraciones inferiores 0,1% se encuentran los ácidos grasos heptadecanoico, heptadecenoico, behénico y lignocérico (0,014%, 0,069%, 0,057% y 0,078%, respectivamente en la galleta dulce y 0,023%, 0,070%, 0,071% y 0,093%, respectivamente en la salada). Con concentraciones entre el 0,1 y el 1% se encuentran los ácidos grasos esteárico, aráquico, linoléico y eicosanoico (0,858%, 0,115%, 0,775% y 0,188%, respectivamente en las dulces y 1,289%, 0,144%, 0,845% y 0,172%, respectivamente en las galletas saladas).

Cuadro 2. Valores promedio de ácidos grasos mayoritarios en las galletas dulces y de las saladas

Tipo de galleta	Parámetro	Valor promedio
Dulce	Palmítico (%)	24,31
	Palmitoleico (%)	12,26
	Oleico (%)	41,01
	Linoleico (%)	20,10
	Ácidos grasos saturados (AGS) (%)	25,86
	Ácidos grasos monoinsaturados (AGM) (%)	53,27
	Ácidos grasos poliinsaturados (AGP) (%)	20,87
Salada	Palmítico (%)	23,84
	Palmitoleico (%)	10,91
	Oleico (%)	40,85
	Linoleico (%)	21,47
	Ácidos grasos saturados (AGS) (%)	25,93
	Ácidos grasos monoinsaturados (AGM) (%)	51,76
	Ácidos grasos poliinsaturados (AGP) (%)	22,31

Los resultados de los ácidos grasos ponen de manifiesto la calidad de la grasa (aguacate) empleada en la elaboración en las dos versiones de la galleta, observándose una alta fracción de ácidos grasos monoinsaturados (más del 50% del total de la grasa de las galletas), debido a la presencia del oleico y de ácidos grasos poliinsaturados principalmente debido al linoleico.

El cuadro 3 muestra el contenido en gramos que representa cada fracción (AGS, AGP y AGM) por cada 100 g de galleta, así como los ratios de AGP/AGS y (AGP+AGM)/AGS, para evaluar la calidad de la grasa en las dos versiones de galletas. Para cumplir con los objetivos nutricionales se estima que los valores de los ratios (AGP/AGS) y [(AGM+AGP)/AGS] deben ser superiores a 0,5 y a 2, respectivamente (Pérez-Llamas *et al.*, 2012). Los valores para las galletas comerciales se citan en AGP/AGS=0,26 y (AGP+AGM)/AGS=0,85. Los valores para las dos versiones de las galletas superan el mínimo establecido para establecer que se trata de una grasa de calidad, además son prácticamente idénticos, al emplear en ambas versiones el aguacate para aportar la grasa. Estos resultados ponen de manifiesto la calidad dietética de las galletas elaboradas con una base lipídica de aguacate.

Cuadro 3. Cantidad de AGS; AGP y AGM y ratios de calidad de la grasa en 100 g de galletas dulces y de las saladas. Ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos monoinsaturados (AGM), ácidos grasos poliinsaturados (AGP) (%)

Tipo de galleta	Parámetro	Valor promedio
Dulce	AGS (g)	1,96
	AGM (g)	4,04
	AGP (g)	1,58
	AGP/AGS	0,81
	(AGP+AGM)/AGS	2,87
Salada	AGS (g)	1,49
	AGM (g)	2,98
	AGP (g)	1,28
	AGP/AGS	0,86
	(AGP+AGM)/AGS	2,86

Por último, el cuadro 4 muestra los valores del contenido mineral expresado en mg por cada 100 g de las galletas dulces y saladas. A excepción del calcio y el magnesio, el contenido del resto de elementos minerales es superior en las galletas saladas, posiblemente como respuesta a la adición de la sal marina. El calcio y el magnesio pueden estar más presentes en las fuentes edulcorantes (azúcar de caña y miel) empleados en las galletas dulces.

Cuadro 4. Valores promedio del contenido mineral (mg/100 g) en las galletas dulces y de las saladas

Tipo de galleta	Parámetro	Valor promedio
Dulce	Calcio	105,60
	Magnesio	36,60
	Potasio	272,23
	Fósforo	295,50
	Hierro	0,742
	Cobre	0,093
	Zinc	0,892
Salada	Calcio	84,81
	Magnesio	30,83
	Potasio	298,35
	Fósforo	411,30
	Hierro	1,057
	Cobre	0,149
	Zinc	1,325

Evidentemente, la composición mineral de las galletas va a depender de los ingredientes y existe una amplia diversidad de datos en bibliografía, en función de la composición de las galletas. Así, se reporta que por cada 100 g de galletas los valores de calcio pueden oscilar entre los 19 y los 118 mg, para el magnesio las concentraciones van desde los 12 a los 25 mg, en el caso del potasio los contenidos pueden variar entre los 100 y los 152 mg, el fósforo (mucho menos variable) se encuentra entre los 102 y los 104 mg, el hierro presenta valores

próximos a los 2 mg y, si la galleta está enriquecida con minerales, puede llegar a alcanzar los 5,57 mg por cada 100 g de galleta, y el zinc varía de 0,4 a 0,69 mg.

Al comparar estos valores con los obtenidos en las galletas elaboradas en este trabajo se concluye que las galletas presentan un adecuado valor mineral, destacando las elevadas concentraciones que pueden aportar de potasio, de fósforo y de zinc.

CONCLUSIONES

El desarrollo de galletas o snacks ecológicos en versión dulce y salada que no contengan ingredientes de tipo alergénico, ha sido posible incorporando harinas sin gluten y harinas de garbanzo como fuente de almidones y proteínas, y aguacate como fuente de grasa. Las elaboraciones permiten, además, aromatizar con diferentes ingredientes que aporten textura y sabor a las galletas. La reducción en las cantidades de azúcares y la utilización de Stevia en la cocción del garbanzo permite obtener un alimento de menor nivel calórico. La composición lipídica de las galletas ecológicas desarrolladas es altamente saludable con una elevada proporción de ácidos grasos mono y poliinsaturados. Las cuestiones técnicas, a escala de laboratorio, han sido ejecutadas con éxito, esperando poder desarrollar a gran escala el alimento propuesto.

La formulación y la elaboración deben de optimizarse con el objeto de reducir la humedad de la galleta y así aumentar su vida útil.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdel-Aal ESM. 2008. Effects of baking on protein digestibility of organic spelt products determined by two in vitro digestion methods. *LWT-Food Science and Technology*, 41(7), 1282-1288.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists) (2000). Official methods of analysis of AOAC international. Editor, Dr William Horwitz. 17ª edición. Publicado por AOAC internacional. Gaithersburg, Maryland USA.
- Athay de Uchoa AM, Correia Da Costa JM, Arraes Maia G, Ribeiro Meira T, Machado Sousa PH, Montenegro Brasil I. 2009. Formulation and physicochemical and sensorial evaluation of biscuit-type cookies supplemented with fruit powders. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64(2), 153-159.
- Attia RS, Shehata AET, Aman ME, Hamza MA 1994. Effect of cooking and decortication on the physical properties, the chemical composition and the nutritive value of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Food Chemistry*, 50(2), 125-131.
- Badi SM, Hoseney RC. 1976. Use of sorghum and pearl millet flours in cookies. *Cereal Chemistry*, 53(5), 733-738.
- Bruinjnzeel-Koomen C, Ortolani C, Aas K. 1995. Adverse reactions to food. *European Academy of Allergology and Clinical Immunology Subcommittee. Allergy*. 50: 623-635.
- Calaveras J. 2004. Nuevo Tratado de Panificación y Bollería. 2ª edición. AMV ediciones y Mundi-Prensa. Madrid. 622 pp.
- Coultate TP. 1993. Food: The Chemistry of its Components, 2ª edición. The Royal Society of Chemistry. Gran Bretaña. 325 pp.
- Flight I, Clifton P. 2006. Cereal grains and legumes in the prevention of coronary heart disease and stroke: a review of the literature. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60(10), 1145-1159.
- Gambuś H, Gambuś F, Pastuszka D, Wrona P, Ziobro R, Sabat R, Mickowska B, Nowotna A, Sikora M. 2009. Quality of gluten-free supplemented cakes and biscuits. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(sup4), 31-50.
- Iqbal A, Khalil IA, Ateeq N, Khan MS. 2006. Nutritional quality of important food legumes. *Food Chemistry*, 97(2), 331-335.
- Maache-Rezzoug Z, Bouvier JM, Alla K, Patras C. 1989. Effect of Principal Ingredients on Rheological Behaviour of Biscuit Dough and on Quality of Biscuits. *Journal of Food Engineering*, 35, 23-42.
- Méndez ADG, de Delahaye EP. 2007. Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 60(2), 4195.
- Moreno Lázaro J. 2001. La dulce transformación. La fabricación española de galletas en la segunda mitad del siglo XX. *Revista de Historia Industrial*, (19-20), 205-247.
- Pérez-Llamas F, Martínez C, Carbajal A, Zamora S. 2012. Concepto de dieta prudente. *Dieta Mediterránea. Ingestas recomendadas. Objetivos nutricionales. Guías alimentarias*. En: Carvajal A, Martínez C (eds.). *Manual Práctico de Nutrición y Salud. Alimentación para la prevención y el manejo de enfermedades prevalentes*. Madrid: Exlibris Ediciones, 65-81.

- Reglamento (CE) número 834/2007 del Consejo de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) n° 2092/91.
- Reglamento (CE) número 889/2008 de la Comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n° 834/2007 del consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.
- Townsend FR, Buchanan RA. 2006. Lactose-free milk solids in biscuit form. *Australian Journal of Dairy Technology*, 61(3), 273-276.
- Sindhuja A, Sudha ML, Rahim, A. 2005. Effect of incorporation of amaranth flour on the quality of cookies. *European Food Research and Technology*, 221, 597-601.

CALIDAD EXTERNA, INTERNA Y NUTRICIONAL DEL HUEVO ECOLÓGICO VERSUS CONVENCIONAL DE GALLINA ISA-BROWN

Rodríguez A*, García MD**, Raigón MD**

*Universidad Católica Valencia San Vicente Martir; albarodmen@gmail.com

**Dpt Química. Universitat Politècnica de València (UPV). Escola Tècnica Superior de Ingenieria Agronómica y Medi Natural (ETSIAMN). Cami de Vera, s/n. E 46021 Valencia
magarma8@qim.upv.es; mdraigon@qim.upv.es

RESUMEN:

La calidad del huevo está definida por sus características externas, internas y por su composición nutricional. La alimentación de la gallina, la genética y el bienestar animal son factores que influyen en la calidad del huevo. El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto del sistema productivo sobre la calidad del huevo de las gallinas ISABrown. Las gallinas ISABrown criadas en jaulas convencionalmente, ponen huevos de mayor calibre y más redondos, mientras que las ecológicas ponen huevos, que se ajustan más a la forma óptima (IF=75.88). Los huevos de producción ecológica presentan, aproximadamente, un 9% más de espesor de la cáscara y la calidad interna se diferencia por mayor calidad del albumen, tanto en las unidades Haugh, índice de albumen denso y porcentaje de albumen denso. Desde el punto de vista nutricional las gallinas ISABrown, en el sistema ecológico, producen huevos con menor contenido en humedad, y por tanto de mayor materia seca, y con mayor nivel mineral, aunque de menor contenido en proteína y menor proporción en lípidos, siendo la fracción de los ácidos grasos poliinsaturados estadísticamente superior. En el sistema convencional, las gallinas producen huevos con yemas de colores más anaranjados y con mayor contenido en proteína debido a la suplementación con pigmentos artificiales y con aminoácidos a través de la dieta que en la práctica ecológica no están autorizados.

Palabras-clave: ácidos grasos, albumen, carotenoides, unidades Haugh, yema.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas productivos de gallinas de puesta se dividen en ecológicos, que deben cumplir lo dispuesto en Reglamento (CE) 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y el Reglamento (CE) 889/2008 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del precedente, y sistemas convencionales que a su vez se dividen en jaula, suelo y camperas (Directiva 1999/74/CE). Ambos sistemas difieren sobre todo en cuanto a la alimentación y a las instalaciones.

La evolución en el consumo de huevos a partir de los años 80 en España se ha visto condicionada por los cambios de hábitos en la alimentación, por el precio del huevo y por la preocupación por seguir una dieta saludable. El consumo de huevos total ha disminuido un 1,3% de 2008 a 2013, en 2008 el consumo per cápita de huevos era de 8,86 kg, es decir, 140 huevos por persona y año. En 2013, en España el consumo de huevos fue de 8,67 kg per cápita lo que corresponde a 138,13 huevos por persona y año, de los cuáles 119 huevos fueron de tipo convencional, 15,51 huevos fueron ecológicos y 3,25 huevos fueron de especies de aves diferentes a las gallinas. En este periodo de tiempo ha aumentado el consumo de huevos ecológicos, en 2008 el 2% del total de huevos consumidos per cápita en España eran ecológicos mientras que en 2013 este consumo supuso el 11% del total (Magrama, 2013).

Los criterios en los que se basa el consumidor español cuando compra huevos, son por orden de importancia, frescura, seguridad, alimentación animal, forma de cría, origen, información de la etiqueta, impacto ambiental, precio, tipo de envase y, en última posición, la imagen de marca, de hecho, el 91% no compra una marca determinada. Alrededor del 20% de los consumidores encuentran aspectos negativos en el consumo de huevo, alrededor del 75% relacionados con aspectos nutricionales, alrededor del 5% relacionados con la

posibilidad de infección por Salmonella y entorno al 10% lo relacionan con características sensoriales como gusto y olfato (EFSA, 2010).

La calidad de los alimentos es un concepto subjetivo, cada consumidor dependiendo de sus propias vivencias puede atribuir distintas características al concepto de calidad. Sin embargo, existen parámetros objetivos para cada tipo de alimento definidos por la legislación y por las instituciones para velar por la seguridad y la protección del consumidor. La normativa que establece los parámetros de calidad del huevo en España y en la Unión Europea es el Reglamento (CE) 589/2008 donde se especifica que el producto debe tener la calidad suficiente para satisfacer al consumidor y cumplir sus expectativas. La calidad del huevo está definida por sus características externas, internas y por su composición nutricional.

OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo es estudiar el efecto del sistema productivo (ecológico y convencional) sobre los parámetros de calidad externa (peso del huevo, índice de forma del huevo, índice de color de la cáscara, índice de deposición de la cáscara, espesor de la cáscara y porcentaje de cáscara), calidad interna (unidades Haugh, índice del albumen denso, porcentaje de albumen denso, porcentaje de albumen total, índice de forma de la yema, color de la yema y porcentaje de yema) y calidad nutricional (humedad, contenido mineral total expresado en cenizas, proteína bruta, carotenoides totales en la yema, contenido de grasa y perfil lipídico) del huevo en gallinas ISABrown.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizan 10 tandas de huevos ecológicos y 3 tandas de huevos convencionales (de gallinas criadas en jaulas), provenientes de explotaciones ubicadas en Andalucía y en la Comunidad Valenciana. Cada tanda está formada por 18 huevos, sobre los que se determinan los parámetros de calidad.

Los equipos empleados para las diferentes determinaciones son:

- Balanza analítica monoplato con una precisión de ± 0.001 g, empleada para las determinaciones gravimétricas, que permiten obtener las diferentes fracciones porcentuales del huevo y el índice de deposición de la cáscara.
 - Mesa de calidad empleada para depositar el contenido del huevo después de romper la cáscara.
 - Mufla con rango de temperaturas de 600 °C, empleada para la mineralización de las muestras.
 - Estufa con aire forzado empleada para la determinación de la humedad.
 - Colorímetro para determinar el color mediante la obtención de tres valores dentro de la escala CIELAB. Se emplea para la determinación del índice de color de la cáscara y el índice de color de la yema.
 - Escala de color Roche. Se trata de un abanico con una gama de colores progresiva, desde el amarillo hasta el rojo, que clasifica la intensidad de color de la yema.
 - Tornillo micrométrico de trípode. Consistente en un tornillo graduado, especial para realizar mediciones sobre la vertical, se emplea para medir la altura del albumen denso y la altura de la yema para determinar las Unidades Haugh, y el índice de yema.
 - Pie de Rey digital, con precisión de ± 0.01 . Se emplea para medir anchura y longitud el huevo entero, espesor de la cáscara, diámetro del albumen denso y de la yema.
 - Equipo Kjeldhal Foss Tecator 2006 de determinación semiautomática de nitrógeno. Se emplea para determinar el contenido en proteínas.
 - Equipo Soxhlet semiautomático empleado para la extracción automática de la grasa.
 - Cromatógrafo de gases (Varian Star 3400cx) empleado para la determinación del perfil lipídico. La columna es el modelo RTX 2330 Restek (10% cianopropilfenil polioxilano) y se programa a una temperatura inicial de 70 °C que se mantiene por 3 minutos y luego se hace aumentar hasta 260 °C (10 °C/min). El gas de arrastre es helio, la temperatura del inyector son 230 °C y la temperatura del detector 260 °C.
 - Espectrofotómetro UV/Vis empleado en la determinación del contenido en carotenoides totales en la yema de huevo.

Además se emplea material volumétrico de vidrio usual del laboratorio, separador de clara y yema y un tamiz o colador, con una luz de aproximadamente 2 mm. En las determinaciones se han empleado los métodos oficiales de análisis (AOAC, 2000). Los resultados se someten a un análisis de varianza, empleado el método LSD con un nivel de significación del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros de calidad externa. Las gallinas ISABrown criadas en jaulas convencionales, ponen huevos significativamente de mayor peso (figura 1). El sistema productivo convencional en las líneas comerciales es más efectivo a la hora de producir huevos de mayor calibre, debido principalmente a la selección y mejora genética realizada bajo estas condiciones productivas (Abrahamsson y Tauson, 1995), lo que justifica su inclusión en los modelos ecológicos, avalado también por la pirámide reproductiva existente en el sector.

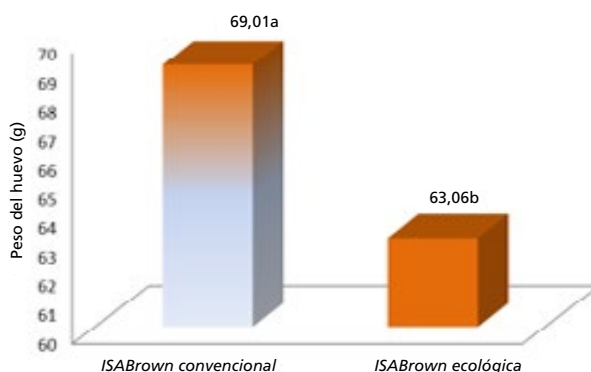


Figura 1. Peso promedio (g) del huevo entero y nivel de significación en función del sistema de producción.

El índice de forma (IF) es un parámetro importante desde el punto de vista de la comercialización porque el consumidor rechaza los huevos que no tienen la forma ovalada esperada y porque los huevos excesivamente alargados o redondos tienen más probabilidad de romperse, siendo un parámetro que permite evaluar la resistencia mecánica de la cáscara (Elibol y Brake, 2008). El índice de forma del huevo óptimo corresponde a valores entre 73 y 76, los huevos redondos tienen un valor de IF superior a 76 y los huevos alargados tienen valores de IF inferiores a 73. Las gallinas ISABrown criadas en jaulas convencionales, ponen huevos más redondos (IF=79,15), mientras que las ecológicas ponen huevos, que se ajustan más a la forma óptima (IF=75,88) (Cuadro 1). Los atributos de percepción sensorial, como la forma del huevo, pueden presentar aceptación variable en el tiempo por parte del consumidor, en función de diferentes factores. Las diferencias encontradas no afectan al consumo y entran dentro del rango de variabilidad que los consumidores aceptan para este parámetro.

El color de la cáscara, no es un parámetro intrínseco de calidad, pero sí de preferencia de consumo y depende sobretudo de la estirpe de la gallina y en este sentido, la intensidad del color obedece principalmente a factores genéticos (Mertens *et al.*, 2010). No existen diferencias estadísticamente significativas ($p=0,279$) en los valores del color de la cáscara (Cuadro 1), evidenciando que la intensidad de la coloración de la cáscara es una cuestión de tipo genético y que cuando se trata del mismo tipo de gallina no se encuentran diferencias significativas en el valor del color de las cáscaras del huevo.

La calidad de la cáscara del huevo se evalúa mediante la interpretación de tres parámetros principales; índice de deposición de la cáscara (IDC), espesor de la cáscara (EC), y porcentaje de peso de la cáscara en relación al huevo entero (PC). De Boer y Cornelissen (2002) en un estudio donde evalúa indicadores de sostenibilidad de los huevos obtenidos de sistemas de producción convencionales frente a otros respetuosos con criterios de bienestar animal (sin especificar ecológico) concluyen que los huevos producidos en sistemas de jaulas presentan cáscaras menos resistentes, debido al desarrollo de un metabolismo mineral deficiente en las gallinas, que se traduce en un mayor número de huevos fisurados. Se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p=0,8990$) en los valores del índice de deposición de la cáscara (Cuadro 1).

En cambio, el sistema de producción influye significativamente ($p=0,0000$) en los valores del porcentaje de cáscara obtenidos exclusivamente para los huevos de gallinas ISABrown, siendo los huevos producidos en condiciones ecológicas los que tienen porcentajes de cáscara superiores (10,81%) a los de las gallinas criadas en jaulas de forma convencional (9,55%) y los huevos de producción ecológica presentan, aproximadamente, un 9% más de espesor de la cáscara (Cuadro 1).

Parámetro	Sistema productivo	Número de casos	Valor promedio y error estándar	Valor P
Índice de forma	Media global	292	77,52	0,000
	Convencional	37	79,15±0,80	
	Ecológico	255	75,88±1,40	
Índice de color de la cáscara	Media global	235	8,04	0,279
	Convencional	37	7,69±0,59	
	Ecológico	198	8,39±0,26	
Índice de deposición de la cáscara	Media global	181	8,36	0,899
	Convencional	37	8,36±0,12	
	Ecológico	144	8,35±0,06	
Porcentaje de cáscara (%)	Media global	181	10,18	0,000
	Convencional	37	9,55±0,19	
	Ecológico	141	10,81±0,09	
Espesor de la cáscara (mm)	Media global	181	0,324	0,0275
	Convencional	37	0,309±0,012	
	Ecológico	141	0,339±0,006	

Cuadro 1. Resultados de parámetros de calidad externa en función del sistema de producción.

Parámetros de calidad interna. La calidad del albumen se evalúa a través de tres parámetros de calidad interna, como son las unidades Haugh (UH), el índice de albumen denso (IAD) y el porcentaje de albumen denso (PAD), teniendo en cuenta la relación con el contenido en humedad y el porcentaje de proteínas, ya que la composición del albumen determina su consistencia y su forma. Además se tiene en cuenta el porcentaje de albumen total (AT) que es el obtenido mediante la diferencia del peso total y la resta del peso de la cáscara y de la yema. En todos los huevos analizados la clara es transparente y no se aprecian olores extraños en la misma.

Las líneas genéticas de gallinas comerciales en los sistemas productivos ecológicos, son más eficientes en la síntesis de albumen de alta calidad generando valores más altos de UH (figura 2), IAD y PAD (Cuadro 2). Las gallinas ISABrown de producción ecológica producen huevos con un 23% más de índice de albumen denso, lo que se traduce en un albumen con una altura superior al diámetro y por tanto con una consistencia mayor. Los huevos de producción ecológica presentan mayor calidad de albumen, con diferencias estadísticamente significativas, en concordancia con lo observado por Raigón *et al.* (2002).

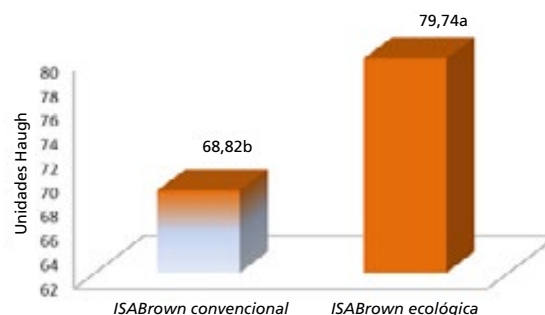


Figura 2. Unidades Haugh de la clara del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

En el estudio de Rizzi *et al.* (2006) las UH de los huevos de gallinas en jaulas de producción convencional son superiores incluso si se alimenta a las gallinas con pienso ecológico, por lo que parece que existe una relación más vinculante entre el alojamiento y este índice de calidad del albúmen, que por el tipo de alimentación de las gallinas. Hidalgo *et al.* (2008) en un trabajo realizado en huevos comercializados encontró que los huevos producidos en gallinas en jaulas tenían UH estadísticamente superiores ($p < 0,01$) (69,2) respecto a los huevos de producción ecológica (61), siendo la causa más probable de estos resultados, el tiempo transcurrido en la distribución de los huevos ecológicos, de manera que los huevos no estaban tan frescos.

En el presente trabajo, todos los huevos presentan el mismo tiempo de distribución y frescura, ya que antes de los cuatro días desde la puesta en origen, los huevos fueron analizados, por lo que el grado de frescura puede considerarse muy alto y homogéneo. De hecho, el análisis rápido después de la puesta puede explicar los altos valores y que las UH sean claramente superiores a los obtenidos por Hidalgo *et al.* (2008).

Por su parte, los huevos de producción convencional producen huevos con un 0,55% más de albúmen total que los huevos de producción ecológica de la misma línea de gallina, aunque las diferencias encontradas no son estadísticamente significativas.

Los parámetros de calidad interna relacionados con la calidad de la yema del huevo son el índice de forma de la yema (IFY), el porcentaje de yema (PY), el índice de color de la yema (ICY) y la escala de color Roche. Si el valor de IFY > 65 , se interpreta que los huevos son de una excelente calidad de la yema, se considera un huevo de buena calidad, si los valores de IFY se encuentran entre 65–35 y se consideran huevos de mala calidad cuando IFY < 35 (Peris, 2000). Las diferencias en los valores del IFY pueden deberse al tiempo transcurrido desde el momento de puesta del huevo o frescura y a la edad de la gallina, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en el índice de forma de la yema para los huevos de las gallinas del tipo ISABrown, en función del sistema.

Los consumidores asocian un color de la yema que varíe del amarillo dorado al naranja con una buena calidad total del huevo (Wall *et al.*, 2010). En este sentido también existen preferencias por grupos de población y zonas geográficas, así los consumidores norteamericanos prefieren yemas con una puntuación entre 7 y 10 en la escala Roche, mientras que en Europa y Asia los huevos más aceptados son aquellos con yemas con colores más intensos con una puntuación entre 10 y 14 en la misma escala colorimétrica (Galobart *et al.*, 2004).

El color de la yema del huevo depende principalmente del aporte de xantofilas a través de la dieta de las gallinas, ya sean naturales, como las presentes en el maíz, que son xantofilas amarillas y rojas, o bien xantofilas artificiales como la cantaxantina, que es una xantofila roja de síntesis cuya concentración máxima en el pienso no puede sobrepasar los 8 mg/kg (Directiva 2003/7/CE) debido a que los suplementos de β -carotenos pueden provocar problemas de salud (Mares-Perlman, 1999). El color de la yema se evalúa a través de dos parámetros, el índice de color medido con el colorímetro y el valor de Roche asignado por la escala colorimétrica mediante comparación. En el presente estudio bajo el sistema de producción convencional se generan huevos con un color de yema más intenso, estadísticamente superiores a los que presentan los huevos de las gallinas de producción ecológica. Los huevos convencionales tienen yemas un 11% más pigmentadas.

Respecto al porcentaje de yema no se han encontrado diferencias significativas entre los huevos producidos en el sistema convencional y en el ecológico (Cuadro 2).

Parámetros de calidad nutricional. De los resultados de calidad nutricional se deduce que las gallinas ISABrown, en el sistema convencional producen yemas con mayor contenido en proteína (figura 3) debido a la suplementación con pigmentos artificiales y con aminoácidos a través de la dieta que en la práctica ecológica no están autorizados.

Los valores del porcentaje en proteína de los huevos convencionales frente a los ecológicos no coinciden con los descritos en la bibliografía, excepto en el estudio de García Trujillo *et al.* (2007) en el que el porcentaje de proteína de los huevos ecológicos es menor (8,4%), el resto de estudios refieren un contenido proteico en los

huevos ecológicos superior al de los convencionales, así Raigón *et al.* (2002) describen un 11,22% de proteína en los huevos criados en jaula frente al 11,52% de los ecológicos, Hidalgo *et al.* (2008) determinaron un nivel medio de proteína igual a 12,1% en los huevos convencionales y de 12,5% en los huevos ecológicos y Minelli *et al.* (2007) hallaron que los huevos convencionales aportaban 16,7% de proteína frente al 17,1% de los huevos ecológicos. Quiral *et al.* (2009) encuentran que el contenido en proteínas totales de la fracción comestible del huevo orgánico es de 12,9% frente al 12,4% de los huevos intensivos. Las divergencias encontradas se deben principalmente a las diferencias en los niveles de proteína en la dieta, las gallinas estudiadas en la presente tesis consumieron niveles diferentes de proteína siendo menor el aportado en las gallinas ecológicas.

Parámetro	Sistema productivo	Número de casos	Valor promedio y error estándar	Valor P
Índice de albumen denso	Media global	178	0,26	0,000
	Convencional	36	0,21±0,03	
	Ecológico	142	0,32±0,13	
Porcentaje de albumen denso	Media global	176	58,45	0,000
	Convencional	36	57,35±0,72	
	Ecológico	140	59,55±0,36	
Porcentaje de albumen total	Media global	179	65,74	0,700
	Convencional	37	65,92±0,82	
	Ecológico	142	65,56±0,42	
Índice de forma de la yema	Media global	175	24,99	0,240
	Convencional	36	25,21±0,34	
	Ecológico	139	24,76±0,17	
Índice de color de yema	Media global	233	2,12	0,000
	Convencional	36	2,84±0,31	
	Ecológico	197	1,39±0,13	
Color de yema (escala Roche)	Media global	212	10,97	0,000
	Convencional	36	12,19±0,35	
	Ecológico	176	9,74±0,16	
Porcentaje de yema (%)	Media global	175	24,99	0,240
	Convencional	36	25,21±0,34	
	Ecológico	139	24,76±0,17	

Cuadro 2. Resultados de parámetros de calidad interna en función del sistema de producción.

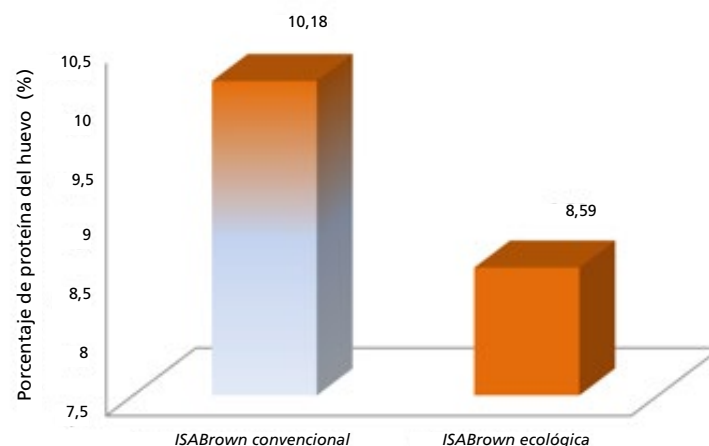


Figura 3. Contenido en proteína (%) del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

Las gallinas de producción ecológica producen huevos con menor contenido en humedad, y por tanto de mayor materia seca, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas (Cuadro 3).

En el presente estudio se observa que las gallinas de producción ecológica de la línea ISABrown, realizan puestas con huevos de mayor nivel mineral (Cuadro 3). El contenido en minerales del huevo va a depender de la dieta de las gallinas por lo que las diferencias encontradas se deben a que las gallinas ecológicas ingieren un mayor contenido en minerales ya sea a través del pienso o de las pequeñas piedras o tierra de los patios exteriores. Se ha evaluado el contenido total de minerales en la fracción del huevo, pero de forma individual, los elementos minerales que más influyen en la composición del huevo son el hierro, fósforo, zinc, sodio, selenio, magnesio y calcio. Según reportan Giannenas *et al.* (2008), los huevos ecológicos tienen mayor contenido en selenio y cromo y menor contenido en zinc. En general una ración de 100 g de huevo aporta el 10% de los minerales necesarios para una alimentación correcta (Instituto del huevo, 2009), sin embargo, este aporte puede ser perjudicial si los minerales son una fuente de ingesta de metales pesados tóxicos, cuando las gallinas comen en zonas contaminadas o los piensos provienen de estas zonas (Pappas, 2006).

Respecto a los niveles de carotenoides en la yema, las gallinas de producción convencional producen huevos con yemas con un 18% más de carotenoides respecto al valor global, siendo estas diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 3). Es importante destacar que las concentraciones elevadas de carotenoides en las yemas convencionales es el resultado de la suplementación con cantaxantina en el pienso. En la formulación del pienso ecológico está prohibida la suplementación con pigmentos artificiales, sin embargo, se pueden emplear colorantes naturales como la flor del Marigold que es rica en xantofilas o el pimentón de producción ecológica. Los carotenoides son hidrocarburos liposolubles altamente insaturados derivados del poliisopreno. Existen más de 75 carotenoides en las grasas animales y vegetales. Los carotenoides más frecuentes son los carotenos α , β y γ . Los carotenoides como la licopina, la luteína y las xantofilas, dan el color amarillo a rojo intenso a las frutas, hortalizas, cereales, aceite de palma bruto y a la yema del huevo. En estudios consultados sobre el nivel de carotenoides en el huevo el nivel de zeaxantina y luteína se sitúa en torno a los 505 $\mu\text{g/g}$ de yema (Handelman *et al.*, 1999).

En relación al contenido de lípidos del huevo, se observa que las gallinas ecológicas producen huevos con una menor proporción en grasa, siendo las diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 3). La casi totalidad del contenido en grasa o lípidos del huevo se encuentra en la yema en forma de lipoproteínas (asociados con vitelina y vitelenina). La yema, en promedio, contiene un 63% de lípidos sobre materia seca, de los cuales casi un 30% son fosfolípidos (Grobos y Mateos, 1996). El aporte de grasa total del huevo depende del contenido en lípidos de la dieta. Así, el mayor contenido en grasa de los huevos convencionales se debe a que el pienso convencional tiene mayor contenido lipídico que la dieta ecológica. Los niveles de grasa en el huevo encontrados en bibliografía es muy variante, fluctuando entre el 5% hasta valores del 12% (Grosvenor y Smolin, 2002; Castelló *et al.*, 2010). En los estudios comparativos, Hidalgo *et al.* (2008) describen concentraciones de grasa de 9,5% para los huevos de gallinas convencionales frente al 10,1% de los huevos de gallinas de producción ecológica, en contraposición con los resultados de Raigón *et al.* (2002) que encontraron niveles de grasa en los huevos convencionales del 9,27%, frente al 8,55% de los huevos de producción ecológica. Por otra parte, Quitral *et al.* (2009) concluyen que los huevos de producción ecológica contienen un 12,30% de grasa frente al 12,0% de los huevos convencionales. Con estas aportaciones se pone de manifiesto la alta variabilidad de los contenidos en lípidos de los huevos, tanto en su conjunto como en la comparación de los sistemas productivos.

En un estudio dónde se analiza el contenido nutricional del pienso y de la hierba a la que tienen acceso las gallinas ecológicas (Castellini *et al.*, 2006), se demuestra que la hierba tiene menor contenido en proteína y grasa, y mayor contenido en cenizas. En el supuesto de que las gallinas ecológicas del presente trabajo hubiesen tenido un alto nivel de ingesta de hierba, se corroboran los resultados obtenidos en los tres macronutrientes de calidad nutricional.

Se observa que la fracción de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) es estadísticamente superior para el caso de los huevos de producción ecológica, mientras que las fracciones de ácidos grasos saturados (AGS) y monoinsaturados (AGM) son estadísticamente superiores en los huevos de gallinas ISABrown de producción convencional (Cuadro 3). Los huevos de producción ecológica presentan por tanto un perfil lipídico más saludable que los huevos convencionales. El perfil de ácidos grasos del huevo depende de la composición de

ácidos grasos del pienso (Galea, 2011). Para evaluar la calidad de la grasa se calculan los ratios (AGPI/AGS) y [(AGM+AGPI)/AGS] que deben presentar valores superiores a 0,5 y a 2, respectivamente, para cumplir con los objetivos nutricionales (Pérez-Llamas *et al.*, 2012). Para el caso de los huevos ecológicos los valores de los ratios son 0,65 y 2,15, para el caso de los huevos de gallinas ISABrown convencionales el AGP/AGS=0,47 y (AGP+AGM)/AGS=2,16. Se pone de manifiesto que la grasa de los dos tipos de huevo son de calidad, aunque ligeramente superior en el caso de los huevos de producción ecológica.

Parámetro	Sistema productivo	Número de casos	Valor promedio y error estándar	Valor P
Humedad (%)	Media global	154	75,18	0,460
	Convencional	24	76,03±2,12	
	Ecológico	130	74,32±0,91	
Contenido mineral total o cenizas (%)	Media global	100	0,98	0,409
	Convencional	12	0,94±0,08	
	Ecológico	88	1,02±0,03	
Carotenoides en la yema (µg/g)	Media global	43	3319	0,033
	Convencional	12	3912±457	
	Ecológico	31	2727±285	
Contenido en grasa (%)	Media global	77	7,55	0,000
	Convencional	12	8,83±0,58	
	Ecológico	65	6,27±0,25	
AGS (%)	Media global	41	30,81	0,174
	Convencional	12	31,56±0,91	
	Ecológico	29	30,10±0,59	
AGM (%)	Media global	41	49,27	0,001
	Convencional	12	53,11±1,70	
	Ecológico	29	45,44±1,09	
AGPI (%)	Media global	41	17,25	0,048
	Convencional	12	15,02±1,82	
	Ecológico	29	19,48±1,18	

Cuadro 3. Resultados de parámetros de calidad nutricional en función del sistema de producción.

CONCLUSIONES

La adaptación de la línea de gallina ISABrown a la producción ecológica precisa de mejoras, ya que da lugar a huevos de bajo calibre, redondeados, con menor contenido en proteína y grasa, aunque con óptimos valores en los parámetros de la calidad de la cáscara, calidad del albumen. El color de la yema del huevo y la fracción de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados es altamente modificable a través de los aportes de la dieta de las gallinas. Los huevos ecológicos se caracterizan por tener yemas de colores amarillentos y con una mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados, siendo la calidad de la grasa de los huevos ecológicos de mayor calidad que los convencionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrahamsson P., Tauson R. 1995. Aviary systems and conventional cages for laying hens: Effects on production, egg quality, health and bird location in three hybrids. *Acta Agriculturae Scandinavica A-Animal Sciences*, 45(3): 191-203.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). 2000. Official methods of analysis of AOAC international. Editor, Dr William Horwitz. 17ª edición. Publicado por AOAC internacional. Gaithersburg, Maryland USA.
- Castellini C., Perella F., Mugnai C., Dal Bosco A. 2006. Welfare, productivity and qualitative traits of egg in laying hens reared under different rearing systems. XII European Poultry Conference, Verona, 10-14 September.
- Castelló JA., Barragán JI., Borroeta AC., Calvet S. 2010. Producción de huevos. Real Escuela de Avicultura. Barcelona. 575 pp.

- De Boer I., Cornelissen A. 2002. A Method Using Sustainability Indicators to Compare Conventional and Animal-Friendly Egg Production Systems. *Poultry Science* 81: 173-181.
- EFSA. European Food Safety Authority. 2010. Quantitative risk assessment of Salmonella Enteritidis in shell eggs in Europe. *EFSA Journal*; 8(4): 1588.
- Elibol O. Brake J. 2008. Effect of egg position during three and fourteen days of storage and turning frequency during subsequent incubation on hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry Science*, 87(6): 1237-1241.
- Galea F. 2011. Nutrition and food management and their influence on egg quality. XLVIII Simposio científico de Avicultura, Santiago de Compostela. 5 al 7 de octubre de 2011.
- Galobart J., Salas R., Rincón-Carruyo XE., Manzanilla G., Vila B., Gasa J. 2004. Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmenting sources. *J. Appl. Poult. Res.*, 13 (2): 328-334.
- García Trujillo R., Berrocal J., Moreno L., Ferrón G. 2007. Características y potencialidades de la avicultura ecológica de puesta en Andalucía. Disponible en: www.agroecologia.net
- Giannenas I., Nisianakis P., Gavriil A., Kontopidis G., Kyriazakis I. 2009. Trace mineral content of conventional, organic and courtyard eggs analysed by inductively coupled plasma mass spectrometry. *Food Chemistry*, 114: 706-711.
- Grobas S., Mateos GG. 1996. Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. XII Curso de especialización FEDNA. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. Madrid, España: 219-244.
- Grosvenor MB., Smolin LA. 2002. Nutrition from Science to life. University of Connecticut. Ed. Hardcourt. Orlando. Florida. 725 pp.
- Handelman GJ., Nightingale ZD., Lichtenstein AH., Schaefer EJ., Blumberg JB. 1999. Lutein and zeaxanthin concentrations in plasma after dietary supplementation with egg yolk. *The American journal of clinical nutrition*, 70(2): 247-251.
- Hidalgo A., Rossi M., Clerici F., Ratti S. 2008. A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food Chemistry*, 106: 1031-1038.
- Magrama 2013. Base de datos de consumo en hogares. Disponible en:
- <http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/panel-de-consumo-alimentario/base-de-datos-de-consumo-en-hogares/resultado1.asp>
- Mares-Perlman JA. 1999. Too soon for lutein supplements. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70: 431-432.
- Mertens K., Bain M., Perianu C., De Baerdemaeker J., De Decuyper E., Ketelaere B. 2010. Qualité physico-chimique de l'oeuf de table. In: Nau F, Guérin-Dubiard C, Baron F (Ed.), L'oeuf et les ovoproduits - Science et technologie Tome I Production et qualité de l'oeuf. Lavoisier, Editions Tec & Doc.
- Minelli G., Sirri F., Folegatti E., Meluzzi A., Franchini A. 2007. Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. *Italian Journal Animal Science*, 6 (1): 728-730.
- Pappas AC., Karadas F., Surai PF., Wood NA., Cassey P., Bortolotti GR., Speake BK. 2006. Interspecies variation in yolk selenium concentrations among eggs of free-living birds: The effect of phylogeny. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 20(3): 155-160.
- Pérez-Llamas F, Martínez C, Carbajal A, Zamora S. 2012. Concepto de dieta prudente. Dieta Mediterránea. Ingestas recomendadas. Objetivos nutricionales. Guías alimentarias. En: Carvajal A, Martínez C (eds.). Manual Práctico de Nutrición y Salud. Alimentación para la prevención y el manejo de enfermedades prevalentes. Madrid: Exlibris Ediciones, 65-81.
- Quitral V., Donoso ML., Acevedo N. 2009. Comparación físico-química y sensorial de huevos de campo, orgánicos y comerciales. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 10 (2): 10 pp.
- Raigón MD., García Martínez MD., Esteve P. 2002. Valoración de la calidad del huevo de granja ecológica e intensiva. Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Gijón (España), 1323-1332.
- Reglamento (CE) número 589/2008 de la Comisión de 23 de junio de 2008 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 1234/2007 del Consejo en lo que atañe a las normas de comercialización de los huevos.
- Rizzi L., Simioli M., Martelli G., Paganelli R., Sardi L. 2006. Effects of organic farming on egg quality and welfare of laying hens. *Proceedings of XII European Poultry Conference. Verona-Italy. Verona, 10-14 September.* 165 pp.
- Wall H., Jonsson L., Johansson L. 2010. Effects on egg quality traits of genotype and diets with mussel meal or wheat-distillers dried grains soluble. *Poultry Science*, 89: 745-751.

EVALUACIÓN DE COMPUESTOS AROMÁTICOS EN CERVEZAS DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA Y CONVENCIONAL

Zambrano T*, Moreno E** , Rodríguez-Burruezo A** , Picazos P*** , Raigón MD*

*Dpto. Química. Universitat Politècnica de València (UPV)- ETSIAMN. Cami de Vera, s/n. E- 46022 Valencia; tmarcelo_5@hotmail.com; mdraigon@qim.upv.es

**Centro Conservación y Mejora Agrobiología Valenciana, Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Cami de Vera, s/n, E-46022 Valencia; esmope1@upvnet.upv.es; adrodbur@upvnet.upv.es

***Biocop. Productos Biológicos SA. Puigmal, 3. E-08185 Lliçà de Vall (Barna); polpicazos@biocop.es

RESUMEN:

Los compuestos aromáticos son de mucha importancia en la cerveza, ya que contribuyen de manera importante a la calidad del producto final. Un gran número de compuestos volátiles, que pertenecen a familias muy heterogéneas tales como alcoholes, ésteres, ácidos orgánicos, aldehídos, cetonas, terpenos, aminas, etc., se han identificado en la cerveza, y las diferentes sustancias puede influir en la calidad, aroma y sabor de la cerveza, en un grado muy diferente. Algunas sustancias volátiles son importantes en la construcción del sabor de fondo del producto. El principal objetivo de este trabajo es evaluar los componentes aromáticos de 12 tipos de cerveza y compararlos con la valoración sensorial en olor y sabor. Los tipos de cerveza evaluados fueron de tipo "Weizen", "Stout seca" y "Pilsner", correspondientes a tres categorías productivas: ecológicas, y convencionales de alta y baja gama, procedentes del mercado. La técnica empleada en la determinación de compuestos aromáticos es la cromatografía de gases, espacio de cabeza y microextracción en fase sólida. Existen cinco componentes aromáticos mayoritarios como el etil octanoato, principalmente identificado en la cerveza ecológica tipo Pilsner, etil decanoato, fenil-etil alcohol, 1-pentanol y 4-vinyl-guayacol. Se realizó un análisis sensorial y las cervezas ecológicas fueron las mejor valoradas en cuanto al olor y el sabor varía en función del tipo de cerveza.

Palabras-clave: cromatografía de gases, microextracción de fase sólida, Pilsner, Stout seca, Weizen.

INTRODUCCIÓN

La cerveza es una bebida alcohólica, no destilada, de sabor amargo, que se fabrica con granos de cebada germinados u otros cereales cuyo almidón se fermenta en agua con levadura (básicamente *Saccharomyces cerevisiae* o *Saccharomyces pastorianus*) y se aromatiza a menudo con lúpulo, entre otras plantas (Bamforth, 2000).

De la cerveza se conocen múltiples variantes con una amplia gama de matices debidos a las diferentes formas de elaboración y a los ingredientes utilizados. Generalmente presenta un color ámbar con tonos que van del amarillo oro al negro pasando por los marrones rojizos. Se la considera bebida gaseosa porque contiene CO₂ disuelto hasta la saturación, algo que se manifiesta en forma de burbujas a la presión ambiental y suele estar coronada de una espuma más o menos persistente. Su aspecto puede ser cristalino o turbio. Su graduación alcohólica puede alcanzar hasta cerca de los 30% vol., aunque principalmente se encuentra entre los 3% y los 9% vol. (Logan *et al.*, 1999).

La cerveza es una bebida muy compleja formada por mezcla de componentes que varían ampliamente, atendiendo a su naturaleza y concentración. Las materias primas empleadas en la elaboración de la cerveza son agua, levadura, malta y lúpulo, como componentes básicos y contiene una amplia gama de diferentes componentes químicos que pueden reaccionar e interactuar en todas las etapas del proceso de elaboración de la cerveza (Da Silva *et al.*, 2008).

Se distinguen diferentes tipos de cerveza, entre los cuales destacan por su implicación en este trabajo:

Pilsner: Se conocen como Pilsner aquellas cervezas elaboradas con levaduras de fermentación baja o lagers. Este tipo de levaduras pertenece a la especie de *Saccharomyces calbergensis* que se caracterizan por su capacidad de fermentar a bajas temperaturas (7-12 °C). Posteriormente a la fermentación estas cervezas se

dejan madurar en frío, a una temperatura cercana a las 0 °C; de hecho la palabra lager significa "guarda" en alemán. Este tipo de cervezas se describen, en general, como cervezas de alto valor en el atributo del amargo, aportado por el carácter a lúpulo, y la presencia del sulfuro de dimetilo (DMS), respecto al sabor se caracterizan por bajo valor en dulzura y sabor afrutado (Meilgaard, 1982).

Weizen: Cervezas elaboradas con trigo, en base a cultivos puros de levadura. Son cervezas de fermentación alta con una mezcla de trigo y cebada en las que se emplean únicamente levaduras. El trigo, que puede ser crudo o malteado, proporciona a la cerveza un sabor a grano, sobre todo cuando se emplea crudo. Se elaboran a partir de un 40 a un 70% de trigo que, de acuerdo con la Ley de la Pureza Alemana o Reinheitsgebot de 1516, se maltea al igual que la cebada. Normalmente tienen una segunda fermentación en la botella y se suelen embotellar sin filtrar.

Stout Seca: Son cervezas muy oscuras, casi negras con un fuerte sabor a tostado o torrefacto. Esto es debido a que una gran proporción de las maltas que suelen emplear en su elaboración se tuestan hasta un grado semejante al de los granos de café. En su proceso de fabricación se utilizan levaduras propias de las cervezas tipo ale, que proporcionan un toque afrutado al sabor tostado de las maltas, es más alto el sabor a caramelo, pero también es alta en carácter a lúpulo, la amargura y acidez (Meilgaard, 1982).

El sabor es un atributo organoléptico importante de cualquier cerveza y su composición química es, obviamente, la responsable de ese sabor. El aroma es una parte significativa del sabor y existe un gran interés en el conocimiento de los compuestos orgánicos volátiles en la cerveza que afectan a su aroma, para poner en valor una mayor calidad diferenciada (Torres, 2007).

Los aceites esenciales son la fracción aromática que proporciona a la cerveza aroma y sabor, se encuentran en la cerveza en concentraciones que oscilan entre 0,2 y 0,5%. Contienen muchos compuestos que incluyen ésteres, mezclas de alcoholes, aldehídos, cetonas y ácidos, aunque el grupo más importante son los terpenos. El aroma es un tema muy complejo porque todos los compuestos aromáticos actúan en sinergia. Además, son sustancias muy volátiles y pocas moléculas sobreviven al proceso de elaboración siendo difícil que el 10% acabe en la cerveza acabada. El geraniol y el linalol (alcoholes superiores) aportan notas florales; el mirceno, el -pireno y el limoneno contribuyen con fruta y pino, hierbas y frutas cítricas, respectivamente.

Se han empleado varios métodos de concentración-extracción para el análisis de compuestos volátiles en cervezas, tales como la extracción líquido-líquido (Wei *et al.*, 2001), la extracción simultánea (Guido *et al.*, 2004, extracción en fase sólida de destilación (Goiris *et al.*, 2002), extracción supercrítica de fluidos, etc. La mayoría de estos métodos producen extractos con una composición de sabor que es representativa de la matriz líquida, pero no es la fase gaseosa. Para minimizar los impactos analíticos en la determinación de componentes aromáticos, se emplea una instrumentación especial acoplada al cromatógrafo de gases para atrapar los volátiles (técnica de espacio de cabeza y la microextracción en fase sólida, HS-SPME) (Scarлата y Ebele, 1999), que en una técnica simple, rápida, sensible y libre de disolvente de extracción que permite realizar la extracción y los pasos de concentración simultáneamente.

OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo es la determinación de compuestos volátiles en distintos tipos de cerveza según el método HS-SPME, y tipificar las cervezas atendiendo a la composición de sustancias aromáticas, y comparar la composición con la valoración sensorial en olor y sabor de las cervezas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los tipos de cerveza evaluadas se muestran en el cuadro 1. Cada uno de estos tipos de cervezas pertenecen a tres categorías comerciales: ecológicas, convencionales de alta gama, y convencionales de baja gama, expandidas en el mercado minorista, obteniendo en total 9 muestras de cerveza.

Cuadro 1. Tipos de cerveza estudiadas.

Tipo de cerveza	Tipo de producción		
	Ecológicas	Convencionales alta gama	Convencionales baja gama
Weizen (trigo)	A1	A2	A3
Stout (negra)	B1	B2	B3
Pilsner	C1	C2	C3

Las muestras se prepararon según la metodología descrita por Liu *et al.* (2005), con algunas modificaciones. Las muestras de cerveza se enfriaron a 4 °C para minimizar la pérdida de compuestos muy volátiles. En un vaso de precipitados se pesaron 5 g de la muestra homogeneizada y se añadieron 2 g de NaCl (para mantener los compuestos volátiles, evitando su pérdida y favoreciendo su detección), manteniendo en agitación mecánica y suave durante 2 minutos (la agitación manual de la muestra acelera el proceso de extracción). A continuación se vertió la muestra homogénea en un vial de vidrio de 5 mL con tapón rosca y septum para su inmediata inyección en el cromatógrafo de gases-masas. El análisis de las muestras se realizó por triplicado.

Para la metodología del espacio de cabeza y SPME se utilizó un conjunto de fibras de 65 µm PDMS/DVB, satbleflex, 23Ga (Supelco, Bellefonte, PA, USA). Los viales de muestra se equilibraron durante 20 min a 20 °C en un baño ultrasónico, seguido por la exposición de fibra para el espacio de cabeza de 30 min. Después, la mezcla se homogeneizó por agitación ultrasónica (30 min) a 20 °C (análisis controlado por termostato). Posteriormente, la aguja de acero inoxidable en el que se aloja la fibra se empuja a través del septo del vial, permitiendo que la fibra sea expuesta al espacio de cabeza de la muestra durante 20 min. La fibra se detuvo en la funda de la aguja y el dispositivo de SPME se retiró del vial y se insertó en el puerto de inyección del sistema de cromatografía de gases para la desorción térmica. Durante el proceso de inyección de la fibra se mantuvo durante 10 minutos, en el modo sin división.

Los análisis cromatográficos se realizaron utilizando un equipo de GC Agilent technologies 6890N Network, compuesto por un inyector splitless adecuado para el análisis de SPME y un detector de espectrofotometría de masas Agilent technologies 5973 inert mass selective detector.

Se utilizó helio como gas portador a un flujo constante de 1 µL/min. Los componentes se separaron en una columna J&W (HP-5MS) de Agilent de 30mx0,251mmx0,25µm y composición (5%-fenil)-metilpolisiloxano. El programa de temperatura del horno fue de 40 °C con un hold time de 1 minuto, rampa 1: hasta 200 °C con un ratio de 5 °C/min con un hold time de 1 minuto, rampa 2: hasta 250 °C con un ratio de 15 °C/min con un hold time de 3 minutos. La detección se realizó mediante espectrometría de masas en la corriente iónica total obtenida por impacto electrónico a 70 eV. Los constituyentes se identificaron mediante la comparación de los espectros experimentales con los del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, 2008), con base en la resolución de los picos, sus áreas se calcularon ya sea desde la corriente total de iones o estimados a partir de las integraciones realizadas en iones seleccionados. Las áreas de los picos resultantes se expresaron en unidades arbitrarias de área.

El análisis de las características organolépticas de los diferentes tipos de cerveza se realizó mediante el test de Weiss (1981). Consiste en una cata a ciegas, que analiza parámetros o características organolépticas como el olor y sabor, de una forma global y directa. Para la cata se ubicaron los diferentes tipos de cerveza en recipientes transparentes, debidamente identificados por códigos, donde los evaluadores procedieron a su valoración. El panel de evaluadores no entrenados estaba formado por personas de ambos sexos que se eligieron según edades comprendidas entre 18 y 55 años. Los evaluadores calificaron las dos características sobre la diagonal de una cuadrícula, desde desagradable hasta agradable. Posteriormente, los datos obtenidos sobre la cuadrícula se extrapolan a un rango de 0 a 10, donde 0 corresponde a totalmente desagradable y 10 corresponde a totalmente agradable para el catador. Los resultados finales se obtienen del promedio de las valoraciones para cada parámetro.

Los datos fueron sometidos a análisis de la varianza, utilizando el software estadístico Statgraphics® (V16.2.04). Los datos están expresados como media \pm error estándar. La bondad del ajuste respecto a los valores experimentales fue evaluado con ANOVA multifactorial, error estándar de estimación y la menor diferencia significativa del test de Fisher (F-test) y el p-valor derivado como se describe por Ott (1977). Los resultados se consideran significativos cuando $p \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 2 muestra los valores porcentuales de los componentes encontrados en las cervezas clasificado por familias químicas, encontrando que el mayor grupo de sustancias químicas se deben a otros compuestos (20%), esterres saturados (18,95%) y alcoholes (12,63%).

Cuadro 2. Fracciones (%) de las familias químicas presentes en las cervezas.

Familias químicas	Presencia (%)
Otros compuestos	20,00
Esteres saturados	18,95
Alcoholes	12,63
Sequiterpenos oxigenados	6,32
Monoterpenos	5,26
Ácidos carboxílicos	5,26
Alcanos	4,21
Otros ésteres	4,21
Sequiterpenos no oxigenados	4,21
Compuestos nitrogenados y de azufre	4,21
Compuestos No carotenoides	4,21
Aldehídos	4,21
Hidrocarburos aromáticos tipo ftalida	3,16
Cetonas y metilcetonas	2,11
Furanos	1,05

De las tres familias con mayor porcentaje, se obtuvo los componentes aromáticos más representativos detallados en el cuadro 3, como son el etil octanoato (eO) que se caracteriza por ser un aroma con descripción frutal (piña, manzana) y a brandi, etil decanoato (eD) que es un aroma con descripción afrutado y a cognac, estos ésteres son formados durante la síntesis de los ácidos grasos y por la pérdida de células de levadura; el fenil-etil alcohol (pA) es componente aromático con descripción floral y rosas, 1-pentanol (1-p) que en combinación con ácidos orgánicos (butanoico o acético) forman olores a albaricoque y a plátano, estos alcoholes son el principal producto de la fermentación por levaduras, y 4-vinylguayacol (1-v) con aromas a clavo de olor, fenol, este último, específico de la cerveza de trigo, formada durante la fermentación por el ácido ferúlico (también precursor de la vainillina). Existen ligeras diferencias entre los componentes y el tipo de elaboración, así el etil octanoato (eO) está mayormente identificado en la cerveza ecológica tipo Pilsner sin embargo según la desviación estándar esta diferencia no es significativa frente a los tipos de producción convencional alta gama y de baja gama. El etil decanoato (eD) se identifica mayoritariamente en la cerveza ecológica tipo trigo. El fenil-etil alcohol (pA), mayormente identificado en la cerveza ecológica tipo negra, sin embargo, según la desviación estándar esta diferencia no es significativa frente a los tipos de producción convencional de alta gama y de baja gama. El 1-pentanol (1-p), mayormente identificado en la cerveza convencional de alta gama tipo Pilsner, y el 4-vinylguayacol (1-v), mayormente identificado en la cerveza convencional de alta gama tipo trigo.

Cuadro 3. Valores medios de los compuestos mayoritarios por tipo de cerveza.

COMPUESTO	TIPO DE CERVEZA	TIPO DE PRODUCCIÓN		
		Ecológica	Convencional alta gama	Convencional baja gama
Etil octanoato (eO)	Trigo	5,36E ⁺⁰⁸ b	1,83E ⁺⁰⁸ a	8,9E ⁺⁰⁷ a
	Negra	2,03E ⁺⁰⁸ ab	6,22E ⁺⁰⁷ a	2,6E ⁺⁰⁸ b
	Pilsen	7,66E ⁺⁰⁸ a	1,9E ⁺⁰⁸ a	1,7E ⁺⁰⁸ a
Etil decanoato (eD)	Trigo	2,26E ⁺⁰⁸ c	1,17E ⁺⁰⁸ b	5,09E ⁺⁰⁷ a
	Negra	1,15E ⁺⁰⁸ c	2,85E ⁺⁰⁷ a	7,79E ⁺⁰⁷ b
	Pilsen	4,29E ⁺⁰⁷ b	4,34E ⁺⁰⁷ b	2,64E ⁺⁰⁷ a
Fenil etil alcohol (pA)	Trigo	7,36E ⁺⁰⁸ a	8,08E ⁺⁰⁸ a	7,68E ⁺⁰⁸ a
	Negra	8,21E ⁺⁰⁸ a	6,75E ⁺⁰⁸ a	8,12E ⁺⁰⁸ a
	Pilsen	6,9 E ⁺⁰⁸ a	6,43E ⁺⁰⁸ a	8,13E ⁺⁰⁸ a
1-Pentanol (1-p)	Trigo	1,39E ⁺⁰⁸ b	4,79E ⁺⁰⁷ a	3,89E ⁺⁰⁷ a
	Negra	1,28E ⁺⁰⁸ a	6,49E ⁺⁰⁷ a	1,195E ⁺⁰⁸ a
	Pilsen	4,95E ⁺⁰⁷ a	1,91E ⁺⁰⁸ b	9,07E ⁺⁰⁷ a
4-vinylguayacol (1-v)	Trigo	8,89E ⁺⁰⁷ a	1,25E ⁺⁰⁸ b	8,32E ⁺⁰⁷ a
	Negra	7,14E ⁺⁰⁶ a	4,54E ⁺⁰⁶ a	5,57E ⁺⁰⁶ a
	Pilsen	1,95E ⁺⁰⁷ b	6,48E ⁺⁰⁶ a	2,29E ⁺⁰⁷ b

a-c: superíndice diferente dentro de la misma fila indican diferencias significativas entre los distintos tipos de producción ($p < 0.05$).

En la figura 1 se muestran los valores comparativos de los valores promedios obtenidos usando la prueba de Fisher LSD con un intervalo de confianza correspondiente al 5% ($p < 0,05$), para evaluar el efecto de tipo de producción sobre los componentes mayoritarios.

Para el compuesto etil octanoato (eO), la mayor concentración se obtiene para las cervezas de producción ecológica, con diferencias estadísticamente significativas frente a las cervezas de producción convencional, tanto de gama alta, como baja; resultados similares se observan para el etil decanoato (eD), que muestra la mayor concentración en las cervezas ecológicas, con diferencias estadísticamente significativas respecto a las concentraciones encontradas en las cervezas convencionales de gama alta y baja. El fenil-etil alcohol (pA) presenta una mayor concentración en las cervezas de baja gama con diferencias estadísticamente significativas respecto a los valores de este compuesto en las cervezas de producción ecológicas y las convencionales de gama alta. Las concentraciones del 1-pentanol (1-p) no difieren estadísticamente en los contenidos encontrados para los grupos de cervezas, siendo este uno de los compuestos perteneciente a la familia de alcoholes más común detectado en el ensayo de cromatografía de gases. El componente 4-vinylguayacol (4-v), componente característico de aroma representativo de las cervezas de trigo, presenta las mayores concentraciones en las cervezas convencionales de gama alta, siendo sus contenidos estadísticamente significativos frente a los encontrados para el total de las cervezas ecológicas y de las convencionales de gama baja.

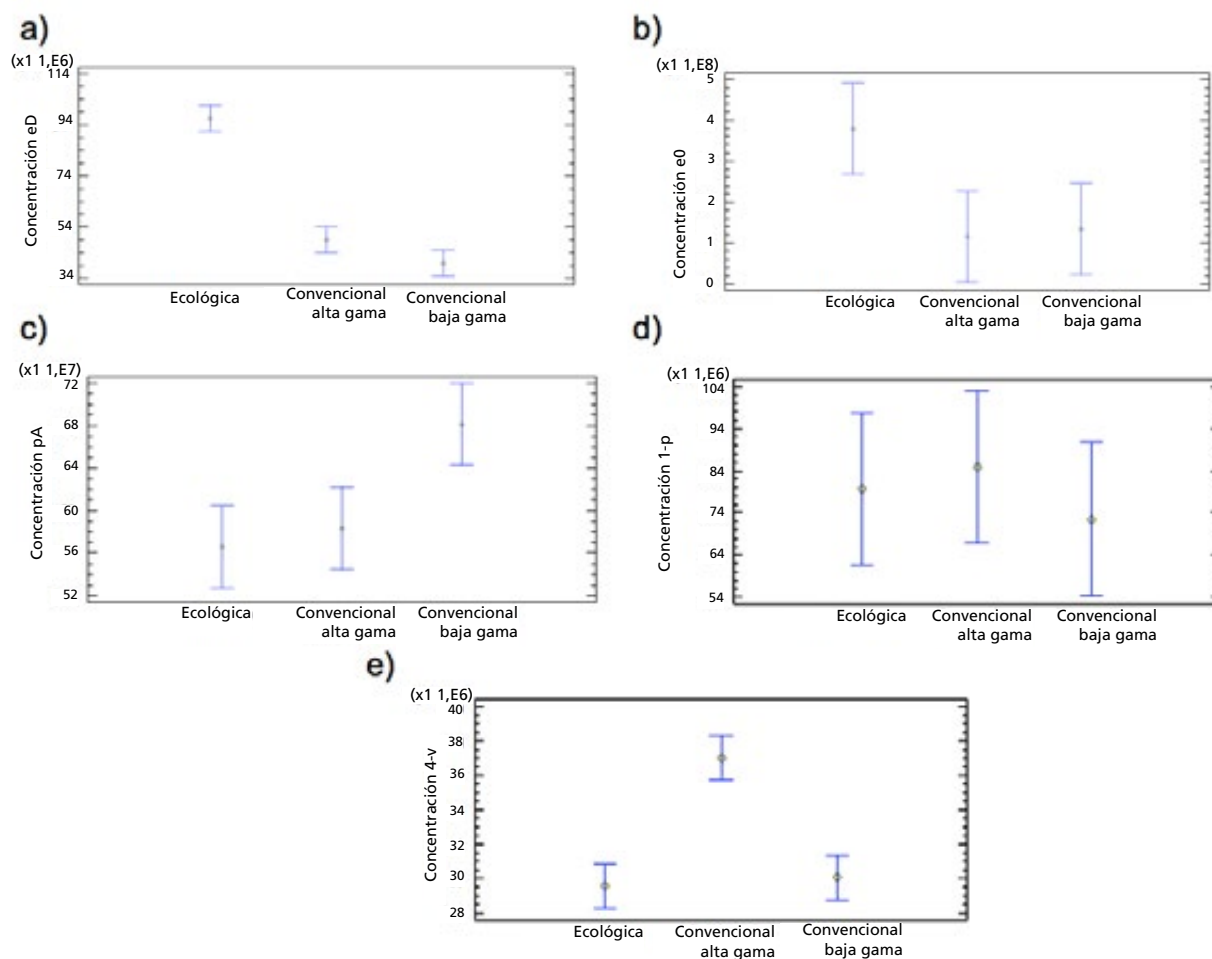


Figura 1. Concentraciones promedio e intervalos Fisher LSD según el tipo de producción (ecológica, convencional de alta y baja gama) y el contenido de los compuestos a) etil octaonato (eO), b) etil decaonato (eD), c) fenil etil alcohol (pA), d) 1-pentanol (1-p) y e) 4-vinylguayacol (4-v).

La figura 2 muestra los resultados de la valoración organoléptica del atributo "sabor", en función de los tipos de producción y tipo de cerveza evaluados en este trabajo. La figura 3 muestra los resultados estadísticos de este parámetro al aplicar la prueba estadística de Fisher LSD con un intervalo de confianza menor o igual al 5% ($p < 0,05$).

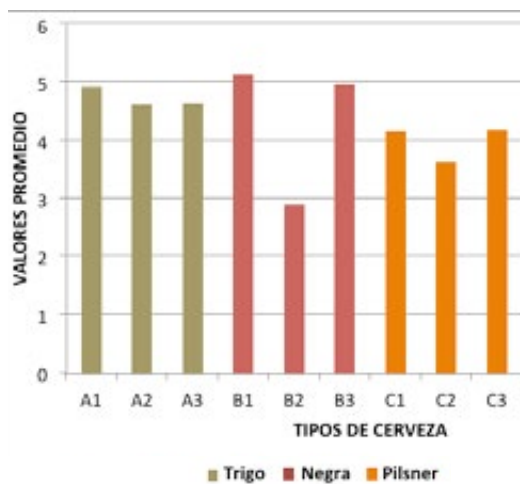


Figura 2. Resultados de la valoración organoléptica del sabor de los diferentes tipos de cerveza y tipo de producción.

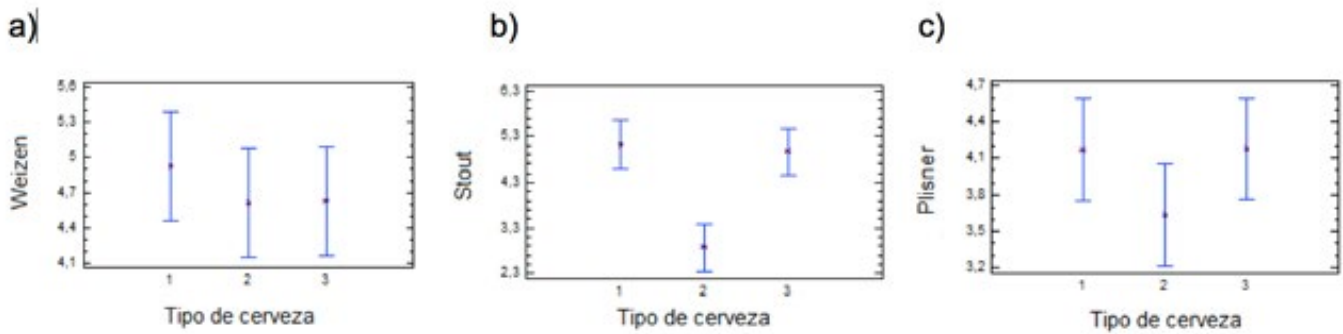


Figura 3. Valores medios e intervalos Fisher LSD para la valoración del sabor. a) Weizen b) Stout c) Pilsner. 1. Ecológica, 2. Convencional alta gama, 3. Convencional baja gama

Existen diferencias estadísticamente significativas para los valores promedio del sabor, para el caso de la cerveza stout (negra), donde las cervezas de alta gama fueron peor valoradas que las ecológicas y convencionales de baja gama. Para el resto de cervezas, el sabor de las ecológicas fue muy bien valorado, sin existir diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tipos de producción (ecológico y convencional).

La figura 4 muestra los resultados de la valoración organoléptica del atributo "olor", en función de los tipos de producción y tipo de cerveza evaluados en este trabajo. La figura 5 muestra los resultados estadísticos de este parámetro al aplicar la prueba estadística de Fisher LSD con un intervalo de confianza menor o igual al 5% ($p < 0,05$).

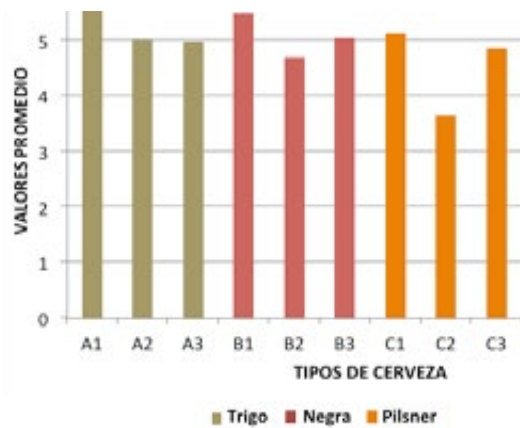


Figura 4. Resultados de la valoración organoléptica del olor de los diferentes tipos de cerveza y tipo de producción.

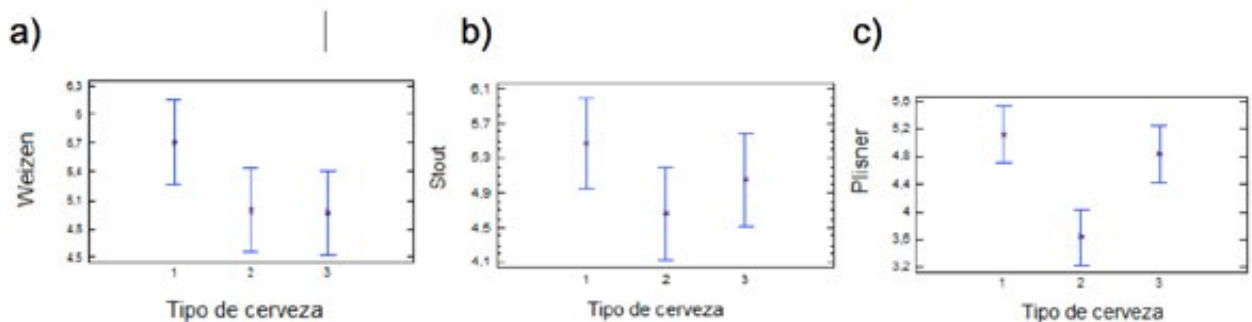


Figura 5. Valores medios e intervalos Fisher LSD para la valoración del olor. a) Weizen b) Stout c) Pilsner. 1. Ecológica, 2. Convencional alta gama, 3. Convencional baja gama

En general se observa que los catadores valoran mejor los olores procedentes de las cervezas ecológicas, ya que en los tres grupos se aprecian mayores valores. Existen diferencias estadísticamente significativas para el valor promedio del olor, en el caso de la cerveza tipo Pilsner, donde las valoraciones significativamente más bajas las obtiene las cervezas de producción convencional de alta gama, frente a las mejor valoradas (ecológicas y convencionales de baja gama). Para el resto de cervezas no se encuentran diferencias significativas, si bien, las valoraciones son mejores para las de producción ecológica.

En la figura 6 se muestran los resultados de las correlaciones entre los parámetros cromatográficos (compuestos aromáticos mayoritarios) y características organolépticas (olor y sabor) de las 9 muestras de cerveza analizadas. Se observa que la cerveza A1 (de trigo ecológica) tiene una relación positiva y significativa con el compuesto etil decanoato (eD) además de con los altos valores del olor y sabor evaluados organolépticamente, las cervezas A2 y A3 (trigos convencionales) tiene una mayor relación positiva con el compuesto 4-vinylguayacol (4-v). Por otro lado, la cerveza B1 (negra ecológica) tiene relación con los compuestos etil octanato (eO) y fenil etil alcohol. El resto de cervezas presenta relaciones leves o nulas con los componentes, mientras que el componente 1-pentanol (1-p), no muestra relaciones significativas con las diferentes cervezas evaluadas.

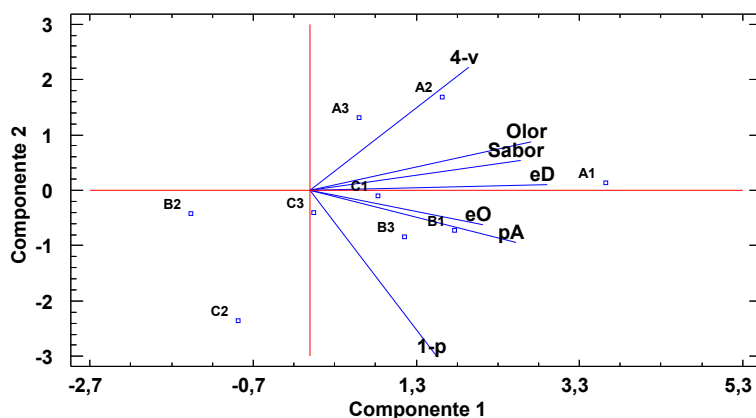


Figura 6. Correlación entre los parámetros cromatográficos y las características organolépticas con los 9 tipos de cerveza, mediante análisis de componentes principales.

CONCLUSIONES

Las cervezas ecológicas tipo Weizen (trigo), Stout (negra) y Pilsner (rubia) son las mejor valoradas organolépticamente en olor y sabor. Estos atributos se han relacionado con tres componentes aromáticos, el etil octanoato, el etil decanoato y el fenil etil alcohol, los dos primeros compuestos aportan a las cervezas aromas frutales a piña y manzana y a cognac, y el fenil-etil alcohol contribuye con tonos florales, principalmente a rosas. Las cervezas ecológicas tipo Weizen y Stout, y la convencional de baja gama Stout son las más relacionadas con estos componentes aromáticos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bamforth CW. 2000. Beer: an ancient yet modern biotechnology. *The Chemical Educator*, 5(3), 102-112.
- Da Silva G., Augusto F., Poppi R. 2008. Exploratory analysis of the volatile profile of beers by HS-SPME-GC. *Institute of Chemistry*, 130: 83-97.
- Goiris K., Ridder M., Rouck G., Boeykens A., Opstaele F., Aerts G., Cooman L., Keukeleire D. 2002. The Oxygenated Sesquiterpenoid Fraction of Hops in Relation to the Spicy Hop Character of Beer. *Journal of The Institute Of Brewing*, 108(1): 86-93.
- Guido LF., Carneiro JR., Santos JR., Almeida PJ., Rodrigues JA., Barros AA. 2004. Simultaneous determination of E-2-nonenal and β -damascenone in beer by reversed-phase liquid chromatography with UV detection. *Journal of Chromatography A*, 1032(1): 17-22.

- Liu M., Zeng Z., Xiong B. 2005. Preparation of novel solid-phase microextraction fibers by sol-gel technology for headspace solid-phase microextraction-gas chromatographic analysis of aroma compounds in beer. *Journal of Chromatography A*, 1065(2), 287-299.
- Logan BK., Case GA., Distefano S. 1999. Alcohol content of beer and malt beverages: forensic considerations. *Journal of Forensic Science*, 44(6): 1292-1295.
- Meilgaard M. 1982. Prediction of Flavor Differences between Beers from their Chemical Composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 30: 1009-1017.
- NIST Mass Spectral Search Program. NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library, Version 2.0. 2008. Standard Reference Data Program. National Institute of Standards and Technology. USA.
- Ott L. 1977. An introduction to statistical methods and data analysis. Duxbury Press, a Division of Wadsworth Publishing. Belmont, CA, 1-208.
- Scarlata C., Ebele, S. 1999. Headspace Solid-Phase Microextraction for the Analysis of Dimethyl Sulfide in Beer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 2505-2508.
- Torres M. 2007. Efecto de la cerveza frente al estrés oxidativo inducido por la adriamicina. Tesis Doctoral. Universitat de Valencia.
- Wei A., Mura K., Shibamoto T. 2001. Antioxidative Activity of Volatile Chemicals Extracted from Beer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 4097-4101.
- Weiss DS. 1981. The impossible dream of Fechner and Stevens. *Perception*, 10: 431-434.

CARACTERÍSTICAS DEL CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS DE LA CARNE DE TERNERA SEGÚN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN (CONVENCIONAL VS ECOLÓGICO) Y EL TIPO DE ALIMENTACIÓN

Palacios C*, Revilla I*, Sierra B**, García I*, Moraga E*

*Dpto. Construcción y Agronomía, F Ciencias Agrarias y Ambientales. Salamanca

** Granja ecológica Dehesa "La Serna". Ávila

RESUMEN:

Se ha estudiado las características del perfil de ácidos grasos de 6 piezas de carne de terneras avileñas con cruce limousine de 13 a 18 meses de edad, sacrificadas en febrero, criadas en régimen extensivo con sus madres hasta el destete (6 meses), cebadas posteriormente: 2 en régimen convencional (paja y pienso concentrado), 4 en régimen ecológico (paja, heno de prado natural, concentrados), 2 en régimen ecológico solo forraje (heno de prado y pasto a diente natural de verano hasta invierno). Las piezas ecológicas de pasto obtuvieron mayores cantidades de Ac. Linoleico ($p<0,05$), Ac. Araquidónico ($p<0,01$), Ac. Eicosapentaenoico ($p<0,05$), contenido de Acidos Grasos Poliinsaturados PUFA ($p<0,05$), menores cantidades de Ac. Heptadecanoico ($p<0,05$), Ac. Oleico ($p<0,05$) y contenido de Acidos Grasos Monoinsaturados ($p<0,05$). Las piezas ecológicas de grano presentan un perfil de ácidos grasos con menor porcentaje de PUFA ($p<0,05$) y mayor de MUFA ($p<0,05$) que el resto de las muestras, contiene menor contenido de Ac. Eicosapentaenoico ($p<0,05$) y Ac. Araquidónico ($p<0,01$), pero presenta mayor contenido de Ac. Oleico ($p<0,05$). En el presente estudio las piezas con un perfil más saludable son las criadas en un sistema ecológico y con una alimentación solo de forraje.

Palabras clave: calidad carne, ecológico, pasto, ternera.

CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA CARNE DE TERNERA SEGÚN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN (CONVENCIONAL VS ECOLÓGICO), EL TIPO DE ALIMENTACIÓN Y LOS DÍAS DE MADURACIÓN

Palacios C*, Revilla I*, Sierra B**, García I*, Moraga E*

*Depto. Construcción y Agronomía, F Ciencias Agrarias y Ambientales. Salamanca.

**Granja ecológica Dehesa "La Serna". Ávila.

RESUMEN:

Se ha estudiado las características sensoriales evaluadas por un panel de cata de 12 piezas de carne de terneras avileñas con cruce limousine de 13 a 18 meses de edad, sacrificadas en febrero, criadas en régimen extensivo con sus madres hasta el destete (6 meses), cebadas posteriormente: 4 en régimen convencional (paja y pienso concentrado), 4 en régimen ecológico (paja, heno de prado natural, concentrados), 4 en régimen ecológico solo forraje (heno de prado natural, pasto a diente de verano hasta invierno), maduras la mitad a los 7 días de sacrificio y el resto a 14 días. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas solo en las piezas maduras a 7 días. En la calidad del olor y dureza ($p < 0,01$ y $p < 0,05$) las piezas con mayores valores fueron las convencionales. Las piezas más jugosas fueron las ecológicas ($p < 0,05$). Las piezas ecológicas de pasto presentaron mayor residuo tras la masticación con mucha diferencia al resto ($p < 0,001$) y menor la intensidad del sabor ($p < 0,05$). En conclusión las piezas ecológicas presentaron mejores valores sensoriales que las convencionales y las ecológicas de pasto menor intensidad de sabor. No se encontraron diferencias en los parámetros estudiados con maduraciones mayores.

Palabras clave: calidad carne, ecológico, pasto, ternera.

INTRODUCCIÓN

La calidad sensorial es el conjunto de características que se perciben por los sentidos, y por lo tanto influyen sobre la satisfacción sensorial del consumidor ó catador. Para la carne las principales características son el color al momento de comprarla junto con la dureza, jugosidad y flavor al momento de consumirla. De todas ellas, la dureza es la más importante para la mayoría de los consumidores siendo deseables carnes tiernas y jugosas. Hay multitud de factores que afectarán a las propiedades de la canal y por lo tanto en las características finales de la carne. Según Hernández Bautista (2013) tanto los factores ante-mortem (antes del sacrificio: raza, edad, sexo, genotipo, alimentación) como los post-mortem (tras el sacrificio: enfriamiento, estimulación eléctrica, maduración) determinarán las propiedades organolépticas, microbiológicas y físico-químicas de la carne final que determinarán así la calidad total de la carne. De entre los factores ante-mortem la edad y la alimentación son los que más influyen en las características sensoriales de manera que la carne de animales más jóvenes es más tierna, clara y jugosa y con menor sabor debido a su menor engrasamiento (Depetris, 2000). La composición de la dieta puede mejorar la terneza de la carne (Monin, 1998). Sin embargo otros autores (1988, Zea *et al.*; 1999) no encontraron diferencias significativas en la terneza de la carne de animales alimentados a base de forraje o los alimentados con pienso.

Entre los factores post-mortem la maduración es fundamental para mejora la calidad sensorial ya que durante este periodo Las enzimas endógenas como las catepsinas y calpaínas producirán la proteólisis de las proteínas miofibrilares, de esta manera se produce el ablandamiento de los músculos (Delbarre-Ladrat *et al.*, 2006.). Al producirse este efecto se mejoran los atributos de terneza (Polidori *et al.*, 2001). Además la maduración altera el color por la oxidación de la mioglobina (Sapp *et al.*, 1998), desarrolla los aromas peculiares de la carne, aunque también es probable el desarrollo de aromas desagradables (Landsdell *et al.*, 1995) y aumenta la jugosidad (Panea *et al.*, 2010).

En el presente estudio experimental son dos los objetivos que se pretenden conseguir, el primero de estos objetivos consiste en comparar el efecto del tipo de manejo ecológico en extensivo con dos tipos de alimentación

(pasto, pienso) frente a un sistema de manejo convencional en intensivo sobre la calidad sensorial de carne de ternera. Cada una de las muestras ecológicas obtenidas proviene de la explotación de ganado vacuno "Dehesa de la Serna", mientras que las muestras procedentes de un sistema convencional han sido obtenidas de una carnicería situada en la misma provincia y localidad.

El segundo objetivo es estudiar la influencia del efecto *post-mortem* de la maduración sobre las muestras. Para lograr este objetivo se sometieron a análisis muestras con un periodo de maduración de siete días y muestras con un periodo de maduración de catorce días, de esta manera se podrán determinar qué cambios se produjeron y como afectó a la calidad de la carne el proceso de maduración. Además, se observó si los cambios *post-mortem* producidos se incrementaron, se estacionan o disminuyen a medida que avanza la maduración. Se pretende con ello establecer el periodo de maduración más adecuado en función del tipo de manejo además de establecer el sistema de manejo y maduración que proporcionarán a las muestras de carne las mejores características de calidad tanto físico-química como nutricional y sensorial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras

Se recibieron 12 muestras de 6 terneras de cruce Avileña con Limousine Cuadro 1:

- 2 de ellas criadas en una granja ecológica con la alimentación durante su desarrollo con pienso concentrado al destete y durante su desarrollo posterior hasta el cebadero con heno ecológico de la propia explotación y pienso concentrado a base de Cebada ecológica 35%, Avena ecológica 20%, Guisantes ecológicos 25%, Yeros ecológicos 15% y un corrector ecológico 5%. El consumo de pienso compuesto fue a libre disposición durante toda la crianza.
- 2 de ellas criadas en un sistema similar al grupo anterior de cebo pero en una granja convencional con pienso concentrado con grano de maíz, un total del 66%, 8% de ensilado de maíz, 24% soja integral (fibra), 1% de calcio, 0,5% de sal y el resto corresponde a fracciones muy pequeñas (0,5%) de vitaminas y otros elementos.
- 2 terneras fueron destetadas y criadas con aporte exclusivo de pasto. Durante todo el proceso los animales han tenido disponible hierba verde y hierba seca en forma de heno.

El destete de las terneras se realiza a los 6 meses aproximadamente desde su nacimiento. La ración diaria de pienso suministrada a cada animal es de una media de 5 a 6 kg diarios por animal. Todos los animales tienen acceso a todo el heno que necesiten y el suelo está cubierto de hierba.

En cuanto a las condiciones de sacrificio de las terneras ecológicas, todos los animales están tranquilos en periodos anteriores al sacrificio. El matadero está muy próximo a la dehesa, en concreto a 5 km, siempre se tiene cuidado en llevar a las terneras al matadero en los momentos de la semana donde hay menos animales en el matadero para evitar estrés en los animales.

De cada ternera se recibieron dos piezas con 7 días de maduración desde el sacrificio. En el momento del análisis se procedió a su descongelación a 4°C durante 24 h. Una de las muestras se analizó inmediatamente y la otra se envasó a vacío y se maduró en oscuridad a 4°C hasta los 14 días, fecha en la que se procedió a desvenarla y analizarla.

Cuadro 1: Muestras congeladas de los siguientes animales y condiciones de crianza.

CROTAL	EDAD MESES	SEXO	PESO CANAL	ALIMENTACIÓN
ES030810781479	13	H	319,8	Pasto y pienso propio Eco
ES070810559373	18	H	308,8	Pasto y pienso propio Eco
ES050810548943	18	H	224	Pasto Eco
ES010810701102	16	H	202,4	Pasto Eco
0496	13	H	250	Pasto y pienso propio Conv
0497	13	H	255	Pasto y pienso propio Conv

ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó una cata que tiene como finalidad la caracterización sensorial de cada una de las muestras para valorar diferentes parámetros y poder concluir las propiedades organolépticas de cada una de las muestras. Se empleó el método QDA (Análisis sensorial descriptivo cuantitativo) es considerado el primer paso a realizar para caracterizar un producto, aportando una terminología propia que lo defina (Stone y Sidel, 1993).

Las muestras seleccionadas para llevar a cabo el análisis sensorial se envasaron al vacío, congelado previamente y después descongeladas en refrigeración lentamente durante al menos un día. Una vez descongeladas, se dejarán durante una hora antes de la realización de la cata, fuera de refrigeración. Después se cocinarán en una plancha grill dónde se calentará la muestra hasta que alcance 70°C en el interior de la pieza. Después se cortó la muestra para cada catador y se entregaron en un plato marcado con el código numérico de tres dígitos asignado previamente a la muestra y que debe ser desconocido para los catadores, para no realizar asociaciones a ninguna característica que pueda condicionar la cata.

Los catadores rellenan un modelo de ficha cuyos parámetros más relevantes han sido obtenidos de un estudio previo realizado por Sánchez de Castro (2003).

El método estadístico que se ha desarrollado para la evaluación de los resultados que se han obtenido en las pruebas anteriormente descritas es el proporcionado por el programa informático "IBM SPSS Statistics 20". utilizando dos modalidades de trabajo, "ANOVA de un factor" para aquellas pruebas en las que tan sólo se ha estudiado un factor variable (dieta ó maduración). Y para la mayor parte de las pruebas en las que se han estudiado los dos factores se utiliza la modalidad de trabajo "Modelo lineal general MULTIVARIANTE". Además también se marcará la opción de estadísticos descriptivos en ambos casos que se podrá utilizar en los casos de variables continuas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad del olor

Las carnes convencionales presentaban mayor calidad de olor que las muestras ecológicas, esta diferencia es estadísticamente significativa $P < 0,05$ como se puede observar en el cuadro 2. Algunos estudios afirman que el pasto contiene compuestos que hacen que se desarrollen olores no deseables para el consumidor, el flavor a pastos ha sido relacionado con el depósito de alquilfenoles en la grasa ovina, incluyendo metilfenoles, isopropilfenoles y otros compuestos fenólicos. El 4-metilfenol es un compuesto que presenta el pasto que ha sido relacionado con el denominado "olor a animal" y que puede resultar desagradable para el consumidor (Young et al., 1997). Todo ello podría justificar el valor más alto de calidad de olor de las carnes convencionales, con poca o ninguna cantidad de pasto.

Otros autores como Lorenz *et al*, (2002) valoraron los olores volátiles que surgen de la carne de ternera después de ser cocinada tanto de animales alimentados con forraje como con concentrado, concluyendo que

en los animales alimentados a base de pasto surgían unos aromas característicos al ser cocinadas, en concreto el aroma a "verde" que está relacionado con componentes hexanales derivados de los ácidos grasos oleico (C18:1 cis-9) y del C18:3 n-3 presentes en el pasto.

Otros autores Lane y Fraser, (1999) afirman que encontraron escatol (3-metil indol). Compuesto orgánico que genera el denominado "olor sexual", considerado desagradable en altas concentraciones en la grasa de canales de ternero alimentados con hierba fresca. Igualmente, otros autores observaron que la grasa de los terneros alimentados con hierba tuvo altas concentraciones de escatol, a diferencia de los animales que recibieron silo o concentrado (Whittington *et al.*, 2004). Estos fenómenos serían responsables del valor ligeramente más alto de olores anormales de los animales en carnes alimentadas solo con pasto.

Cuadro 2. Resultados de los parámetros sensoriales analizados a los 7 días de maduración

7 días							
	eco pasto	eco grano	convencional	Significación			
	Media	s	Media	s	Media	s	P
Color exterior	5,60	1,33	5,67	1,35	5,00	1,94	0,540
Color interior	5,10	1,52	5,43	1,66	5,10	1,66	0,835
Intensidad de olor	5,10	1,10	5,73	1,03	5,85	1,23	0,267
Calidad de olor	4,90 ^a	1,10	5,80 ^{a,b}	1,42	6,70 ^b	0,82	0,008
Olores anormales	0,60	1,07	0,20	0,77	0,10	0,32	0,323
Dureza	4,83 ^{a,b}	2,09	3,43 ^a	1,28	5,10 ^b	1,10	0,022
Jugosidad	4,33 ^b	1,50	4,39 ^b	2,00	2,65 ^a	1,53	0,047
Fibrosidad	5,90	1,29	5,29	1,94	5,80	1,14	0,583
Sensación grasa	0,50	0,76	0,93	1,10	0,70	0,82	0,572
Residuo tras la masticación	5,00 ^b	1,22	2,58 ^a	1,08	2,67 ^a	0,87	0,000
Masticabilidad	6,05	1,64	4,64	1,95	5,70	1,25	0,115
Intensidad de sabor	4,60 ^a	0,97	5,87 ^b	1,11	5,80 ^b	1,14	0,016
Calidad de sabor	5,00	1,83	5,36	1,28	6,30	1,34	0,139
Sabores anómalos	0,20	0,42	0,71	1,07	0,30	0,48	0,234

Respecto a los parámetros valorados en la categoría de olor como son la intensidad de olor, las muestras maduradas durante 14 días (cuadro 3) alcanzan puntuaciones más altas frente a las maduradas 7 días, aunque sin diferencias estadísticamente significativas. Esto puede ser debido a que 14 días de maduración le proporcionan a las muestras las cualidades de olor adecuadas. Así otros estudios como el de Monsón *et al* (2005), encontraron diferencias significativas en la intensidad de olor de las muestras en función del tiempo de maduración. La maduración es una operación post-mortem que nos permite mejorar la calidad sensorial y nutritiva de la carne, de manera que entre otros cambios, se desarrollarán aromas peculiares de la carne madurada que aumentarán la intensidad de olor así como la calidad de olor.

Dureza

El efecto del manejo influye a la carne proporcionando mayores valores estadísticamente significativos ($p < 0,05$) de dureza a las carnes ecológicas de pasto y a las carnes convencionales, diferente a lo obtenido por Legako *et al.*, (2015); Sapp *et al.*, (1998) en la cual muestran puntuaciones de terneza en carne convencional de 7,6 y valores medios de muestras ecológicas de grano entre 4,59 y 5,30. En contraposición, encontramos otras publicaciones (Colle *et al.*, 2015; Sierra *et al.*, 2010) las cuales se encuentran valores de terneza en muestras convencionales con un valor comprendido entre 5,08 - 6,06 y en muestras ecológicas con valores comprendidos entre 6,11 - 6,6 (Muir *et al.*, 2010; Jiang *et al.*, 2010).

La maduración afecta de manera distinta a muestras convencionales y ecológicas siendo esta diferencia no estadísticamente significativa $P > 0,05$. En muestras convencionales la maduración disminuye este parámetro, estos datos están en consonancia con el análisis de textura realizado en las muestras en el cual la maduración afectaba disminuyendo la dureza de las muestras y coincide con lo encontrado en bibliografía (Sierra *et al.*, 2010; Colle *et al.*, 2015; Sapp *et al.*, 1998), en las cuales la maduración afectaba a las muestras aumentando progresivamente su terneza. Sin embargo, en muestras ecológicas sobre todo de pienso ocurre de manera inversa ya que aumenta la dureza con la maduración. Este efecto no era el esperado y no se encontró bibliografía en consonancia con nuestros datos.

Cuadro 3. Resultados de los parámetros sensoriales analizados a los 14 días de maduración

14 días							
	eco pasto	eco grano	convencional	Significación			
	Media	s	Media	s	Media	s	P
Color exterior	6,06	0,95	5,57	0,94	4,89	1,62	0,121
Color interior	5,06	1,84	5,86	1,35	4,78	1,99	0,292
Intensidad de olor	5,33	0,87	6,07	0,92	5,56	1,01	0,166
Calidad de olor	5,67	1,00	4,65	1,52	5,00	1,22	0,218
Olores anormales	0,00	0,00	0,62	0,96	0,44	1,01	0,242
Dureza	3,28	2,05	4,62	1,98	3,78	0,97	0,221
Jugosidad	4,89	2,57	4,50	1,45	5,00	0,87	0,765
Fibrosidad	3,61	2,47	4,96	1,74	5,44	1,33	0,113
Sensación grasa	0,44	0,53	0,79	0,97	0,67	0,50	0,578
Residuo tras la masticación	3,78	2,05	3,43	1,34	2,89	0,93	0,449
Masticabilidad	4,56	1,88	5,79	1,53	5,56	1,01	0,170
Intensidad de sabor	4,83	0,71	5,71	1,07	5,39	0,49	0,067
Calidad de sabor	5,28	1,09	4,54	1,61	5,00	1,22	0,453
Sabores anómalos	0,00	0,00	0,73	1,05	0,22	0,67	0,093

Las muestras más jugosas a los 7 días de maduración fueron las ecológicas grano, por delante de las ecológicas de pasto y las convencionales. A los 14 días no aparecieron diferencias y los valores fueron antagónicos recuperando mucha jugosidad las piezas convencionales. La jugosidad se relaciona directamente con la cantidad de humedad que se libera cuando se produce la masticación de la carne (Lawrie, 1974) e indirectamente con el contenido de grasa intramuscular según Jennings *et al.* (1978). Sapp *et al.* (1998) indicaron diferencias

en la jugosidad de las muestras según los resultados obtenidos del panel sensorial, otorgándole mayor jugosidad a las muestras que proceden de alimentación con grano, como nos ha salido a nosotros.

En la evaluación sensorial, destacamos que los catadores consideraron con diferencias estadísticamente significativas que las muestras de pasto presentan mayor residuo tras la masticación que el resto de muestras. Esta circunstancia se mantuvo en las carnes con 14 días de maduración pero en este caso sin diferencias estadísticas.

La intensidad de sabor es superior en las muestras de grano que en las muestras de pasto. Larick & Turner (1990), atribuye el sabor de la carne a los componentes volátiles de las grasas así como a los ácidos grasos que contiene. Esto coincide con los datos obtenidos en la determinación de la grasa ya que las muestras de grano obtuvieron un mayor % de grasa frente a las de pasto.

El sistema de manejo afecta a la intensidad de sabor proporcionando mayor intensidad de sabor a las muestras ecológicas. Esta diferencia no es estadísticamente significativa $P > 0,05$ y coincide con el parámetro intensidad de olor. Estos datos coinciden con bibliografía (Colle *et al.*, 2015; Jiang *et al.*, 2010). Estos datos también coinciden con otros estudios como el de Raes *et al.*, (2003), en el que se compararon la composición de ácidos grasos y el flavor de la carne de ternera de Limousine y de Blanco Azul Belga, alimentadas con dietas ricas en cereales, con carne de Argentina y de Irlanda, alimentadas a base de pasto, concluyendo que los animales alimentados a base de pasto obtienen un flavor más intenso que los animales alimentados a base de concentrado. Mc Niven *et al.*, (2004) También afirma obtener mayor flavor en animales alimentados con dietas ricas en ácidos grasos insaturados presentes en mayor medida en el pasto.

En contraposición, encontramos otras publicaciones en las cuales puntúan el flavor en muestras ecológicas con valores inferiores a los obtenidos por parte de nuestro panel de cata y valores convencionales superiores a los obtenidos por parte de los catadores (Legako *et al.*, 2015).

El efecto producido por la maduración no coincide con lo encontrado en bibliografía (Sierra *et al.*, 2010; Colle *et al.*, 2015; Sapp *et al.*, 1998), en la cual aumenta el flavor a medida que transcurre la maduración provocado por los procesos de lipólisis y oxidación de los ácidos grasos, junto con la actividad proteolítica que se producen durante la maduración.

CONCLUSIÓN

Encontramos diferencias significativas en los parámetros estudiados en las muestras con 7 días de maduración y no con 14 días. Las muestras ecológicas de pasto tienen los menores resultados de calidad de olor siendo muy superiores las muestras convencionales. Son de dureza intermedia superior a las muestras ecológicas grano y menores ambas a las convencionales. Las muestras son más jugosas que las convencionales. Las ecológicas de pasto presentan más residuo a la masticación y menor intensidad de sabor que el resto. Finalmente las piezas ecológicas presentaron mejores valores sensoriales que las convencionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Colle, R.P. Richard, K.M. Killinger, J.C. Bohlscheid, A.R. Gray, W.I. Loucks, R.N. Day, A.S. Cochran, J.A. Nasados, M.E. Doumit (2015): Influence of extended aging on beef quality characteristics and sensory perception of steaks from the gluteus medius and longissimus lumborum. *Meat Science*, 110, 32-39.
- Delbarre-Ladrat, C., Chéret, R Taylor R, Verrez-Bagnis, V. (2006). Trends in postmortem aging in fish: understanding of proteolysis and disorganization of the myofibrillar structure. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46: 409-421.
- Depetris, J. (2000) Calidad de la carne vacuna. *Marca Líquida*, 17- 21, mayo.
- Hernández Bautista J. (2013): "Pre-mortem handling effect on the meat quality". *NACAMEH Vol. 7, No. 2*, pp. 41-64, 2013.
- Jennings T.G., Berry B.W., & Joseph A.L., (1978): Influence of fat thickness, marbling and length of ageing on beef palatability and shelf life characteristics. *J. Anim. Sci.* 46, 658-665
- Jiang, J.R. Busboom, M.L. Nelson, J. O'Fallon, T.P. Ringkob, K.R. Rogers-Klette, D. Joos, K. Piper (2010): The influence of

forage diets and aging on beef palatability. *Meat Science*, 86, 642-650.

- Lane, G.A., Fraser, K. (1999): A comparison of phenol and indole flavor compounds in fat and of phenols in urine of cattle fed pasture or grain. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Wellington, 42, 289-296.
- Lansdell, J.L., Miller, M.F., Wheeler, T.L., Koochmariaie, M. Ramsey C.B. Postmortem injection of calcium chloride effects on beef quality traits. *J. Anim. Sci.*, 73 (1995), p. 1735
- Larick, D. K.; Turner, B. E. 1990: "Flavor characteristics of forage and grain-fed beef as influenced by phospholipid and fatty acid compositional differences". *Journal of food science* 55: 312-317.
- Lawrie, R.A. (1966). The eating quality of meat. En: *Meat Science*. Pergamon Press, London
- Legako, J.C. Brooks, T.G. O'Quinn, T.D.J. Hagan, R. Polkinghorne, L.J. Farmer, M.F. Miller (2015): Consumer palatability scores and volatile beef flavor compounds of five USDA quality grades and four muscles. *Meat Science*, 100, 296-300.
- Lorenz, S., Buettner, A., Ender, K., Nuernberg, G., Papstein, H.J., Schieberle, P. (2002): Influence of keeping system on the fatty acid composition in the longissimus muscle of bulls and odorants formed after pressure-cooking. *European Food Research and Technology*, 214, 112-118.
- Mc Niven, M.A., Duynisveld, J., Charmley, E., Mitchell, A. (2004). Processing of soybean affects meat fatty acid composition and lipid peroxidation in beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 116, 175-184.
- Monin, G. (1998). Recent methods for predicting quality of whole meat. *Meat Science*, 49 231-243.
- Monson, F., C. Sañudo and I. Sierra. (2005): "Influence of cattle breed and ageing time on textural meta quality". *Meat Science*, 68: 595- 602.
- Muir, J. M. Deaker & M. D. Bown, (2010): Effects of forage and grain based feeding systems on beef quality. *Poukawa Research Station*: 626-635
- Polidori, P., Tralbalza-Marinucci, M Fantuz, F., Polidori, F. (2001). Post mortem proteolysis and tenderization of beef muscle through infusion of calcium chloride. *Animal Research*, 50, 223-226.
- Raes, K., Balcaen, A., Dirinck, P., De Winne, A., Claeys, E., Demeyer, D., et al. (2003): Meat quality fatty acid composition and flavor analysis in Belgian retail beef. *Meat Science*, 65, 1237-1246.
- Raes, K., De Smet, S., Balcaen, A., Claeys, E., Demeyer, D. (2003): Effect of diets rich in n-3 polyunsaturated fatty acids on muscle lipids and fatty acids in Belgian Blue double-muscle young bulls. *Reproduction Nutrition Development*, 43, 331-345.
- Sánchez de Castro (2003): "Efecto de la raza y del periodo de maduración sobre la calidad sensorial de Ternera de Aliste". Proyecto fin de carrera. Universidad de Salamanca.
- Sapp, P. H., Williams, S. E., & McCann, M. A. (1998): "Sensory attributes and retail display characteristics of pasture- and/or grain fed beef aged 7, 14 or 21 days". *Journal of Food Quality*, 22, 257-274.
- Sapp, P.H., Williams S.E., Mc Can M.A. (1999): Sensory attributes and retail display beef aged 7, 14 or 21 days. *Journal of Food Quality*, 22, 257-274.
- Sierra, V., L. Guerrero, V. Fernandez Suarez, A. Martinez, P. Castro, K. Osoro, M. J. Rodriguez-Colunga, A. Coto-Montes, M. Oliván (2010). Eating quality of beef from biotypes included in the PGI "Ternera Asturiana" showing distinct physicochemical characteristics and tenderization pattern. *Meat Science*, 86, 343-351.
- Stone, H. y Sidel, J.L. (1993): "Sensory Evaluation Practices". 2nd Edition. Academic Press, Inc. San Diego, USA.
- Whittington, F. M., Prescott, N. J., Wood, J. D. y Enser, M. (1986): The effect of dietary linoleic acid on the firmness of backfat in pigs of 85 kg live weight. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 37(8), 753-761.
- Young, O.A., Braggins, T.J. (1997): Tenderness of ovine Semimembranosus: is collagen concentration or solubility the critical factor?. *Meat Science*, 35, 213.
- Zea Salgueiro J. (2005): Alimentación y calidad de la carne en terneros: influencia del sistema productivo. *Avances en nutrición y alimentación animal*. 83-109.
- Panea, B, Catalán, A., Olleta J.L. (2010). Efecto de la raza y temperatura interna de cocinado sobre algunas características de la textura de la carne bovina. *ITEA*, 106, 77-88

ESTUDIO QUIMIOMÉTRICO DE MINERALES EN SUERO EN VACUNO LECHERO EN ECOLÓGICO Y CONVENCIONAL

Orjales I*, Miranda M*, Rodríguez R**, López M**, Rey-Crespo F**, Herrero Latorre C***

*Dpto Anatomía, Producción Animal e Ciencias Clínicas Veterinarias (USC)

**Dpto Patología Animal (USC)

*** Dpto Química Analítica, Nutrición y Bromatología (USC)

RESUMEN:

El objetivo de este trabajo fue establecer el perfil mineral del vacuno lechero en España y evaluar la diferencia entre los sistemas ecológicos y convencionales mediante el uso de análisis quimiométrico (componentes principales y análisis cluster). Se analizaron 14 elementos (As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, Mn, Mo, Ni, Pb, Se y Zn) en 522 muestras de sangre (341 ecológicas y 181 convencionales: 115 en pastoreo y 66 en intensivo) por Espectroscopía de Masas con Fuente de Plasma Acoplado (ICP-MS). Al igual que en otros países europeos, en España se observaron deficiencias de Se, Cu y I, tanto en el ganado ecológico como en convencional y el porcentaje de deficiencia fue significativamente mayor en las explotaciones ecológicas. El análisis con técnicas quimiométricas mostró una clara separación natural entre los animales en ecológico y convencional, observándose una clara transición desde ecológico a convencional-pastoreo y convencional-intensivo. Mientras que en convencional los minerales los aporta el concentrado, en ecológico la ingestión de suelo determina el estado mineral del animal. Esto hace que el conocimiento general de la suplementación mineral en convencional no pueda extrapolarse directamente a ecológico.

Palabras clave: convencional, ecológico, minerales, quimiometría, vacuno lechero.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas convencionales con alimentación a base de concentrados, se suplementa regularmente con minerales muy por encima de las necesidades fisiológicas con independencia del contenido de minerales en las materias primas. Esto se debe a que los suplementos minerales son relativamente baratos y la mayoría de los elementos traza tienen grandes márgenes de seguridad, por lo que los beneficios superan ampliamente los costes (López-Alonso, 2012). Por el contrario, en la agricultura ecológica el uso de alimento concentrado es muy limitado (al menos el 60% de la alimentación debe ser forraje fresco o conservado) y la suplementación mineral está autorizada únicamente en casos muy concretos (Reglamento (CE) 2008), lo que puede conducir a algunas deficiencias minerales (Blanco-Penedo *et al.*, 2009). No obstante, la ingestión de suelo asociada al pastoreo ha demostrado que aumenta el nivel de algunos oligoelementos e incluso puede favorecer la acumulación de elementos tóxicos (Blanco-Penedo *et al.*, 2009).

Un estudio reciente de los niveles de minerales en leche de ganaderías ecológicas del norte de España (Rey-Crespo *et al.*, 2013) señaló que tenía un nivel de minerales traza (especialmente de yodo) significativamente inferior en comparación con la leche de ganaderías convencionales, lo que puede tener importantes consecuencias para el consumidor (Bath *et al.*, 2012). También indicó que las dietas de algunas granjas ecológicas tenían bajos niveles de minerales traza lo que podría conllevar deficiencias de minerales en el animal.

Los análisis quimiométricos (tales como el Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis de Conglomerados o Cluster (AC), y diversos procedimientos de reconocimiento de patrones) se han aplicado al contenido de minerales en diferentes tipos de muestras por lo que aplicado a las concentraciones de minerales en sangre de ganado vacuno podrían proporcionar un enfoque interesante y prometedor para identificar perfiles de minerales en diferentes sistemas de producción.

El objetivo de este trabajo fue establecer el perfil mineral del ganado vacuno lechero en España y evaluar si existe diferencia entre los sistemas ecológicos y convencionales mediante el uso de análisis quimiométricos.

MATERIAL Y MÉTODO

Las muestras analizadas en este estudio provienen de un proyecto de investigación (Ref Gobierno español. AGL 2.010-21026) para evaluar la situación nutricional del ganado vacuno en ecológico en el norte de España, en comparación con los sistemas convencionales de producción. Entre noviembre de 2011 y junio de 2012 se recogieron 522 muestras de sangre (10 mL de la vena coccígea) de animales pertenecientes a 22 explotaciones lecheras ecológicas (341 muestras) y 10 explotaciones convencionales del norte de España (115 muestras de granjas a pastoreo y 66 de granjas intensivas). Todas las muestras fueron inmediatamente refrigeradas y transportadas al laboratorio.

El suero se obtuvo por centrifugación de la sangre a 3000 r.p.m. durante 15 minutos dentro de 4 horas después de la recogida y se almacenaron por triplicado a -20°C hasta su posterior análisis. Las muestras fueron digeridas en un medio ácido, para lo cual se añadieron a las muestras de suero (2 mL) 2,5 mL de ácido nítrico (69%) para obtener una digestión fría durante 1 hora, posteriormente se añadieron 0,5 mL de peróxido de hidrógeno (33% w/v) y las muestras se colocaron en un bloque termostático a 120°C durante 60 minutos para completar la digestión. Después de esto, se añadieron 2 mL de agua ultrapura Milli-Q, y una vez enfriado, las muestras digeridas se diluyeron a 10 mL con agua ultrapura Milli-Q. Para la determinación de yodo las muestras fueron preparadas utilizando un procedimiento de extracción alcalina a alta temperatura utilizando hidróxido de tetrametilamonio (TMAH) 25% (w/v) en agua (EN, 2007). Todas las soluciones se prepararon usando agua ultrapura de resistencia $18\text{ M}\Omega\text{ cm}^{-1}$ obtenido a partir de un sistema de purificación Milli-Q (Millipore Corp., Bedford, MA, EE.UU.). El ácido nítrico (69%), peróxido de hidrógeno 33% w/v y TMAH se adquirieron de Panreac (Barcelona, España).

Se determinaron 14 elementos en muestras de suero: arsénico [As], cadmio [Cd], cobalto [Co], cromo [Cr], cobre [Cu], yodo [I], hierro [Fe], plomo [Pb], manganeso [Mn], mercurio [Hg], molibdeno [Mo], níquel [Ni], selenio [Se] y zinc [Zn]. Los elementos presentes en concentraciones muy bajas (As, Cd, Co, Cr, Hg, I, Ni, Pb y Se) se determinaron por Espectroscopía de Masas con Fuente de Plasma Acoplado (ICP-MS; VG Elemental PlasmaQuad SOption). Los elementos en concentraciones más altas (Cu, Fe, Mn, Mo y Zn) se determinaron por Espectroscopía de Emisión con Fuente de Plasma Acoplado (ICP-OES, Perkin Elmer Optima 4300 DV). Las muestras se analizaron por duplicado. Se llevó a cabo un programa de control de calidad analítica durante todo el estudio.

Para calcular las concentraciones de minerales en suero a las muestras no detectadas se les asignó el valor medio del límite de cuantificación. La distribución normal de los datos se comprobó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los datos no tenían una distribución normal y por lo tanto fueron transformados logarítmicamente antes de su análisis y se presentan como medias geométricas. Para la comparación de concentraciones de elementos tóxicos y esenciales entre el ganado vacuno en explotación ecológica y convencional se determinó mediante una prueba de t de Student. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa SPSS para Windows (IBM SPSS v.21) y el criterio de significación estadística se estableció en $p < 0.05$.

En cuanto a las técnicas quimiométricas se utilizaron el Análisis de Componentes Principales (ACP) (Joliffe, 1986) y el Análisis de Cluster (AC) (Massart y Kaufman, 1983) con el objetivo de explorar la relación entre las diferentes muestras o variables y valorar la matriz de datos 522×14 (522 muestras de suero y 14 variables). Con el fin de evitar la influencia del tamaño diverso de las variables, las variables originales fueron autoescaladas restando la media de la variable y dividiendo por la desviación estándar para la producción de nuevas variables unificadas (Vandeginste *et al.*, 1998). Todas las técnicas quimiométricas se llevaron a cabo utilizando Statgraphics Centurion XVI V.16.1.15.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las concentraciones de elementos esenciales en suero de vacas de explotaciones ecológicas y convencionales se presentan en el Cuadro 1. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sistemas productivos para todos los elementos ($p < 0.001$), con excepción del Zn ($p = 0.656$) y casi del Cr ($p = 0.068$).

	Ecológico				Convencional				RMSE	P
	MG	mediana	rango	% granjas deficientes ¹	MG	mediana	rango	% granjas deficientes		
Co($\mu\text{g/L}$)	1.09	1.04	(0.43-3.43)		0.88	0.88	(0.38-1.98)		0.44	<0.001
Cr($\mu\text{g/L}$)	1.54	1.42	(0.28-8.74)		1.45	1.46	(0.38-4.15)		1.02	0.068
Cu(mg/L)	0.62	0.65	(0.15-1.16)	86.4 (47.7) ²	0.70	0.70	(0.38-1.37)	60.0 (29.7)	0.18	<0.001
Fe(mg/L)	1.92	1.83	(1.05-6.34)		1.74	1.68	(1.10-4.10)		0.70	0.001
I($\mu\text{g/L}$)	51	51	(2-291)	59.1 (41.0)	69	66	(15-443)	40.0 (24.9)	45	<0.001
Mn($\mu\text{g/L}$)	3.53	3.59	(1.15-10.4)		3.16	3.22	(1.44-7.43)		1.47	<0.001
Mo($\mu\text{g/L}$)	32.6	27.3	(3.5-501.1)	13.6 (60.7)	12.3	12.3	(1.7-113.1)		80.2	<0.001
Ni($\mu\text{g/L}$)	4.20	4.45	(0.93-15.7)		3.81	3.66	(1.80-9.62)		1.54	<0.001
Se($\mu\text{g/L}$)	37.7	41.5	(7.2-133.0)	63.6 (64.2)	55.0	61.3	(11.4-113.3)	50.0 (58.1)	28.4	<0.001
Zn(mg/L)	0.86	0.84	(0.57-1.83)		0.85	0.83	(0.60-1.80)		0.22	0.656
As($\mu\text{g/L}$)	2.62	2.86	(0.45-21.72)		3.38	2.89	(0.60-23.32)		2.90	<0.001
Cd($\mu\text{g/L}$)	0.26	0.26	(0.06-1.27)		0.14	0.14	(0.01-0.75)		0.16	<0.001
Hg($\mu\text{g/L}$)	0.13	0.14	(0.05-0.31)		0.13	0.13	(0.07-0.24)		0.03	0.854
Pb($\mu\text{g/L}$)	1.03	0.96	(0.09-9.65)		1.00	0.82	(0.12-11.7)		1.64	0.395

¹ Para Mo % de granjas con concentraciones por encima rango normalidad.

² En paréntesis porcentaje de animales deficientes dentro de las granjas deficientes.

MG: media geométrica.

Cuadro 1. Niveles de elementos esenciales y tóxicos en ganado vacuno de leche procedente de granjas ecológicas y convencionales

Los animales de granjas convencionales mostraron mayores niveles en suero de I (35%), Cu (13%) y Se (46%) en comparación con los de las granjas ecológicas, mientras que los niveles de Co (24%), Fe (10%), Mn (12%), Mo (165%) y Ni (10%) fueron superiores en los animales criados en ecológico. En general, las concentraciones de elementos traza estaban dentro del rango adecuado o fisiológica para el ganado vacuno (Puls, 1994; Suttle, 2010) a excepción de I, Cu y Se (I: 40 $\mu\text{g/L}$ (Alderman y Stranks, 1967), Cu: 0.6 mg/L (Puls, 1994), Se: 40 $\mu\text{g/L}$ (Gerloff, 1992)).

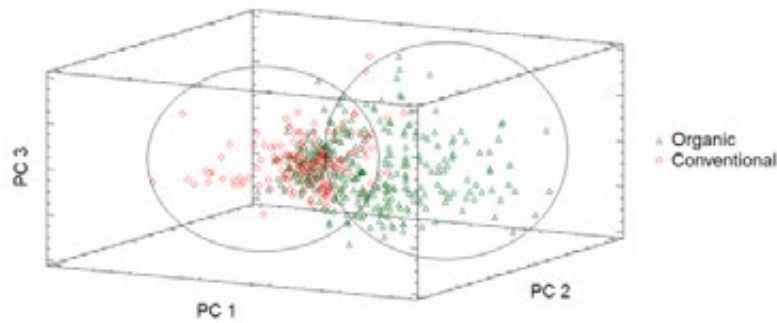
Tanto el porcentaje de granjas que tienen más de 10% de los animales en el rango de deficiencia, como el porcentaje de animales con deficiencia dentro de estas granjas fueron estadísticamente significativamente mayor en las granjas ecológicas.

Nuestros datos sobre el perfil mineral en el ganado vacuno lechero ecológico y convencional en España, coinciden con estudios previos en vacuno de leche en otros países europeos (Enjalbert *et al.*, 2006; Guyot *et al.*, 2009) así como en ganado de carne en producción ecológica del norte de España (Blanco-Penedo *et al.*, 2009). Al igual que en nuestro estudio las deficiencias de Se, I y Cu fueron las más frecuentes en vacuno lechero (Enjalbert *et al.*, 2006; Guyot *et al.*, 2009).

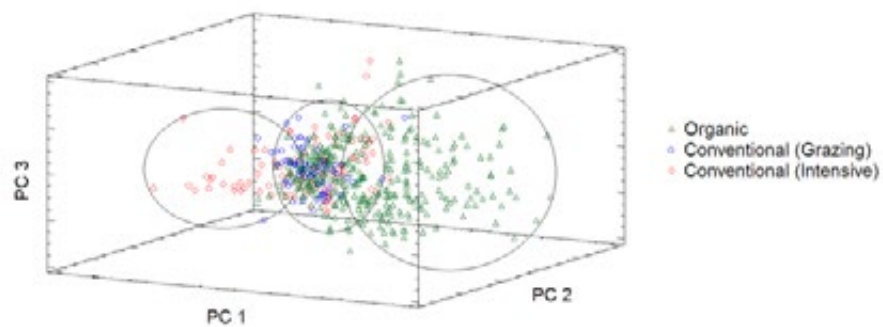
Los resultados de las concentraciones de elementos tóxicos en suero de vacas de explotaciones ecológicas y convencionales se presentan en la Tabla 2. La exposición a metales tóxicos es en general muy baja, todos los animales tienen un nivel de residuos indicativo de baja exposición a contaminantes (Puls, 1994). No obstante, los niveles de As fueron significativamente mayores (29%) en las granjas convencionales y los de Cd en las

ecológicas (86%). Estos patrones diferentes podrían estar asociados a las prácticas de manejo. El As aparece muy asociada al I y Se en las explotaciones convencionales (Figura 3b), minerales que se utilizan habitualmente en los sistemas lecheros convencionales: el Se para tratar y mejorar el rendimiento reproductivo y el I como desinfectante después del ordeño (Cook y Green, 2007). Ambas prácticas están muy limitadas en los sistemas ecológicos. Se han descrito interacciones significativas entre As, Se y I tanto en animales de experimentación (Kotyzová *et al.*, 2005) como en el ganado (Stibilj *et al.*, 2004.); mientras que el mecanismo subyacente se han descrito para la interacción Se-I (en el metabolismo de la glándula tiroides; Arthur *et al.*, 1999) y para As-Se (Zeng *et al.*, 2005), todavía no se conoce el mecanismo de interacción para As-I (Stibilj *et al.*, 2004). Por el contrario, los mayores residuos de Cd que se encontraron en el ganado en ecológico, podrían estar asociados a una mayor ingestión de suelo cuando pastan (López-Alonso, 2012).

El análisis de componentes principales (ACP) nos reveló una separación natural entre las muestras procedentes de granjas ecológicas y las convencionales (Figura 1a). A pesar de cierta zona de solapamiento lógico, las muestras de las granjas ecológicas suponen un claro grupo en una zona del espacio 14-multidimensional diferente de las convencionales. Este hecho nos indica diferencias claras en el perfil mineral entre ambos grupos. A su vez se han identificado también los dos subgrupos de muestras convencionales (intensivo y pastoreo); observándose una clara transición desde ecológico a convencional con pastoreo y convencional en intensivo (Figura 1b). Está claro que las granjas convencionales en pastoreo son muy similares a las ecológicas, diferenciándose únicamente por las limitaciones de la producción en ecológico.



(a)



(b)

Figura 1. Gráfico que muestra las muestras en el espacio definidas por los tres componentes principales (40% de la varianza) en función del tipo de granja. (a) ecológica y convencional y (b) ecológica, convencional a pastoreo y convencional intensivo.

El AC es una técnica complementaria (comúnmente empleado con ACP) que se aplica a los datos elementales para encontrar los grupos naturales y asociaciones entre muestras o variables. En el presente caso, las variables se agruparon jerárquicamente de acuerdo con el procedimiento de aglomeración Ward, sobre la base de la distancia entre ellos medida como la distancia euclídea cuadrada (Ward, 1963). El resultado fue una presentación gráfica de las variables como un dendrograma, un diagrama de árbol usado frecuentemente para ilustrar la disposición de las asociaciones de variables obtenidos por análisis de conglomerados o cluster. El dendrograma obtenido después de la aplicación de AC a la matriz de datos 522×14 autoescalados se presenta en la Figura 2. Desde la izquierda a la derecha, podemos observar tres grupos principales de variables. El primer grupo se compone de I, Se y As, todos ellos elementos relacionados con el manejo; el segundo grupo está formado por Cr, Hg, Cu, Zn y Pb, todos ellos elementos relacionados con la suplementación mineral de la dieta; y el último grupo lo forman el Co, Ni, Fe, Mn, Mo y Cd, metales asociados con el suelo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por la técnica de ACP. Por lo tanto, las mismas asociaciones de variables (minerales) fueron reveladas por dos procedimientos quimiométricos diferentes, ACP y AC, lo que reafirma y confirma la relación entre dichas variables o dicho de otro modo entre los grupos minerales.

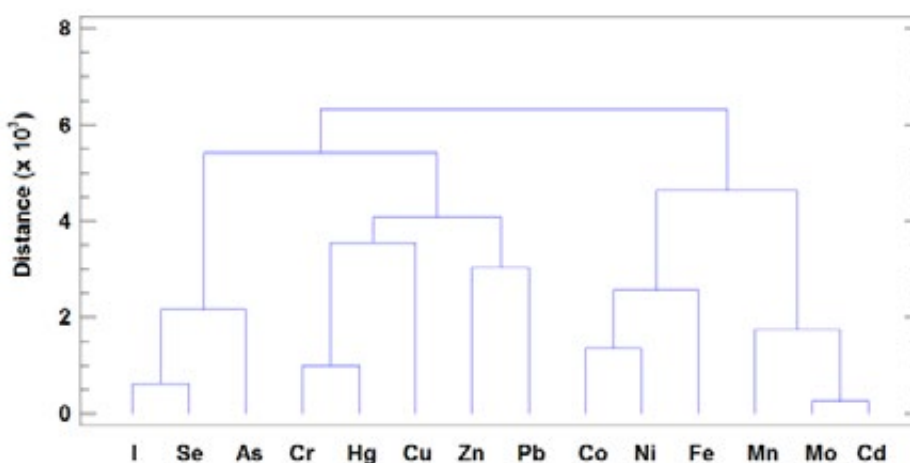
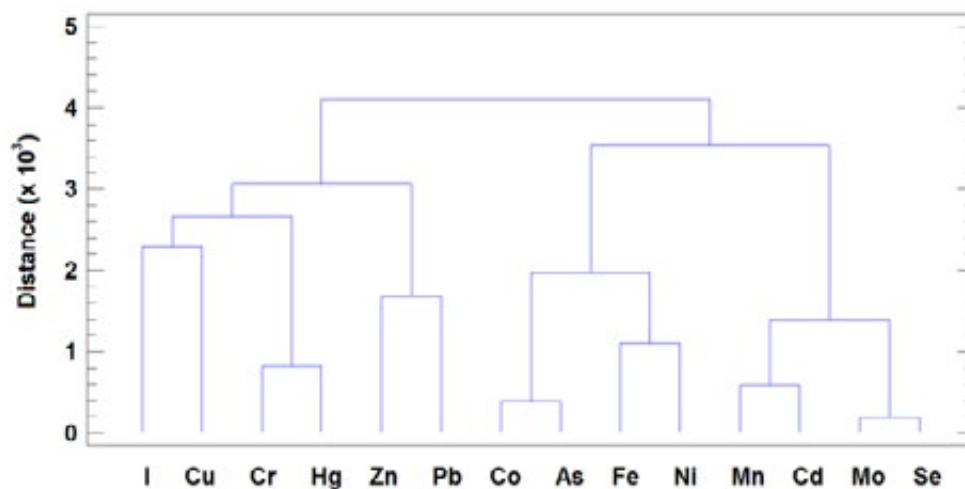


Figura 2. Dendrograma obtenido aplicando el análisis de Cluster (AC) (método de Ward's) a la matriz completa de datos 522×14 .

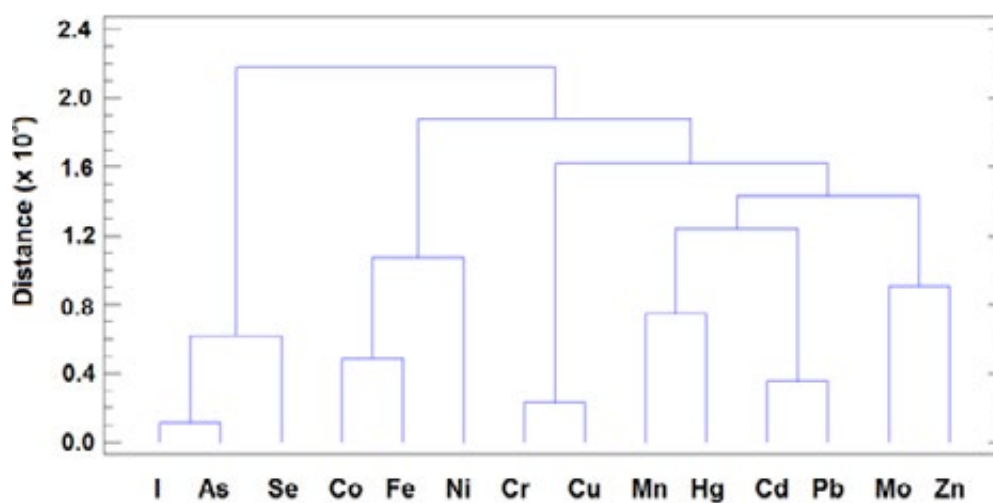
Además, de a la matriz completa de datos se aplicó el AC por separado para el grupo de muestras procedente de granjas ecológicas y el grupo de granjas convencionales. Los resultados se presentan en la Figura 3a y 3b, respectivamente. Como se puede ver, el patrón de asociación de la variable obtenida es diferente para ambos casos. Los datos de las granjas convencionales presentan asociaciones similares al conjunto completo de datos (a pesar del menor número de este tipo de granjas en contraste con las ecológicas) lo que nos indica un alto grado de estandarización y manejo nutricional en comparación con las granjas ecológicas (López-Alonso, 2012). Se observó una fuerte asociación entre elementos relacionados con el manejo (I, As y Se) y el suelo (Fe, Co, Ni). El Mn, Cd y Mo se encuentran ahora en el mismo grupo que los otros elementos relacionados con la suplementación mineral. Sin embargo, en las granjas ecológicas no observamos estos patrones de asociación y todos los elementos relacionados con el manejo (como I y Se) se posicionan en grupos separados, mostrando diferentes asociaciones

Dentro de los elementos aparentemente relacionados con la dieta son la mayoría de los incluidos en el suplemento mineral de los concentrados para el vacuno de leche excepto el Co, pero este elemento está en una baja concentración en el suplemento mineral en comparación con el suelo. Excepto el As, los otros metales tóxicos también se asociaron a la dieta; esto es consistente con la idea de que en el ganado de las zonas rurales relativamente no contaminadas, los suplementos minerales son la principal fuente de metales tóxicos (López-Alonso, 2012). Por último, los elementos relacionados con el suelo tienen bajo peso en los sistemas convencionales, donde los pastos en general representan una menor proporción de la dieta en comparación con los sistemas

ecológicos. Especial relevancia merece el Fe debido a que los suelos son ricos en este mineral y los forrajes pueden contaminarse por el suelo (NRC, 2001). Un exceso de Fe podría afectar la absorción intestinal de otros minerales esenciales, conllevando deficiencias.



a)



b)

Figura 3. Dendrograma obtenido aplicando el análisis de Cluster (AC) (método de Ward's) a (a) muestras de granjas ecológicas y (b) muestras de granjas convencionales.

En las granjas ecológicas las asociaciones de elementos esenciales no son tan fuertes como en el convencional, lo que posiblemente indica un menor grado de estandarización del sistema de producción ecológico en comparación con el convencional, con una particular influencia de las condiciones ambientales locales (Eurostat, 2014). De hecho, el suelo parece tener un peso mayor en el estado de los elementos esenciales que la dieta. Cuando no se suplementan las dietas con minerales, el consumo de suelo durante el pastoreo y/o la contaminación de los forrajes con suelo, pueden representar la mayor parte de la ingestión de minerales; esto se debe a que las concentraciones de elementos traza del suelo son muy altas (Kabata-Pendías, 2011) en comparación con las plantas (Blanco-Penedo *et al.*, 2009). Al igual que en el convencional, existe una fuerte asociación entre Co, Ni y Fe en el sistema ecológico. La inclusión del As en este grupo posiblemente indica la influencia del origen geológico del suelo en las concentraciones sanguíneas del mismo.

En las granjas ecológicas también se encontraron asociaciones estadísticamente significativas para las concentraciones de As en el suelo y en el suero ($p = 0.658$). Los niveles de As en ganado vacuno han demostrado ser buenos indicadores de los niveles de As en el suelo (López-Alonso *et al.*, 2002) y se observaron variaciones estacionales en los niveles de As y Fe en leche ecológica, asociadas a la ingestión de suelo, cuando se alimenta en pastoreo (Rey-Crespo *et al.*, 2013). Por otra parte, en el ganado ecológico el Se y el I no están agrupados, lo que apoya la hipótesis de que ambos elementos podrían estar relacionados con las prácticas de manejo en las explotaciones convencionales. En ganado ecológico el Se está altamente relacionado con el Mo, y el hecho de que ambos elementos también se asocian en la dieta ($R^2 = 0.399$, $p < 0.001$) sólo en este tipo de explotación podría apoyar la idea de una contaminación física de suelo al pastar, ya que ambos elementos se asocian con frecuencia en la roca madre (Williams y Thornton, 1973). Por el contrario el I parece estar relacionado con la dieta, como ocurre también con el Cu y el Zn. Estos resultados indican que, al menos en las condiciones de este estudio, mientras que para el Se la ingestión de suelo podría ser relevante y debe ser considerada, para el Cu y el I el consumo de suelo tienen una pequeña contribución al estatus mineral de los animales, y cuando están bajos deben ser suplementados en la dieta.

CONCLUSIONES

En los sistemas convencionales el estado mineral de los animales viene determinado por la suplementación mineral de los concentrados mientras que en los sistemas ecológicos la ingestión de suelo tiene una gran y especial contribución. Esto hace que el conocimiento general de la suplementación mineral de las explotaciones convencionales no puede extrapolarse directamente a las ecológicas; y requiere especial atención la contribución particular de la ingestión de suelo, bien directamente. Además, las deficiencias minerales son más frecuentes en los sistemas ecológicos pero la suplementación debe adaptarse a las necesidades particulares de cada granja evitando interacciones indeseables entre minerales. Para hacer esto correctamente, se necesitan nuevos estudios para conocer con exactitud la influencia del suelo y la composición de la dieta, el grado de ingestión de suelo en pasto o por contaminación de forrajes y otros tratamientos de minerales. Se debe prestar atención a la ingestión de metales tóxicos a través del suelo, tanto en suelos ricos de forma natural, o contaminados por la acción del hombre.

BIBLIOGRAFÍA

- Alderman, G., Stranks, M.H. 1967. Iodine content of bulk herd milk in summer in relation to estimated dietary iodine intake of cows. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 18: 151-153.
- Arthur, J.R., Beckett, G.J. Mitchella, J.H. 1999. The interactions between selenium and iodine deficiencies in man and animals. *Nutrition Research Reviews*, 12: 55-73.
- Bath, S.C., Button, S. Rayman, M.P. 2012. Iodine concentration of organic and conventional milk: implications for iodine intake. *British Journal of Nutrition* 107: 935-940.
- Blanco-Penedo, I., Shore, R.F., Miranda, M., Benedito, J.L., López-Alonso, M. 2009. Factors affecting trace element status in calves in NW Spain. *Livestock Science*, 123: 198-208.
- Commission Regulation (EC) 2008. Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labeling of organic products with regard to organic production, labelling and control. *The Official Journal of the European Union*, L250: 1-84.
- Cook, J.G., Green, M.J. 2007. Reduced incidence of retained fetal membranes in dairy herds supplemented with iodine, selenium and cobalt. *Veterinary Record*, 161: 625-626.
- Enjalbert, F., Lebretton, P. Salat, O. 2006. Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: Retrospective study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 90: 459-466.
- Eurostat 2014. Certified organic livestock by type of species. Retrieved 8 July 2014, from http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
- Gerloff, B.J. 1992. Effect of selenium supplementation on dairy cattle. *Journal Animal Science*, 70: 3934-3940.
- Guyot, H., Saegerman, C., Lebretton, P., Sandersen, C., Rollin, F. 2009. Epidemiology of trace elements deficiencies in Belgian beef and dairy cattle herds. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 23: 116-123.
- Kabata-Pendias, A. 2011. *Trace Elements in Soil and Plants*. 4th Edition, Taylor and Francis Group, CRC Press, Boca Raton.
- Kotyzová, D., Eybl, V., Mihaljevic, M. Glatte, E. 2005. Effect of long-term administration of arsenic (III) and bromine with

and without selenium and iodine supplementation on the element level in the thyroid of rat. *Biomedical Papers*, 149: 329-33.

- López-Alonso, M., Benedito, J.L., Miranda, M., Castillo, C., Hernández, J. and Shore, R.F. 2002. Cattle as biomonitors of soil arsenic, copper and zinc concentrations in Galicia (NW Spain). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 43: 103–108.
- López-Alonso, M. 2012. Trace minerals and livestock: not too much not too little. *ISRN Veterinary Science*. Article ID 704825, 18 pages. doi:10.5402/2012/704825.
- National Research Council (NRC) 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, 7th. revised edition. National Academy of Sciences, National Academic Press, Washington DC, USA.
- Puls, R. 1994. Mineral levels in animal health, 2nd edition. Clearbrook: Sherpa International, Clearbrook, Canada.
- Rey-Crespo, F., Miranda, M., López-Alonso, M. 2013. Essential trace and toxic element concentrations in organic and conventional milk in NW Spain. *Food and Chemical Toxicology* 55: 513-518.
- Stibilj, V., Vadnjak, R., Kovac, M. Holcman, A. 2004. The effect of dietary arsenic additions on the distribution of selenium and iodine in eggs and tissues of laying hens. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 46: 275-80.
- Suttle, N.F. 2010. Mineral nutrition of livestock. 4th Edition, Cabi Publishing, UK.
- Ward, J.H. 1963. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*, 58: 236-244.
- Williams, C., Thornton, I. 1973. The use of soil extractants to estimate plant-available molybdenum and selenium in potentially toxic soils. *Plant and Soil*, 39: 149-159.
- Zeng, H., Uthus, E.O. Combs, G.F. 2005. Mechanistic aspects of the interaction between selenium and arsenic. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 99: 1269-1274.

EL PAN BIOLÓGICO INTEGRAL ARTESANO CON LEVADURA MADRE, CLAVE PARA LA SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIAS, LA NUTRICIÓN HUMANA Y LA SOSTENIBILIDAD DE LOS AGROSISTEMAS

Galindo P*, Medina S**, Sanchez JL***, Rodrigo E****

*La Garbancita Ecológica, Soc. Coop. Mad. de Consumo Responsable y Asociación de Panaderías Biológicas (APB) C./Puerto del Milagro, 8 28018-Madrid; juliajara13@yahoo.es

**La Panata y APB

***Panadería Rincón del Segura y APB

****Molino del Villar

RESUMEN:

En la dieta mediterránea, el pan incorpora gran parte de los Hidratos de Carbono (HC). El pan biológico integral artesano con levadura madre respeta los procesos, temperaturas y tiempos necesarios para predigerir salvado y gluten. Es complemento necesario de las legumbres para proveer proteína de alto valor biológico, vitaminas, minerales y fibra y para reducir la ingesta de proteína animal de ganadería intensiva alimentada con soja transgénica. La intolerancia al gluten está relacionada con el pan industrializado (harina blanca refinada y transformada con levaduras industriales o químicas) que no alimenta, desmineraliza y destruye la flora intestinal, favoreciendo enfermedades autoinmunes.

L@s panader@s experimentad@s en la elaboración del pan biológico verdadero, mostramos sus atributos nutritivos y saludables y la diferencia entre: harina integral/ harina blanca y fermentación láctico-alcohólica (levadura madre) o sólo alcohólica (otras levaduras) determinaciones necesarias para favorecer la asimilación del gluten en nuestro intestino y la alimentación de nuestra microbiota intestinal que trabaja en simbiosis con nuestro organismo.

Falta investigación científica sobre las diferencias nutricionales y saludables entre el pan biológico auténtico y el pan elaborado con materias primas ecológicas sin algunos de sus atributos esenciales: harinas integrales; levadura madre con sus temperaturas y tiempos de fermentación; y ausencia de aditivos.

Palabras clave: gluten, levadura madre, microbioma, pan biológico-artesano.

INTRODUCCIÓN

Una alimentación responsable y saludable requiere una generosa presencia de alimentos vegetales: frutas, verduras, legumbres, frutos secos, aceites vegetales y pan, arroz y pasta biológicos e integrales y agua. Esta es la composición de la dieta mediterránea tradicional que añade, una ingesta media de pescados y mariscos, baja o moderada de productos lácteos (en forma de leche, queso o yogur), baja o moderada de pollo y huevos y moderada a baja ingesta de carnes rojas y procesadas. En adultos se incluye el consumo moderado de vino. Por el contrario, se deben eliminar o reducir los alimentos con aditivos químicos vacíos de vitalidad y nutrientes. Frutas, verduras, pan, legumbres y pasta constituyen vectores alimentarios esenciales para el desarrollo físico e intelectual de nuestros niños y niñas.

Nuestra dieta actual dista mucho de parecerse a la Dieta Mediterránea característica de los años 30 y, posteriormente, de los años 60, una vez sobrepasados los años del racionamiento en la dictadura. Según Cusso & Garrabou (2007) que estudian la evolución de la dieta en España se corrobora el descenso en el consumo de legumbres, patatas y panes/cereales que proporcionaban el aporte fundamental de hidratos de carbono y proteínas. En 1930, el consumo estimado por Simpson (1989) de estos grupos de alimentos en base al denominado "consumo aparente" (obtenido en base al cálculo de producción interna y importaciones menos exportaciones, consumo en semillas, alimentación animal y pérdidas en conservación) permite afirmar que el 56% de la energía y 68% de las proteínas de la dieta media española procedían de cereales, patatas y legumbres mientras que los alimentos de origen animal proporcionaban menos del 14% de la energía. En

1961 -según los datos aportados por FAOSTAT- cereales, patatas y legumbres aún representaban la mitad de la energía y la mitad de las proteínas ingeridas. A partir de entonces, estos alimentos no han dejado de descender en nuestra dieta (descenso del 32% en pan/cereales, del 36% en patatas y del 42% en legumbres entre 1961 y 2000), siendo desplazadas por el incremento de las proporciones de carnes y lácteos que han quintuplicado y duplicado respectivamente su consumo (Sussó y Garrabou, 2010).

En la Dieta Mediterránea Tradicional (DMT), el pan –seguido de las legumbres- incorpora gran parte de los Hidratos de Carbono (HC) y, como acabamos de ver, también las proteínas. Ambos alimentos se equilibran porque el cereal aporta aminoácidos como la metionina y cisteína –que faltan en las legumbres- y las legumbres aportan lisina en abundancia que escasea en los cereales. Esa complementariedad entre ambos proporciona proteína de alto valor biológico. En muchos países de Latinoamérica se denominar "comida corriente" a los platos de legumbre y cereal que cada día alimentan a su población proporcionando HC, proteínas y fibra imprescindibles para el equilibrio saludable de la flora intestinal y la eliminación de toxinas y desechos del organismo.

Llevamos 10.000 años sembrando y comiendo cereales. En la excavación de Ohalo II (enclave prehistórico de las costas del Lago Kinneret -Israel datado hace 21.000 años), se han encontrado granos comestibles como trigo, cebada y avena, y restos que indican que se molían y se hacía pan 11.000 años antes (Revista 2000Agro, 2015). Siete son los cereales mayores: El trigo (*Triticum*) es el rey de los cereales, Asirios y babilonios ya lo cultivaban. Es muy adaptable a los territorios, lo que demuestra los 30.000 tipos de trigo enumerados por el botánico y genetista ruso Nikolai Vavilov, que identificó los lugares de origen de muchas plantas cultivadas. El mijo (*Panicum miliaceum*) se conocía en Mesopotamia y se cultivaba en China hace 5000 años. Resiste temperaturas extremas y suelos poco fértiles. La cebada (*Hordeum vulgare*) se menciona en el "Libro de los muertos" egipcio y en la Iliada de Homero. Aunque su bajo contenido en gluten la ha desterrado de las panaderías se fermenta para elaborar cerveza. La Avena sativa, que teme el frío y el calor extremos, abunda en las culturas germánicas, tanto para alimentar ganado como para papillas y copos en consumo humano. El centeno (*Secale cereale*) parece que procede de las orillas del Mar Muerto y se adapta bien en las tierras más pobres. El Maíz (*Zea mays*) proviene de los aztecas. Se extendió en España pero, al carecer de gluten, da unos panes pesados y con regusto ácido lo que reduce su consumo. El Arroz, no se emplea en pan –salvo panes especiales- por ausencia de gluten (Akizu y Gardoki, 2002).

Las dietas preindustriales de casi todas las culturas presentan un buen equilibrio entre cereales y legumbres. Dicho equilibrio comienza a romperse, en primer lugar, con la reducción de la variedad de cereales empleados en la producción del pan, dando prioridad al trigo y, posteriormente a las harinas blancas de trigo de la mano de la industrialización del cultivo de cereales, de la molienda y de la elaboración de pan. En segundo lugar, con el retroceso del consumo de legumbre por el aumento de la cuota de carne, leche o lácteos (Cussó y Garrabou, 2010).

Desde el punto de vista energético, es parecido consumir pan blanco o integral, pero muy diferente respecto a los nutrientes que nos aporta. Independientemente del cereal empleado (trigo, centeno, espelta...), cuanto más integral, mayor aporte de proteínas, grasas, fibra, minerales, enzimas y vitaminas. Entre los nutrientes de los cereales integrales se encuentran la vitamina E, el complejo vitamínico B (especialmente B1, B2 y B6) y minerales como selenio, zinc, cobre, hierro, magnesio y fósforo. Los cereales integrales también aportan sustancias protectoras como los lignanos, estrógenos vegetales protectores frente a enfermedades cardíacas y el cáncer. Por el contrario, las harinas y azúcares refinados son dañinos porque: 1) aportan calorías huecas que favorecen el sobrepeso y la malnutrición; 2) en el proceso de refinado se pierden nutrientes esenciales para combatir la hipertensión y fibra, imprescindible para alimentar a las "bacterias buenas" de las que depende nuestro sistema inmunológico y nuestro tracto intestinal; y 3) el metabolismo de los azúcares y harinas refinados requiere vitamina B y calcio que, al no estar en el cereal, son extraídos de los huesos y de los dientes.

En 1930, el bloque de alimentos integrado por cereales, legumbres y patatas mantuvo su magnitud principalmente por el incremento del consumo de patatas, pero disminuyó su peso relativo al aumentar la

proporción de calorías aportadas por carne, pescado y lácteos. En España el consumo de pan se redujo en los primeros 30 años del siglo XX. Pero el cambio fundamental en esas 3 décadas fue que, en las ciudades, se dejó de elaborar pan moreno de harina integral y otros cereales y se generalizó el pan de harina blanca de trigo. Eso supuso el comienzo del fin del pan de calidad. (Cusso y Garrabou, 2007).

Las diferencias en la composición nutricional del pan según se elabore con harinas blancas o integrales, se agrandan en función de si se emplea levadura madre o levadura de panadero. Las formas de fermentación del pan han evolucionado para ahorrar trabajo y tiempo sacrificando aromas y sabores, pero, sobre todo, capacidad de asimilación nutricional de los cereales con los que se hace el pan. La industria química ha desarrollado multitud de aditivos para que no nos demos cuenta. A su vez, la selección de trigo -cada vez con mayor gluten- para adaptarse mejor a la mecanización e industrialización de la producción de pan, han traído consigo intolerancias y celiaquías que llevan a una parte cada vez mayor de la población a problemas intestinales, alergias y enfermedades autoinmunes. La opción es privarse de pan o alimentarse con panes sin gluten cuya fermentación química es más agresiva aún para nuestra flora intestinal. Por otro lado, ante el desequilibrio de nuestra dieta actual, muchos dietistas y nutricionistas, abogan por reintroducir un pan de calidad en la dieta como regulador de los desequilibrios provocados por abuso de azúcar, materias grasas y proteínas de origen animal.

¿QUÉ PAN COMEMOS HOY?

Lo que hoy se denomina pan está lejos de serlo. Su deterioro alcanza a todas las fases de su producción.

En el campo: La revolución verde, al introducir en la agricultura los híbridos y la química, degradó la calidad nutricional de las semillas y la fertilidad del suelo. Hoy se usan semillas modernas de mayor rendimiento que contienen demasiada glutamina (proteína que tiende a irritar las paredes intestinales) y escasos minerales y vitaminas por el empobrecimiento de los suelos. Estas semillas proporcionan harinas de poca calidad panadera, escasos nutrientes y con presencia de abonos y plaguicidas químicos cuyos residuos quedan en el cereal. El exceso de gluten -de las harinas procedentes de los trigos modernos- para que el pan sea más esponjoso y se hinche más al cocerse, provoca intolerancia en el aparato digestivo en personas sensibles al exceso de gluten; esa intolerancia se manifiesta en cansancio, dolores abdominales, diarrea, reflujo gastroesofágico, problemas articulares, eccemas e incluso trastornos neurológicos.

En la molienda: el molino de cilindros eliminó el uso de la harina integral y, con ella, el salvado y el germen del trigo, sus componentes más nutritivos, lo que dificulta el desarrollo natural de las levaduras. Al extraer harina blanca sin germen, se reducen entre el 50% y el 100% de vitaminas, minerales y fibra; la harina blanca prácticamente sólo aporta almidón, un azúcar de combustión rápida e índice glucémico (glucosa en sangre) elevado, que provoca gran desgaste de insulina y reacciones hipoglucémicas. Consumir pan blanco es peor que comer terrones de azúcar porque aumenta escandalosamente los niveles de azúcar en la sangre, lo que afecta al páncreas y provoca un pico de insulina, con el consiguiente riesgo de desarrollar diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares.

En la elaboración del pan: Se emplea levadura industrial para ahorrar tiempo de fermentación (sólo hace la fermentación alcohólica). Se le añaden sustancias para compensar los nutrientes previamente eliminados (germen y salvado), facilitar la fermentación, conservar la masa y el pan e, incluso, simular el olor a pan. El pan, convertido en un producto altamente industrializado, ha perdido la mayoría de sus cualidades nutritivas y saludables además de degradar el conocimiento y la dignidad del oficio panadero. Se le echa demasiada sal (una barra de 250 g tiene 4,7 gramos de sal, cerca de la cantidad máxima diaria recomendada por la OMS -5 g para una persona adulta-).

Una vez eliminados los factores que hacían del pan un alimento completo, éste se convierte en un alimento superfluo. Nuestra dieta, para compensar el déficit de proteínas y azúcares que presenta el pan industrial de harina blanca, los obtiene mediante un consumo abusivo de dulces y carnes. Esta sustitución es la causa de diversas enfermedades alimentarias propias de los países ricos (alergias, caries, hipercolesterolemia,

obesidad, diabetes, cáncer, etc.), cuyo origen es una dieta que ha tirado por la borda la dieta mediterránea y el pan verdadero. Nuestro maleducado paladar rechaza el sabor del pan auténtico porque no es tan salado, ni tan dulce ni tan esponjoso (Galindo *et al.*, 2015)

En España, más del 60% de la ingesta por habitante procede de alimentos cargados de azúcar, sal y conservantes a costa de frutas y verduras locales y de temporada. La malnutrición es uno de los principales factores de riesgo en enfermedades no transmisibles causantes de muertes evitables. La comida, cada vez más procesada, se vuelve desvitalizada y desnaturalizada provocando innumerables patologías alimentarias como sobrepeso, obesidad, enfermedades cardiovasculares, diabetes, síndrome metabólico, trastornos del aparato locomotor, inmunodeficiencias, alteraciones psicosociales, etc. (Galindo, 2015)

EL PAN BIOLÓGICO. SUS CARACTERÍSTICAS

La elaboración biológica de pan no consiste solamente en la sustitución de unas materias primas, por otras. Un verdadero pan biológico debe ser plenamente saludable.

En un contexto de caída del consumo de pan (de 400 gr/persona/día en 1961 a 197 gr/persona/día en 2012), adulteración de harinas y procesado, intolerancias y alergias crecientes entre la población -especialmente entre los más pequeños- parece claro que hay que apostar por el pan biológico. Sin embargo, no todo el pan certificado como "ecológico" es igual.

Las características que debe tener el pan biológico (también llamado ecológico u orgánico) son: a) Harinas integrales de cultivo ecológico, libres de químicos y transgénicos b) Fermentación exclusiva con levadura madre y c) No contener aditivos ni utilizarlos en ningún momento del proceso de elaboración.

Harina integral.- procedente de cereales ecológicos completos, con el menor porcentaje de extracción para que contenga todo el salvado y germen contenido en el grano del cereal. El salvado, además de proteínas y vitaminas aporta fibra, que regula la función intestinal y favorece la eliminación de colesterol y sustancias tóxicas. El germen (parte de la semilla que desarrolla la nueva planta) es el componente más nutritivo del grano y concentra la mayor parte de la vitalidad, proteínas, grasas y oligoelementos presentes en la semilla. El salvado y el germen concentran más de la mitad de las vitaminas presentes en el cereal y todos sus aceites y minerales.

Calidad panificable de las harinas.- depende de la variedad del cereal, el manejo ecológico del cultivo y las características de la molienda. Buenas materias primas son los cereales ecológicos de variedades autóctonas o ancestrales recuperadas como trigo Aragón, Espelta, Chamorro, Negrillo, Candeal que, a pesar de tener menos rendimiento no presentan los problemas de intolerancia o alergia de los trigos modernos). Hay que apostar por la recuperación de variedades ancestrales para su cultivo biológico. También depende del molino. El molino de piedra da mejor calidad que el molino de cilindros que, al no incluir las partes más nutritivas del grano eliminando con ello vitaminas y minerales.

Con levadura madre.- Llamamos levadura madre a la masa que contiene, exclusivamente, un cultivo elaborado con anterioridad a partir de harina integral biológica y agua sin cloro. En esta primera fermentación se activan una mezcla determinada de hongos, de los cuales las levaduras son sólo una parte, y bacterias que se encuentran de manera natural en el salvado de los cereales. Estos microorganismos viven en equilibrio, alimentándose de los hidratos de carbono disponibles en la harina que forma la masa. Es, por tanto, un ecosistema vivo que necesita renovación constante y se hace más estable cuando el pan se realiza con mayor regularidad. Lo más importante del proceso artesanal es la utilización, en cada nueva masa, de la levadura madre que se incorpora con un trozo de masa de la hornada anterior (que contiene las levaduras y bacterias del primer cultivo). La "refrescamos" (alimentamos, renovamos y multiplicamos), añadiéndole harina y agua. Este cultivo de levaduras y bacterias (lactobacilos) se encuentran de manera natural en el salvado de los cereales. Aportándoles humedad y calor, despiertan para fermentar la mezcla de harina, predigiendo su gluten en una lenta y completa fermentación dando como resultado el buen Pan. La presencia de levaduras y bacterias

en la levadura madre desarrolla una doble fermentación. La primera –alcohólica- que esponja y eleva el pan. La segunda –láctica-, predigiere en sí misma todos los elementos del grano: proteína, carbohidratos, grasa y celulosa y transforma los fitatos en componentes sanos. El proceso prolongado y los fermentos naturales de la levadura madre, permiten que las sustancias que componen la masa se transformen en compuestos más simples, asimilables y nutritivos. El salvado no es visible porque desaparece entre el resto de los componentes (cuando está finamente molido). Importa la forma, como queda el pan, pero también su contenido biológico y nutricional, que dependen de las temperaturas y los tiempos de su proceso de fermentación.

La levadura madre es la única capaz de producir una fermentación láctica que rompe las cadenas largas de las proteínas contenidas en el gluten. Las levaduras naturales trabajan en simbiosis con bacterias que garantizan esta segunda fermentación, a la vez que alimentan a las propias levaduras que les son afines y bloquean a las que no les van bien (el medio ácido resultante les es hostil). La levadura madre es la que se guarda de una masa para la siguiente, conservando y regenerando levaduras y bacterias que crecen de forma natural en las harinas, especialmente en el salvado, pero también en los recipientes y el ambiente cuando concurren condiciones adecuadas de agua, temperatura, oxígeno y buenos oficios panaderos.

Cuando la etiqueta de un pan pone "masa madre" y "levadura panaria", significa que la levadura panaria –que sólo desarrolla la fermentación alcohólica- se ha empleado para acelerar el proceso y, por tanto, la fermentación láctica se ha interrumpido sin llegar a romper las cadenas largas del gluten.

El pan con levadura madre contiene prebióticos, es decir fibra y nutrientes que han sido transformados por la fermentación para favorecer el crecimiento de nuestra flora intestinal. Destacamos la importancia de cuidar los microorganismos que nos habitan –en particular la flora intestinal- para que nuestro cuerpo esté sano. Es como cuidar de la fertilidad del suelo para que las plantas crezcan sanas y fuertes. En este cuidado, es esencial el pan con el que nos alimentamos. El pan biológico con levadura madre es el único pan que protege nuestro intestino y, de paso, la salud de nuestro cuerpo. Por el contrario, los panes de fermentación corta, aunque se realicen con materias primas ecológicas, pueden resultar indigestos -cuando no intolerables o tóxicos- para el intestino, socavando el sistema inmunológico.

Sin aditivos.- Los aditivos se emplean para enmascarar la baja calidad de las materias primas y la textura y el sabor de una mala fabricación de pan consiguiendo de manera fraudulenta las propiedades organolépticas de las buenas calidades y la fermentación con levadura madre. El resultado es la rebaja de los costes y el abaratamiento del precio final del pan, desbancando con ello a las panaderías artesanas de pan biológico.

En la panadería industrial se autorizan más de un centenar de aditivos pero, en la panadería certificada como ecológica, ya se autorizan 40. Cuando se añade vinagre –incorporado en 2008 a la lista de aditivos aceptados en la certificación ecológica- es señal de que no hay levadura madre y consigue, mediante este aditivo, el cierto olor ácido propio de la fermentación con levadura madre. Aunque, teóricamente, sólo se autorizan cuando "son necesarios", "inocuos" y "en su etiquetado no deben engañar al consumidor", la industria maneja estas condiciones a su antojo y las investigaciones requeridas para autorizarlos son menos rigurosas que para prohibir un aditivo autorizado que requiere la prueba fehaciente de que resulta perjudicial para la salud. También es recomendable reducir la sal: se utiliza en exceso como potenciador del sabor cuando la baja calidad de las materias primas utilizadas carece de él.

Al autorizar aditivos cuya función es enmascarar la escasa calidad de las materias primas, procesos cortos de fermentación y empleo de levadura química, la certificación ecológica favorece la degradación de la calidad del pan.

LEVADURA MADRE FRENTE A LEVADURA INDUSTRIAL

Las principales diferencias entre ambas se producen en la biodiversidad de la flora, la calidad nutritiva y las propiedades organolépticas. En la levadura madre existe un ecosistema amplísimo de bacterias (lácticas en su mayoría) y hongos (ascomicetos mayormente) que producen gran cantidad de sabores y aromas; en la

levadura industrial se cultiva de forma artificial un solo tipo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) que es gran productora de gas pero no de aromas y sabores.

La fermentación con levadura madre es más completa. Es un pan más nutritivo porque los nutrientes tienen mayor biodisponibilidad y se digiere mejor por la predigestión de las proteínas. La ausencia de fermentación láctica en la levadura industrial impide biodisponibilidad y predigestión. Cuando las proteínas llegan al intestino intactas y no hay bacterias lácticas que ayuden en el proceso de fermentación, traspasan las paredes intestinales y penetran en la sangre. Por eso puede causar digestiones pesadas y flatulencias, pero también intolerancias o alergias. Sin llegar a estos problemas, se aprovechan menos los nutrientes.

La única ventaja del pan fermentado con levadura industrial es que, en poco tiempo, se obtiene un mayor volumen que redundaría en una cocción más rápida. Resulta un pan que se endurece a las pocas horas, de difícil digestión y poco nutritivo. Al ser un pan con poco o nulo sabor se le añaden aditivos químicos para engañar nuestro paladar con aromas artificiales. Por el contrario, el pan elaborado con levadura madre fermenta durante más tiempo y, por ello, es muy sabroso y tiene un olor con carácter propio. Su corteza es más gruesa lo que hace que se mantenga más tiempo fresco –varios días– pues la corteza protege el interior. El color es más oscuro, también producto de la larga fermentación en la masa que le otorga un color más homogéneo, y su volumen será, en piezas del mismo peso, sensiblemente inferior a uno elaborado con levadura industrial. Un pan de levadura madre es más pesado en la mano pero más ligero en la digestión.

¿LEVADURA MADRE ES SINÓNIMO A MASA MADRE?

Se emplea masa madre para indicar que, a la harina y al agua, se añade una porción de masa de la hornada anterior. La masa madre no garantiza nada. Todo depende de con qué se fermentó ésta, para que el resultado sea saludable o no. Si la masa madre anterior contiene aditivos y levadura de panadero o levadura química, no es levadura madre.

El término "masa madre", se está convirtiendo en un reclamo comercial para dar un valor añadido a un pan que, en lo esencial, no se distingue en su fermentación del pan convencional poco fermentado con levadura prensada, "de panadero" o "de pastilla" (levadura química). Si no procede de un cultivo de bacterias y hongos sólo obtendremos un pan con mayor duración.

FERMENTACIÓN: LEVADURA MADRE, AMBIENTE, TIEMPO Y TEMPERATURA

Hay tres criterios característicos del pan biológico: harina integral de cereal de cultivo ecológico; fermentación exclusiva con levadura madre; y ausencia de aditivos químicos. Pero, el que tiene más controversia y afecta más al procedimiento de elaboración es la fermentación. Es el más complejo, pero también, como acabamos de ver, el que más ventajas tiene si se desarrolla a plena satisfacción.

Los panaderos artesanos sabemos que el clima afecta tanto a la población de levaduras y hongos como a las bacterias que se desarrollan en la levadura madre. Por eso, no será igual un pan cocido en la costa que otro elaborado en el interior ni tampoco un pan amasado en la montaña que otro en el valle.

Cualquier panadero artesano sabe también que la temperatura del obrador y, sobre todo, la temperatura a la que mantengas la masa, va a favorecer unas fermentaciones u otras. Según sea la temperatura se van a producir unos equilibrios u otros dentro de la población de microorganismos que fermentan el pan.

El arte de la panificación consiste en mantener un buen equilibrio entre las bacterias y las levaduras. Las bacterias homofermentativas son de tipo láctico y su principal función es transformar los azúcares (lactosa/maltosa) en ácido láctico/málico. Las bacterias heterofermentativas producen también ácido acético que es el que da un sabor excesivamente ácido. Las bacterias lácticas acidifican el pan pero apenas lo levantan. Son las levaduras las que producen el gas carbónico que levanta la masa. Las bacterias lácticas se ven favorecidas con una temperatura alta (30° C) mientras que las levaduras prefieren una temperatura más baja (22-25° C). Las bacterias

heterofermentativas se desarrollan también en temperaturas bajas. A su vez, las levaduras prefieren una masa aireada por lo que es importante el amasado. Las masas blandas fermentan más que las masas muy prietas.

En los últimos tiempos están apareciendo en España panaderías que elaboran el pan con levadura madre introduciendo las masas en nevera durante la noche a temperaturas de 4°. Por la mañana, sacan de la nevera, y tras un rato en ambiente las meten en el horno. Esta práctica facilita que los panaderos no tengan que madrugar tanto. Dejan preparadas la tarde anterior las masas en la nevera y, mientras una hornada se atempera y se cuece, pueden preparar una segunda hornada aumentando la productividad del trabajo y bajando sus costes de producción. Sus defensores afirman que el proceso de fermentación no se para y que, incluso, favorece la esponjosidad y el sabor pero, realmente, no sabemos lo que pasa con las fermentaciones lácticas. Es cierto que la fermentación es larga pero no podemos afirmar que es igual que las temperaturas habituales. L@s panader@s artesan@s que no empleamos cámara de fermentación (que estabiliza las temperaturas) sabemos que, en invierno, si nos descuidamos con la temperatura del obrador pueden salir panes más ácidos –predominan las bacterias heterofermentativas sobre las homofermentativas- y, en verano, por el contrario, se nos van muy rápido.

Pero, ¿qué pasa cuando la masa permanece más de 6 horas en una nevera?: ¿se interrumpe la fermentación láctica? ¿A partir de qué tiempo en nevera el equilibrio entre bacterias y levaduras se descompensa? ¿A qué temperatura del interior de la masa? ¿Predominan las fermentaciones lácticas o las acéticas? ¿No se nota el regusto ácido porque se ha parado la fermentación láctica? ¿Qué ha pasado con las cadenas largas de gluten? Todas estas preguntas conviene responderlas mediante estudios científicos comparativos. Lo importante es el resultado nutricional del pan. Si la fermentación láctica no tiene el resultado nutricional esperado debe diferenciarse en el etiquetado la fermentación con levadura madre a temperaturas habituales y la fermentación con masas refrigeradas.

EL GLUTEN A EXÁMEN

El gluten es un compuesto de proteínas no solubles en agua presente en muchos cereales (trigo, avena, centeno y espelta) que, en la fermentación del pan, le otorga su toque esponjoso. Los cereales que contienen más gluten "crecen" más.

No todas las personas toleran el gluten. La celiaquía es una enfermedad producida por nuestro propio sistema inmune al desarrollar una intolerancia permanente al gluten en personas con predisposición genética. Tiene su origen en que las cadenas largas del gluten, sin fraccionarse, en algún momento han traspasado las paredes intestinales entrando en el torrente sanguíneo y se han propagado por todo el organismo lo que ha generado anticuerpos. En las siguientes ingestas, los anticuerpos aumentan y dañan la mucosa intestinal atrofiándose las vellosidades que cubren el intestino delgado, lo que dificulta la absorción de nutrientes y hace más permeable la pared intestinal permitiendo la entrada al torrente sanguíneo de toxinas que debían eliminarse. Los síntomas son malestar, dolor y pérdida de peso.

Diversos factores explican el crecimiento de la celiaquía. Las nuevas variedades de trigo proceden de: a) fecundación cruzada para conseguir más grano y gluten en detrimento de más aroma y cualidades nutricionales, o b) de modificación transgénica -inserción de genes de otra especie para tolerar herbicidas o producir sustancias insecticidas-. Ambos procedimientos degradan la calidad de las harinas, reducen sus aportes nutricionales y dificultan su digestión. A esta degradación hay que sumarle los aditivos químicos contenidos en el pan, las galletas y la bollería industrial que producen cáncer y dañan los sistemas nervioso e inmunitario. También influye una dieta a base de azúcares, harinas blancas y carnes que acidifica y alimenta a los microorganismos potencialmente patógenos, provocando putrefacción en nuestro intestino. Todo ello es contrario a una dieta en la que abundan vegetales y fibra no soluble que alimenta a las bacterias beneficiosas que segregan ácidos grasos protectores de la pared intestinal. Las personas con familiares celíacos tienen mayor predisposición a la celiaquía.

Para cuidar el intestino es esencial la fermentación de la masa del pan que debe ser: a) natural, con las levaduras y hongos presentes en el cereal con la mayor biodiversidad posible lo que se consigue con años de

elaboración de pan en un mismo obrador y c) mediante una larga y completa fermentación láctica. Si el gluten no se predigiere, cualquier cereal con el que se elabore el pan será un alimento agresivo. En panes certificados ecológicos, cuando se emplean fermentaciones cortas que no degradan las cadenas del gluten en aminoácidos, se desestabiliza progresivamente el organismo por el deterioro de la vellosidad de la pared intestinal.

Con los cereales modernos y la fabricación industrial del pan aparecen intolerancias al gluten y crece la celiaquía. La sustitución del trigo por la espelta –que es un trigo antiguo y, por tanto, más reconocible por nuestro organismo que los trigos modernos- si no se predigiere su proteína (gluten) mediante una larga y completa fermentación láctica, no es suficiente. Sin fermentación láctica no dejará de ser un alimento agresivo porque el gluten permanece intacto tras la elaboración del pan.

Si no queremos que crezcan las intolerancias y las enfermedades autoinmunes, debemos promover la producción de pan en base a cereales integrales ecológicos fermentados con levadura madre y sin aditivos.

El descenso drástico en nuestra dieta del consumo de pan y cereales agrava sus efectos negativos por el ascenso del consumo de harinas blancas, pasta, bollería y panes industriales. Nuestros niños y niñas asimilan estos primeros alimentos y sus ingredientes como parte inseparable de su dieta diaria. Las consecuencias en salud desbordan la intolerancia al gluten al asociarse a grasas trans, exceso de azúcar y sal, causantes de enfermedades como obesidad, diabetes, hipertensión, colesterol, cardiopatías y cáncer, cada vez más presentes y en edades más tempranas. No en vano, la Organización Mundial de la Salud ha acordado en 2016 seis recomendaciones para atajar el problema de la obesidad infantil a nivel mundial y, en la 5ª recomendación dedicada a la escuela plantea "Eliminar en entornos escolares el suministro o la venta de alimentos malsanos, como las bebidas azucaradas y los alimentos de alto contenido calórico y bajo valor nutricional". Está hablando del pan industrial. (Comisión para acabar con la obesidad infantil-OMS, 2016).

VENTAJAS NUTRICIONALES Y SALUDABLES DEL PAN BIOLÓGICO

El pan biológico fermentado exclusivamente con levadura madre es más saludable, se asimila mejor y consigue de forma natural el olor característico a pan. La fermentación láctica da al pan un cierto sabor ácido y es responsable de su mejor conservación. Produce una corteza más gruesa y miga más densa, consiguiendo con ello que el pan se seque más lentamente e inhibiendo el desarrollo de hongos gracias al ácido láctico. No obstante, conviene envolverlo en tela y mantenerlo alejado del calor y las corrientes de aire. La levadura madre predigiere todos los elementos del grano: proteína, carbohidrato, grasa y celulosa, con lo que el pan resulta más digestivo. También facilita que los nutrientes del pan nos alimenten mejor con menos esfuerzo, protejan la flora intestinal, absorban mejor los minerales sin desgastar nuestras reservas, potenciando las propiedades del pan integral ecológico. Sin fermentación natural, los panes integrales irritan el intestino.

El uso de ingredientes de cultivo biológico y, por tanto, la ausencia de organismos modificados genéticamente, así como la no utilización de aditivos ni conservantes favorecen la Seguridad Alimentaria, cada vez más reconocida y valorada por l@s consumidor@s.

El uso de sal marina sin refinar y en cantidades adecuadas, garantiza el necesario equilibrio sodio-potasio que previene la hipertensión. Este equilibrio se ve favorecido por el uso de harinas integrales en las que la relación de estos elementos es adecuada a nuestro organismo.

La ausencia de cloro en el agua utilizada para la elaboración de la masa mejora la fermentación con levadura madre y elimina de nuestra dieta un ingrediente cuestionado por los dietistas más avanzados como posible origen o agravante de algunas enfermedades modernas.

Esto es lo que decimos las panaderías artesanas veteranas que hacemos pan biológico. Cada vez más estudios científicos nos dan la razón. Sin embargo y, de forma inexplicable, en el contexto de epidemia mundial de obesidad y enfermedades no transmisibles fruto de una mala alimentación, estos argumentos no tienen la suficiente credibilidad entre las autoridades responsables de la alimentación, el consumo y la salud pública,

incluidos los encargados de regular y controlar la alimentación ecológica. Esta anomalía se puede superar mediante la expresión social de la inseguridad alimentaria desde la organización de los consumidores y la investigación urgente de evidencias científicas que diferencien al verdadero pan biológico del que no lo es.

BENEFICIOS CONTRASTADOS DEL PAN FERMENTADO CON LEVADURA MADRE

Los beneficios nutricionales y saludables contrastados en los últimos 15 años son los siguientes (Whitley, 2013):

Los lactobacilos transforman la masa haciendo el pan más saludable por los siguientes motivos: a) Mejoran las propiedades nutricionales del pan; b) Hacen que sus nutrientes estén biodisponibles; c) Contrarrestan algunos anti-nutrientes que hay en la harina; d) Reducen su índice glucémico; y e) Neutralizan ciertas partes del gluten

Digestibilidad.- La acidificación y el trabajo enzimático que se desarrolla por la intervención de las bacterias lácticas facilitan la digestibilidad del pan porque transforma la maltosa en ácido málico haciéndolo más asimilable. Es el mismo proceso que realizan esas mismas bacterias al transformar la lactosa de la leche en ácido láctico en el yogur. Las masas fermentadas con lactobacilos pueden modificar las proteínas gliadina y glutenina presentes en la harina de trigo que son tóxicas para personas celíacas o con sensibilidad no celíaca al gluten. Esto significa que: 1) hay un método de elaborar pan que facilita la digestibilidad de las harinas y 2) que es urgente discriminar mediante etiquetado los panes que tienen esas propiedades. (Di Cagno *et al.*, 2002, 2004 y 2008; Gänzle *et al.*, 2008; Rizzello *et al.*, 2007).

Biodisponibilidad de minerales y neutralización de ácido fítico.- Los panes de harina integral, al contener el salvado, aportan cantidades relevantes de calcio, magnesio, potasio, hierro y zinc que, siendo recomendables en nuestra dieta, contienen ácido fítico que inhibe la absorción de dichos minerales (se comporta como un anti-nutriente) y daña nuestra salud. Afortunadamente, en la fermentación láctica, los lactobacilos facilitan que la fitasa, una enzima presente en el trigo, pero que también se genera en la actividad bacteriana, degrade el ácido fítico, facilitando la solubilidad para su asimilación en nuestro organismo de los minerales presentes en el cereal integral. Además los panes fermentados con levadura madre contienen mucha más lisina que complementa mejor a las legumbres y, a su vez, facilita la biodisponibilidad de los minerales mencionados. (Leenhardt *et al.*, 2005; Lopez *et al.*, 2003). Las investigaciones de Klein y Sugihara (1971) que trabajaron en la identificación del *Lactobacillus sanfranciscensis*, demostraron que la fitasa estaba presente en el trigo pero requería un mínimo de 3 horas de fermentación para que se iniciara el proceso.

Menor índice glucémico.- A las personas con sobrepeso, obesidad o síndrome metabólico se les recomienda no consumir pan. Eso puede ser correcto en el caso de los panes convencionales de harina blanca. Sin embargo, las harinas integrales tienen menor índice glucémico que las blancas. Si los panes integrales se fermentan con levadura madre los lactobacilos producen ácidos orgánicos que, en el horneado, reducen aún más el índice glucémico por lo que el pan integral con levadura madre es el más apropiado para las personas diabéticas, con sobrepeso, obesidad, síndrome metabólico y previene la diabetes en una población con una ingesta cargada de HC refinados. (Östman *et al.*, 2002).

Compuestos nutricionales saludables.- Este tipo de pan, orientado hacia la salud, ayuda a eliminar el colesterol. Es apto para desayunos aportando una cantidad de fibra equilibrada que activa el sistema digestivo e hidratos de carbono de absorción lenta, lo que regula el nivel de glucosa en sangre y previene la hiperactividad y la depresión asociadas a las hiper e hipoglucemias, mejorando la capacidad de concentración y el rendimiento de los niños en las aulas y de los adultos en trabajos intelectuales (Katina *et al.*, 2005).

Prebióticos y potencial probiótico.- El pan fermentado con levadura madre es un prebiótico, alimenta y cuida nuestra flora intestinal y, por tanto, es el único pan que protege nuestro intestino y, al tiempo, la salud completa de nuestro cuerpo. Los lactobacilos –incluidos los que encontramos en el pan fermentado con levadura madre- producen diversos compuestos saludables: antioxidantes (Coda R *et al.*, 2012), el péptido lunasina

que previene contra el cáncer (Rizzello *et al.*, 2012) y sustancias antialérgicas que pueden ayudar frente al crecimiento de enfermedades autoinmunes (Nonaka *et al.*, 2008). Según apuntan algunos estudios, parece que los compuestos nutricionales saludables desarrollados por los lactobacilos pueden sobrevivir al horneado con lo que el pan de levadura madre podría calificarse como potencial probiótico (Poutanen *et al.*, 2009) ayudando a estimular la respuesta inmune en el intestino (Van Baarlen *et al.*, 2009). Por el contrario, los panes de fermentaciones cortas proporcionan un producto que, aunque se realice con materias primas ecológicas, puede resultar indigesto, cuando no intolerable o tóxico para el intestino, socavando el sistema inmunológico.

Reducción del potencial carcinógeno de las acrilamidas tras el horneado.- Las acrilamidas, un sospechoso carcinógeno se encuentra en las cortezas ennegrecidas. Pero las largas fermentaciones que acompañan a la fermentación con levadura madre pueden reducir los niveles del aminoácido asparagina que es el precursor de la formación de acrilamidas (Fredriksson *et al.*, 2004).

Problemas intestinales y pan fermentado con levadura madre.- En 2014 A. Whitley inició una investigación para evaluar el efecto del tiempo de fermentación del pan en personas aquejadas del síndrome de colon irritable. La primera parte de la investigación ya se ha publicado y evalúa como los métodos de hacer pan afectan a la digestibilidad y biodisponibilidad de nutrientes. En este primer estudio la fermentación prolongada y con levadura madre resulta más digerible para enfermos de Colon irritable que procesos cortos y con levadura de panadero o levadura química (Costabile *et al.*, 2014).

LA ASOCIACIÓN DE PANADERÍAS BIOLÓGICAS (APB)

La Asociación de Panaderías Biológicas (APB) surgió en 2005 para promover el verdadero pan biológico en el estado español. La administración competente en la certificación ecológica ha desarrollado una normativa basada en una interpretación sesgada de la normativa europea -aprovechando la ambigüedad del Reglamento Europeo de Agricultura Ecológica- a favor de la industria y en contra de la artesanía alimentaria y de los derechos de l@s consumidor@s. Actualmente, se certifica como ecológico pan que puede tener levaduras artificiales (aunque se denominen "masa madre") y un buen número de aditivos para enmascarar que algunos panes "biológicos" no proceden de una elaboración artesanal fruto del esfuerzo y la sabiduría del panadero/a.

Algunas panaderías decidieron organizarse para dar una respuesta a las cuestiones más escandalosas: a) aceptación de levaduras industriales, normalmente transgénicas; b) uso de aditivos en cantidad cada vez mayor (ya se permiten 40 en certificación ecológica) y hasta el uso de vinagre -antes prohibido- que permite enmascarar cuándo un pan no es de levadura madre. Del grupo promotor formado por 6 panaderías se ha pasado a 28 panaderías en estos años y estamos abiertos a nuevas incorporaciones.

La APB defiende que los Comités y Consejos Reguladores contemplen 3 criterios "de mínimos" en la certificación del pan biológico: a) materias primas de origen ecológico, b) fermentación con intervención exclusiva de levadura madre natural (obtenida de masa fermentada a partir de harina y agua, con exclusión expresa de levaduras industriales y sin empleo de monocultivos de levaduras en cualquiera de sus formas) procedente de masa de la hornada anterior y c) ausencia de aditivos. Podrían contemplarse otros elementos como harinas integrales y elaboración artesanal, agua sin cloro, molino de piedra en la molienda, horno de leña, etc. pero estos 3 criterios son el máximo común denominador de las panaderías artesanas ecológicas y tienen una explicación histórica.

Constitúan los requisitos para recibir la certificación ecológica cuando el Instituto de Denominaciones de Origen (INDO) se dedicó a "regular el sector" y llamó a varias panaderías biológicas para elaborar una normativa de consenso. Cada cual tenía sus propios y diversos estándares de calidad pero todos coincidimos en que materias primas de cultivo biológico, fermentación natural exclusivamente con levadura madre y ausencia de aditivos eran los tres pilares básicos. Y así quedó reflejado en la primera normativa de este nuevo organismo denominado Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica (CRAE), de ámbito estatal (1992). Posteriormente, con el desarrollo de las autonomías, se fueron creando los distintos Comités y Consejos Reguladores y cada cual

elaboró su propio reglamento. La presión de la industria, la descoordinación entre los distintos comités, el desconocimiento que éstos tenían del producto y del sector, y la interpretación sesgada -a favor de la industria- de la nueva normativa europea, provocó que se admitiera la levadura industrial y los aditivos en la elaboración del pan biológico. Los Comités, no consultaron a quienes hacíamos el Pan que pretendían regular: los panaderos. Con la mercantilización en la certificación ecológica nos están derribando.

Autorizar el uso de levadura industrial y aditivos sólo favorece a la industria, que, ni sabe ni quiere trabajar sin aditivos y perjudica a l@s consumidor@s que reciben un pan con aval biológico sin serlo y a los artesanos que ven cómo la industria los hunde con precios contra los que el artesano no puede competir. Un pan elaborado en 50 minutos o menos, se puede vender mucho más barato que uno que requiere de 4 a 6 horas de elaboración. Una parte de las "nuevas panaderías bio" ha optado directamente por elaborar con levaduras industriales y aditivos. El uso de levaduras industriales permite solventar el problema de no ser un auténtico panadero y no saber trabajar con levadura madre; vuelve fácil lo difícil obviando lo principal del oficio que es acompañar y conducir los procesos naturales de fermentación. Con el valor fundamental de la fermentación se pierde gran parte de su valor nutritivo y su seguridad alimentaria. El uso de aditivos desnaturaliza el carácter artesano del pan, haciendo que se pierdan los sabores y texturas de antaño al tiempo que facilita su industrialización. (Manifiesto de la APB).

La APB se reúne en Biocultura Madrid. Cada año se suman nuevas panaderías que trabajan un pan libre de químicos y de levaduras que impiden el trabajo de la levadura madre (predigerir las partes duras del salvado, romper las cadenas largas de gluten que tantas intolerancias provocan y dar aromas y sabor al auténtico pan haciendo de él un alimento nutritivo en lugar de una comida indigesta que agrede nuestra flora intestinal).

La APB propone que los 3 criterios "de mínimos" del pan biológico se incluyan en las normativas de certificación de todas las Comunidades Autónomas. Su segunda reivindicación es una Ley de Artesanía Alimentaria, que proteja a los artesanos, al pan biológico y a la salud de los consumidores, como ocurre en otros países europeos asegurando así la continuidad del sector. Algunas de las panaderías que se inscribieron a la APB han tenido que dejar de hacer pan después de varias décadas de producción por no soportar la competencia del pan certificado como ecológico. Al mismo tiempo, asistimos a una nueva moda de panaderías-boutique porque hay un sentimiento general de que la barra a 20 céntimos no es pan.

CONCLUSIONES

Es aconsejable, no sólo a nivel individual o familiar, sino también a nivel social, abandonar la dieta convencional y acercarse a la dieta mediterránea en la que abundan legumbres, verduras y frutas, preferiblemente ecológicas, que frenan los procesos inflamatorios y degenerativos, cuidando nuestro intestino y sistema inmunológico.

El proceso de transición nutricional y globalización alimentaria experimentado en los países desarrollados -que avanza en las economías emergentes, pero también en los países empobrecidos- nos encamina a una dieta globalizada insostenible para el planeta y para nuestra salud. Es hora de sentar las bases para una nueva transición nutricional que conserve los aspectos positivos pero recupere la identidad, sostenibilidad y salud de nuestra dieta mediterránea tradicional que no puede desarrollarse sin el avance de la agricultura y ganadería ecológica en responsabilidad compartida agricultores-consumidores (Cussó y Garrabou, 2010). En esa transición nutricional es necesario que el consumo de legumbres y pan proporcione el 50% de la proteína en nuestra dieta. Eso no será posible sin proteger el pan biológico de producción artesanal cuya característica genuina es el uso exclusivo de levadura madre respetando los procesos y los tiempos para una fermentación láctico-alcohólica.

En los últimos 15 años la investigación en fermentación de lactobacilus en la producción de pan ha dado razones de peso, aunque no suficientemente difundidas por los organismos responsables para proteger la salud de la población. Sin embargo, dichas investigaciones no inciden en el uso de materias primas biológicas.

Necesitamos que la Sociedad Española de Agricultura Ecológica y sus científicos ayuden a la Asociación de Panaderías Biológicas con investigaciones que muestren las ventajas nutricionales y saludables del pan

biológico auténtico para dar confianza a l@s consumidor@s y, para que los Comités y Consejos Reguladores no certifiquen un pan que no haya sido fermentado exclusivamente con levadura madre o contenga aditivos. Hay investigadores dispuestos a colaborar con la APB en un protocolo de investigación comparativa como ya se está haciendo con los alimentos convencionales y ecológicos.

REFERENCIAS

- APB. Manifiesto.
- Akizu X y Gardoki M (2002). El Pan un nuevo alimento. Curso de panadería artesana impartido en Sobrescobio 16-17/6/2002. II Congreso de la SEAE. Gijón- Asturias.
- Coda, R et al, 2012 Selected Lactic Acid Bacteria Synthesize Antioxidant Peptides during Sourdough Fermentation of Cereal Flours, *App Environ Microbiol*, 2012; 78(4): 1087-1096.
- Costabile A et al, 2014 Effect of Breadmaking Process on In Vitro Gut Microbiota Parameters in Irritable Bowel Syndrome, *PLoS ONE* 9(10): e111225. doi:10.1371/journal.pone.0111225
- Di Cagno, R et al, 2002 Proteolysis by sourdough lactic acid bacteria: effects on wheat flour protein fractions and gliadin peptides involved in human cereal intolerance, *Appl Environ Microbiol*, 2002; 68(2): 623-33.
- Di Cagno, R et al, 2004 Sourdough bread made from wheat and non-toxic flours and started with selected lactobacilli is tolerated in coeliac sprue patients, *Appl Environ Microbiol*, 2004; 70(2): 1088-96.
- Di Cagno, R et al, 2008 Use of selected sourdough strains of *Lactobacillus* for removing gluten and enhancing the nutritional properties of gluten-free bread, *J Food Prot*, 2008; 71(7): 1491-5.
- Rizzello, CG et al, Highly efficient gluten degradation by lactobacilli and fungal proteases during food processing: new perspectives for celiac disease, *Appl Environ Microbiol*, 2007; 73(14): 4499-507.
- Fredriksson, H et al, 2004 Fermentation Reduces Free Asparagine in Dough and Acrylamide Content in Bread, *Cereal Chem*, 2004; 81(5): 650-653.
- Galindo P, 2014. Más bueno que el pan (integral, biológico y con levadura madre natural). [disponible 8/9/16]
- Galindo P, 2015. Agroecología y consumo responsable. Dos aspectos del mismo proceso. II Encuentro estatal SEAE de Consumidores de Productos Ecológicos. Pizarra, nov 2015. [disponible 8/9/16]
- Galindo P et al, 2015. El pan Bio fermenta despacio [disponible 8/9/16]
- Gänzle, MG et al, 2008 Proteolysis in sourdough fermentations: mechanisms and potential for improved bread quality, *Trend Food Sci Technol*, 2008; 19: 513-52.
- Katina, K et al, 2005 Potential of sourdough for healthier cereal products, *Trend Food Sci Technol*, 2005; 16: 104-112.
- Klein L et Sugihara TF, 1971 Microorganisms of the San Francisco Sour Dough Bread Process. II. Isolation and Characterization of Undescribed Bacterial Species Responsible for the Souring Activity. *Appl Microbiol*. 1971 Mar; 21(3): 459-465
- Leenhardt, F et al, 2005 Moderate decrease of pH by sourdough fermentation is sufficient to reduce phytate content of whole wheat flour through endogenous phytase activity, *J Agric Food Chem*, 2005; 53: 98-102.
- Lopez, H W et al, 2003 Making bread with sourdough improves mineral bioavailability from reconstituted whole wheat flour in rats, *Nutrition*, 2003; 19(6): 524-530.
- Melchett P (2014) Carta de la Soil Association sobre contaminación por glifosato del cereal en RU.
- Nonaka, Y et al, 2008 Antiallergic effects of *Lactobacillus pentosus* strain S-PT84 mediated by modulation of Th1/Th2 immunobalance and induction of IL-10 production, *Int Arch Allergy Immunol*, 2008; 145(3): 249-57.
- Revista 2000Agro, 2015 Evidencias de cultivo de cereal hace 23000 años
- Rizzello, CG et al, 2012 Synthesis of the Cancer Preventive Peptide Lunasin by Lactic Acid Bacteria During Sourdough Fermentation, *Nutri Cancer*, 2012; 64: 1, 111-120
- Sussó X y Garrabou R, 2007. La TN en la España contemporánea: las variaciones en el consumo de pan, patatas y legumbres 1895-2000. *Rev. Investigaciones de Historia Económica*. Invierno, nº7, pag 69-100. Descargado el 03/09/2016.
- Sussó X y Garrabou R, 2010. La globalización de la dieta en la España del siglo XX. X Congreso de Sociología 2010.
- OMS, 2016. Informe de la Comisión para acabar con la obesidad infantil.
- Östman, E.M. et al, 2002 On the Effect of Lactic Acid on Blood Glucose and Insulin Responses to Cereal Products: Mechanistic Studies in Healthy Subjects and In Vitro. *J Cereal Science*, 2002; 36: 339-46.
- Poutanen K et al, 2009 Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective, *Food Microbiol*, 2009; 26: 693-699.
- Van Baarlen, P et al, 2009 Differential NF- κ B pathways induction by *Lactobacillus plantarum* in the duodenum of healthy

humans correlating with immune tolerance, Proc Natl Assoc Sci, 2009; 106: 2371–2376.

- Whitley, A, 2013. The benefits of sourdough [Disponible el 8/9/16].

CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS

LA RABANIZA (*DIPLLOTAXIS ERUCOIDES*) COMO CULTIVO POTENCIAL: ESTUDIO DE CARACTERES NUTRACÉUTICOS

Guijarro-Real C, Prohens J, Rodríguez-Burruezo A, Fita A

Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, Edificio 8E, Escalera J, E-46022 Valencia. - anifer@btc.upv.es

RESUMEN:

Las culturas mediterráneas han utilizado durante generaciones los vegetales silvestres en su tradición culinaria. Aunque esta práctica había caído en desuso, en los últimos años está surgiendo una corriente de recuperación de este conocimiento etnobotánico para una agricultura más diversificada y sostenible. Así, se están estableciendo cultivos de especies hasta ahora consideradas adventicias. La rabaniza (*Dipllotaxis erucoides*) es una planta herbácea adventicia en numerosos cultivos, con gran adaptación a aquéllos poco intensivos y especialmente a ecológicos. Destaca por su sabor pungente y amargo. El presente trabajo es un estudio preliminar donde se analiza la existencia de variación en la Comunidad Valenciana para el contenido en ácido ascórbico (CAA) y fenoles totales (CFT), compuestos con importancia antioxidante y que aportan valor añadido. El estudio se hizo con 10 accesiones de *D. erucoides* recolectadas en la Comunidad Valenciana. El CAA de las hojas se estudió por HPLC y el CFT según el método Folin-Ciocalteu. Los niveles medios de AA fueron de 42 mg/100 g de materia fresca (m.f.), con valores medios para accesión comprendidos entre 25 y 66 mg/100 g m.f. Por su parte, el CFT medio, expresado en equivalentes de ácido clorogénico (EAC), fue 1.369 mg EAC/100 g de materia seca (m.s.), con valores comprendidos entre 1.167 y 1.527 mg EAC/100 g m.s. Estos ensayos preliminares sugieren que dentro de la especie existe una fuente de variabilidad para caracteres nutraceuticos de interés, la cual podría explotarse en los procesos de mejora futuros con el fin de dotarla de un valor añadido.

Palabras clave: calidad nutraceutica, domesticación, etnobotánica, rabaniza.

INTRODUCCIÓN

En el mundo existen más de 30.000 especies vegetales que tienen interés alimentario, pero sólo una pequeña proporción de las mismas es explotada a nivel comercial (FAO 2015). Muchas de estas especies silvestres son fuente de minerales, proteínas y vitaminas (Mohammed & Sharif 2011) y algunas son consideradas medicinales y beneficiosas para la salud por su contenido en compuestos bioactivos.

Diversas culturas han sabido utilizar dichos recursos que crecen de forma espontánea en la naturaleza, bien por necesidad en épocas de guerra o escasez de alimentos (Bonet & Vallès 2002, Tardío *et al.* 2006), bien por tradición culinaria aprovechando el sabor y variación que pueden aportar a los platos. En este sentido, las culturas más destacadas por su estrecha relación con la naturaleza son las culturas mediterráneas. En las regiones mediterráneas ha estado muy extendido el uso de vegetales silvestres como componentes auxiliares a la dieta. Su consumo venía marcado por la estacionalidad y ciclo biológico de las mismas (Heinrich *et al.* 2005), y por su presencia en las distintas regiones y entornos de cada pueblo. Así, tradicionalmente se han consumido plantas como la berraza (*Apium nodiflorum* (L.) Lag.), borraja (*Borago officinalis* L.), cardo (*Carduus pycnocephalus* L.), malva (*Malva sylvestris* L.) u ortiga (*Urtica dioica* L.), entre otras muchas (Guarrera & Savo 2013). Aunque esta tradición se había ido abandonando durante las últimas generaciones, en la actualidad sigue documentándose en distintas zonas rurales (Bonet & Vallès 2002, Leonti *et al.* 2006, Guarrera & Savo, 2013). Por otra parte, en los últimos años ha surgido una corriente de recuperación del conocimiento tradicional y etnobotánico, buscando productos novedosos para ampliar el mercado de vegetales. Así la defienden importantes cocineros de reconocimiento mundial como Ferran Adrià o Eneko Atxa (García-Herrera 2014).

Este hecho, que ya ha favorecido la recuperación y explotación comercial de algunas especies adventicias como los canónigos (*Valerianella locusta* L.) o berros (*Nasturtium officinale* R.Br.), va en aras de una agricultura más diversificada y sostenible. Puesto que son plantas asilvestradas, presentan una buena adaptación a las regiones en las que crecen espontáneamente. Además, muchas de ellas son adventicias en campos de hortalizas y frutales, formando la cubierta vegetal en aquéllos menos intensivos y en campos ecológicos. En este contexto, el presente trabajo se centra en el estudio nutracéutico de la rabaniza. La rabaniza (*Diplotaxis erucoides* (L.) DC.) es una planta adventicia anual originaria de las regiones mediterráneas, ampliamente distribuida por Europa, norte de África y Oriente Próximo hasta Iraq (Martínez-Laborde 1996). Sus hojas son comestibles, de sabor pungente determinado principalmente por los niveles de glucosinolatos y compuestos derivados que se acumulan en ellas (Bell *et al.* 2015). Sus flores, blanquecinas, también se han incorporado en ocasiones a distintos platos como decoración. Pertenece a la familia Brassicaceae y está taxonómicamente emparentada con la rúcula (*Diplotaxis tenuifolia* y *Eruca sativa*). Esta familia ha sido ampliamente estudiada a nivel nutracéutico. Se ha demostrado que los vegetales de hoja de la misma, incluyendo plantas comerciales y otras adventicias con potencial comercial, son ricas en compuestos bioactivos tales como vitamina C, glucosinolatos y en menor medida, polifenoles (D'Antuono *et al.* 2008, Martínez-Sánchez *et al.* 2008, Bell *et al.* 2015). Diversos estudios han evidenciado el potencial de estos compuestos bioactivos en la prevención de enfermedades cardiovasculares, degenerativas y neurológicas (Shah & Channon 2004), distintos tipos de cáncer (Trichopoulou *et al.* 2000) y, en general, un efecto positivo sobre la salud y longevidad (Manios *et al.* 2006). Sin embargo, la rabaniza no ha sufrido procesos de adaptación para su cultivo comercial y la información existente sobre su valor nutricional es escasa, centrada principalmente en su contenido en glucosinolatos (Bennett *et al.* 2006, D'Antuono *et al.* 2008).

Por lo tanto, en el Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV) se ha iniciado un trabajo de domesticación y evaluación del potencial de la rabaniza como nueva verdura para ensaladas, dentro de una agricultura ecológica. El presente trabajo tiene por objetivo estudiar los niveles de ácido ascórbico y fenoles totales presentes en plantas de rabaniza cultivadas en laboratorio procedentes de distintas poblaciones de la CV.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Material vegetal y condiciones de cultivo

En el estudio se utilizaron 10 poblaciones de rabaniza procedentes de semilla colectada la primavera de 2015 en la Comunidad Valenciana. En la prospección se buscaron poblaciones geográficamente separadas de modo que se pudieran considerar aisladas unas de otras (Cuadro 1).

Código	Municipio	Provincia	Coordenadas	
			Latitud	Longitud
CAM02	Requena	Valencia	39° 25' 24" N	1° 07' 08" O
CAM10	Tabernes de la Valldigna	Valencia	39° 04' 30" N	0° 14' 27" O
CAM29	Monforte del Cid	Alicante	38° 23' 03" N	0° 43' 26" O
CAM43	Játiva	Valencia	38° 58' 41" N	0° 30' 53" O
DERU4	San Isidro de Benagéber	Valencia	39° 34' 03" N	0° 23' 49" O
PO11	Tuéjar	Valencia	39° 46' 31" N	1° 02' 23" O
PO13	Aras de los Olmos	Valencia	39° 55' 12" N	1° 07' 04" O
PO19	Geldo	Castellón	39° 50' 22" N	0° 28' 06" O
PO25	Sagunto	Valencia	39° 41' 02" N	0° 16' 21" O
PO26	Benavites	Valencia	39° 43' 49" N	0° 14' 25" O

Cuadro 1. Situación geográfica de las poblaciones de *D. erucoides* colectadas para el análisis.

La siembra se realizó en marzo de 2016. Setenta semillas de cada población se sembraron en macetas de 6,2 L rellenas de turba negra. Puesto que se trata de una especie silvestre y la semilla ha mostrado tener mecanismos de dormancia que reducen su germinación, especialmente en semilla vieja (Martínez-Laborde *et al.* 2007), previamente a la siembra, las semillas fueron tratadas con hipoclorito de sodio al 2,5% durante 5 minutos y sumergidas en ácido giberélico 150 ppm durante 24 horas. De acuerdo con un ensayo de germinación previo realizado en el laboratorio y basándose en el trabajo de Ranil *et al.* (2015), la combinación de estos factores propicia la salida de la dormancia y aumenta la tasa de germinación.

Tras 7 días de germinación en cámara de crecimiento a 25 °C y un fotoperiodo de 16/8 h, se redujo el número de plantas por población a treinta y cinco y las macetas fueron trasladadas a invernadero de cristal para el crecimiento de las mismas. Las hojas procedentes de plantas adultas fueron recolectadas y el material se dividió en dos submuestras para realizar los análisis. Se consideró como momento adecuado para la recolección de material la formación del primer botón floral con el fin de establecer un criterio estandarizado en todas las poblaciones, si bien ese estado fenológico superaría el óptimo comercial.

2. Determinación del contenido en ácido ascórbico (AA)

Para cuantificar los niveles de AA de las muestras se siguió el método descrito por Cano & Bermejo (2011), con ciertas modificaciones. El AA se extrajo por homogenización de 1 g de material fresco con 5 mL de ácido metafosfórico 3% (p/v). El extracto fue centrifugado, filtrado con un filtro PVDF 0,22 µm y analizado por HPLC. Se usó una columna C18 y una fase móvil isocrática de metanol: ácido acético 1% (v/v) (5:95). El volumen de inyección fue 5 µL y el tiempo de análisis, 15 minutos. La absorbancia se midió a 254 nm y las muestras se cuantificaron a partir de un estándar externo de ácido L-ascorbico. Las muestras se procesaron por triplicado.

3. Cuantificación del contenido en fenoles totales (FT)

Los compuestos fenólicos totales se determinaron por el procedimiento Folin-Ciocalteu (Singleton & Rossi 1965). Los polifenoles se extrajeron con acetona 70% (v/v) y ácido acético 0,5% (v/v), a partir de 0,125 g del material deshidratado y triturado. La reacción de oxidoreducción tuvo lugar por incubación de 65 µL de extracto con 500 µL del reactivo Folin-Ciocalteu 10% (v/v) y 500 µL de carbonato sódico 60% (p/v), durante 95 minutos. La absorbancia se midió a 750 nm y el ácido clorogénico se usó como compuesto de referencia. Se hicieron tres réplicas por población.

4. Análisis de datos

Los datos se procesaron utilizando un análisis de la varianza uni-factorial (ANOVA) y se calcularon los valores de diferencia mínima significativa (LSD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La rabaniza es una especie adventicia bien adaptada a los campos de cultivo y al crecimiento en condiciones de bajos insumos. De hecho, en el litoral mediterráneo forma parte de la flora arvense asociada a distintos cultivos de frutales de secano y cítricos (Martínez *et al.* 2007, Terrones *et al.* 2006). Este hecho hace de ella una buena candidata para introducirla como nuevo cultivo minoritario. Dirigida al consumo en cantidades limitadas, principalmente como componente de ensaladas mixtas, es importante diseñar programas de selección y mejora que exploten cualidades de la misma con un valor añadido, tales como la morfología de la hoja, el sabor o características nutricionales.

Así, en este estudio preliminar se evaluó el contenido medio en dos grupos de moléculas de gran interés antioxidante. El nivel de AA determinado en este ensayo para la rabaniza fue 39,92 (±11,42) mg por cada 100 g MF, observándose una variabilidad significativa ($p < 0,05$) entre las poblaciones evaluadas (Fig. 1). La población DERU4 destacó por su alto contenido, superando los 60 mg AA/100 g MF (65,69 ± 11,71 mg/100 g MF). Por el contrario, las poblaciones CAM10, CAM29, PO11 y PO13, podrían considerarse de bajo

contenido en AA, con valores que no superaron los 36 mg/100 g MF. Por su parte, el valor medio en compuestos fenólicos determinado para la especie fue de 1.369 (± 147) mg equivalentes de ácido clorogénico (EAC) por cada 100 g MS. Los valores más elevados se determinaron para las poblaciones CAM02, CAM43, DERU4 y PO25, siendo su contenido superior a 1.420 mg EAC/100 g MS. Las poblaciones CAM10, CAM29 y PO13 mostraron los valores más bajos (Fig. 1). Se detectó además cierto grado de correlación entre el contenido en los distintos compuestos para los ecotipos analizados. En líneas generales, poblaciones que mostraban niveles elevados de polifenoles, como DERU4 o CAM02 destacaron también por su contenido en ácido ascórbico. Del mismo modo, poblaciones como PO13, CAM29 y CAM10 resultaron con bajos niveles para ambos compuestos.

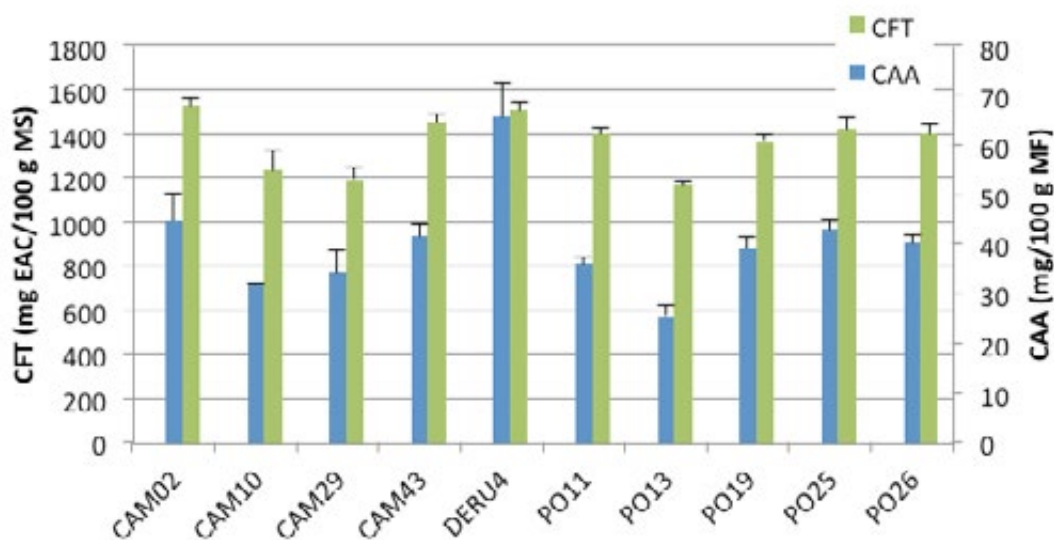


Fig. 1. Contenido en ácido ascórbico (CAA) y en polifenoles (CFT) de las diez poblaciones de *D. erucoides* evaluadas. El contenido en polifenoles se expresó como equivalentes de ácido clorogénico (EAC).

Pese a su uso tradicional en algunas regiones mediterráneas (Lentini & Venza 2007), la rabaniza se ha considerado en la agricultura tradicional como una "mala hierba" y se han hecho grandes esfuerzos por erradicarla de los mismos. Así, puesto que no se ha extendido el interés en su explotación comercial, existen pocos trabajos sobre su potencial nutricional y nutracéutico (Bennett *et al.* 2006, D'Antuono *et al.* 2008). Sin embargo, esta especie está taxonómicamente relacionada con la rúcula comercial. La rúcula ha sido estudiada en los últimos años por su interés nutricional y especialmente por su contenido en moléculas bioactivas y antioxidantes, ya que han mostrado tener un papel fundamental en la inhibición de radicales libres (Khanam *et al.* 2012).

En este sentido, la rúcula está clasificada dentro de su familia como uno de los vegetales consumidos por su hoja de mayor contenido en vitamina C (Cavaiuolo & Ferrante 2014), estando más del 50% de la misma presente en la planta en forma de AA (Martínez-Sánchez *et al.* 2006a/b). Sin embargo, distintos estudios muestran que existe una gran variabilidad para este compuesto antioxidante, determinándose así valores desde 14 mg AA/100 g MF hasta contenidos superiores a 80 mg AA/100 g MF para una misma especie (*D. tenuifolia*) (Cavaiuolo *et al.*, 2015; Martínez-Sánchez *et al.* 2008). Comparando estos ensayos con los resultados de nuestros análisis, podríamos asumir que la rabaniza tiene un contenido relativamente elevado en AA, claramente superior a los niveles que muestran otros vegetales de ensalada (Llorach *et al.* 2008, Martínez-Sánchez *et al.* 2008). Así pues, su inclusión en ensaladas enriquecería estos platos desde un punto de vista nutracéutico, al igual que lo haría la rúcula comercial.

Por el contrario, en el ensayo esta especie no destacó por sus niveles de polifenoles, los cuales resultaron próximos a los determinados en apio y perejil en otro ensayo de este mismo grupo (Guijarro-Real *et al.* 2015). Martínez-Sánchez *et al.* (2008) tampoco pudieron determinar para la rúcula un alto CFT, siendo notablemente inferior al detectado en otro vegetal de la misma familia, el berro de agua (*Nasturtium officinale*). Así, de acuerdo con la clasificación de Shan *et al.* (2005) realizada a partir de distintos vegetales de hoja, tanto la rúcula como la rabaniza podrían englobarse dentro de los vegetales de contenido en polifenoles relativamente

bajo. Pese a ello, si se comparan con otras especies usadas en ensaladas como la lechuga, presentan niveles más elevados y por lo tanto podrían enriquecer el contenido en polifenoles de estos platos, tal y como apuntan Martínez-Sánchez *et al.* (2008).

Finalmente, otros autores han determinado variabilidad para la rúcula en cuanto a su composición nutracéutica, especialmente de polifenoles y glucosinolatos (Bennett *et al.* 2006, Bell *et al.* 2015). Del mismo modo, nuestros análisis también sugieren que existe variabilidad para los niveles de compuestos bioactivos entre las poblaciones silvestres de rabaniza. En cualquier caso, es importante destacar que, si bien la síntesis y acumulación de estas moléculas viene definida por el genotipo (Farnham *et al.* 2012, Bell *et al.* 2015), los valores finales pueden verse modificados por las condiciones ambientales y de estrés, las prácticas de cultivo e incluso por la estacionalidad (Martínez-Sánchez *et al.* 2008, Durazzo *et al.* 2013, Cavaiuolo & Ferrante 2014). Así pues, los nuevos ensayos, que ya se están realizando en la actualidad, servirán para corroborar los resultados de este ensayo preliminar.

CONCLUSIONES

En conclusión, este estudio sugiere que la rabaniza es una especie de interés desde un punto de vista nutracéutico. Incorporada a ensaladas mixtas, aumentaría la cantidad de AA y compuestos fenólicos presente en estos platos. Asimismo, la variabilidad observada en este ensayo para el contenido en AA y FT sugiere la posibilidad de desarrollar variedades en los que se explote su calidad nutracéutica, centrada en estos compuestos bioactivos. En este sentido, la población DERU4 parece una buena candidata para incluir en programas de mejora.

Sin embargo, resulta necesario realizar nuevos ciclos de cultivo para poder constatar los valores medios determinados. Estos ensayos permitirán, además, constatar si la variabilidad detectada entre las poblaciones analizadas corresponde con diferencias genotípicas.

AGRADECIMIENTOS

C. Guijarro-Real agradece al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) por haber sido beca- da con una Ayuda para la Formación de Profesorado Universitario (FPU).

BIBLIOGRAFÍA

- Bell L, Oruna-Concha M, Wagstaff C. 2015. Identification and quantification of glucosinolate and flavonol compounds in rocket salad (*Eruca sativa*, *Eruca vesicaria* and *Diplotaxis tenuifolia*) by LC-MS: Highlighting the potential for improving nutritional value of rocket crops. *Food Chemistry* 172, 852-861.
- Bennett RN, Rosa EAS, Mellon FA, Kroon PA. 2006. Ontogenic profiling of glucosinolates, flavonoids, and other secondary metabolites in *Eruca sativa* (salad rocket), *Diplotaxis erucoides* (wall rocket), *Diplotaxis tenuifolia* (wild rocket) and *Bunias orientalis* (turkish rocket). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54, 4005-4015.
- Bonet MA, Vallès J. 2002. Use of non-crop food vascular plants in Montseny biosphere reserve (Catalonia, Iberian Peninsula). *International Journal of Food Science and Nutrition* 53, 225-248.
- Cano A, Bermejo A. 2011. Influence of rootstock and cultivar on bioactive compounds in citrus peels. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91, 1702-1711.
- Cavaiuolo M, Ferrante A. 2014. Nitrates and glucosinolates as strong determinants of the nutritional quality in rocket leafy salads. *Nutrients* 6, 1519-1538.
- D'Antuono LF, Elementi S, Neri R. 2008. Glucosinolates in *Diplotaxis* and *Eruca* leaves: Diversity, taxonomic relations and applied aspects. *Phytochemistry* 69, 187-199.
- Durazzo A, Azzini E, Lazzè MC, Raguzzini A, Pizzala R, Maiani G. 2013. Italian wild rocket [*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.]: Influence of agricultural practices on antioxidant molecules and on cytotoxicity and antiproliferative effects. *Agriculture* 3, 285-298.
- FAO. 2015. Biodiversity for food security and nutrition: 30 years of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. <http://www.fao.org/resources/infographics/>

infographics-details/en/c/174199/. Consultado 01/06/2015.

- Farnham MW, Lester GE, Hassell R. 2012. Collard, mustard and turnip greens: Effects of genotypes and leaf position on concentrations of ascorbic acid, folate, β -carotene, lutein and phyloquinone. *Journal of Food Composition and Analysis* 27, 1-7.
- García-Herrera, P. 2014. Plantas silvestres de consumo tradicional en España. Caracterización de su valor nutricional y estimación de su actividad antifúngica. Tesis doctoral. Departamento de Nutrición y Bromatología II, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. Pp 1-266.
- Guarrera PM, Savo V. 2013. Perceived health of wild and cultivated food plants in local and popular traditions of Italy: A review. *Journal of Ethnopharmacology* 146, 659-680.
- Guijarro-Real C, Moreno-Peris E, Fita A, Raigón MD, Figueroa M, Prohens J, Rodríguez-Burruezo A. 2015. Rescate etnobotánico de la berraza (*Apium nodiflorum*) para su uso como especia y en ensalada: factores bioactivos y volátiles. Resúmenes XXIII Jornadas Técnicas Estatales SEAE. Variedades y razas locales: Germoplasma local en producción ecológica. P 93.
- Heinrich M, Leonti M, Nebel S, Peschel W. 2005. "Local food-nutraceuticals": an example of a multidisciplinary research project on local knowledge. *Journal of Physiology and Pharmacology* 56, 5-22.
- Khanam UKS, Oba S, Yanase E, Murakami Y. 2012. Phenolic acids, flavonoids and total antioxidant capacity of selected leafy vegetables. *Journal of Functional Foods* 4, 979-987.
- Lentini F, Venza F. 2007. Wild food plants of popular use in Sicily. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 30, 3-15.
- Leonti M, Nebel S, Rivera D, Heinrich M. 2006. Wild gathered food plants in the European Mediterranean: a comparison analysis. *Economic Botany* 60, 130-142.
- Llorach R, Martínez-Sánchez A, Tomás Barberán FA, Gil MI, Ferreres F. 2008. Characterization of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. *Food Chemistry* 108, 1028-1038.
- Manios Y, Detopoulou V, Visioli F, Galli C. 2006. Mediterranean diet as a nutrition education and dietary guide: misconceptions and the neglected role of locally consumed foods and wild green plants. *Forum of Nutrition* 59, 154-170.
- Martínez-Ferrer MT, Campos JM, Fibla JM, Pastor J. 2007. Manejo de la cubierta vegetal en campos de cítricos. Dossier tècnic formació y asesoramiento del sector agroalimentario, 20: p17-23.
- Martínez-Laborde JB. 1996. A brief account of the genus *Diplotaxis*. En: Padulosi S, Pignone D (eds.). *Rocket: a Mediterranean crop for the world*. Report of a workshop. Project on underutilized mediterranean species. 13-14 de diciembre. Legnaro, Italia.
- Martínez-Laborde JB, Pita-Villamil JM, Pérez-García F. 2007. Secondary dormancy in *Diplotaxis erucoides*: a possible adaptative strategy as an annual weed. *Spanish Journal of Agricultural Research* 5, 402-406.
- Martínez-Sánchez A, Allende A, Bennett RN, Ferreres F, Gil MA. 2006a. Microbial, nutritional and sensory quality of rocket leaves as affected by different sanitizers. *Postharvest Biology and Technology* 42, 86-97.
- Martínez-Sánchez A, Marín A, Llorach R, Ferreres F, Gil MA. 2006b. Controlled atmosphere preserves quality and phytonutrients in wild rocket (*Diplotaxis tenuifolia*). *Postharvest Biology and Technology* 40, 26-33.
- Martínez-Sánchez A, Gil-Hzquierdo A, Gil MI, Ferreres F. 2008. A comparative study of flavonoid compounds, vitamin C, and antioxidant properties of baby leaf Brassicaceae species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56, 2330-2340.
- Mohammed MI, Sharif N. 2011. Mineral composition of some leafy vegetables consumed in Kano, Nigeria. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences* 19, 208-211.
- Ranil RHG, Niran HML, Plazas M, Fonseka RM, Fonseka HH, Vilanova S, Andújar I, Gramazio P, Fita A, Prohens J. 2015. Improving seed germination of the eggplant rootstock *Solanum torvum* by testing multiple factors using an orthogonal array design. *Scientia Horticulturae* 193, 174-181.
- Shah AM, Channon KM. 2004. Free radicals and redox signalling in cardiovascular disease. *Heart* 90, 486-487.
- Shan B, Cai YZ, Sun M, Corke H. 2005. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 7749-7759.
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16, 144-158.
- Tardío J, Pardo-de-Santayana M, Morales R. 2006. Ethnobotanical review of wild edible plants in Spain. *Botanical Journal of the Linnean Society* 152, 27-71.
-
- Terrones B, Bonet A, Carchano R, Brotons J, Segura M. 2006. Cartografía de la cubierta vegetal del parque natural del carrascal de la Font Roja. *Iberis* 4, 73-88.
- Trichopoulou A, Lagiou P, Kuper H, Trichopoulos D. 2000. Cancer and Mediterranean dietary traditions. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention* 9, 869-873.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA CARNE DE TERNERA SEGÚN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN (CONVENCIONAL VS ECOLÓGICO), EL TIPO DE ALIMENTACIÓN) Y LOS DÍAS DE MADURACIÓN

Palacios C*, Revilla I*, Sierra B**, García I*, Moraga E*

*Depto. Construcción y Agronomía, F Ciencias Agrarias y Ambientales. Salamanca.

** Granja ecológica Dehesa "La Serna". Ávila.

RESUMEN:

Se ha estudiado las características físico-químicas de 12 piezas de carne de terneras avileñas con cruce limousine de 13 a 18 meses de edad, sacrificadas en febrero, criadas en régimen extensivo con sus madres hasta el destete (6 meses), cebadas posteriormente: 4 en régimen convencional (paja y pienso concentrado), 4 en régimen ecológico (paja, heno de prado natural, concentrados), 4 en régimen ecológico solo forraje (heno de prado natural, pasto a diente de verano hasta invierno), maduras la mitad a los 7 días de sacrificio y el resto a 14 días. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el pH de las piezas ecológicas de pasto frente a las demás ($p < 0,05$) a 7 días y 14 días de maduración aunque todos los valores disminuyeron en esta maduración. La jugosidad de la carne a 7 días de maduración fue mayor ($p < 0,001$) en las piezas convencionales, este efecto desapareció con 14 días de maduración. Las piezas con más contenido graso en 7 días de maduración ($p < 0,05$) fueron las ecológicas pasto y concentrados, no se vio este efecto con 14 días de maduración. Las muestras con más humedad ($p < 0,001$) fueron las convencionales con 7 días de maduración pero no se vio este efecto con 14 días. La oxidabilidad de las grasas presentó diferencias ($p < 0,01$) solo en maduraciones de 14 días, con mayores registros en las piezas convencionales. La capacidad antioxidante fue diferente ($p < 0,05$) en ambas maduraciones, mayor en ambas en las piezas ecológicas grano y siempre menor en las convencionales. En conclusión el origen de cada pieza su sistema de alimentación y los días de maduración han presentado características físico-químicas diferentes.

Palabras clave: calidad carne, ecológico, pasto, ternera.

INTRODUCCIÓN

El concepto de calidad se puede definir como la capacidad de un producto para satisfacer las necesidades de los consumidores, sin embargo, son muchas las definiciones sobre este término, donde definen la calidad como "El Poder de atracción sobre el comprador y capacidad para satisfacer a éste cuando se le convierte en consumidor". La calidad es un concepto muy amplio que engloba tres propiedades principales como son las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales, además de estas existen otras propiedades como son las nutritivas, sanitarias, tecnológicas y económicas. La calidad tecnológica esta relacionada con la aptitud que posee la carne para la transformación y conservación en diferentes métodos o sistemas.

Durante muchos años se ha observado cómo se ve influenciada la calidad de la carne según es afectada por diferentes factores o parámetros. Estos factores se pueden clasificar en tres tipos: factores ante-mortem que son aquellos que corresponden a las características del animal en cuestión, factores pre-mortem aquellos que se producen desde que el animal abandona la explotación para ser llevado al matadero para su sacrificio, y, por último, los factores post-mortem que corresponden a los factores que condicionan la calidad de la carne una vez ha sido producido el sacrificio de animal.

El objetivo del presente proyecto es determinar si se establecen diferencias en la calidad del producto final respecto a las cualidades físico-químicas de la carne de ternera en función del sistema productivo (ecológico-convencional), el tipo de alimentación (basada en 100% pasto, 40% concentrados – 60% pasto), los días de maduración de la carne (7 días, 14 días).

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras y recepción.

Se recibieron 12 muestras de 6 terneras de cruce Avileña con Limousine Cuadro 1:

- 2 de ellas criadas en una granja ecológica con la alimentación durante su desarrollo con pienso concentrado al destete y durante su desarrollo posterior hasta el cebadero con heno ecológico de la propia explotación y pienso concentrado a base de Cebada ecológica 35%, Avena ecológica 20%, Guisantes ecológicos 25%, Yeros ecológicos 15% y un corrector ecológico 5%. El consumo de pienso compuesto fue a libre disposición durante toda la crianza.
- 2 de ellas criadas en un sistema similar al grupo anterior de cebo pero en una granja convencional con pienso concentrado con grano de maíz, un total del 66%, 8% de ensilado de maíz, 24% soja integral (fibra), 1% de calcio, 0,5% de sal y el resto corresponde a fracciones muy pequeñas (0,5%) de vitaminas y otros elementos.
- 2 terneras fueron destetadas y criadas con aporte exclusivo de pasto. Durante todo el proceso los animales han tenido disponible hierba verde y hierba seca en forma de heno.

El destete de las terneras se realiza a los 6 meses aproximadamente desde su nacimiento. La ración diaria de pienso suministrada a cada animal es de una media de 5 a 6 kg diarios por animal. Todos los animales tienen acceso a todo el heno que necesiten y el suelo está cubierto de hierba.

En cuanto a las condiciones de sacrificio de las terneras ecológicas, todos los animales están tranquilos en periodos anteriores al sacrificio. El matadero está muy próximo a la dehesa, en concreto a 5 km, siempre se tiene cuidado en llevar a las terneras al matadero en los momentos de la semana donde hay menos animales en el matadero para evitar estrés en los animales.

De cada ternera se recibieron dos piezas con 7 días de maduración desde el sacrificio. En el momento del análisis se procedió a su descongelación a 4°C durante 24 h. Una de las muestras se analizó inmediatamente y la otra se envasó a vacío y se maduró en oscuridad a 4°C hasta los 14 días, fecha en la que se procedió a desvenarla y analizarla.

Cuadro 1: Muestras congeladas de los siguientes animales y condiciones de crianza.

CROTAL	EDAD MESES	SEXO	PESO CANAL	ALIMENTACIÓN
ES030810781479	13	H	319,8	Pasto y pienso propio Eco
ES070810559373	18	H	308,8	Pasto y pienso propio Eco
ES050810548943	18	H	224	Pasto Eco
ES010810701102	16	H	202,4	Pasto Eco
0496	13	H	250	Pasto y pienso propio Conv
0497	13	H	255	Pasto y pienso propio Conv

Análisis realizados

Se realizó la determinación de pH con el equipo modelo CRISON pH METER BASIC 20 para elementos sólidos. Para la determinación de la capacidad de retención de agua en carne el método del jugo exprimible por compresión sobre papel de filtro. La Determinación de cenizas según la norma internacional ISO R-936. La determinación del contenido en humedad por el método de desecación. La determinación del contenido en grasa por el método Soxhlet con la norma internacional ISO R-1443. La actividad antioxidante TEAC (método ABTS). La Oxidabilidad de las grasas (TBARS).

Análisis estadístico

El tipo de análisis estadístico utilizado en el presente proyecto en cada uno de los ensayos realizados, es el que proporciona el programa "IBM SPSS Statistics 20", el cual realizó un modelo lineal generalizado (GLM) entre dos factores, maduración y sistema de producción y la interacción entre ambos (dieta * maduración).

En aquellas pruebas en las que solo se determinó un factor (dieta o maduración) se utilizó la función "ANOVA de un factor" y en aquellas en las que se estudió los dos factores y su interacción entre ellos, se ha empleado la función del programa "Multivariante".

Una vez realizado el análisis estadístico por parte del programa, se determinó la significación estadística de los resultados obtenidos gracias al parámetro P-valor proporcionado por el programa. En todos los ensayos cuando el valor de P-valor era menor que 0,05 se ha considerado que los resultados eran estadísticamente significativos otorgando a aquellos resultados una confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

pH

En la carne analizada con 7 días de maduración Cuadro 2, se encontraron diferencias significativas ($p=0,01$) en el pH con valores más básicos (5,70) de la carne eco criada a pasto que las otras dos y las más ácidas resultaron ser las eco grano (5,5).

Cuadro 2. Resultados de los parámetros analizados a los 7 días de maduración

	eco pasto		eco grano		convencional		Significación P
	Media	s	Media	s	Media	s	
pH	5,70 ^b	0,03	5,50 ^a	0,15	5,65 ^b	0,08	0,01
Jugo exprimible %	11,33 ^a	1,29	14,67 ^b	1,47	15,51 ^b	0,82	0,00
Cenizas %	1,16	0,08	1,31	0,19	1,14	0,06	0,14
Grasa %	5,47 ^b	2,18	5,35 ^b	3,16	1,23 ^a	0,59	0,04
Humedad %	70,46 ^{a,b}	1,03	68,31 ^a	1,02	72,65 ^b	2,19	0,00
Oxidabilidad grasas (mg MDA/Kg)	0,011 ^a	0,004	0,017 ^{a,b}	0,009	0,026 ^b	0,008	0,06
Actividad antioxidante (mequ Trolox/Kg)	25,10 ^a	1,65	32,76 ^b	4,49	25,05 ^a	4,76	0,02
Luminosidad (L*)	39,10	2,25	41,14	2,39	41,71	2,16	0,14
Rojo (a*)	14,12	1,63	14,26	1,30	13,75	0,29	0,73
Amarillo (b*)	12,83	0,64	13,70	1,53	12,85	1,14	0,31
Textura instrumental (N)	28,18	6,07	26,65	3,10	30,17	4,39	0,35
Pérdidas por cocción %	19,16	4,81	19,17	5,32	17,46	0,39	0,90

Como puede observarse en el cuadro 3, se obtienen valores superiores de pH en las muestras que han sufrido maduración tan sólo 7 días frente a las maduras durante 14 días. Por lo tanto en este caso, el pH disminuye con la maduración de las muestras y sí existen diferencias significativas ($P<0,05$). Efecto esperable según la bibliografía Civit *et al.* (2014), Revilla *et al.* (2006). La relación del pH de las carnes es similar con diferencias a las encontradas con maduraciones de 7 días.

Jugo exprimible

Se encontraron diferencias en el contenido de jugo exprimible (las muestras con un mayor jugo exudado, tienen una menor capacidad de retención de agua) con menores valores y de gran significación ($p=0,000$) frente a los otros de la carne ecológica criada a pasto (11,33% frente a 14,67% de la carne eco con grano y de 15,51 % de la carne convencional). Esto concuerda con los estudios de Varela *et al.* (2003) ya que en las muestras de grano el pH era menor, por lo tanto su CRA es menor también ya que son dos variables directamente relacionadas. Este parámetro se puede correlacionar también con la jugosidad, ya que una carne con una alta capacidad de retención de agua será más jugosa ya que contiene mayor cantidad de agua en su interior (Lawrie; 1985). En las muestras con 14 días de maduración este efecto está disminuido y no se aprecian diferencias significativas.

Se obtienen valores superiores de jugo exudado en las muestras que han sufrido una maduración más larga (14 días), frente a las maduras tan sólo durante 7 días. Estas diferencias sí fueron estadísticamente significativas con una $P= 0,004$. La capacidad de retención de agua disminuye con la maduración, aumentando así el jugo exudado por las muestras. Esto coincide con Revilla *et al.* (2006).

Cuadro 3. Resultados de los parámetros analizados a los 14 días de maduración

	eco pasto		eco grano		convencional		Significación P
	Media	s	Media	s	Media	s	
pH	5,54 ^b	0,07	5,45 ^a	0,07	5,54 ^b	0,04	0,021
Jugo exprimible %	15,03	3,97	16,10	2,35	13,02	1,44	0,060
Cenizas %	1,11	0,08	1,14	0,05	1,18	0,07	0,357
Grasa %	4,10	2,25	4,90	1,76	2,77	0,55	0,195
Humedad %	72,36	1,39	69,76	4,30	71,40	1,71	0,440
Oxidabilidad grasas (mg MDA/Kg)	0,012 ^a	0,003	0,010 ^a	0,006	0,022 ^b	0,003	0,007
Actividad antioxidante (mequ Trolox/Kg)	27,56 ^b	9,22	36,30 ^b	6,33	23,40 ^a	2,54	0,028
Luminosidad (L*)	40,68 ^a	0,60	42,68 ^{a,b}	1,60	43,81 ^b	3,49	0,060
Rojo (a*)	13,91	0,65	14,04	1,07	14,53	1,03	0,504
Amarillo (b*)	13,30 ^a	0,61	14,13 ^{a,b}	0,53	14,66 ^b	1,15	0,021
Textura instrumental (N)	24,05	1,92	28,48	6,51	22,73	1,70	0,058
Pérdidas por cocción %	15,86	2,28	17,57	4,43	16,16	3,68	0,868

Grasa

Se encontraron diferencias significativas ($p=0,04$) en las carnes con 7 días de maduración, no en las de 14 días, respecto al parámetro grasa. Los valores obtenidos están cercanos a los valores normales de carne de vacuno ecológica alimentada con forraje (5,47% vs 5,35%) en ambos tipos de alimentación, y por lo tanto son muy inferiores a los valores normales en carne convencional (1,23%). Este resultado era esperado ya que la carne ecológica tiene un manejo muy diferente frente a los animales convencionales así como la dieta que reciben, y por lo tanto el contenido en grasa es inferior. No se encontraron relaciones como las descritas por Gatellier *et al.* (2004) que presentan mayores contenidos de grasa en animales criados con grano. El contenido anómalo de la grasa de las carnes convencionales es difícil de explicar.

Humedad

El contenido en humedad en muestras convencionales en 7 días resultó estadísticamente significativo $P < 0,0001$, y no coincide con las publicaciones encontradas en las cuales las carnes convencionales o alimentadas a base de concentrados y piensos obtenían menores valores de contenido en humedad (Humada *et al.*, 2014) y mayores contenidos en grasa con respecto a las producidas en sistemas en extensivo. En nuestro estudio se obtuvo menor contenido en grasa, en las carnes convencionales y esto podría explicar el porqué de la diferenciación de nuestros datos con la bibliografía.

La maduración afectó de manera distinta en muestras convencionales y ecológicas, y esto hizo que la influencia de la maduración no fuera estadísticamente significativa $P > 0,05$. En las muestras convencionales se produjo una pérdida de humedad propia del proceso de maduración debida a la evaporación o desecación de la capa superficial de la pieza, mientras que en las muestras ecológicas se produjo un aumento del contenido en humedad.

Actividad antioxidante

En el parámetro de la actividad antioxidante, los valores obtenidos en nuestro estudio para muestras convencionales están dentro del rango de valores encontrado en bibliografía, situado entre 10,6 y 28,9 mg de trolox. Sin embargo las muestras ecológicas de grano superan este rango, traduciéndose estos datos en mayores proporciones de antioxidantes en las muestras ecológicas, y por tanto menor tendencia a la oxidación o al estrés oxidativo. Las muestras ecológicas de grano obtienen mayores contenidos en antioxidantes 32,76 en comparación con las concentraciones de estos en las muestras convencionales.

Este efecto es debido al alto contenido en antioxidantes que aporta el pasto y el grano como el ácido ascórbico, β -caroteno y α -tocoferol aportados por el pasto y Polifenoles como las proantocianinas y ácido fítico aportados por el grano (Descalzo *et al.*, 2007), siempre siendo mayores los aportes de antioxidantes en dietas con pasto que con grano. Por lo tanto los datos de este estudio coinciden con las publicaciones encontradas Gracia *et al.*, (2005).

La maduración por otro lado no produjo un efecto estadísticamente significativo ($P > 0,05$) sobre este parámetro. Si se estudia cada tipo de manejo por separado, se observa que la maduración afecta de manera distinta a muestras convencionales y a ecológicas, en muestras convencionales a medida que transcurrió el periodo de maduración disminuye el contenido en antioxidantes, mientras que en muestras convencionales aumento este contenido.

Oxidabilidad de las grasas

Los datos obtenidos en los análisis coinciden con lo encontrado en bibliografía en que las muestras convencionales se oxidan más que las muestras ecológicas con la diferencia de que las muestras analizadas obtienen valores inferiores a los publicados en bibliografía, estando el valor medio de las convencionales publicadas comprendidas entre 0,47 y 0,20 mg de malondialdehído y en las muestras ecológicas entre 0,13 y 0,28 (Descalzo *et al.*, 2005; Vitale *et al.*, 2014; Gatellier *et al.* 2005).

Las carnes convencionales se oxidan en mayor medida que las muestras ecológicas, esta diferencia es estadísticamente significativa con un valor de $P < 0,05$ ($P = 0,0$). Esto es debido a las vitaminas y antioxidantes que aporta principalmente el pasto suministrado en la dieta en el sistema de manejo ecológico, que aportaría mayor capacidad antioxidante disminuyendo a su vez la oxidación de las muestras. Estos datos coinciden con lo publicado en bibliografía (Vitale *et al.*, 2014).

En cuanto a la maduración no hay diferencias significativas ($p = 0,083$), pero si se observa una tendencia a la disminución del contenido en malondialdehído a medida que avanza la maduración, estos datos son coincidentes con lo publicado en bibliografía (Vitale *et al.*, 2014; Sierra *et al.*, 2010), en los cuales tampoco se encontraron diferencias significativas.

CONCLUSIONES

Las carnes estudiadas con una maduración de 7 días han obtenido mayor pH las terneras ecológicas con alimentación de pasto, las ecológicas con alimentación de pienso finalizador han obtenido los menores valores de pH a los 14 días de maduración. El menor contenido de jugo extraíble lo obtuvieron las carnes ecológicas criadas a pasto y además obtuvieron el mayor contenido de grasa en 7 días de maduración. Las piezas ecológicas terminadas con pienso obtuvieron menor humedad a 14 días de maduración y una espectacular actividad antioxidante en las dos maduraciones.

Hemos encontrado diferencias significativas en las piezas de carne estudiadas según la alimentación y sistema productivo y los días de maduración.

BIBLIOGRAFÍA

- Civit D., Díaz M.D., Rodríguez E., & González C.A., (2014): "Características de la canal y efecto de la maduración sobre la calidad de carne de ovejas de desvieje de raza Corriedale". Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Buenos Aires. Vol 110 (2) p. 160- 170.
- Descalzo a, L. Rossetti a, G. Grigioni , M. Irurueta , A.M. Sancho ,J. Carrete , N.A. Pensel (2007); Antioxidant status and odour profile in fresh beef from pasture or grain-fed cattle; 202,303,304,305,306-307.
- Descalzo , E.M. Insani, A. Biolatto, A.M. Sancho, P.T. García,N.A. Pensel, J.A. Josifovich(2005); Influence of pasture or grain-based diets supplemented withvitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef;37,39,41-44.
- García Regueiro, J. A. y Maraschiello, C. (2005): Oxidación lipídica de la carne. En "Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes" INIA Coordinadores V. Cañeque y C. Sañudo. pág. 300-312.
- Gatellier P., Mercier Y., Renner M., (2004): "Effect of diet finishing mode (pasture or mixed diet) on antioxidant status of Charolais bovine meat". Meat Science, 67:385-94.
- Humada , C. Sañudo, E. Serrano (2014): Chemical composition, vitamin E content, lipid oxidation, colour and cooking losses in meat from Tudanca bulls finished on semi-extensive or intensive systems and slaughtered at 12 or 14months:910,911-915.
- Revilla I., Vivar- Quintana A.M., (2006): "Effect of breed and ageing time on meat quality and sensory attributes of veal calves of the "Ternera de Aliste" Quality Label". Meat Science, 73, 189-195.
- Sierra.V,L.Guerrero,V.FernandezSuarez,A.Martinez,P.Castro,K.Osoro,M.J.Rodriguez-Colunga,A.Coto-Montes,M. Oliván(2010):Eaiting quality of beef from biotypes included in the PGI "Ternera Asturiana"showing distinct physicochemical characteristics and tenderizacion pattern.
- Vitale, M, PérezJuann,E.Lloret,J.Arnau,C.E.Realini (2014):Effect of aging time in vacuum on tenderness,and color and lipid stability of beef from mature cows during display in high oxygen atmosphere package.

6. COMERCIALIZACIÓN, CONSUMO Y DISTRIBUCIÓN AGROALIMENTARIA

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS FERIAS AGROECOLÓGICAS EN EL ECUADOR

Satama-Bermeo M*, Blanco M**, Vega-Quezada C***

*Universidad Politécnica Madrid, ETSIAAB, Avda. Complutense 3, E 28040 Madrid.

maritza.satama.bermeo@alumnos.upm.es

**Universidad Politécnica Madrid, Dpto Economía Agraria, ETSIAAB, Avda. Complutense 3, E-28040 Madrid; maria.blanco@upm.es

***Universidad Politécnica de Machala, F Química, Av. Panamericana km 5½, Machala, Ecuador. cvega@utmachala.edu.es

RESUMEN:

En este estudio se evalúa el impacto de la participación en la Feria Agroecológica BioVida sobre el mejoramiento de la calidad de vida de los pequeños y medianos agricultores que participan de este circuito corto de comercialización, ubicado en el cantón Cayambe, provincia de Pichincha en Ecuador. Se analiza cómo influye la participación de los agricultores en la feria agroecológica sobre el nivel de bienestar de su hogar a través de la metodología Propensity Score Matching. Para ello, se ha realizado una encuesta a los participantes en la Feria Agroecológica BioVida y se han utilizado los datos de la Encuesta de Condiciones de Vida de Ecuador (2013-2014).

Los resultados muestran un efecto positivo de la feria agroecológica en el entorno de vida del agricultor y se concluye que, por el hecho de participar en la feria, el hogar tiene un incremento del consumo de 19,6 puntos porcentuales, lo que representa una disminución en el nivel de pobreza de los que tiene vinculación con la feria.

Palabras clave: circuito alternativo de comercialización, evaluación de impactos, ferias agroecológicas, Propensity Score Matching.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es la principal actividad económica en las zonas rurales de la mayor parte de los países en desarrollo y la vía principal para que la población rural salga de la pobreza (Salcedo & Guzmán, 2014). Según estudios de la (FAO & BID, 2007) revelan que la agricultura familiar campesina en América Latina representa entre el 30 y 60% de la superficie agropecuaria y forestal de este continente, además este sector incorpora cerca de 50 millones de personas, lo que equivale a un 14% de la población total, generando entre el 30 a 40% del PIB agrícola y más del 60% del empleo rural. Bajo este contexto, la agricultura familiar se convierte en una alternativa sostenible y de mejoramiento de la calidad de vida para los pequeños productores rurales de los países en desarrollo.

Actualmente, en el Ecuador la agricultura familiar destina su producción al autoconsumo y al abastecimiento de alimentos de la población (Salcedo & Guzmán, 2014). Sin embargo, la presencia de un gran número de intermediarios y agentes comerciales no permite mejorar la renta de agricultores ecuatorianos, quienes enfrentan problemas de acceso limitado a la tierra, al riego y a la comercialización de su producción, éste último conlleva a la participación del intermediario, quien se lleva las mayores ganancias, lo que impide que haya un aumento en el capital de las economías familiares (SIPAE, 2013).

Como respuesta a esta problemática, surge la venta directa organizada y consigo el proyecto de ferias agroecológicas, que son iniciativas de desarrollo local, fomentadas por las organizaciones de base comunitaria buscando valorizar mejor los territorios campesinos y mejorar la calidad de vida de quienes los habitan. Estas

iniciativas se han ido extendiendo; acompañadas de la participación del Estado y organismos no gubernamentales (ONGs), dando paso al intercambio socio cultural mediante la vinculación de la mano de obra familiar. Además permiten una mejor adaptación de los productores rurales en relación al mercado convencional, captando un mayor valor de sus productos, sin necesidad de contar con grandes volúmenes de producción.

Estos espacios de encuentro, además de ser un importante medio de comercialización agroecológica, contribuye a la conservación de los recursos y enfocan sus esfuerzos en acciones dirigidas a la mitigación del cambio climático y la adaptación al mismo, disminuyendo gastos de combustible, agua y gastos en transporte (HEIFER, 2012).

En el Ecuador, en los últimos años, las ferias han tomado impulso y se multiplican a lo largo del territorio nacional, llegando a representar en un 78% con respecto a los circuitos alternativos de comercialización, donde la provincia de Pichincha se destaca con el mayor número de procesos de comercialización agroecológica (MAGAP, 2012), sin embargo, dichos procesos no presentan seguimientos en cuanto a su evolución y el impacto que generan en la economía, como el de una metodología para evaluar el alcance de iniciativas en cuanto a la mejora de la calidad de vida de los pequeños y medianos productores, de tal modo que permita diseñar y llevar a cabo políticas públicas en el territorio. Un claro ejemplo del posicionamiento de las ferias son la Red de Productoras y Productores Agroecológicos BioVida, en Cayambe provincia de Pichincha, la feria de Jumbi Mascari de la Unión de Organizaciones Campesinas Indígenas de Cotacachi (UNORCAC), en la provincia de Imbabura, entre otras.

Ciertos autores han analizado la importancia de las ferias en la dinámica de la agricultura familiar campesina, tal que Lacroix (2012) resalta la importancia de este tipo de comercialización en la soberanía alimentaria y la generación de ingresos de los pequeños productores. Por otro lado, Román (2013) determinó que la comercialización y la soberanía alimentaria son los principios rectores de la política pública del sector rural.

Con respecto al papel de las ferias en la economía de las familias campesinas, Lacroix y Cheng (2014) señalan que este circuito de comercialización permite la generación de mejores precios para los productores y garantiza el acceso permanente de ingresos a familias rurales. Asimismo, Delgadillo (2014) señala que la consolidación de ferias locales agroecológicas, a pesar de tener un mínimo o ningún subsidio, son autogestionadas y su impulso favorecería a mejorar la situación de pequeños productores. Monteros y Reinoso (2014), comprueban que las ferias son un espacio de difusión y comercialización de la producción de cultivos nativos y que el resultado de su implementación efectivamente es positivo sobre la situación económica de las familias de los agricultores y los procesos de intercambio solidario (Aguilar, 2015) articulando directamente a los productores de la Economía Popular y Solidaria (EPS) en un sistema justo, participativo y estable (Andino, 2013). Finalmente, las ferias agroecológicas, consideradas como un espacio de comercialización que vinculan la producción orgánica, contribuye a frenar el cambio climático, a través de las prácticas agroecológicas devolviendo la materia orgánica y fertilidad al suelo (HEIFER, 2014).

Entre los estudios que han buscado medir el impacto socioeconómico de las ferias en los productores campesinos participantes a Murgueytio y Pozo (2015), quienes analizan la situación actual de las ferias de inclusión social en la provincia de Pichincha y destacan un incremento de los ingresos en los productores. Una aproximación bastante interesante es el estudio realizado por Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y Agrónomos Sin Fronteras-Francia (AVSF) (Chauveau *et al.*, 2010), que realiza una evaluación de impacto ex post, teniendo en cuenta un sistema de producción y manejo de precios anterior, obteniendo para el 2009 un ingreso promedio anual por feria de 72.000 dólares, considerando las ferias existentes en dicho periodo. Posteriormente, la Fundación HEIFER-Ecuador (2012) realiza un mapeo e inventario de los tipos de comercialización agroecológica a nivel nacional, donde basados en datos de MAGAP y AVSF obtienen que el capital generado por las ferias alcanza 15.22 millones de dólares al año. Sin embargo, estos estudios presentan un diseño no experimental, que no utiliza grupos de control para evaluar el impacto de las ferias; se realizan comparaciones en el tiempo denominado "diseño seriado" que abarca el momento antes-después (CROEM, 2012), el mismo que está expuesto a efectos de factores externos, es decir, que las ferias no son la única razón de impacto de quienes participan.

Por ello, esta investigación aporta con un estudio cuantitativo, bajo la construcción de un contrafactual para la evaluación de impacto de las ferias en el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores de la Feria Agroecológica BioVida. El análisis se basa en datos procedentes de la Encuesta de Condiciones de Vida 2013-2014 y una encuesta realizada a los agricultores de la feria en estudio, empleando la metodología de Propensity Score Matching (PSM).

El presente artículo se estructura de la siguiente manera: en el siguiente punto se presenta el estado actual de la feria en estudio y los objetivos que persigue. En el apartado dos se explica la metodología, la misma que está basada en información primaria, realizada a través de una encuesta que fue aplicada a los productores de la Feria Agroecológica BioVida, cuyos datos se emplean para el análisis y la adecuación al método de PSM. Finalmente, se presentan la aplicación del método, los resultados, discusiones y conclusiones.

Feria Agroecológica BioVida

La Feria Agroecológica BioVida es un espacio de encuentro entre productores y consumidores, misma que forma parte de las cuatro ferias de la Red de Ferias BioVida, ubicadas en las parroquias de Cayambe y El Quinche, y en las comunidades de Paquiestancia y Buena Esperanza, provincia de Pichincha-Ecuador. Constituye una iniciativa de la Asociación de Productores Agroecológicos Armonía de Vida "BioVida" con el apoyo de la ONG Fundación Servicios para el desarrollo Alternativo (SEDAL). Esta ONG establece ejes de intervención, que son las líneas de trabajo, las cuales corresponden a: agricultura sostenible, fortalecimiento organizativo, incidencia política y economía solidaria y entre uno de ellos está la capacitación a ferias; cuyo objetivo es integrar a los productores en procesos participativos de producción y comercialización agroecológica, contribuyendo a la generación de empleo para el productor y con ello mejorar la calidad de vida de su familia.

La Feria Agroecológica BioVida inicia sus actividades en el 2009. Actualmente son 80 productoras y productores asociados, de los cuales, 40 tienen participación directa en la feria. Los socios que participan en la feria deben cumplir requisitos como: tener el carnet de identificación conforme dispone el Reglamento Ético de la Feria BioVida, mismo es de carácter interno y establece obligaciones y requisitos a cumplir.

La feria BioVida es representada en su mayoría por mujeres (85%), y con respecto a la producción de sus fincas, cada semana los productores destinan el 53.6% a la feria, el 35.58% a semilla, el 8.7% para el autoconsumo familiar, 1.7% para alimentación de animales y el 0,4% para intercambio o trueque (Neppas & Quimbia, 2014).

Las ventas se realizan de forma individual y grupal; las primeras consisten en la oferta de productos como hortalizas, frutas, lácteos, plantas, granos, harinas; las ventas en grupo ofrecen una gran variedad de platos típicos de la gastronomía ecuatoriana y las ganancias son repartidas en función de las ventas. Los productos mayormente demandados son verduras con un 34% y frutas con el 18%, sin embargo se registra que por día de feria existe un 9% de productos agrícolas que no son vendidos, sin embargo, dicha producción es intercambiada entre los feriantes. Según el estudio realizado por Neppas & Quimbia (2014) los agricultores de BioVida centran la mayor producción en fréjol (18.3%), quinua (14.76%) y chocho (12.8%), cuyos costos de producción por metro cuadrado son relativamente bajos.

Esta feria es claro ejemplo de representación de los circuitos cortos de comercialización, donde la venta directa asegura a la familia ingresos efectivos de manera regular, contribuye a mejorar la calidad de vida de las familias que participan en las diferentes actividades agrocomerciales, razón por la cual se debe impulsar la generación de políticas públicas locales y nacionales e integrar a los productores al mercado local a través de espacios de intercambio, y a su vez contribuir a fortalecer la seguridad alimentaria de las familias campesinas y urbanas.

METODOLOGÍA

Hoy en día, la sociedad en general está vinculada en programas de desarrollo, ya sea en el ámbito rural o urbano para efectos de impacto económico, social, cultural, ambiental, etc; donde notamos que existe procesos de monitoreo, evaluación de resultados, que se realizan de manera recurrente, para ver el alcance que

ha tenido el proyecto que ha sido ejecutado o continúa en proceso. Dada esta condición, la evaluación se ha convertido en un proceso imprescindible que nos permite conocer si el programa, que en efecto se ha llevado a cabo resolvió o se encuentra solucionando el problema por el cual fue creado, o de algún modo ver si está dando cumplimiento a una necesidad en específico.

La evaluación busca medir los efectos sobre la población beneficiaria y si estos son los esperados en base a la intervención que se ha llevado a cabo. Para efectos de la evaluación, es necesario el uso de metodologías rigurosas que se refieren al uso de técnicas estadísticas y econométricas, que permiten medir el impacto de una intervención en concreto y ver el grado de cumplimiento de los objetivos. Entre los métodos que se conocen para la construcción del contrafactual, de manera factible, son el experimental y cuasi experimental.

En la presente investigación se considera la técnica cuasiexperimental Propensity Score Matching (PSM), debido a que la asignación al grupo de tratamiento es de manera voluntaria y los efectos de tratamiento son en base a datos no experimentales. Bajo estas condiciones y para evitar problemas de sesgo de selección (Heckman, 1979) se emplea esta técnica, que se adecúa a las características de esta investigación.

Esta técnica es uno de los métodos más comúnmente usados para hacer frente a los sesgos asociados a factores observables al evaluar el impacto del programa, es por ello, que se aplica cada vez más en la evaluación de proyectos, políticas y programas (IDB, 2010). El PSM se conoce como una técnica estadística que empareja participantes y no participantes en base a la probabilidad condicional de participar, dada una serie de características observadas. Para ello, Rosenbaum & Rubin (1983) establecen un teorema que aplica la probabilidad para cada individuo sujeto a tratamiento, el mismo que está condicionado a variables explicativas, de tal modo, que se establezca el grupo de control, mismo que va a permitir la estimación del contrafactual; caracterizado por ser estadísticamente equivalente al grupo de tratamiento.

Para la estimación del propensity score (PS) se utiliza un modelo de elección discreta, sea un logit o probit, de tal modo que la variable de tratamiento binaria estará condicionada a un vector de características individuales, que pueden determinar que el individuo haya participado o no en el programa. Propuesto el modelo de elección discreta se elige de entre los diferentes algoritmos de matching, con el objetivo de emparejar las unidades tratadas con las unidades de control, buscando que se de cumplimiento a la hipótesis de soporte común.

Entre los algoritmos mayormente utilizados en la práctica se tiene a radius matching, kernel y nearest neighbor matching (vecino más cercano). Finalmente, se estima el impacto de la intervención, empleando una variable de impacto, lo que da como resultado el efecto tratamiento sobre los tratados (ATT).

Para implementar la metodología de PSM en la presente investigación se ha seguido las siguientes etapas:

- Obtención y análisis de la información
- Selección de variables de interés
- Matching
- Método de análisis de impacto

Obtención y análisis de la información

La presente investigación se realizó a partir de los datos de la encuesta de Condiciones de Vida (ECV) del Ecuador, elaborada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el periodo 2013-2014. Esta encuesta estudia los impactos económicos y las condiciones de vida en que se encuentra inmersa la población ecuatoriana. Además su contenido produce información a nivel de hogar e individuo acerca de los efectos de distintos programas sociales que se destinan a reducir los niveles de pobreza de la población en general (INEC, 2014).

Para la presente investigación se consideró los datos de la ECV, en base a la localización de la Feria Agroecológica BioVida, la misma que está ubicada en el cantón Cayambe, siendo uno de los nueve cantones

de la provincia de Pichincha, ubicado al norte de la provincia, a 40 minutos de la ciudad de Quito, capital del Ecuador. Cayambe se constituye de 8 parroquias, tres urbanas: Cayambe, Ayora y Juan Montalvo y 5 rurales: Ascazubi, Cangahua, Otón, Santa Rosa de Cusubamba, Olmedo (Ver Figura 1). Este cantón tiene una población de 85.795 habitantes; según datos del Censo de 2010 y se prevé un crecimiento población para el año 2020 del 25.5% (107.660); el 54,5% de los habitantes vive en zonas rurales y el 33,8% de la población del cantón es indígena. El porcentaje de la población está constituido de manera equiparada entre hombres y mujeres, sin embargo, se tiene una ligera concentración de mujeres en el sector rural, equivalente al 28% con respecto al sector rural. El grado de analfabetismo para el 2010 en el cantón Cayambe es de 11,1% y la población que vive en pobreza y en extrema pobreza es del 58,3% y 16,2% respectivamente.

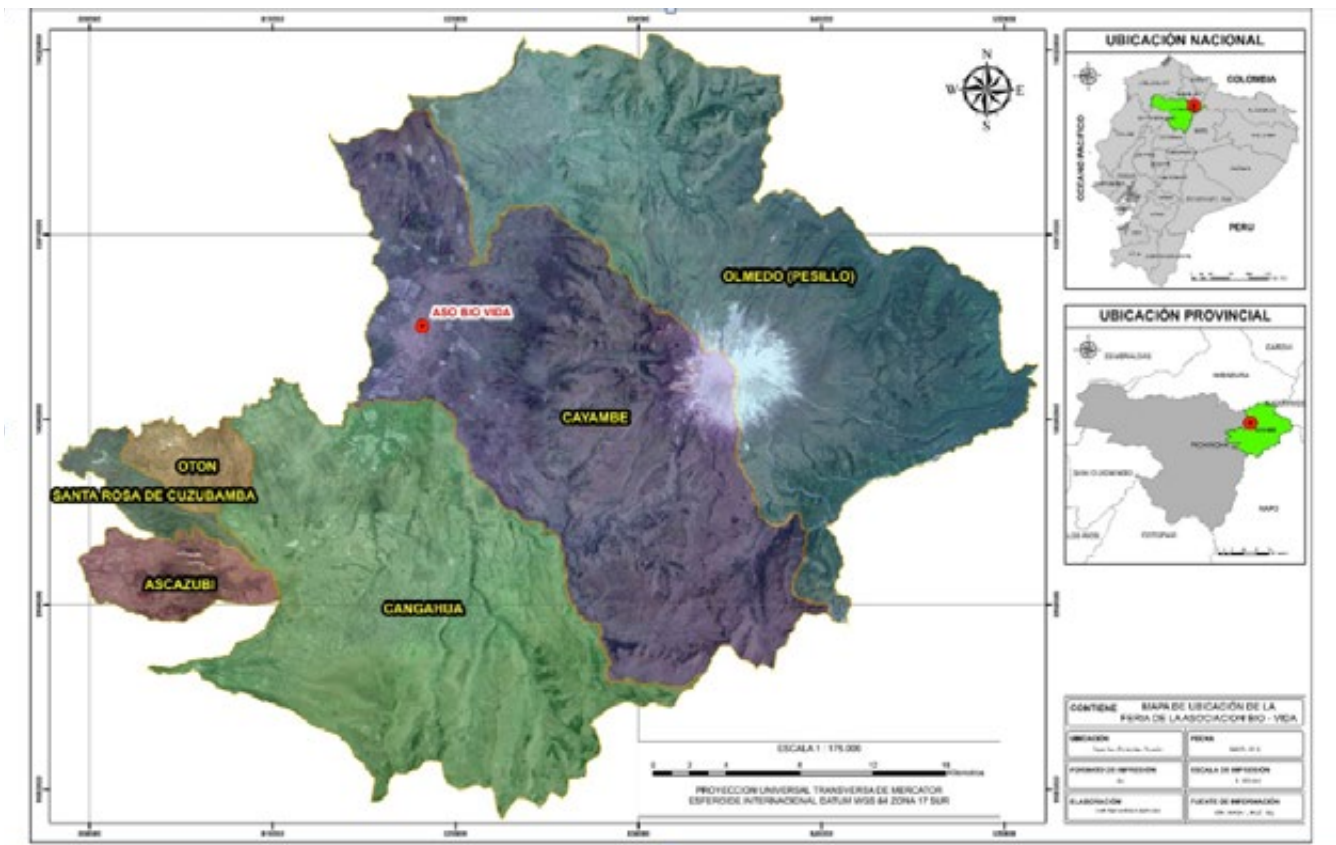


Figura 1. División Política del Cantón Cayambe
Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se utilizaron otras fuentes de información como la distribución de ingresos por deciles urbano-rural a nivel nacional del 2012 y la distribución del gasto corriente según la pertenencia de deciles del sector rural-urbano.

Para poder realizar el análisis con rigor, también se realizó un levantamiento de información, para lo cual se partió de conversaciones con representantes de la Asociación BioVida y SEDAL, acerca de las ferias que se desarrollan en el cantón Cayambe, posteriormente, mediante una encuesta se realizó el levantamiento de información en la Feria Agroecológica BioVida entre enero y febrero de 2016. Esta encuesta consideró como unidad de observación el hogar de quienes son partícipes de la feria y mantiene similar estructura a la ECV 2013-2014, lo que significa que la información que se obtuvo otorga un horizonte temporal con respecto a la situación de los hogares en el año 2015.

Uno de los intereses de la presente investigación es ver si la feria tiene un efecto de mejoramiento de quienes participan de ella, por tal motivo, las preguntas estuvieron direccionadas en conocer las características del hogar de los participantes y el estado de opinión que le otorgan. Cabe recalcar, que la encuesta se llevó a cabo

al representante del hogar, lo que no es indicador que este participe directamente de la feria, sin embargo, es acreedor del beneficio que otorga la misma. Adicionalmente se recoge información de ingresos, gastos y actividades agropecuarias (superficie de la explotación agropecuaria y gasto en semillas). La figura 2 muestra el proceso seguido para la definición de la muestra y la caracterización de los grupos.

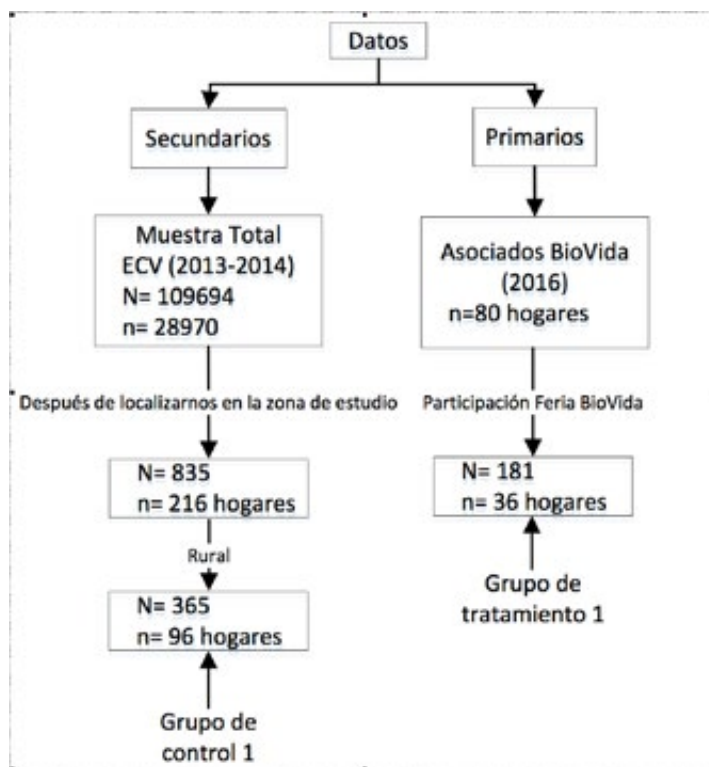


Figura 2. Selección de la muestra de análisis

Selección de variables de interés

Variables de impacto

a) Agregado de consumo

La ECV (2013-2014) del Ecuador incluye una sintaxis para el cálculo de la pobreza propuesta por el INEC, donde estiman el agregado de consumo, medida más aceptada que el mismo ingreso, ya que refleja el nivel de vida de los hogares. Esta variable se caracteriza por ser de carácter estable, ya que considera la posibilidad de ahorro y desahorro, así como por estar menos sujeta a subestimaciones por parte de los hogares (INEC, 2015).

Este agregado considera una componente alimenticia y no alimenticia, en donde la componente alimenticia lleva consigo productos que el hogar ha consumido; este gasto está expresado en dólares. La sección del componente no alimenticio considera componentes como: bienes durables, educación, servicios básicos y otros gastos.

Esta variable se obtuvo para el grupo de control, sin embargo, para se realizó una estimación para el grupo de tratamiento, considerando los componentes que conforman el agregado de consumo.

Los participantes de la feria se caracterizan por un elevado autoconsumo familiar, basado en la producción agrícola de sus fincas. Dada esta condición, se busca representar dicho valor en unidades monetarias,

considerando los costos de producción, de tal modo que el escenario en estudio explique la realidad de los participantes de la feria. Bajo este contexto, se calculó el agregado de consumo mensual por hogar para el grupo de tratamiento considerando los componentes alimenticio y no alimenticio.

Componente alimenticio

Uno de los componentes del agregado de consumo es el alimenticio, para lo cual se parte de que en los países en desarrollo y de manera especial en el sector rural, existe un consumo basado en la producción en las explotaciones agrarias, denominado autoconsumo o alimentos no comprados, que se obtienen de la producción de la agricultura familiar campesina (Schejtman, 2008). Del mismo modo, los productores de la feria BioVida basan su alimentación en la cosecha de sus cultivos, por ende su componente alimenticio está representado por el autoconsumo familiar.

Dada esta condición, para representar el autoconsumo en un valor monetario se consideró los datos obtenidos en la encuesta a los feriantes; datos de superficie de la explotación y el gasto en semillas. Además se hizo uso de fuentes secundarias como información provista por la asociación BioVida; de ello se consideró el porcentaje para destino de la producción (feria, autoconsumo, semillas y animales) y los costos de producción asociados a 17 productos agrícolas con mayor frecuencia de cultivo en la zona de estudio.

Una de las características de la superficie del terreno es que no se destina para producción agraria. Bajo este aspecto, se realizó una segmentación por producción en cultivos transitorios y de barbecho (34,43%) en base a la participación por categorías del uso del suelo 2012, asumiendo que este porcentaje se mantiene para el periodo en estudio y es el mismo para los 36 productores.

Con la información antes mencionada se procedió a efectuar el cálculo para el consumo familiar (autoconsumo):

$$S_i * a * b * \sum_{i=1}^{17} C_i * h_i \quad (1)$$

En la ecuación (1), S_i corresponde a la superficie de cada hogar, la constante a representa el porcentaje de destino a cultivos transitorios y de barbecho y la constante b corresponde al porcentaje destinado al consumo

familiar. La expresión $\sum_{i=1}^{17} C_i * h_i$ contiene la suma total del costo de producción y el porcentaje que ocupa cada cultivo en la superficie agraria, asumiendo que los productores producen los mismos cultivos y en las mismas proporciones para su superficie agraria, de tal modo que se obtenga como resultado una cantidad monetaria por hogar.

Para el caso del trueque, lo realizan con familias cercanas a la comunidad, cuyo resultado se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$S_i * a * k * \sum_{i=1}^{17} C_i * h_i \quad (2)$$

En la ecuación (2), k representa el porcentaje de la superficie agraria destinado al trueque. Otro rubro es el gasto en semillas, cuyo uso es destinado al consumo humano, trueque, alimentación de los animales, venta en feria, etc. Bajo estas condiciones, se consideró que el gasto en semillas para el consumo humano y trueque, se consideran rubros de gasto no recuperables.

Por último, se realizó el cálculo del excedente en feria como valor monetario de autoconsumo, ya que al final de la jornada de trabajo en feria, al no vender la totalidad de los productos, estos se intercambian entre los participantes, en la modalidad de trueque, Su cálculo se presenta de la siguiente manera:

$$S_i * a * v * m * \sum_{i=1}^{17} C_i * h_i \quad (3)$$

La ecuación (3) muestra un valor monetario con respecto al excedente en feria, donde las constante v y m representan el porcentaje promedio de la producción destinado a la venta en feria y el excedente para los 36 feriantes respectivamente.

Considerando los resultados por familia agrícola de cada uno de los rubros antes mencionados se tiene que la suma corresponde al autoconsumo en valor monetario. Parte del componente alimenticio también se considera la compra de comida fuera del hogar; datos que se obtuvieron a partir de la información levantada. Finalmente se obtuvo el componente alimenticio mediante la suma de autoconsumo y compras de comida fuera del hogar.

Componente no alimenticio

Otro de los componentes del agregado de consumo es el no alimenticio, para el cual se utilizaron datos de entretenimiento, ingreso corriente y el porcentaje de gasto corriente por decil dirigido a la educación y bienes inmuebles, porcentajes obtenidos de la encuesta de empleo, desempleo y subempleo INEC-SIEH-ENEMDU. Adicionalmente se consideró el ingreso promedio mensual obtenido de cada productor(a) por la participación en feria BioVida.

Una vez que los productores han sido ubicados por decil, se procede al cálculo de gasto en educación y de bienes inmuebles, por lo que se tiene que:

$$Y_i * d_{i,j} \quad (4)$$

En la ecuación (4) la Y_i es indicador del ingreso por familia y $d_{j,i}$ nos muestra el porcentaje en el rubro de educación y de bienes inmuebles según el decil de pertenencia de la familia. Además se consideró el gasto en servicios básicos y en entretenimiento.

Obtenido estos dos componentes (alimenticio y no alimenticio), se obtiene una estimación del agregado de consumo por hogar por la participación de la Feria BioVida.

b) Agregado de consumo per cápita

Esta variable se obtiene mediante el total del consumo del hogar (agregado de consumo) dividido para el número de miembros que lo componen, de tal modo que se muestre más adelante el impacto en el consumo per cápita.

c) Pobreza e indigencia

Para evaluar el impacto de la feria sobre la pobreza e indigencia en las familias de los participantes de BioVida; como variables de interés, para la pobreza se considera la brecha de consumo normalizada en base a la línea de pobreza e indigencia.

d) Variable de tratamiento

Para el análisis se definió como participante de la feria, como aquel productor que tenía intervención directa con la venta de productos agrícolas. Además el hogar del productor participante fue la unidad de estudio. A partir de esta definición se generó una variable binaria, donde 1 representa la participación en la feria y 0 lo contrario.

e) Covariables

Se incluyeron variables que correspondan a características documentadas que estén asociadas a la probabilidad de participar en la Feria Agroecológica BioVida. Estas variables fueron: género, nivel de pobreza (muy pobre, pobre, más o menos pobre, no pobre), nivel de vida (mejoró, está igual, empeoró), ocupación y si es o no beneficiario del bono de desarrollo humano.

Matching

Se establecieron distintos modelos, en los cuales se utilizó como variable dependiente a la participación de la feria (variable de tratamiento). Esta variable es controlada por un conjunto de variables independientes (covariables) que muestran características del jefe de hogar y el hogar en su conjunto. Además, estas variables son analizadas a través de la correlación de Pearson, con el objetivo de evitar relación lineal entre sí, evitando de tal modo problemas de colinealidad en el modelo planteado.

Posteriormente se realizó el matching para los distintos modelos propuestos a través del algoritmo Nearest Neighbor (vecino más cercano), considerado como mejor algoritmo de emparejamiento, ya que presentaba diferencias reducidas entre las medias de las variables del grupo de tratamiento y control. Además, ante el deseo de alcanzar un mejor ajuste y el cumplimiento de la hipótesis de soporte común, se estableció un caliper de 0.25 y se realizó el descarte de ciertas variables que no generaban un buen emparejamiento. Finalmente, el modelo a ser seleccionado fue basado en la medida que muestra el promedio de la diferencia de medias estandarizadas absolutas (ASAM), el mismo que mientras más pequeño sea es indicador que el grupo de tratamiento y de control son más similares con respecto a las covariables dadas (Lee *et al.*, 2010). El valor del ASAM para el modelo seleccionado fue de 0.12.

Bajo estas condiciones, el matching fue realizado con el uso del software R, mediante el paquete MatchiT. El modelo considerando fue el siguiente:

Método de análisis de impacto

Una vez que se ha realizado el matching (emparejamiento), se procede a medir el impacto de la Feria BioVida en base a las variables de impacto definidas anteriormente. Para lo cual, se emplea el paquete Zelig del software R, mismo que calcula un modelo estadístico seleccionado, considerando los datos especificado (Imia *et al.*, 2009). Para esta investigación se estableció un modelo de mínimos cuadrados con 1000 iteraciones para la obtención de resultados más precisos.

RESULTADOS

Los resultados del matching muestran que se emparejan el 69% de las observaciones del grupo de tratamiento y además se da cumplimiento a la hipótesis de soporte común, como se visualiza en la Figura 3.

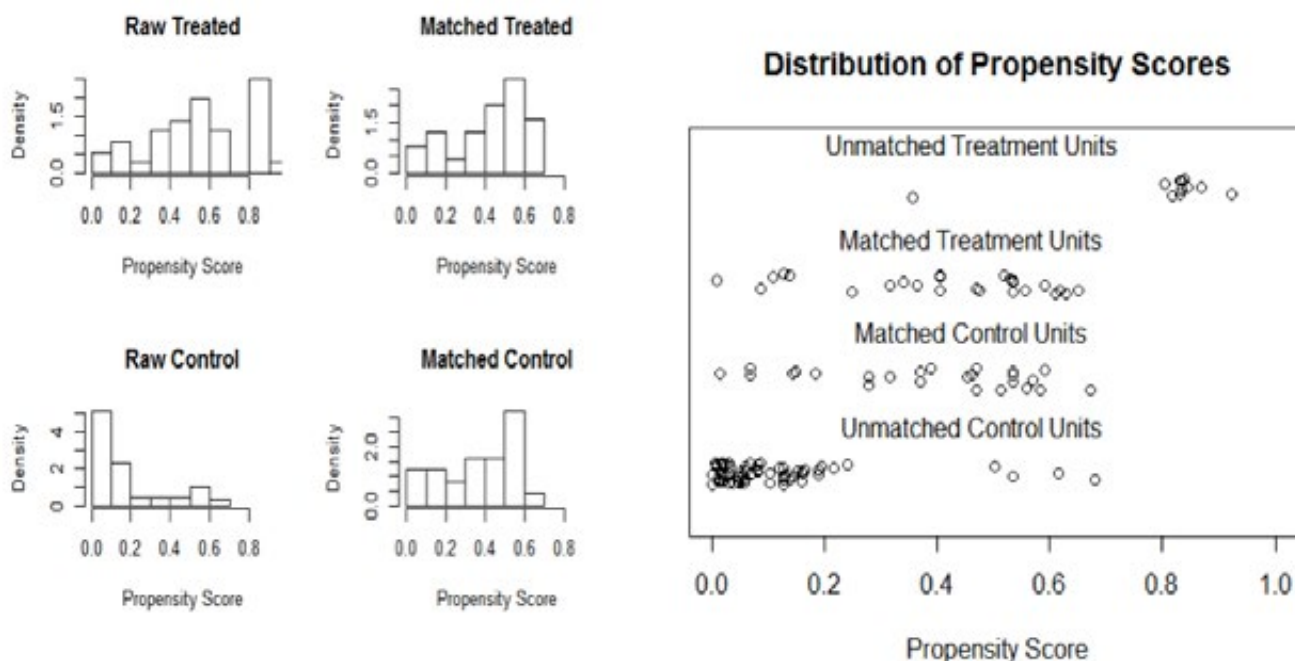


Figura 3. Histograma antes y después del matching y unidades emparejadas en el matching

*Se da cumplimiento a la hipótesis de soporte común

*El 69% de las observaciones han sido emparejadas

El impacto promedio de la Feria Agroecológica BioVida sobre los participantes tuvo un efecto positivo ($ATT > 0$), ya que aumentó su consumo en promedio en 10.2 dólares por hogar, 3.6 dólares por miembro del hogar.

Los resultados obtenidos del estudio de evaluación de impacto de la Feria BioVida es de 10.2 y 3.6 dólares por hogar y miembro respectivamente, dando lugar a un efecto positivo por la participación en la Feria BioVida. Adicionalmente, se muestra que la participación en la feria es efectiva en términos de reducción de la pobreza, ya que, el 4.22% y 7.3% de los participantes de la feria salieron de la pobreza y extrema pobreza respectivamente.

Los resultados obtenidos permiten aseverar un efecto positivo sobre los participantes de la Feria Agroecológica BioVida y determinar que este circuito de comercialización es un espacio que permite a los pequeños y medianos productores la venta directa de sus productos y la participación en el mercado, valorizando su producción y obteniendo un mayor precio por sus productos agrícolas.

Además, como menciona Lacroix (2012) estas iniciativas locales crean seguridad en la generación de ingresos para los hogares y que a pesar de ser autogestionadas o ser funcionales sin apoyos de manera directa (Delgadillo, 2014) son la base fundamental para la generación de política pública para la participación del pequeño y mediano productor en el mercado, dando cumplimiento a los objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir que comprende la mejora de la calidad de vida de la población a través de un sistema económico social y solidario en la generación de empleo.

CONCLUSIONES

La metodología de evaluación de impactos, bajo un diseño cuasiexperimental, denominado Propensity Score Matching, permitió analizar el efecto de participar en la Feria Agroecológica BioVida relacionado al mejoramiento de la calidad de vida de los hogares que participan en ella; siendo necesario realizar un levantamiento de información de los participantes de la feria y el uso de la base de datos ECV (2013-2014), para evaluar el impacto diferencial del grupo de control.

Las ferias agroecológicas en general, son una vía alternativa para que los pequeños y medianos productores rurales comercialicen sus productos, en el encuentro directo agricultor- consumidor final, lo que garantiza un mejor precio y ganancias efectivas; razón por el cual se ha evidenciado que las ferias agroecológicas se han expandido e institucionalizado a lo largo del territorio ecuatoriano a partir del 2009, siendo en su mayoría autogestionadas por las organizaciones comunitarias, con mínimo apoyo de Instituciones públicas y privadas, como estrategia para la generación de empleo en el sector rural.

En relación a los resultados, se determina que el hogar participante de la Feria Agroecológica BioVida incrementa el consumo de sus productos en 10.2 dólares, sin embargo, esto representa un 4%, que en un principio puede ser un porcentaje pequeño, sin embargo, cabe recalcar que el agregado de consumo para los participantes de la feria considera costos de producción y no precios de mercado; cuyo objetivo es establecer un escenario de los productores de BioVida vinculado a la agricultura familiar campesina. Adicionalmente, en términos de pobreza, la feria Agroecológica BioVida, cumple en el mejoramiento de la calidad de vida, ya que el 4,2% y 7,3% de los participantes de la feria salen de la pobreza y extrema pobreza respectivamente.

Los resultados de la investigación realizada referente a la Feria BioVida, es caracterizada como medio dinamizador de la economía de los hogares involucrados, por tanto el apoyo a estas dinámicas productivas y de comercialización en el sector rural, constituyen una estrategia viable que permite la generación de empleo y sostenibilidad económica de la población rural, garantizando la soberanía alimentaria como el derecho de los pueblos a definir sus propias políticas de agricultura y alimentación, a proteger y regular su producción y el comercio agrícola interior para lograr sus objetivos de desarrollo sostenible.

Las limitaciones del trabajo están relacionadas con la información primaria y secundaria, ya que no se cuenta con bases de datos a detalle sobre características productivas en agricultura familiar, relacionadas con los costos de producción y gastos generales de los hogares, por lo que se estima el agregado de consumo. La ECV como base de datos no permitió realizar una mayor caracterización en la participación de la feria agroecológica BioVida, por la escasa información de ingresos y características agrícolas.

REFERENCIAS

- Aguilar, K. (2014). El Movimiento de Economía Social y Solidaria del Ecuador (MESSE) como actor social: el proceso de la Zona Norte en el período 2010–2012. Disponible en: <http://www.economiasolidaria.org/files/Agenda%20Pol%C3%ADtica%20MESSE%20final.pdf>
- Andino, V. (2013) Políticas Públicas para la Economía Social y Solidaria. Caso de Estudio de Ecuador. Disponible en: <http://www.reliess.org/centredoc/upload/VAndino-poltpubyecosol-Ecuador-RELIESS-final1367861067.pdf>
- Chauveau, C., & Taipe, D. (2010). Estudio CIALCO. Circuitos alternativos cortos de comercialización y consumo en el Ecuador: inventario, impacto, propuestas.
- CROEM, (2012). Estudio de identificación del impacto de la formación para el empleo impartida en los ejercicios 2011 y 2012 en la Región de Murcia, subvencionada por el SEF, pp. 213-215. Disponible en: [http://www.croem.es/Web20/CROEMFormacion.nsf/DC9603E8E17DD87BC1257E4D00260E3A/FILE/DOCUMENTO%20DE%20SINTESIS%20\(version%20web\).pdf](http://www.croem.es/Web20/CROEMFormacion.nsf/DC9603E8E17DD87BC1257E4D00260E3A/FILE/DOCUMENTO%20DE%20SINTESIS%20(version%20web).pdf)
- Delgadillo (2014). Creación de sellos de calidad para productos de pequeños productores. Quito-Ecuador: MAGAP, AVSF
- Delgadillo (2014). Creación de sellos de calidad para productos de pequeños productores. Quito-Ecuador: MAGAP, AVSF
- Delgadillo (2014). Creación de sellos de calidad para productos de pequeños productores. Quito-Ecuador: MAGAP, AVSF
- Heckman, J. J. (1977). Sample selection bias as a specification error (with an application to the estimation of labor supply functions).
- HEIFER, (2012). La Agroecología está presente: Mapeo de productores agroecológicos y del estado de la agroecología en la sierra y costa ecuatoriana, pp.96-112. Disponible en: http://www.heifer-ecuador.org/wp-content/uploads/libros/1_La_agroecologia_esta_presente_ES.pdf (Acceso 6 Mayo 2016).
- Heinrich, C., Maffioli, A., & Vazquez, G. (2010). A primer for applying propensity-score matching. Inter-American Development Bank.
- Imai, K., Keele, L., & Tingley, D. (2010). A general approach to causal mediation analysis. *Psychological methods*, 15(4), 309.

- INEC (2012). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-nacional-de-ingresos-y-gastos-de-los-hogares-urbanos-y-rurales/> (Acceso 9 Mayo 2016).
- INEC (2015) Metodología de construcción del agregado de consumo y estimación de la línea de pobreza en el Ecuador. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo Nacional Agropecuario 2000 (CNA). Ecuador Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/> (Acceso 7 May 2016).
- Lacroix, P. (2012). Agroecología y circuitos cortos en Ecuador. Disponible en: https://www.avsf.org/public/posts/1644/fi_inovacion_agroecologia_ecuador_avsf_2014.pdf (Acceso 5 Apr. 2016).
- Lacroix, P. (2012). Agroecología y circuitos cortos en Ecuador. Disponible en: https://www.avsf.org/public/posts/1644/fi_inovacion_agroecologia_ecuador_avsf_2014.pdf (Acceso 5 Apr. 2016).
- Lacroix, P., & Cheng, G. (2014). Ferias y mercados de productores: Hacia nuevas relaciones campo-ciudad. Lima: CEPES, AVSF.
- Lee, B. K., Lessler, J., & Stuart, E. A. (2010). Improving propensity score weighting using machine learning. *Statistics in medicine*, 29(3), 337-346.
- Monteros, C. y Reinoso, I. (2011). "Informe final del proyecto FTG-353/05 "Innovaciones Tecnológicas y Mercados Diferenciados para Productores de Papas Nativas". Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria. (FONTAGRO), INIAP-Ecuador, Quito, Ecuador, 40 p.
- Murgueytio Jarrín, D., & Pozo Vargas S. (2015). Análisis del impacto socio-económico de las ferias de inclusión social impulsadas por el gobierno provincial de Pichincha en la parroquia de Machachi del cantón Mejía año 2011-2014. Tesis para la obtención del título de Ingenieras Comerciales
- Neppas Cholca, N., & Quimbia Chico, R. (2014). La Feria Agroecológica BioVida: Una experiencia de comercialización alternativa en Cayambe, Pichincha. Tesis para la obtención del título de Ingenieras en Agroecología no publicada, Tabacundo-Ecuador.
- Román, P. (2013). Marco general de la política pública ecuatoriana en la comercialización de productos agropecuarios. En Hidalgo, Francisco, Lacroix, Pierril y Roman, Paola. *Comercialización y Soberanía Alimentaria*. SIPAE y AVSF, Quito, Ecuador.
- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41-55.
- Salcedo, S., & Guzman, L. (2014). *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política*. Santiago: FAO.
- Schejtman, A. (2008). Alcances sobre la agricultura familiar en América Latina. Presentado en: *Diálogo Rural Iberoamericano: Crisis Alimentaria y Territorios Rurales* (San Salvador, SV, septiembre).
- SIPAE, (2013). *Dinámicas de comercialización para la agricultura familiar campesina: desafíos y alternativas en el escenario ecuatoriano*. Disponible en: https://www.avsf.org/public/posts/1704/dinamicas_comercializacion_avsf_ecuador_2014.pdf
- Soto, F., Rodríguez M. & Falconí C. *La alimentación y el desarrollo*, B. I. (2007). Políticas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe.

FUNCIONAMENTO E EVOLUCIÓN DUNHA ASOCIACION DE CONSUMIDORAS: O BANDULLO ECOLÓXICO

Vázquez MD

Escola Politécnica Superior EPSO-USC. R. Benigno Ledo. Campus Universitario. 27002. Lugo. Asociación "O Bandullo Ecolóxico"

mariadolores.vazquez@usc.es

RESUMEN:

Neste traballo analízase a evolución da asociación de consumidor@s de produtos

ecolóxicos e artesanais "O Bandullo Ecolóxico" de Lugo, dende a súa fundación no ano 2002 ata a actualidade.

A asociación pasou por diferentes etapas, en cada unha delas cun funcionamento, intereses e problemáticas diferentes. De vital importancia nos primeiros momentos foi establecer os obxectivos e criterios de selección de produtos e produtor@s aos que se lles compra. Igual que outras asociacións deste tipo "O Bandullo Ecolóxico" incorporou dende o primeiro momento, ademais dun interese por comer san, outros valores como o compromiso social e ambiental.

A asociación, nun principio de pequeno tamaño, foi crescendo no tempo chegando a ter local propio. Tras unha etapa de inactividade volveu a activarse para impulsar a creación dun mercado de produtos ecolóxicos e artesanais. Neste mercado que funciona na actualidade, foron adquirindo un protagonismo cada vez maior @s produtor@s, sendo na actualidade @s que levan a iniciativa na súa xestión e dinamización.

Palabras clave: asociación, consumidor@s, produtor@s, produtos ecolóxicos.

INTRODUCCIÓN

Nas últimas décadas tense incrementado a demanda de produtos procedentes da AE, sans e naturais. Aínda que cada vez hai mais dispoñibilidade, en moitos casos, e a nivel galego en concreto, esta demanda choca coa dificultade de atopar este tipo de produtos. Por outro lado entre @s potenciais consumidores de produtos ecolóxicos existe unha importante proporción que rexeitan as vías de comercialización convencionais (a través de distribuidoras, en grandes superficies, etc). Neste panorama teñen xurdido asociacións de consumidor@s nas que hai un contacto directo coas produtor@s, evitando dese xeito a existencia de intermediari@s e proporcionándolle as produtor@s unha saída directa para os seus produtos a un prezo digno.

EVOLUCIÓN DA ASOCIACION

A asociación de consumidor@s de produtos ecolóxicos e artesanais "O Bandullo Ecolóxico" leva funcionando en Lugo dende o ano 2002 ata a actualidade. A asociación pasou por diferentes etapas, en cada unha delas con un funcionamento e relación coas produtor@s diferente.

i. Os inicios

De vital importancia nos primeiros momentos para as persoas interesadas en impulsar esta Asociación foi establecer os obxectivos e os criterios de selección de produtos e produtor@s aos que se lles compra. Igual que outras asociacións deste tipo "O Bandullo Ecolóxico" incorporou dende o primeiro momento, ademais dun interese por comer san, outros valores como compromiso social e ambiental. Así, podemos destacar entre os obxectivos fundacionais:

- Promover e fomentar o coñecemento, a produción e o consumo de produtos locais, tanto

ecolóxicos como artesanais que teñan unha orixe e produción respectuosa co medio ambiente.

- Desenvolver un proxecto de beneficio social autoxestionado e solidario con tod@s as que desexen unha mellor calidade de vida e un entorno mellor conservado
- Potenciar os produtos ecolóxicos que proveñan da agricultura familiar e de cooperativas que promovan unha agricultura xusta de carácter social.
- Fomentar que @s soci@s podan adquirir produtos ecolóxicos e artesanais a prezo xusto, favorecendo o trato directo coas produtor@s e evitando intermediari@s.

Nesta selección de obxectivos móstrase claramente o especial interese da Asociación na promoción da agricultura ecolóxica e na expansión do seu uso. Así como o interese pola parte social e ambiental que implica este tipo de agricultura. Para poder levar a cabo estes obxectivos ademais do propio consumo de produtos ecolóxicos, dende o primeiro momento se organizaron ou se participou en actividades de divulgación, como charlas, obradoiros ou concursos.

Para cumprir os obxectivos tamén foi fundamental establecer coidadosamente os criterios de selección de produtos e produtor@s aos que comprarlles. Así, con respecto á selección de produtor@s primouse:

- O establecemento de relacións estables e de confianza mutua, que permiten aseguralle á produtor@ un mercado onde darlle saída ós seus produtos, e as consumidor@s obter os produtos que necesitan.
- Que comparta os obxectivos da asociación.
- Que permita ás visitas das persoas socias á explotación.
- A cercanía das explotacións, xa que se busca favorecer a produción local.

En canto ós produtos, dásele prioridade ao produto fresco e non envasado, de tempada, local, de primeira necesidade e que se poda comprar directamente ós produtores.

O establecemento de obxectivos e criterios de compra resulta fundamental para posicionar a Asociación e para que as persoas que se vaian incorporando posteriormente sepan a que aterse. Este é un traballo que aínda que se comezou ao principio da asociación perdurou no tempo, en concreto no que respecta ao establecemento dos criterios de compra, xa que é un tema delicado no que existen diferentes puntos de vista.

ii: Evolución e etapas

A Asociación ten pasado por diferentes etapas, que dun xeito informal poderían ser:

- Inicial, ó principio é unha asociación pequena, que recibe só produto fresco dunha produtora, usando locais prestados por outras asociacións para gardalo e facer o reparto.
- Crecemento, co tempo ó irse unindo mais xente a asociación faise máis grande, chegando a ter máis de 40 unidades familiares de consumo. Isto permite ter un local propio, no que almacenar o material e polo tanto non só se ofrece produto fresco senón tamén non perecedoiro. Recíbese produto de varios produtores. E algún de distribuidora (basicamente non perecedoiro).
- Parada, ó incrementarse o tamaño da asociación fíxose máis difícil a súa xestión, o que unido á falta de tempo das soci@s, e diferentes visións con respecto a asociación e ós pasos a dar, fixo que se decidira deixar o local, e deixar en suspenso o proxecto. Nesta etapa a maioría das soci@s déronse de baixa. E a Asociación permaneceu inactiva durante un tempo.
- Reactivación: o pequeno grupo de soci@s que aínda permanecía na asociación decidiu retomar a actividade dun xeito diferente: impulsando a creación dun mercado de produtos ecolóxicos e artesanais en Lugo. Contactouse con produtor@s da zona e coa administración (para buscar un espazo, apoio económico, etc), comezando a funcionar O Mercado da Terra en xuño de 2011. A partir de aí a Asociación seguiu xestionando temas como a organización de mercados especiais, publicidade, ou o contacto coa administración ademais de servir como punto de cohesión e control (referencia, que produtores veñen, etc).

iii. A actualidade

Tras 5 anos de funcionamento, O Mercado a Terra xa se ten feito un oco na cidade de Lugo. Ten adquirido un funcionamento estable e uns consumidores habituais, aínda que non deixa de ser un grupo pequeno de persoas o que se achega tódolos martes pola tarde a comprar. Tamén son poucas produtor@s as que veñen, pero aínda así a oferta de produtos foise ampliando pouco a pouco, e é relativamente variada. Ademais dado que se celebra na propia Praza de Abastos, é posible complementar a compra con produtos adquiridos nos postos estables da praza. Nestes postos a maioría dos produtos son convencionais, aínda que moitos deles son locais e pouco a pouco van incorporando tamén algúns produtos ecolóxicos.

En canto ao funcionamento do Mercado, a medida que foi pasando o tempo foron adquirindo un maior protagonismo as produtor@s nas tarefas de organización e xestión. Actualmente levan o peso da xestión e dinamización do mercado, tendo posto en marcha iniciativas como unha Asamblea do Mercado formado por produtor@s e consumidor@s.

CONCLUSIÓN

A evolución ao longo de case 15 anos de funcionamento da Asociación o Bandullo Ecolóxico, ofrece unha pequena mostra das diferentes tipoloxías de Asociacións de Consumidor@s. O número de soci@s, o funcionamento, a relación coas produtor@s, etc. son diferentes en cada unha das etapas polas que atravesou a Asociación, aínda que todas esas etapas son frutíferas, e teñen un papel positivo na dinamización e difusión da agricultura ecolóxica.

AGRADECIMENTOS

A todas as persoas que colaboraron ou formaron parte da Asociación o Bandullo Ecolóxico dende os seus inicios ata a actualidade. É a suma de moitas aportacións individuais o que lle deu vida ó Bandullo Ecolóxico e ó Mercado da Terra.

CLÚSTERES DE LA PRODUCCIÓN AGRARIA ECOLÓGICA EN CATALUÑA

Hoberg K*, Martori JC**

*IFOAM AgriBioMediterraneo / Natureco sl. Av del Prat, 20. 08180 Moià

karen.hoberg@gmail.com

**Grup Investigació Data Analysis and Modeling Universitat de Vic

c/ Sagrada Família, 7. 08500 Vic

martori@uvic.cat

RESUMEN:

Las economías de aglomeración constituyen un factor importante para la competitividad de las empresas y/o un sector o una región. La investigación estudia la localización de los operadores ecológicos (explotaciones, industrias y comercializadores), identifica clústeres espaciales y describe sus características respecto las zonas que no forman parte del mismo. Desde un punto de vista metodológico parte de los operadores inscritos en el Consell Català de Producció Agraria Ecològica (CCPAE) y utiliza métodos de la estadística espacial así como sistemas de información geográfica (SIG).

Los resultados principales que se obtienen son tres: en primer lugar, se puede descartar que los operadores se localizan en el territorio de forma aleatoria i, en segundo lugar, se han podido detectar seis clústeres principales; tercero, hay factores explicativos que son válidos para el conjunto de las aéreas clúster, como por ejemplo que todos están especializados en alguna orientación productivo principal ya dominante en la zona. Sin embargo, si se comparan entre ellos, se pueden observar divergencias importantes en términos de competitividad para los diferentes clústeres. En ningún caso se localiza una situación de un clúster de tipo "distrito ecológico".

A partir de estos resultados se pueden derivar diferentes enfoques para las políticas sectoriales como son la diferenciación entre dar soporte a zonas con dificultades, zonas ya competitivas per se y otras que aún no han detectado su potencial económico de la producción agraria ecológica pero que quieren iniciar esta actividad.

Palabras clave: Cataluña, competitivitat, economías de aglomeración, estadística espacial, producción agraria ecológica.

ESTUDIO COMPARATIVO DEL SISTEMA DE CULTIVO SOBRE LA FRACCIÓN VOLÁTIL DEL PIMIENTO Y FORMAS RELACIONADAS (*CAPSICUM SP.*)

Ribes-Moya AM*, Moreno-Peris E*, Raigón MD**, Fita A*, Rodríguez-Burruezo A*

*Instituto Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV)

**Departamento Química, Universitat Politècnica de València, Cami de Vera s/n, Edificio 8 E, Escalera J, 46022 Valencia; adrodbur@doctor.upv.es

RESUMEN:

El pimiento (*C. annuum*) es una de las especies hortícolas de mayor importancia a nivel mundial. España es el principal productor y exportador de la UE, y cuya producción ecológica alcanza el 2%. Su doble uso, como hortaliza y/o especia, empleo en diferentes estados de madurez (fresco en verde o maduro, deshidratado) y formas de presentación han sido clave para su popularidad y su empleo en infinidad de recetas y aplicaciones culinarias a las que contribuye con su particular aroma, flavor (y hasta pungencia). A este respecto, el pimiento es muy pobre en azúcares y ácidos orgánicos, por lo que su calidad organoléptica es debida fundamentalmente a su pungencia (en el caso de pimientos picantes) y su fracción volátil (tanto dulces como picantes). Si bien los factores determinantes de la pungencia (i.e. capsaicinoides) han sido estudiados profusamente, el conocimiento relativo a los componentes volátiles responsables del aroma y el flavor retronasal durante la masticación es más escaso. Entre otros, el impacto del cultivo ecológico sobre la calidad de la fracción volátil es todavía desconocido. En la presente contribución se muestran los resultados preliminares de un estudio comparativo *Capsicum* de los principales compuestos volátiles, estimados mediante GC/MS, entre diferentes variedades de *Capsicum* y procedentes de ensayos comparativos en manejo ecológico y convencional. En la mayoría de variedades el contenido en volátiles fue superior en cultivo ecológico, especialmente por lo que respecta a terpenoides y algunos derivados de la lipoxigenasa. No obstante, también se detectaron casos de interacción genotipoambiente en volátiles individuales.

Palabras clave: aroma, calidad organoléptica, flavor, GC/MS, SPME, volátiles.

INTRODUCCIÓN

El pimiento y formas relacionadas, como chiles y ajíes (*Capsicum sp.*), presenta una producción mundial superior a 30·10⁶ t siendo uno de los cultivos hortícolas más importantes (FAOSTAT, 2016) y englobando una extraordinaria diversidad varietal encuadrada en el género *Capsicum* (DeWitt y Bosland, 1996; Nuez *et al.*, 2003). Taxonómicamente, esta miscelánea abarca un complejo de cinco especies cultivadas del género *Capsicum* y otras silvestres que todavía se recolectan de la naturaleza en muchas regiones de América (DeWitt y Bosland, 1996). Entre las cultivadas, el pimiento común (*Capsicum annuum* L.) es la más popular y económicamente importante a nivel mundial, abarca una extraordinaria diversidad varietal y es la predominante en España.

En este sentido, desde finales del siglo XV España se convirtió en puerta de entrada a Europa de un extraordinario flujo genético procedente de sus colonias de América (Andrews 1984; Nuez *et al.*, 2003). Como consecuencia, genotipos de lo que posteriormente Linneo clasificó como *C. annuum*, procedentes fundamentalmente de México, se fueron introduciendo en la agricultura española. Hoy día, nuestro país es actualmente el principal productor de pimiento de Europa y el quinto junto a EEUU a nivel mundial, con aproximadamente 1·10⁶ t anuales y uno de los centros de diversidad más relevantes de *C. annuum* (Nuez *et al.*, 2003; FAOSTAT 2016; MAGRAMA, 2016).

Los pimientos y sus formas relacionadas son además uno de los cultivos más populares a nivel mundial y gracias al doble uso de sus frutos, i.e. hortaliza y/o especia, así como la posibilidad de consumirlos maduros o inmaduros, frescos, asados, en forma de salsas o deshidratados, etc. Existe una extraordinaria diversidad

de recetas y aplicaciones culinarias a las que contribuyen con su particular aroma y sabor (DeWitt y Bosland, 2009). Dado que este fruto es relativamente pobre en azúcares y ácidos orgánicos, su calidad organoléptica y percepción sensorial (flavor o "sabor") dependen fundamentalmente del contenido en capsaicinoides (frutos picantes) y de los volátiles responsables del aroma (y flavor, al liberarse durante la masticación) (Rodríguez-Burruezo y Nuez, 2006). En este sentido, estudios relativamente recientes han identificado más de 300 compuestos presentes en la fracción volátil de diferentes variedades de pimientos, chiles y ajíes, cuya combinación (cualitativa y cuantitativa) específica determina el aroma y flavor característico de cada variedad (Rodríguez-Burruezo et al., 2010; Kollmannsberger et al., 2011).

Asimismo, muchos estudios han puesto de manifiesto que determinadas condiciones de cultivo o de estrés abiótico (p.ej. salinidad, riego deficitario, fertilización, cultivo ecológico) pueden afectar a la concentración de diversos compuestos relacionados con la calidad de frutas y hortalizas, especialmente azúcares y ácidos y compuestos funcionales (vitaminas, antioxidantes, etc.). Paradójicamente, apenas existe conocimiento sobre cómo pueden afectar las condiciones de cultivo a los compuestos responsables del aroma y flavor (Rodríguez-Burruezo et al., 2016). En este trabajo presentamos los resultados iniciales de un amplio estudio dirigido a averiguar en qué forma el cultivo ecológico puede afectar a la riqueza cualitativa y cuantitativa de la fracción volátil del pimiento y especies relacionadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Material vegetal y condiciones de cultivo

En el estudio se emplearon tres accesiones de *Capsicum* correspondientes a tres tipos varietales y con diferentes en su morfología y aroma de fruto: Pimiento de Bola (DOP Pimentón de Murcia) y Pepperone Cuneo/Giallo d'Asti (variedad tradicional italiana) correspondientes a *C. annuum* y BOL-58 (Santa Cruz, Bolivia) correspondiente a *C. baccatum* un tipo de Ají muy arraigado en la gastronomía Andina. Estos materiales se cultivaron en dos parcelas próximas entre sí al aire libre bajo el ciclo de primavera-verano 2015, con tipos de suelos análogos y el mismo agua de riego, siendo la única diferencia el tipo de manejo de cultivo: 1) ecológico, en la Marxa dels Moros (Sagunto) gestionado por la Unió de L'auradors y 2) convencional, en una parcela a 500 m con las prácticas habituales en la producción convencional de pimiento (Nuez et al., 2003).

2. Preparación de muestras y análisis

Se prepararon tres muestras por variedad y sistema de cultivo, tanto de fruto maduro como inmaduro. Cada muestra se preparó a partir de 2 gramos procedentes de entre tres y cinco frutos de diferentes plantas de la variedad correspondiente, dependiendo del tamaño propio de la variedad. Las muestras se cortaban en cuadrillos de 2x2 mm antes de introducirlas en viales de 20 mL cerrados al vacío hasta la extracción de la fracción volátil.

La extracción de la fracción volátil se realizó mediante Head-Space Solid Phase Microextraction (HS-SPME) empleando fibras SPME (SUPELCO, Bellefonte, EEUU).

El análisis se realizó mediante un sistema GC/MS (Agilent, Spain), consistente en un cromatógrafo de gases (GC, modelo 6890N Network) acoplado a un espectrometro de masas (MS, modelo 5973). Se empleó una columna capilar de silica (5% phenyl-95% methylpolysiloxane como fase estacionaria, de 30 m x 0.251 mm x 0.25 mm) y helio como gas conductor a un flujo de 1 µL/min, 250 °C (division ratio 1:8). La rampa de temperaturas de la columna se programó a una temperatura inicial de 40 °C hasta 200 °C con un ratio de 5 °C/min. La detección por espectrofotometría se realizó en modo impacto de electrones (EI) (70 eV). La captura se realizó en modo scanner (rango de masas m/z 35-350 amu). La identificación preliminar de volátiles se realizó mediante comparación de los espectros de masas generados y valores del índice de retención con los de la librería NIST (MS Search 2.0.) y una librería propia establecida a partir de compuestos de referencia propios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio de la fracción volátil de los frutos inmaduros arrojó unas marcadas diferencias entre accesiones. Así, el peperone de Cuneo mostró en general el mayor contenido total en volátiles, especialmente en cultivo ecológico, seguido del Pimiento de Bola y en menor medida el Ají BOL-58 (Cuadro 1). En contraste, el pimiento de Bola presentó el mayor número total de compuestos en la fracción volátil, seguido de Cuneo y BOL-58 (Cuadro 1). A tenor de lo observado en Cuneo y BOL-58, el cultivo ecológico parece incrementar el número total de volátiles en fruto inmaduro, mientras que el efecto del sistema de cultivo sobre el contenido total en volátiles es más variable dependiendo del genotipo.

Cuadro 1. Número y contenido total en volátiles y de los principales volátiles identificados (GC peak area $\times 10^6$) en la fracción volátil de frutos inmaduros de varias accesiones *Capsicum* sp. cultivadas bajo condiciones de cultivo ecológico y convencional.

Compuesto	RI ¹	Bola			Cuneo			BOL-58		
		ECO	CONV	E/C	ECO	CONV	E/C	ECO	CONV	E/C
Sesquiterpenos										
Copaeno	1221	57,74	84,95	0,68	4,79	17,74	0,27	0,49	0,99	0,50
β -Cubebeno	1339	2,44	3,57	0,68	0,17	0,69	0,24	-	-	-
δ -Cadineno	1469	0,26	0,34	0,76	-	-	-	-	-	-
Monoterpenos										
Triciclono	729	2,73	4,70	0,58	-	-	-	0,57	2,82	0,20
Limoneno	1018	3,91	5,69	0,69	1,79	1,12	1,60	2,40	3,25	0,74
Ocimeno	976	63,74	51,15	1,25	256,47	117,87	2,18	16,59	2,17	7,64
Derivados fenólicos										
Metil salicilato	1281	38,01	34,56	1,10	162,39	54,81	2,96	36,74	46,29	0,79
Alcoholes										
Nonadienol	1175	-	-	-	19,90	1,28	15,52	-	-	-
2-Nonen-1-ol	1167	0,54	1,11	0,49	1,40	4,34	0,32	-	-	-
Escisión lipoxigenasa										
(E)-2-Hexenal	814	4,39	1,71	2,57	5,70	0,27	21,35	52,65	69,67	0,76
Hexenal	806	3,44	1,30	2,64	5,52	2,88	1,92	45,78	69,66	0,66
Hexadecanal	1800	0,40	5,73	0,07	-	-	-	1,01	0,03	34,87
Otros compuestos										
Benzeneacetaldeido	1081	-	-	-	0,58	-	-	0,46	0,55	0,85
4-Terpineol	1137	0,34	0,38	0,90	-	-	-	0,10	0,14	0,75
2-Metoxi-3-isob. pirz.	1204	17,46	26,73	0,65	26,26	26,02	1,01	7,57	11,24	0,67
Metil geranato	1252	-	-	-	-	-	-	1,16	0,95	1,22
(+)-Ciclosativeno	1125	4,68	7,32	0,64	0,89	1,97	0,45	-	-	-
Longiciclono	1184	10,01	12,87	0,78	-	-	-	-	-	-
Farnesano	1320	-	-	-	0,47	0,34	1,39	-	-	-
Total fracc. volátil ²		216,84	257,62	0,84	500,05	254,98	1,96	169,70	213,10	0,80
Nº total volátiles ³		67	67		52	48		38	30	

¹ RI = índice de retención estimado. ² Suma total de volátiles detectados en el cromatograma (GC peak area $\times 10^6$). ³ Número total de volátiles detectados en cromatograma.

Por lo que respecta al efecto del cultivo sobre los principales volátiles identificados en fruto inmaduro, se observaron comportamientos diferenciales según el compuesto. Volátiles como ocimeno, metil salicilato, compuestos derivados de la excisión de la lipoxigenasa como (E)-2-hexenal y hexanal mostraron niveles superiores en cultivo ecológico, especialmente en los frutos de variedades *C. annuum*. También destacaron en este sentido los niveles de limoneno y farnesano en Cuneo. Por el contrario, los niveles de la mayoría de terpenoides (e.g. copaeno, β -cubebeno o triciclono), 2-nonen-1-ol, 4-terpineol, 2-Metoxi-3-isobutil pirazina y ciclosativeno fueron superiores en condiciones de cultivo convencional (Cuadro 1).

Cuadro 2. Número y contenido total en volátiles y de los principales volátiles identificados (GC peak area $\times 10^6$) en la fracción volátil de frutos maduros de varias accesiones *Capsicum* sp. cultivadas bajo condiciones de cultivo ecológico y convencional.

Compuesto	RI ¹	Bola			Cuneo			BOL-58		
		ECO	CONV	E/C	ECO	CONV	E/C	ECO	CONV	E/C
Sesquiterpenos										
Copaeno	1221	28,82	25,09	1,15	17,94	5,84	3,07	8,65	3,91	2,21
β -Cubebeno	1339	0,73	0,86	0,85	0,70	0,22	3,12	-	-	-
δ -Cadineno	1469	0,06	0,09	0,64	-	-	-	-	-	-
Monoterpenos										
Triciclono	729	0,59	1,55	0,38	-	-	-	-	-	-
Limoneno	1018	1,52	1,46	1,04	1,11	1,13	0,98	3,04	1,21	2,52
Ocimeno	976	3,00	5,35	0,56	15,68	7,58	2,07	1,14	0,72	1,59
Derivados fenólicos										
Metil salicilato	1281	11,29	2,58	4,37	12,86	26,33	0,49	4,84	23,39	0,21
Alcoholes										
Nonadienol	1175	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-Nonen-1-ol	1167	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Excisión lipoxigenasa										
(E)-2-Hexenal	814	-	-	-	-	-	-	32,83	32,24	1,02
Hexanal	806	-	-	-	-	-	-	27,73	19,43	1,43
Hexadecanal	1800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros compuestos										
Benzeneacetaldeide	1081	-	-	-	0,36	-	-	1,22	1,01	1,21
4-Terpineol	1137	0,20	0,07	3,03	-	-	-	-	-	-
2-Metoxi-3-isob. pirz.	1204	11,49	4,23	2,71	16,02	7,24	2,21	2,72	3,20	0,85
Metil geranato	1252	-	-	-	-	-	-	0,66	1,13	0,58
(+)-Ciclosativeno	1125	4,23	4,41	0,96	2,33	1,30	1,80	-	-	-
Longiciclono	1184	1,86	2,19	0,85	-	-	-	-	-	-
Farnesano	1320	-	-	-	0,89	0,68	1,31	-	-	-
Total área volátiles ²										
		68,49	60,82	1,13	73,23	57,57	1,27	92,25	101,06	0,91
Nº Total volátiles ³										
		59	51	-	43	37	-	46	45	-

¹ RI = índice de retención estimado. ² Suma total de volátiles detectados en el cromatograma (GC peak area $\times 10^6$). ³ Número total de volátiles detectados en cromatograma.

En fruto maduro se observó un comportamiento similar al obtenido para los frutos inmaduros. En general, el cultivo ecológico favoreció dentro de variedad un número y un contenido total en volátiles igual o superior al detectado en cultivo convencional, especialmente en el Pepperone de Cuneo (Cuadro 2). Como en estado inmaduro, el comportamiento del ají (*C. baccatum*) BOL-58 fue algo diferente al de las variedades *C. annuum*, con un número de volátiles totales similar en ambos sistemas de cultivo y un contenido total en volátiles ligeramente superior en cultivo ecológico (Cuadro 2).

En términos de volátiles individuales en fruto maduro, se advirtió en general un comportamiento diferente al observado para fruto inmaduro, de tal modo que dentro de variedad la mayoría de compuestos mostró niveles superiores en cultivo ecológico. En este sentido, destacaron copaeno en las tres accesiones, limoneno en Bola y BOL-58, 2-Metoxi-3-isobutil pirazina en Bola y Cuneo, ocimeno en Cuneo y BOL-58, β -cubebeno, ciclosativeno y farnesano en Cuneo, y Metil salicilato y 4-terpineol en Bola (Cuadro 2). Como excepción destacaron los niveles de δ -cadineno, triciclono y ocimeno en bola y metil salicilato en Cuneo y BOL-58, más altos en condiciones de cultivo condicional (Cuadro 2).

CONCLUSIONES

En términos generales, las condiciones de cultivo ecológico desarrolladas en este trabajo confieren un perfil cuantitativo y cualitativo en la fracción volátil de *Capsicum* más rico que en condiciones de cultivo convencional, especialmente cuando los frutos alcanzan el estado maduro. No obstante, también se detectan casos de interacción genotipoambiente en volátiles individuales (i.e. niveles más altos de un compuesto en un sistema de cultivo u otro dependiendo de la variedad). Por lo tanto, serán necesarios análisis más profundos basados en identificar más volátiles e incluir nuevos genotipos para establecer con mayor seguridad qué volátiles son favorecidos por las condiciones de bajos insumos del cultivo ecológico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto INIA RTA2014-00041-C02-02 y fondos FEDER. Los autores agradecen el apoyo de La Unió de Llauradors y Ramaders en la realización de pruebas bajo cultivo ecológico, con la supervisión de Manuel Figueroa y Rafael Hurtado.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrews J. 1984. Peppers: The domesticated Capsicums. University of Texas Press. Austin, Texas, EEUU.
- DeWitt D y Bosland PW. 1996. Peppers of the world: An identification guide. Ten Speed Press, Berkeley, California, EEUU.
- DeWitt D y Bosland PW. 2009. The complete chile pepper book: A gardener's guide. Timbre Press, Portland, Oregon, EEUU.
- FAOSTAT. 2016. Base estadística de la FAO. www.faostat.fao.org (consulta septiembre 2016).
- Kollmannsberger H, Rodríguez-Burruezo A, Nitz S y Nuez F. 2011. Volatile and capsaicinoid composition of ají (*Capsicum baccatum*) and rocoto (*C. pubescens*), two Andean species of chile peppers. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91: 1598-1611.
- MAGRAMA. 2016. Anuario de Estadística Agraria del MAGRAMA (datos del año 2014). <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/#para1/> (consulta enero 2016).
- Nuez F, Gil-Ortega R y Costa J. 2003. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. MundiPrensa, Madrid, España.
- Rodríguez-Burruezo A y Nuez, F. 2006. Mejora de la calidad en el pimiento. pp. 361-391. En G Llácer, MJ Díez, JM Carrillo, ML Badenes (eds.), Mejora genética de la calidad en plantas. Editorial UPV, Valencia, España.
- Rodríguez-Burruezo A, Kollmannsberger H, Gonzalez-Mas MC, Nitz S y Nuez F. 2010. HS-SPME Comparative analysis of genotypic diversity in the volatile fraction and aroma-contributing compounds of capsicum fruits from the annuum-chinense-frutescens complex. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 4388-4400.
- Rodríguez-Burruezo, A.; Pereira, L.; Fita, A. 2016. 21. Pimiento. pp. 405-426. En JI Ruiz de Galarreta, J Prohens y R Tierno (eds.), Las variedades locales en la mejora genética de plantas. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria, España.

IMPLICACIONES DE LA PRESENCIA DE CLORATOS Y PERCLORATOS EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS ECOLÓGICOS

Torres JM

Grupo Caparrós. Bulevar Manuel Del Águila Ortega km 8,600. El Alquíán, Almería (España)
Asesor en Agricultura Ecológica en Invernadero. Master en Agroecología (UMH).
Doctorando en Agricultura Protegida (UAL).
josemanueltorresnieto@gmail.com

RESUMEN:

El perclorato, y el clorato, son especies del cloro que en los últimos años han alcanzado un notable protagonismo en la producción ecológica y la comercialización de sus productos. Aunque se pudiera tratar de un contaminante universal del planeta presente en la atmósfera, su presencia en productos ecológicos es, después de cuatro años de estudio en la EFSA, una gran incógnita. Las aguas de riego, los insumos y la contaminación preexistente los suelos son las principales líneas de investigación cuando se genera una denuncia por contaminación por percloratos y cloratos.

Las investigaciones llevadas a cabo establecen en los insumos el origen de la contaminación por percloratos y cloratos. La lejía comercial (hipoclorito sódico), los fertilizantes potásicos extraídos de los yacimientos naturales (hasta 1500 ppm) y estiércoles de origen intensivo pueden tener en su composición grandes cantidades de percloratos y/o cloratos. Además, los cloratos son un metabolito de la degradación de los percloratos, y están relacionados. La agronomía dispone de técnicas que permiten minorar y eliminar una concentración excesiva de percloratos basadas en la promoción de la actividad biológica del suelo.

Palabras clave: alimentación, contaminación, fraude, seguridad.

INTRODUCCIÓN

La producción ecológica certificada que es destinada a los mercados de la Unión Europea se encuentra regulada por una reglamentación específica, que ordena los sistemas de producción, y un sistema de control alimentario, que a su vez forma parte del ordenamiento mundial, que trabaja en garantizar la seguridad de los alimentos.

El perclorato es uno de los "nuevos" contaminantes universales cuyo conocimiento ha venido impuesto al ritmo de las alertas alimentarias. Tras meses de control intenso en las zonas de producción hortícola, algunos campos donde se realiza agricultura ecológica aparecían contaminados por perclorato y/o clorato.

Los controles suponen desde entonces la inversión de 100 euros por cada hectárea dedicada a la producción hortícola ecológica para garantizar la "seguridad alimentaria" relacionada con los cloratos y percloratos.

MECANISMOS PARA EL CONTROL DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y COMUNICACIÓN AL CONSUMIDOR

En 1963 la FAO y la OMS deciden impulsar el Codex Alimentarius con el objetivo de armonizar las normas alimentarias internacionales ante el aumento de la comercialización de alimentos alejados de su país de producción. Ya en 1956 el Comité Mixto FAO / OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) realizaba trabajos en evaluación de riesgos, exposición y monitorización de cualquier contaminante que pudiera llegar a la cadena alimentaria, estableciendo los niveles de exposición seguros (PMTDI) y los límites máximos que pueden contener los alimentos (LM). La Red Internacional de Autoridades en materia de Inocuidad de los Alimentos (INFOSAN) creada por la OMS, coordina la información entre todos los estados miembros.

En el año 2002, y tras importantes crisis alimentarias en los países miembros, la Unión Europea crea la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) con el objeto de servir de fuente de asesoramiento y

comunicación de los riesgos asociados a la cadena alimentaria para, junto con el Sistema de Alerta Rápida para Alimentos y Piensos (RASFF) creado en 1979, garantizar la comunicación transfronteriza en Europa en seguridad alimentaria.

En España desde 1975 la protección del consumidor (Instituto Nacional de Consumo) y desde 2001 el control de la cadena alimentaria (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición) se encontraban adscritas al Ministerio de Sanidad. En 2014 se fusionan ambas entidades en Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN). En España la red de alerta alimentaria se coordina a través del Sistema Coordinado de Intercambio Rápido de Información (SCIRI).

EL PERCLORATO Y LA SALUD MUNDIAL. LA REPARACIÓN DEL CLORATO

En mayo de 2007 el Comité de Codex Alimentarius en su 1ª reunión sobre contaminantes alimentarios proponen para su evaluación al perclorato debido al hecho que se estaban recopilando datos de su presencia. El comité señala que se trata de una sustancia química presente en la naturaleza y fabricada por el hombre, estableciendo que podría contaminar los alimentos a través del agua y el suelo. En consecuencia, se insta al JECFA a incluir al perclorato en la lista de prioridades aclarando que los efectos observados sobre la función del tiroides en un estudio reciente sobre el perclorato estaban relacionados con las mujeres en edad de gestación con una ingestión subóptima de yodo (ALINORM 07/30/41). La prioridad se mantiene en la 2ª reunión en abril de 2008, finalizándose los estudios de presencia a finales de 2008 y encontrándose finalizada la evaluación toxicológica (ALINORM 08/31/41). El perclorato sigue sobre la mesa en la reunión de 2009 (ALINORM 09/32/41).

En la 4ª reunión de abril de 2010 se informa que el perclorato está presente en el medio ambiente, agua, suelo y fertilizantes, y se consideran posibles fuentes de contaminación para los alimentos. El JECFA estableció una ingesta diaria máxima provisional (IDTMP) de 0,01 mg/kg peso corporal y la exposición estimada alimentaria a través de los alimentos y el agua potable (siendo la más elevada de 0,7 µg/kg peso corporal y día). Este organismo no indicó un problema para la salud (ALINORM 10/33/41).

El último informe donde se recoge alusión alguna sobre percloratos corresponde al de la 5ª reunión (REP11/CF) de julio de 2011, en el que el Comité acordó que no era necesario dar seguimiento a este tema ya que no se había señalado ningún motivo de preocupación para la salud con los niveles actuales de exposición a través de los alimentos y el agua potable. El informe definitivo del JECFA mantiene la exposición máxima de 0,01 mg/kg de peso corporal y día. Además centra la atención en el control del agua, los fertilizantes y los productos empleados para la desinfección (JECFA, 2011). En ningún caso se hace mención a las medidas para mitigar o eliminar el perclorato de los alimentos o el agua.

En el último informe de la reunión del JECFA celebrada en Holanda entre el 4 y el 8 de abril de 2016 se decide no establecer límite máximo en alimentos al establecer que la exposición debida a la dieta no eran un problema para la salud (WHO/FAO, 2016), emplazando a los estados a la implantación del código de prácticas para reducir el origen la contaminación de los alimentos por productos químicos (WHO/FAO, 2001).

Del análisis de los documentos anteriores se desprende la desconexión entre los organismos que intentan poner orden en la seguridad del sistema alimentario mundial y los sectores que producen los alimentos. Pese a centrar la atención en los riesgos para la salud humana derivados de la ingesta de alimentos contaminados, no se establece los límites máximos en agua y alimentos, ni se establecen las orientaciones que atenúen o eliminen los riesgos cuando existe contaminación.

HISTORIA DE UNA CRISIS

Desde el año 2013 los percloratos hacen su aparición en los canales de comercialización europea. El día 1 de abril de 2013 el portal agrario Hortoinfo con la contribución del estándar privado de certificación para la seguridad alimentaria QS. En el artículo señalaba a tomates en rama y pomelos de España contaminados con una sustancia hasta entonces desconocida.

El perclorato aparecía en la escena después de la importante crisis alimentaria ocasionada por la *Echerichia coli* y donde desde 2011 se habían reforzado las medidas de higiene mediante la aplicación de sustancias desinfectantes, como los amonios cuaternarios, para los que recabaron datos de presencia y se establecieron límites máximos de residuos (R (UE) 1119/2014) no sin antes haber destruido la producción contaminada con valores muy inferiores a los establecidos provisionalmente.

La intensificación de los controles realizados tiene por origen la indicación de la RASFF ante la comunicación por parte de Alemania de la presencia de perclorato. (Cuadro 1).

La destrucción de alimentos en las fases iniciales de la crisis obedecía a la aplicación de 0,01 ppm como límite máximo por aplicación del Reglamento (CE) n° 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de febrero de 2005 relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos.

Ante las dificultades ocasionadas en la comercialización, la autoridad competente en producción ecológica insta a los productores al cálculo de los L.M. a partir de los datos de la IDTMP y, posteriormente se procede por parte de la Red de Alerta e Información Fitosanitaria el día 23 de julio de 2013 a la distribución de un documento a través de la página web donde pone a disposición del sector un conjunto de prácticas para minorar el riesgo ("¿Qué son los percloratos?," 2013). Por desgracia el documento no contiene bibliografía ni realiza mención a los Sistemas de Producción Ecológica que, quedan sujetos a procesos intensos de investigación y sospechosos de cometer fraude alimentario por uso de insumos no permitidos.

No es hasta el 16 de julio de 2013 el día en que la Comisión Europea a través de la Dirección General de Salud y Consumo establece el plan de acción para abordar la problemática de los percloratos. Junto al estudio de los riesgos emplazado a diciembre de 2013, se establece la necesidad de control de los niveles de percloratos, transfiriendo las técnicas de análisis a los laboratorios, el estudio de las fuentes de contaminación y mitigación de las mismas. Se establecen como valores máximos en alimentos frutas y verduras de 0,5 mg/kg, a excepción de melones y sandías con 0,2 y verduras de hoja en invernadero con 1,0 mg/kg con el fin de armonizar los estándares.

La Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía el (Junta de Andalucía, 2013) publica una comunicación donde el Ministerio de Agricultura se pronuncia el 11 de noviembre de 2013 a través de la Subdirección General de Medios de Producción Agrícolas y Oficina Española de Variedades Vegetales ante la solicitud por parte de las centrales de compra de certificados de ausencia de percloratos en los fertilizantes empleados en la producción. No existía hasta el momento la obligación de declarar el contenido en perclorato en fertilizantes (R (CE) 2003/2003 y RD 506/2013). Hasta entonces el Laboratorio Arbitral Agroalimentario sólo disponía de un límite mínimo de cuantificación de 20 ppm, 2000 veces superior al que se establecía para los productos alimentarios. Sin abordar ni referir trabajo alguno se afirma que "no existe fundamento científico que indique que el aporte de determinados tipos de abono con los contenidos que están apareciendo en los resultados analíticos preliminares, tenga como consecuencia la superación de los anteriormente mencionados límites provisionales en alimentos".

La puesta a punto de la determinación de los percloratos mediante técnicas analíticas de cromatografía líquida empleadas para el análisis de pesticidas polares (Hepperle *et al.*, 2014) permiten analizar un gran número de muestras y estandarizar sus resultados, como ya sucediera con los fosfonatos (Torres, 2014), y que son empleadas como herramienta comercial discriminante.

El clorato es objeto de alerta en febrero del año 2014. Su estado es sustancialmente diferente a la situación del perclorato. El clorato de magnesio, sodio o potasio es excluido de la lista de productos fitosanitarios R(CE) 1490/2002, estableciéndose como límite máximo de residuos (LMR) de 0,01 mg/kg.

Un trabajo publicado en el Reino Unido por la Food and Environment Research Agency señalaban a España y Marruecos por contener en sus frutas valores por debajo del límite de cuantificación aceptado en la UE (Nawaz, 2015).

Las razones por las cuales gran parte de las alertas tienen por origen Alemania se presenta en el Resumen de la Recolección de Datos 2015 sobre datos de la presencia de contaminantes (EFSA, 2015). Es sorprendente la escasa participación de las universidades europeas y solo entidades privadas de Alemania (18.534), UE (4051) y Bélgica (209) participaron en el estudio. Las instituciones españolas aportaron 10 veces menos análisis que las alemanas e inferiores a las que aportaron las entidades privadas, siendo la población objeto de protección en Alemania inferior al doble de la española. Además, España no remitió ninguna determinación analítica de percloratos ni cloratos al estudio. Estos hechos permiten intuir el control de los mercados internos españoles por parte de AECOSAN y la participación por parte de las universidades españolas, dejando en el sector productivo el peso de la investigación y la implantación de soluciones a una problemática de carácter universal que, países como Estados Unidos resuelven con fondos públicos (U.S. Department of Health and Human Services, 2016).

LECTURA E INTERPRETACIÓN DEL REGLAMENTO FRENTE A LA PRESENCIA DE CONTAMINANTES

En la sexta consideración inicial del Reglamento (CE) n° 889/2008 se realiza una mención específica al empleo de plaguicidas. "La utilización de plaguicidas, que puede tener efectos perjudiciales sobre el medio ambiente o derivar en la presencia de residuos en los productos agrícolas, ha de estar muy restringida. Debe concederse prioridad a la aplicación de medidas preventivas de control de las plagas, las enfermedades y las malas hierbas. Además, han de establecerse las condiciones de utilización de determinados productos fitosanitarios".

En la décimo segunda se establece que "con objeto de evitar la contaminación medioambiental de los recursos naturales, como el suelo y el agua, causada por los nutrientes, debe fijarse un límite máximo a la utilización de estiércol por hectárea y a la carga ganadera por hectárea. Este límite debe estar relacionado con el contenido en nitrógeno del estiércol". No se considera la presencia de otros contaminantes capaces de llegar a la cadena alimentaria a través de los insumos, y sin hacer mención expresa a la normativa horizontal que regula la actividad agraria ni la seguridad alimentaria.

En Reglamento (CE) 889/2008 se dice en el Artículo 3 que "En producción ecológica solo podrán utilizarse los productos fertilizantes y acondicionadores del suelo cuya composición entren o contengan únicamente las materias relacionadas en el anexo I del Reglamento (CE) n° 889/2008", y en Artículo 5.1 "para la gestión de plagas, enfermedades y malas hierbas los mencionados en el anexo II del Reglamento (CE) n° 889/2008".

Además, en el Capítulo 5, Artículo 36.3 se establece que "en determinados casos en los que las tierras hayan sido contaminadas con productos no autorizados en la producción ecológica, la autoridad competente podrá decidir ampliar el período de conversión más allá del período mencionado en el apartado 1".

En su Artículo 36. 4. "En los casos contemplados en las letras a) y b) del párrafo primero, la duración del período de conversión se determinará teniendo en cuenta" que "a) el proceso de degradación del producto de que se trate deberá garantizar, al final del período de conversión, un nivel de residuos insignificante en la tierra y, si se trata de un cultivo perenne, en la planta;

Artículo 65, 2. "El organismo o la autoridad de control podrá tomar muestras para la detección de productos no autorizados en la producción ecológica o para comprobar si se han utilizado técnicas de producción no conformes con las normas de producción ecológicas. También podrán tomarse muestras que se analizarán para detectar posibles contaminaciones de productos no autorizados en la producción ecológica. No obstante, dichos análisis deberán realizarse cuando exista presunción de que se han utilizado productos no autorizados".

La interpretación del reglamento en cada una de las autonomías y, en ocasiones, por parte de los organismos de control añade más dificultad a las ocasionadas por la presencia de sustancias contaminantes o no autorizadas. El 29 de marzo de 2014 el Servicio de Sistemas Ecológicos de Producción de la Dirección General de Calidad, Industrias Agroalimentarias y Producción Ecológica de la Junta de Andalucía hace mención expresa a los percloratos en referencia al incumplimiento por contaminación que afectan a los insumos certificados, un fertilizante 100% de cloruro potásico procedente del salar de Atacama (Sanchez, 2014).

No existe referencia en ningún organismo público español o autonómico que estudien la presencia de percloratos en los alimentos españoles, ecológicos o no. No se encuentran evidencias de problemas ocasionados por percloratos en las zonas productoras. No existen estudios o informes públicos que estudien la contaminación de insumos en agricultura, sólo en la memoria de actividades del MAGRAMA del año 2013 hace mención a un estudio de Determinación de percloratos en fertilizantes mediante cromatografía iónica y por HPLC MS/MS (MAGRAMA, 2014) y un proyecto I+D+i de SQM y el Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios Medioambientales (CEIGRAM) de la Universidad Politécnica de Madrid para estudiar la translocación de perclorato procedente de nitrato potásico a cultivos hortícolas. No se dispone de investigaciones que aborden la descontaminación de suelos o la mitigación de la contaminación por percloratos en plantaciones o alimentos.

EL PERCLORATO Y CLORATO EN LOS SISTEMAS NATURALES

Los percloratos se generan de forma natural en la atmósfera por la presencia de radicales de cloro presencia de ozono estratosférico, provocando el debilitamiento de la capa de ozono (Catling *et al.*, 2010; Dasgupta *et al.*, 2005), son arrastrados en cantidades de 0,000001 a 0,000018 ppm por el agua de lluvia (Furdui and Tomassini, 2010). Pueden permanecer en el suelo en ambientes áridos, incluso en regiones frías como la Antártida (Kounaves *et al.*, 2010).

Los suelos en superficie no contienen percloratos (Trumpolt *et al.*, 2005), se disuelven fácilmente en el agua pudiéndose movilizar hasta el mar o los acuíferos. Holdren *et al.* (2008) al estudiar el impacto en el río Colorado establecen que no se acumulan en el mar y que durante el ciclo hidrológico se atenúa debido principalmente a la acción microbiana. Ya en el mar, Martinelango *et al.* (2006) encuentran percloratos en algas marinas en pequeñas cantidades.

Estudios realizados por Scanlon *et al.* (2008) establecieron que los percloratos se encuentran de forma natural en los suelos de las regiones áridas (> 300g/Ha) y que el cambio del uso del suelo puede movilizar los depósitos situados a unas profundidades superiores a 2,2 m, pudiendo llegar a arrastrar a los acuíferos de más de 10 g/L (10000 ppm). Al estudiar la movilidad en los suelos confirman la recuperación en el lixiviado de más del 90% del perclorato aplicado excepto en los suelos ricos en bentonitas donde su movilidad era inferior a la esperada (Urbansky and Brown, 2003). Al estudiar los yacimientos de aguas profundas de las regiones áridas del suroeste de los Estados Unidos la presencia percloratos se relacionaban con el índice de aridez, siendo posibilidad de encontrar niveles superiores a 0,1 ppm en un rango que varía entre el 50 y el 70% de los casos (Fram and Belitz, 2011).

La actividad biológica del suelo y las aguas son las responsables de la eliminación del perclorato. Los percloratos y los nitratos presentan procesos de reducción similares. Las condiciones anaeróbicas que favorecen la desnitrificación y pérdida del nitrógeno de los suelos favorecen la eliminación de los percloratos, siendo la actividad enzimática de los microorganismos las responsables (Tan *et al.*, 2004). La transformación en el suelo tiene tres elementos claves: alta actividad biológica en su superficie, la presencia de materia orgánica y la cantidad adecuada de agua que crea condiciones de saturación (Gal *et al.*, 2008), que se dan tras una copiosa lluvia.

Los vegetales son la principal vía de entrada de percloratos a la cadena trófica (Jackson *et al.*, 2005). Estos tienen en la fertilidad del suelo y la presencia de nitrato mecanismos que inhiben la absorción (Seyfferth *et al.*, 2008; Yu *et al.*, 2004), así como un crecimiento equilibrado capaz de excretar azúcares y ácidos orgánicos en sus sistemas radiculares, degradarlos en los tejidos o almacenarlos en órganos de la planta (Seyfferth *et al.*, 2008).

PRESENCIA EN EL SISTEMA PRODUCTIVO Y LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

Pese a bastar con un simple lavado del suelo y su análisis por cromatografía iónica (MacMillan *et al.*, 2007) son muy limitados los estudios que abordan los síntomas producidos por los percloratos y su presencia en el suelo. Tollenaar and Martin (1972) establecen que pueden causar daños en las hojas produciendo un

arrollamiento, quemadura del extremo de la hoja y reducción del crecimiento de los brotes de soja.

Un estudio realizado en las regiones productivas áridas de Estados Unidos en campos cultivados con vegetales de hoja observaron que las fincas ecológicas presentaban un 31% de las muestras que superaban el límite frente al 14% de las muestras convencionales, siendo los valores promedio de las muestras ecológicas, por lo general, superiores a las convencionales en 2,2 veces si bien dependía del estado donde se colectaron las muestras (mayor en regiones áridas). Las lechugas mini y las espinacas concentraron cantidades de percloratos que superaban 0,2 ppm (Sanchez *et al.*, 2005).

La Universidad de Tejas estudia en laboratorio el efecto de la presencia de 0,1 ppm en un suelo arenoso y cultivar pepino, lechuga y soja durante 8 semanas. Los resultados mostraban la avidez de las plantas para acumular percloratos en las hojas, en especial de la lechuga (700 ppm) y los pepinos (150 ppm). Los autores señalan que en presencia de otros nutrientes y con ciclos de cultivo más largos se atenúa la presencia (Yu *et al.*, 2004).

Ya en España, la Estación Experimental de las Palmerillas estudió el efecto del sistema de cultivo de calabacín en suelo arenado con un ciclo de 56 días de duración donde se empleaban fertilizantes convencionales en manejo convencional (Arcos *et al.*, 2013):

- Tras analizar el agua empleada para el riego (0,0015 ppm) y los fertilizantes (uno de ellos contenía entre 1200 y 1300 ppm).
- Los resultados ponían de manifiesto que todos los fertilizantes incrementaban el contenido de percloratos en la solución del suelo y los determinados con la extracción con sondas de succión. Sólo el cultivo donde no se añadieron fertilizantes no se encontraba percloratos en el análisis del extracto del suelo, si en la sonda de succión.
- Todos los tratamientos acabaron con las hojas contaminadas por percloratos. El fertilizante con 1200 ppm trasladaba a la planta una contaminación con 11,8 ppm al final del cultivo. En aquel tratamiento donde no se aplicó finalizó con una contaminación en hoja de 0,13 ppm.
- Todas las evaluaciones de presencia en frutos resultaron positivas. Las plantas que recibieron fertilizante con 1200 ppm de percloratos superaban los LM recomendados para el cultivo (0,5 ppm). La ausencia de fertilización resultó con niveles de percloratos superiores a la aplicación de fertilizantes con niveles bajos de perclorato.

En 2015 en la Universidad Politécnica de Madrid, a propuesta de los fabricantes de fertilizantes, estudia la absorción y almacenamiento de perclorato presente en los fertilizantes en melón y sandía bajo cubierta, para tres tipos de sustratos perlita, fibra de coco y arena en contenedores a solución perdida, y se manejan las plantas llevadas en un tutor. Las conclusiones del estudio establecen (Duran and Repiso, 2016) que:

- Existe una correlación lineal significativa entre el contenido en percloratos de los fertilizantes aplicados y el contenido en fruto y corteza.
- El empleo de fertilizantes contaminados (entre 50 y 100 ppm) de perclorato permitían obtener valores inferiores a 0,2 ppm en la parte comestible.
- Los niveles de perclorato en fruto están relacionados con el cultivo y el sustrato sobre el que se desarrolla.

LOS INSUMOS Y SU CONTROL

La presencia de percloratos en los fertilizantes era conocida en otros lugares del mundo. Urbansky *et al.* (2001) encuentra percloratos a concentraciones en el rango 500 - 2000 ppm en el caliche (Nitrato sódico potásico) obtenido de los paleoyacimientos, a las determinaciones de entre el 0,07% y el 0,2% (Brown and Gu, 2006). Dado que son empleados en la fabricación del ácido nítrico este puede aparecer contaminado (Trumpolt *et al.*, 2005). La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos señalaban a los fertilizantes comercializados por la empresa SQM, entre el que se encontraba el cloruro potásico, y formulaciones de fertilizantes como el 20-20-20 unas concentraciones de 1500 - 5500 ppm (E T Urbansky *et al.*, 2001). Estos

valores se reducen hasta 300 ppm al analizar nitrato potásico empleado en hidroponía por diferentes técnicas (Collette *et al.*, 2003), llegando a existir fuentes de fertilizantes potásicos libres de percloratos (Hunter, 2001; E T Urbansky *et al.*, 2001). Por tanto, la producción ecológica ha dispuesto de insumos autorizados contaminados por percloratos desde su inicio. Conviene no olvidar en este punto el riesgo del empleo de materia orgánica de origen agrícola o ganadero contaminada por percloratos.

El empleo de desinfectantes formulados con hipoclorito sódico a altas concentraciones aumentaban la concentración de perclorato conforme aumentaba el tiempo de almacenaje (Greiner *et al.*, 2008). El hipoclorito sódico ha sido empleado para la desinfección de sustratos (Céspedes *et al.*, 2009) y ensayado para eliminar las obturaciones químicas y biológicas en los sistemas de riego localizado (Baeza *et al.*, 2012). Además recomendado cuando se usan aguas regeneradas (Segura *et al.*, 2012; Trumpolt *et al.*, 2005). Además, puede ser empleado en protección de cultivos para la desinfección de semillas (Gonzalez, 2003). Ninguno de los usos está actualmente autorizado en producción ecológica aunque este último caso está abierto (EGTOP, 2011).

El clorato de sodio ha sido empleado como herbicida en la agricultura mundial. En el año 2005 el clorato de sodio se encontraba en la lista de biocidas propuesta para revisión (Reglamento (CE) 1048/2005 de la Comisión de 13 de junio de 2005). En cultivos y suelos contaminados su origen puede estar relacionado con el perclorato existente. Aunque su aplicación está prohibida en la producción de alimentos este aparece en el proceso de degradación del perclorato tal y como puede observarse en la figura 1 (Brown and Gu, 2006).

MITIGACIÓN O DESCONTAMINACIÓN DE PERCLORATOS Y CLORATOS

La transformación del perclorato a cloruro no se realiza a temperatura ambiente, manteniéndose estable durante años (Figura 1), y sólo su transformación es menos exigente cuando el pH es básico (Brown and Gu, 2006).

Urbansky y Brown (2003) estudiaron la retención y el movimiento de los percloratos en el suelo encontrando a la capacidad de intercambio aniónico y la presencia de bentonita como los principales factores que influyen en la retención de los percloratos en los suelos. La movilidad estaba relacionada con factores hidrológicos y biológicos.

La degradación de los percloratos depende de factores biológicos dependientes de las características del suelo cultivado. En suelos contaminados con 5 ppm de percloratos incubados en laboratorio los tiempos oscilan desde 1 a 60 días, estando influenciada negativamente la degradación por la presencia de altas concentraciones de nitratos (ppm frente a ppb) y la ausencia de materia orgánica (Tan *et al.*, 2004). Los tratamientos se orientan a la presencia de bacterias o materiales que aporten los electrones necesarios procedentes del ion, oxidándose. La adición de azufre elemental permite en su oxidación biológica a sulfato la reducción de perclorato a cloruro (Ju *et al.*, 2007). El agua y el oxígeno son receptores válidos y promueven los métodos biológicos en el suelo que son eficaces para la reducción (Xu *et al.*, 2003), por tanto, la presencia de condiciones de suelo de alta compactación dificultan la degradación.

La adición de materia orgánica se describe como eficaz cuando es ensayada en laboratorio en forma de subproductos de la industria láctea o azucarera, como son los lactatos y las melazas (Pohlmann *et al.*, 2003); compost de champiñón, la gallinaza o el ácido acético (vinagre) (Nozawa-Inoue *et al.*, 2005; Nzengung *et al.*, 2001). Los mecanismos están relacionados con la activación microbiológica del suelo. El estudio de la evaluación de suelos de cultivo (0-15 cm) in vitro a los que se añade ácido acético y bicarbonato los suelos los tiempos se reducen a 14 y 41 días respectivamente frente al suelo estéril, en el que no se degrada (Nozawa-Inoue *et al.*, 2005), siendo el ácido acético un metabolito secundario producido en los procesos de biodesinfección de suelos por descomposición de la materia orgánica (Diez-Rojo *et al.*, 2010) y el bicarbonato está presente de forma natural en los suelos y aguas de la cuenca mediterránea (si no se neutralizan al imponer criterios técnicos convencionales).

Se desconoce la tasa de acumulación de percloratos en la plantas cultivadas en invernadero. Yu *et al.* (2004) constatan la avidez por las plantas para absorber el perclorato. La absorción continúa incluso cuando

el crecimiento es lento aunque esta se ve influenciada por la presencia del resto de nutrientes. Jackson et al. (2005) establecieron entre 0,5 y 20 la acumulación para frutas y hortalizas. La acumulación estaba relacionada con el sistema de cultivo (extensivo o intensivo), la cantidad de agua necesaria para el cultivo y el contenido en arena del suelo. Cabría considerar que estos valores pudieran estar relacionados con la profundidad a la que se desarrollan los sistemas radiculares. Las sandías, calabacín y pepino tienen raíces superficiales mientras que los tomates, berenjenas y pimientos son más profundas. Otro factor a tener en cuenta es el manejo del agua de riego que hace que las plantas modifiquen el modo en el que aprovechan el suelo. Si la disponibilidad de agua es alta y el suelo está compactado las raíces se desarrollan en la capa de arena, donde pueden respirar.

El compostaje se ha mostrado como herramienta eficaz en la eliminación de contaminantes en los residuos agrarios y ganaderos donde se emplean desinfectantes (Barker and Bryson, 2002). Las técnicas de biodesinfección de suelos comparte mecanismos con los métodos de degradación anaeróbica aplicables para degradar percloratos (Price *et al.*, 2011).

AGRICULTOR, CONTAMINANTES Y CERTIFICACIÓN.

Como sabemos los percloratos se forman de modo natural en la atmósfera (Catling *et al.*, 2010). Es empleado en la industria pirotécnica y como blanqueador industrial. A la producción agrícola pueden llegar contaminando a los fertilizantes potásicos convencionales, como el nitrato potásico de Chile (Dasgupta *et al.*, 2005) y ecológicos (principalmente cloruro potásico).

Los suelos pueden contener percloratos en las capas subsuperficiales de forma natural en zonas áridas y movilizadas al excavar los suelos. La determinación de una contaminación potencial se limita debido a que los límites de cuantificación manejados en los laboratorios son muy superiores a los valores requeridos.

Las buenas prácticas agrarias en el manejo de la fertilidad del suelo y el mantenimiento de la fertilidad física influye en la degradación.

Las plantas acumulan percloratos. Los cultivos tienen sistemas radiculares que trabajan a diferentes profundidades y estas influyen en su absorción. Suelos con bajo contenido en nitrógeno nítrico favorece la absorción de los percloratos. La actividad metabólica de la planta contribuye a la degradación. Frutos recolectados de la misma planta pueden estar contaminados o libres de percloratos.

Los niveles de percloratos deben ser controlados por todos los estados miembros, encontrándose definidas las técnicas de análisis, muestreo y límites de cuantificación. Se fija 0,01 ppm como límite de cuantificación para alimentos y 0,002 para alimentos infantiles (RECOMENDACIÓN (UE) 2015/682 DE LA COMISIÓN de 29 de abril de 2015 relativa al seguimiento de la presencia de perclorato en los alimentos, 2015). Niveles de contaminación de 0,01 ppm acarrea la denuncia e investigación. Pese a establecer las medidas de buenas prácticas que en ningún caso han sido evaluadas en nuestras condiciones de cultivo. Existe un trato diferencial para la producción ecológica al encontrarse los niveles se encuentran establecidos legalmente en 0,2 para algunas hortalizas en invernadero. La "seguridad alimentaria" en ningún caso se hace mención a los sistemas de producción ecológica ni las medidas agronómicas que pudieran causar la acumulación de percloratos a la ausencia de pérdida de agua por lixiviación.

Podríamos suponer que esta establece alta relación con el uso de hipoclorito sódico en las labores de desinfección. Desconocemos la relación entre ambas especies (hipoclorito y perclorato) y su reducción en un medio con abundante materia orgánica. Por desgracia, tanto el hipoclorito de sodio como el acetato o el ácido acético (vinagre) no está autorizado su uso para la aplicación al suelo, sólo desinfección de instalaciones ganaderas, conforme al R (CE) 889/2008.

Los cultivos acumulan los percloratos dependiendo del sistema de cultivo (suelo o arena), cultivo y órgano vegetal (hoja o fruto). Las plantas cultivadas en arena concentraban menos percloratos que aquellas que lo hacían en el suelo. La respuesta de los cultivos se presentaba diferente entre sí y presentaban variaciones entre sus hojas

y sus frutos, acumulándose entre 0,5 y 20 veces (Jackson *et al.*, 2005). De hecho, hemos podido constatar en cultivos convencionales con presencia en hojas muestran frutos libres de contaminación y viceversa.

Después de analizar las fuentes de agua (acuíferos y desalada), los suelos a diferentes profundidades y los fertilizantes con base en sulfato potásico y otros insumos. Cuando la lixiviación se presenta como única y última alternativa, desconocemos: si en el ambiente de cultivo se genera de forma espontánea; si determinadas prácticas de cultivo con alto potencial oxidante pueden afectar; se pueden fijar a las bases aniónicas fijadas en determinadas arcillas (bentonitas); si afecta la actividad microbológica del suelo; que sucede en la rizosfera; si influyen los niveles de nutrientes en el suelo; las plantas lo concentran de modo natural o la participación del metabolismo de la planta en la transformación. Por tanto, ante una reclamación por contaminación por percloratos no disponemos de técnicas de manejo contrastadas que nos permitan eliminar o minimizar el impacto.

BIBLIOGRAFÍA

- ¿Qué son los percloratos? [WWW Document], 2013. URL http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/cap/agricultura-ganaderia/agricultura/Sanidad-Vegetal/Productos-fitosanitarios/QUE_SON_LOS_PERCLORATOS.pdf
- Arcos, J., Carricondo, I., Perez, E., Saez, E., Sánchez, D., Villalobos, J., Meca, D., Gázquez, J., Van Der Blom, J., Cotreras, M., Crespo, J., 2013. Incidencia de percloratos en productos hortofrutícolas (calabacín) a través de fertilizantes, in: I Seminario Técnico Agronómico - Optimización de Los Fertilizantes: Nitrógeno Y Percloratos 26 de Septiembre de 2013. Fundación Cajamar, p. 12.
- Baeza, R., Canovas, G., Contreras, J.I., 2012. Evaluación de productos desincrustantes para la limpieza de obturaciones biológicas y químicas en emisores de riego en agricultura ecológica, in: X Congreso de La Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Albacete 26-29 de Septiembre de 2012. p. 15.
- Barker, A. V, Bryson, G.M., 2002. Bioremediation of heavy metals and organic toxicants by composting. *ScientificWorldJournal*. 2, 407–420. doi:10.1100/tsw.2002.91
- Brown, G.M., Gu, B., 2006. The Chemistry of Perchlorate in the Environment, in: Perchlorate. Kluwer Academic Publishers, Boston, pp. 17–47. doi:10.1007/0-387-31113-0_2
- Catling, D.C., Claire, M.W., Zahnle, K.J., Quinn, R.C., Clark, B.C., Hecht, M.H., Kounaves, S., 2010. Atmospheric origins of perchlorate on Mars and in the Atacama. *J Geophys Res* 115, E00E11.
- Céspedes, A.J., García, M.C., Pérez-Parra, J.J., Cuadrado, I.M., 2009. Caracterización de la explotación hortícola protegida Almeriense. *Fund. para la Investig. Agrar. en la Prov. Almer. Almer. Spain (In Spanish)*.
- Collette, T.W., Williams, T.L., Urbansky, E.T., Magnuson, M.L., Hebert, G.N., Strauss, S.H., 2003. Analysis of hydroponic fertilizer matrixes for perchlorate: comparison of analytical techniques. *Analyst* 128, 88–97. doi:10.1039/b207523g
- Dasgupta, P.K., Martinelango, P.K., Jackson, W.A., Anderson, T.A., Tian, K., Tock, R.W., Rajagopalan, S., 2005. The Origin of Naturally Occurring Perchlorate: The Role of Atmospheric Processes. *Environ. Sci. Technol.* 39, 1569–1575. doi:10.1021/es048612x
- Díez-Rojo, M.A., López-Pérez, J.A., Urbano-Terrón, P., Bello Pérez, A., 2010. Biodesinfección de suelos y manejo agronómico.
- Duran, J.M., Repiso, C., 2016. Análisis de la absorción y almacenamiento de perclorato presente en fertilizantes en melón y sandía bajo cubierta.
- EFSA, 2015. Summary of the 2014 Data Collection on Contaminant Occurrence Data. *EFSA Support. Publ.* 2016EN-954 246.
- EGTOP, 2011. Final Report on Plant Protection Products 23.
- Fram, M.S., Belitz, K., 2011. Probability of detecting perchlorate under natural conditions in deep groundwater in California and the southwestern USA. *Environ. Sci. Technol.* 45, 1–51. doi:10.1021/es103103p
- Furdui, V.I., Tomassini, F., 2010. Trends and Sources of Perchlorate in Arctic Snow. *Environ. Sci. Technol.* 44, 588–592. doi:10.1021/es902243b
- Gal, H., Ronen, Z., Weisbrod, N., Dahan, O., Nativ, R., 2008. Perchlorate biodegradation in contaminated soils and the deep unsaturated zone. *Soil Biol. Biochem.* 40, 1751–1757. doi:10.1016/j.soilbio.2008.02.015
- Gonzalez, A.J., 2003. Desinfección de semilla de judía (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo granja asturiana con antifúngicos y antibacterianos. *Bol. Sanid. Veg. Plagas* 29, 461–470.
- Greiner, P., McLellan, C., Bennett, D., Ewing, A., 2008. Occurrence of Perchlorate in Sodium Hypochlorite. *J. Am. Water Works Assoc.* 100, 68–74.

- Hepperle, J., Wolheim, A., Kolberg, D., Wildgrube, C., Anastasiades, M., Scherbaum, E., 2014. Analysis of Perchlorate in Food Samples of Plant Origin Applying the QuPPE-Method and LC-MS / MS 1–6.
- Holdren, G.C., Kelly, K., Weghorst, P., 2008. Evaluation of potential impacts of perchlorate in the Colorado River on the Salton Sea, California. *Hydrobiologia* 604, 173–179. doi:10.1007/s10750-008-9318-z
- Hunter, W.J., 2001. Perchlorate is Not a Common Contaminant of Fertilizers. *J. Agron. Crop Sci.* 187, 203–206.
- Jackson, W.A., Joseph, P., Laxman, P., Tan, K., Smith, P.N., Yu, L., Anderson, T.A., 2005. Perchlorate accumulation in forage and edible vegetation. *J. Agric. Food Chem.* 53, 369–373. doi:10.1021/jf0493021
- JECFA, 2011. Evaluation of certain contaminants in food., World Health Organ. Tech. Rep. Ser.
- Ju, X., Field, J.A., Sierra-Alvarez, R., Salazar, M., Bentley, H., Bentley, R., 2007. Chemolithotrophic perchlorate reduction linked to the oxidation of elemental sulfur. *Biotechnol. Bioeng.* 96, 1073–82. doi:10.1002/bit.21197
- Junta de Andalucía, 2013. Perclorato: Medidas de gestión asociadas a su presencia en alimentos [WWW Document]. *Cons. Agric. Pesca y Desarrollo Rural*. URL http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/raif/novedades/novedad_130723_01.html
- Kounaves, S.P., Stroble, S.T., Anderson, R.M., Moore, Q., Catling, D.C., Douglas, S., McKay, C.P., Ming, D.W., Smith, P.H., Tamppari, L.K., Zent, A.P., 2010. Discovery of natural Perchlorate in the Antarctic Dry Valleys and its global implications. *Environ. Sci. Technol.* 44, 2360–2364. doi:10.1021/es9033606
- MacMillan, D.K., Dalton, S.R., Bednar, A.J., Waisner, S.A., Arora, P.N., 2007. Influence of soil type and extraction conditions on perchlorate analysis by ion chromatography. *Chemosphere* 67, 344–50. doi:10.1016/j.chemosphere.2006.09.040
- MAGRAMA, 2014. Memoria de Actividades 2013.
- Martinelango, P.K., Tian, K., Dasgupta, P.K., 2006. Perchlorate in seawater: bioconcentration of iodide and perchlorate by various seaweed species. *Anal. Chim. Acta* 567, 100–107. doi:10.1016/j.aca.2006.02.015
- Nawaz, S., 2015. An Investigation of Perchlorate Levels in UK Food supply.
- Nozawa-Inoue, M., Scow, K.M., Rolston, D.E., 2005. Reduction of perchlorate and nitrate by microbial communities in vadose soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 71, 3928–3934. doi:10.1128/AEM.71.7.3928-3934.2005
- Nzungu, V.A., Ph, D., Yifru, D.D., 2001. Biostimulation and Enhancement of Rhizodegradation of Perchlorate during Phytoremediation 1, 249–258.
- Pohlmann, D.C., Van Hout, A.H., Crouch, S.E., Jerger, D.E., Moser, F., 2003. BIOREMEDIATION TREATMENT OPTIONS FOR THE DESTRUCTION OF PERCHLORATE. *Proc. Water Environ. Fed.* 2003, 86–95. doi:10.2175/193864703784343794
- Price, C.L., Chappell, M.A., Pettway, B.A., Porter, B.E., 2011. Potential Anaerobic Bioremediation of Perchlorate-Contaminated Soils through Biosolids Applications, in: Chappell, MA and Price, CL and George, RD (Ed.), ENVIRONMENTAL CHEMISTRY OF EXPLOSIVES AND PROPELLANT COMPOUNDS IN SOILS AND MARINE SYSTEMS: DISTRIBUTED SOURCE CHARACTERIZATION AND REMEDIAL TECHNOLOGIES, ACS Symposium Series. AMER CHEMICAL SOC, 1155 SIXTEENTH ST NW, WASHINGTON, DC 20036 USA, pp. 355–362.
- RECOMENDACIÓN (UE) 2015/682 DE LA COMISIÓN de 29 de abril de 2015 relativa al seguimiento de la presencia de perclorato en los alimentos, 2015. doi:10.2903/j.efsa.2014.3869.2
- Sanchez, A., 2014. Control y Conversión en producción ecológica.
- Sanchez, C.A., Crump, K.S., Krieger, R.I., Khandaker, N.R., Gibbs, J.P., 2005. Perchlorate and Nitrate in Leafy Vegetables of North America. *Environ. Sci. Technol.* 39, 9391–9397. doi:10.1021/es050804k
- Scanlon, B.R., Reedy, R.C., Jackson, W.A., Rao, B., 2008. Mobilization of Naturally Occurring Perchlorate Related to Land-Use Change in the Southern High Plains, Texas Mobilization of Naturally Occurring Perchlorate Related to Land-Use Change in the Southern High Plains, Texas. *Environ. Sci. Technol.* 42, 8648–8653.
- Segura, M.L., Contreras, J.I., Fernández, M.M. (Eds.), 2012. Gestión sostenible de la reutilización de aguas residuales urbanas en los cultivos hortícolas. Almería.
- Seyfferth, A.L., Henderson, M.K., Parker, D.R., 2008. Effects of common soil anions and pH on the uptake and accumulation of perchlorate in lettuce. *Plant Soil* 302, 139–148. doi:10.1007/s11104-007-9461-8
- Tan, K., Anderson, T.A., Jackson, W.A., 2004. Degradation kinetics of perchlorate in sediments and soils. *Water. Air. Soil Pollut.* 151, 245–259. doi:10.1023/B:WATE.0000009904.23410.89
- Tollenaar, H., Martin, C., 1972. Perchlorate in Chilean nitrate as the cause of leaf rugosity in soybean plants in Chile. *Phytopathology* 62, 1164–1166.
- Torres, J., 2014. El fosfonato en el sistema agroalimentario, in: XI Congreso de SEAE: «Agricultura Ecológica Familiar». Vitoria-Gasteiz (Álava), 1-4 Octubre 2014. p. 11.

- Trumpolt, C.W., Crain, M., Cullison, G.D., Flanagan, S.J.P., Siegel, L., Lathrop, S., 2005. Perchlorate: Sources, uses, and occurrences in the environment. *Remediat. J.* 16, 65–89. doi:10.1002/rem.20071
- U.S. Department of Health and Human Services, 2016. Agency for Toxic Substances and Disease Registry [WWW Document]. URL <http://www.atsdr.cdc.gov/>
- Urbansky, E.T., Brown, S.K., 2003. Perchlorate retention and mobility in soils. *J. Environ. Monit.* 5, 455. doi:10.1039/b301125a
- Urbansky, E.T., Brown, S.K., Magnuson, M.L., Kelty, C.A., 2001. Perchlorate levels in samples of sodium nitrate fertilizer derived from Chilean caliche. *Environ. Pollut.* 112, 299–302. doi:10.1016/S0269-7491(00)00132-9
- Urbansky, E.T., Collette, T.W., Robarge, W.P., Hall, W.L., Skillen, J.M., Kane, P.F., 2001. Survey of Fertilizers and Related Materials for Perchlorate (ClO₄⁻).
- WHO/FAO, 2001. Code of Practice for Source Directed Measures To Reduce Contamination of Food With Chemicals. Codex Alimentarius.
- WHO/FAO, 2016. Working document for information and use in discussions related to contaminants and toxins in the GSCTFF.
- Xu, J., Song, Y., Min, B., Steinberg, L., Logan, B.E., 2003. Microbial Degradation of Perchlorate: Principles and Applications. *Environ. Eng. Sci.* doi:10.1089/109287503768335904
- Yu, L., Cañas, J.E., Cobb, G.P., Jackson, W.A., Anderson, T.A., 2004. Uptake of perchlorate in terrestrial plants. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 58, 44–9. doi:10.1016/S0147-6513(03)00108-8

Cuadro 1. Alertas por contaminación por cloratos y percloratos registradas en el RASFF entre el 15/3/2013 y el 19/2/2016.

Fecha	Origen	Causa	Valoración
15/03/2013	Alemania	Perclorato (0,31; 0,4 mg / kg - ppm) en los tomates ramo de España	no es grave
04/04/2013	Alemania	perclorato (0,18 mg / kg - ppm) en el pomelo de España	no es grave
16/12/2013	Bélgica	perclorato (4,0; 2,8 mg / kg - ppm) en las espinacas frescas procedentes de Bélgica	grave
26/02/2014	Alemania	clorato (0,24 mg / kg - ppm) en las zanahorias baby-cortadas de los Estados Unidos, a través de los Países Bajos	no es grave
11/03/2014	Alemania	clorato (0,10 mg / kg - ppm) en melón galia de Honduras, a través de los Países Bajos	grave
03/04/2014	Alemania	clorato (2,5; 3,6 - 0,17; 0,063 mg / kg - ppm) en el brócoli orgánico congelado de España, Francia y Hungría	grave
25/04/2014	Alemania	clorato (0,36 mg / kg - ppm) en el baby-zanahorias cortadas y refrigeradas de los Estados Unidos	grave
05/05/2014	Alemania	clorato (0,8; 3,9 mg / kg - ppm) en el brócoli congelado de España, a través de Bélgica	grave
07/05/2014	España	clorato (0,03 mg / kg - ppm) en melones de Honduras	no es grave
08/05/2014	Alemania	clorato (3,6 mg / kg - ppm) en berenjenas de Francia	grave
03/06/2014	Alemania	clorato (0,708 mg / kg - ppm) en la lechuga de Bélgica, a través de los Países Bajos	indeciso
13/06/2014	Finland	clorato (0,31 mg / kg - ppm) en las manzanas orgánicas de Argentina	grave
02/07/2014	Alemania	clorato (0,2 mg / kg - ppm) en los tomates de Francia	grave
04/05/2015	Alemania	perclorato (0,24 mg / l) y clorato (18,2 mg / l) en las bebidas comercializados como complemento alimenticio de los Estados Unidos, a través de los Países Bajos	grave
19/02/2016	Republica Checa	perclorato (2,5 mg / kg - ppm) en las espinacas bebé de España	grave

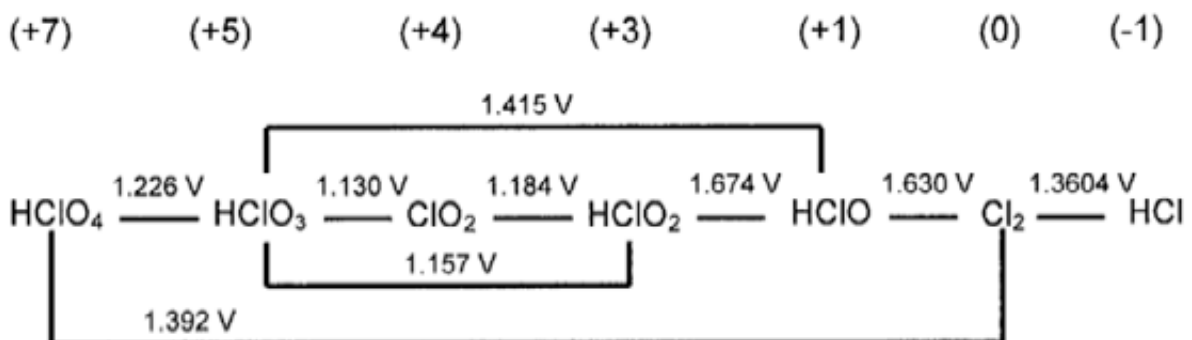


Figura 1. Estados de oxidación de las diferentes especies del cloro en disolución acuosa acida a 25°C (Brown and Gu, 2006).

INFLUENCIA DE FACTORES EN EL CONTENIDO EN NITRATOS EN CULTIVOS DE ACELGAS Y ESPINACAS ECOLÓGICAS

Raigón MD, Barbera N, Zornoza J, García MD

Dpto. Química. Universitat Politècnica València (UPV). ETSIAMMN. Cami de Vera, s/n. E-46021 Valencia
mdraigon@qim.upv.es

RESUMEN:

Los nitratos se identifican como parámetros antinutritivos de calidad, debido a los riesgos que pueden ocasionar a la salud del consumidor. El 86% de la ingesta de nitratos proviene de las hortalizas. Es importante estudiar los factores que tienen influencia en la acumulación de nitratos, de manera que estas sustancias puedan ser reducidas. El principal objetivo del presente trabajo es estudiar la composición en nitratos de dos hortalizas, acelga y espinaca, cultivadas en producción ecológica y relacionar los factores que afectan a su acumulación en la hoja.

Se evalúan analíticamente las variaciones de los factores implicados en la concentración de nitratos en el material vegetal, así como la posible influencia de la hora de recolección (horas luz), en la acumulación de los nitratos y en la actividad de la enzima nitrato reductasa. Para el caso de las acelgas, las variables que influyen en la actividad de la nitrato reductasa son las que están relacionadas con el flujo de nitrógeno en las plantas (nitratos, nitritos y proteína), los parámetros que están relacionados con los flujos de luz (clorofilas, magnesio) y los elementos metálicos que pueden influir en la actividad de la enzima (hierro, sodio, molibdeno). A primeras horas de la recolección también influye la concentración en vitamina C que presentan las acelgas. En el caso de las espinacas, las variables que influyen son las que están relacionadas con el flujo de nitrógeno en las plantas (nitratos, nitritos y proteína), así como con los elementos metálicos que pueden estar vinculados a la actividad de la enzima (hierro, sodio, molibdeno).

Palabras-clave: clorofilas, minerales, proteínas, recolección, reductasa.

INTRODUCCIÓN

El contenido en nitratos es una característica importante en la calidad de las hortalizas de hoja y en los últimos años está tomando interés por parte de los gobiernos debido a las posibles consecuencias sobre la salud y para verificar que los controles sobre el contenido son eficaces. A nivel europeo, el Reglamento CE número 563/2002 establece los límites de nitratos en lechugas y espinacas. El Comité Conjunto de Expertos en aditivos de la FAO/OMS (JECFA) y el Comité Científico para la Alimentación Humana de la Comisión Europea (SCF) han recomendado una ingesta diaria admisible (IDA) para los nitratos de 0-3,7 mg/kg de peso corporal, expresada en iones nitrato y de 0-0,06 mg/kg de peso corporal para los nitritos, expresada en términos de iones nitrito. Esta IDA se aplica a todas las fuentes de ingesta, a excepción de los alimentos para niños menores de tres meses (grupo de mayor susceptibilidad a este tipo de intoxicaciones), en los que no está autorizado su uso (www.fao.org).

Las tres cuartas partes de los nitritos que entran en el estómago proceden de la reducción de los nitratos en la saliva. Los nitritos son mucho más tóxicos que los nitratos; su efecto puede ser directo o indirecto, como consecuencia de la formación de nitrosaminas. El nitrato no es tóxico ya que su exceso es eliminado por el riñón (Caygill *et al.*, 1986). Sin embargo, los nitratos no dejan de suponer un riesgo potencial para la salud humana, ya que las cantidades ingeridas en la dieta son difíciles de controlar y su exceso es sumamente peligroso si no se cuenta con una salud suficientemente fuerte. Los nitritos en el organismo son potencialmente responsables de dos problemáticas, por un lado, producen la transformación de la hemoglobina a metahemoglobina, que limita el transporte del oxígeno por la sangre. Además, los nitritos pueden reaccionar en el intestino con las aminas, sustancias ampliamente presentes en el organismo, originando las nitrosaminas, un tipo de compuestos de marcada acción cancerígena; no obstante, las hortalizas contienen inhibidores de la formación de nitrosaminas. Los nitratos provocan una disminución en las funciones de reproducción, carencias de vitaminas de los grupos A y

B, tienen efectos mutagénicos sobre las células de los órganos inferiores y disminuye la actividad de la glándula tiroidea (Greer y Shannon, 2005).

El nitrógeno se encuentra en el suelo en una mezcla compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos, siendo los iones NH_4^+ y NO_3^- las principales fuentes inorgánicas de este elemento disponibles para las plantas. La absorción del nitrógeno inorgánico por las raíces es debida principalmente a la actividad de los sistemas de transporte de NH_4^+ y NO_3^- , de la membrana plasmática en las células de la raíz. Por otro lado, las plantas han desarrollado mecanismos de regulación del flujo de los iones NH_4^+ y NO_3^- como respuesta a la concentración de nitrógeno presente en el suelo. Uno de los dos principales mecanismos de regulación es la estimulación de la absorción catalizada por la fotosíntesis (Camañes et al., 2007). El segundo mecanismo de regulación es la represión que ejercen los productos producidos durante la asimilación del nitrógeno, mediante un mecanismo de retroalimentación producido bien por el propio ión NH_4^+ o bien por algún producto de la asimilación (Tsay et al., 2007).

Las plantas absorben NO_3^- desde el suelo y son capaces de mantener concentraciones mayores de este ión en sus células o en la savia xilemática. Una vez en la planta, se produce la reducción de NO_3^- a NH_4^+ . El NO_3^- puede ser reducido en las células de las raíces, o bien en tallos y hojas, dependiendo de la especie. La reducción de NO_3^- a NH_4^+ es un proceso que ocurre en dos reacciones consecutivas: una citoplasmática catalizada por la enzima nitrato reductasa (NR) que reduce el nitrato a nitrito y otra plastídica catalizada por la nitrito reductasa (NiR) que reduce el nitrito a amonio (Chen et al., 2004).

La actividad de la NR se ve afectada por diversos factores (Ruiz Lozano y Azcon, 1996). Entre ellos destaca, la velocidad de síntesis y la tasa de su degradación por enzimas que digieren proteínas (proteinasas). La iluminación incrementa la reducción del nitrato (Matt et al., 2001) por lo que sugiere que el sistema reductor deriva indirectamente del cloroplasto. La nitrato reductasa y las cadenas respiratorias mitocondriales compiten por el $\text{NAD(P)H}+\text{H}^+$ citosólico, por lo que la reducción del nitrato solamente puede ocurrir, en oscuridad, en condiciones de transporte electrónico mitocondrial inhibido.

La salinidad puede afectar en gran medida a la asimilación de nitrato, ya que este anión se necesita para inducir a la NR. La actividad de esta enzima en las hojas de la planta depende en gran medida del flujo de nitrato desde las raíces y es afectado fuertemente por el estrés salino (Silveira et al., 2001). Además, la concentración en hidratos de carbono y de aminoácidos también pueden controlar la expresión de la enzima (Iglesias-Bartolomé et al., 2004). Además, existen ciertos microelementos que afectan al proceso de reducción de nitratos como son el molibdeno (Mondy y Munshi, 1993), el hierro (Sikora y Cieslik, 1999) y el sodio (Tarakcioglu y Inal, 2002). Cada uno de ellos interviene de un modo distinto y su importancia es diferente.

OBJETIVOS

El principal objetivo del presente trabajo es estudiar la composición en nitratos de dos hortalizas de hoja, acelga (*Beta vulgaris* L. var. cicla L.) y espinaca (*Spinacia oleracea* L.), cultivadas en producción ecológica al aire libre. A la par se estudian los parámetros que influyen en la actividad de la enzima nitrato reductasa y se pretende evaluar en qué medida los parámetros estudiados están relacionados con la acumulación de los nitratos en las hojas de las citadas hortalizas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El cultivo se llevó a cabo en la zona de Sagunto (Valencia, España), en el paraje conocido como La Marjal dels Moros en parcelas de cultivo ecológico en colaboración con "La Unió de L'auradors i Ramaders", durante la campaña 2010-2011.

El suelo de la parcela recibió un estercolado el año anterior al cultivo. Se trata de un suelo de textura franco-arcillo-arenosa, ligeramente alcalino ($\text{pH}=8,61$), con un nivel de materia orgánica de 2,44 y una relación C/N=9,15 (ligeramente baja). El contenido en nitrógeno total es normal (0,15%), mientras que la concentración de nitratos existente al inicio del cultivo es de 5,45 mg $\text{NO}_3^-/100$ g suelo.

Teniendo en cuenta que la producción de las hortalizas es graduada, se recolectaron en cuatro momentos del ciclo vegetativo, 3, 15 y 29 de noviembre, y 13 de diciembre de 2010 (en este muestreo sólo se recolecta acelga). Los parámetros estudiados en las hojas de acelgas y espinacas han sido, la humedad y materia seca, el contenido mineral total (cenizas y los contenidos en sodio, potasio, calcio, magnesio, fósforo, hierro, cobre, zinc y molibdeno), los niveles de clorofilas a, b y total, la concentración de nitritos y nitratos, la actividad de la nitrato reductasa, el contenido en vitamina C, el contenido en polifenoles totales, el contenido en nitrógeno total y proteína y el contenido en fibra. Se han empleado métodos oficiales de análisis (AOAC, 2000), la actividad máxima de la nitrato reductasa se ha determinado por el método seguido por (Robin *et al.*, 1983).

Para el tratamiento de los datos se ha trabajado con el programa estadístico Statgraphics Plus versión 5.1. El análisis estadístico ha consistido en un estudio de relaciones simples y múltiples entre los diferentes parámetros que alcancen el nivel de significación al 95% de confianza. Y establecer ecuaciones múltiples basadas en las concentraciones encontradas para las variables estudiadas en acelga y espinaca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cada tipo de hortaliza ha mostrado unas relaciones específicas entre los diferentes parámetros.

Entre las relaciones que presentan interés para el caso de las espinacas destacan las que se producen con la concentración en nitritos, que muestran relación significativa frente al contenido en nitratos, la actividad de la nitrato reductasa, la concentración en vitamina C, polifenoles, calcio, cobre y zinc.

La figura 1 muestra la relación obtenida entre la concentración en nitritos y la de nitratos, así como la relación entre la concentración en nitritos y la actividad de la enzima nitrato reductasa para las hojas de espinaca.

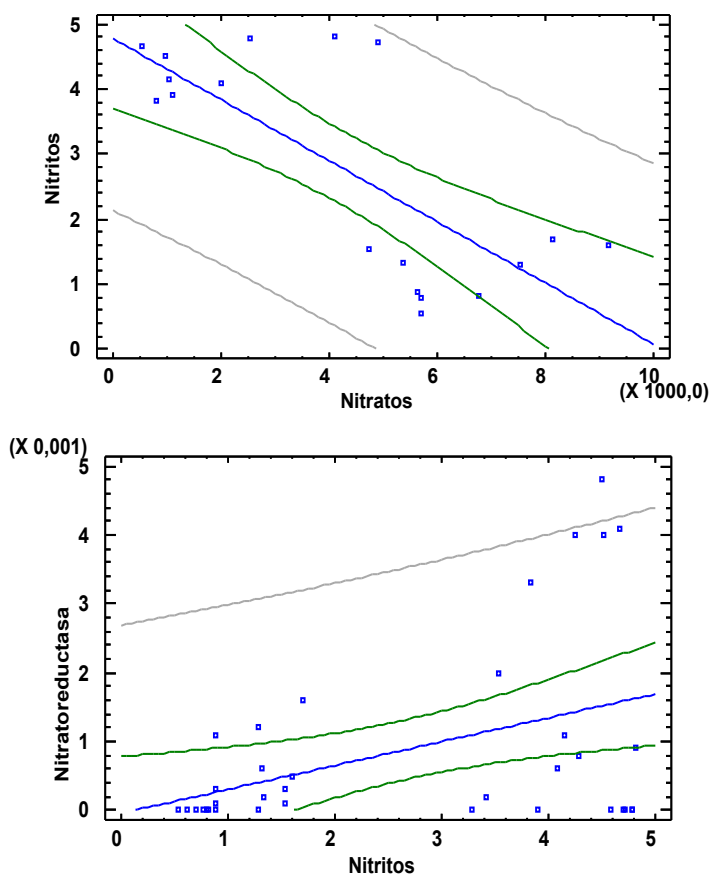


Figura 1. Relación entre la concentración en nitritos frente a la de nitratos (arriba) y de la actividad de la nitrato reductasa frente a la concentración en nitritos (abajo) para las hojas de espinaca.

Las dos relaciones mostradas para la concentración en nitritos en las hojas de espinaca parecen tener lógica. Por un lado, la relación entre la concentración de nitritos frente a la de nitratos presenta una tendencia negativa, es decir, que a mayor concentración en nitratos, menor es la de nitritos, ya que éstos principalmente se producen en la planta como consecuencia de la reducción de los nitratos, por lo que cuando disminuye la concentración en nitratos es porque se están reduciendo a nitritos (Beevers y Hageman, 1969). La enzima encargada de esta reducción es la nitrato reductasa, por lo que también es lógico que a medida que aumenta la actividad de la enzima, aumente progresivamente la concentración en nitritos, es decir que entre estas dos variables se presenta una tendencia positiva. La relación entre la concentración en nitritos y la de nitratos en las hojas de espinaca presenta una relación moderadamente fuerte ($r^2=-0,7594$), siendo la relación entre ambas variables: $\text{Nitritos}=4,7752-0,00047*\text{Nitratos}$. El porcentaje de variabilidad de la concentración en nitritos en las hojas de espinaca que puede explicarse por la concentración en nitratos es del 57,7%. Por su parte, la relación entre la actividad de la nitrato reductasa y la concentración en nitritos presenta una relación débil ($r^2=0,4181$), siendo la ecuación que vincula a las dos variables: $\text{Nitrato reductasa}=-0,000044+0,000347*\text{Nitritos}$. El porcentaje de variabilidad de la concentración en nitritos en las hojas de espinacas que puede explicarse por los valores de la actividad de la nitrato reductasa es del 17,5%.

La figura 2 muestra la relación obtenida entre la concentración en nitritos y la de vitamina C, así como la relación entre la concentración en nitritos y la concentración en polifenoles para las hojas de espinaca.

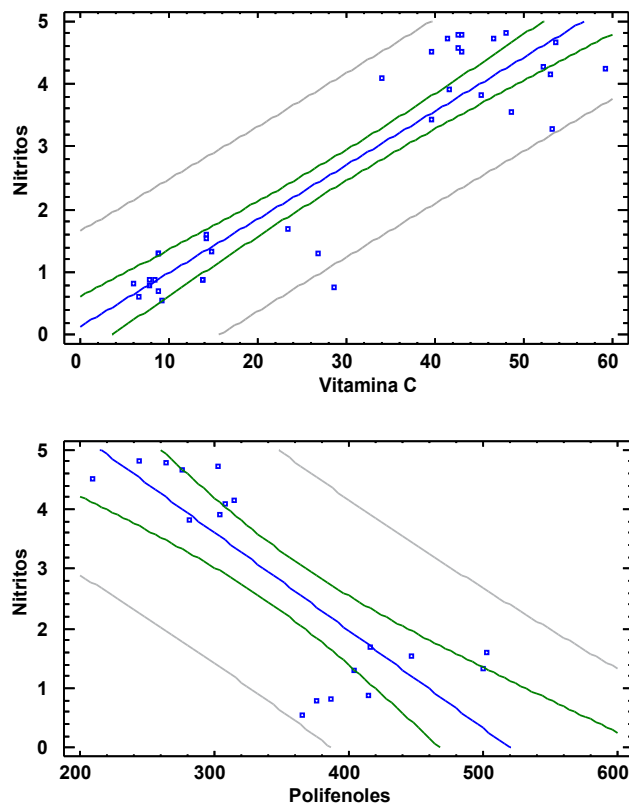


Figura 2. Relación entre la concentración en nitritos frente a la de vitamina C (arriba) y de la concentración en nitritos frente a la de polifenoles (abajo) para las hojas de espinacas.

Se observa que la relación entre el contenido en nitritos frente a la de vitamina C presenta una tendencia positiva, es decir, que a mayor concentración en nitritos, mayor es la de vitamina C. El ácido ascórbico o vitamina C es un poderoso reductor y antioxidante, y por lo tanto su concentración está en sinergia con sustancias que presentan también propiedades similares como los nitritos (Arrigoni y De Tullio, 2002). La relación entre la concentración en nitritos y la de vitamina C en las hojas de espinaca presenta una relación estrechamente fuerte

($r^2=0,9103$), siendo la ecuación entre ambas variables: $\text{Nitritos}=0,1355+0,0857*\text{Vitamina C}$. El porcentaje de variabilidad de la concentración en nitritos en las hojas de espinaca que puede explicarse por la concentración en vitamina C es muy alto (82,9%). Por su parte, la relación entre la concentración en nitritos y la de polifenoles totales presenta una relación moderadamente fuerte ($r^2=-0,8235$), con tendencia negativa, de forma que las sustancias polifenólicas frenan su síntesis cuando mayor contenido en nitritos se presentan, siendo la ecuación que vincula a las dos variables: $\text{Nitritos}=8,525-0,0164*\text{Polifenoles}$. El porcentaje de variabilidad de la concentración en nitritos en las hojas de espinaca que puede explicarse por la concentración en polifenoles es del 68,7%.

De las relaciones entre el contenido en nitritos y las concentraciones en calcio, cobre y zinc, el cuadro 1 muestra un resumen de lo que ocurre. Se observa que el contenido en nitritos es menor cuando mayor es el contenido en calcio y zinc de la muestra de espinacas. Esto puede ser debido a las sinergias existentes entre los diferentes elementos en las plantas, pero también a la necesidad en algunos elementos metálicos (cofactores) que precisan determinadas enzimas que están implicadas en los procesos de acumulación de nitritos. Las tres relaciones son relativamente fuertes, como lo muestran sus coeficientes de correlación y son capaces de explicar valores altos de la variabilidad de la concentración en nitritos.

Cuadro 1. Relaciones entre los contenidos de nitritos frente al calcio, cobre y zinc en las hojas de espinaca

Relación	Coficiente (r^2)	Ecuación	Variabilidad explicada (%)
Nitritos/Calcio	0,7098	$\text{NO}_2^- = 0,84 + 0,01796 * \text{Ca}$	50,38
Nitritos/Cobre	-0,4996	$\text{NO}_2^- = 5,231 - 24,4 * \text{Cu}$	24,96
Nitritos/Zinc	0,6227	$\text{NO}_2^- = -0,452 + 5,23 * \text{Zn}$	38,77

Para el caso de las hojas de acelga la relación más influyente se muestra (figura 3) entre la actividad de la enzima nitrato reductasa y el contenido en sodio, observándose una tendencia negativa, es decir, cuanto mayor actividad de la enzima presentan las hojas de acelga, menor concentración en sodio. El sodio es un elemento mineral que inhibe la actividad de la nitrato reductasa, provocando la acumulación de formas nítricas que podrían desencadenar problemas de toxicidad por ingesta del material vegetal (Smith y Thompson, 1971). Esta relación es moderadamente fuerte ($r^2=-0,519$), siendo la relación entre ambas variables:

$$\text{Nitrato reductasa} = 0,00372 - 0,0000033 * \text{Sodio}$$

El porcentaje de variabilidad de la actividad de la nitrato reductasa en las hojas de acelga que puede explicarse por la concentración en sodio es del 26,9%.

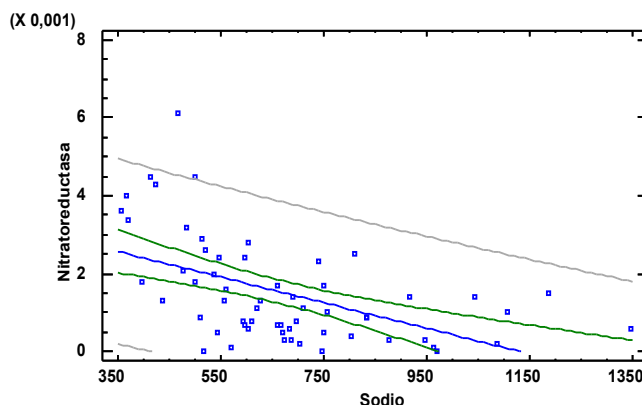


Figura 3. Relación entre la actividad de la nitrato reductasa y la concentración en sodio para las hojas de acelga.

Para evitar dispersión de los resultados se realiza un estudio de relaciones múltiples centrado en aquellas relaciones que pueden ser de mayor interés, en función de los objetivos globales del presente trabajo. Por ello, se ha estudiado de forma individual las posibles relaciones para las acelgas y para las espinacas, atendiendo a la importancia del cultivar en la acumulación de nitratos (Korus y Lisiewska, 2009). Para cada cultivo, el objetivo ha sido estimar la cuantificación de la actividad de la nitrato reductasa por la implicación que pueda tener en los procesos de acumulación de nitratos.

Los resultados del ajuste a un modelo de regresión lineal múltiple permiten describir la relación entre la actividad de la enzima nitrato reductasa en función de siete variables independientes para las hojas de acelga. La ecuación del modelo ajustado es:

Nitrato reductasa =

$$0,00411 + 0,000044 * \text{Mg} + 0,0017 * \text{NO}_2^- - 3,32081 \text{E}^{-7} * \text{NO}_3^- + 0,006 * \text{Mo} - 0,0014 * \text{Fe} - 0,000006 * \text{Na} + 0,0053 * \text{Proteína}$$

Dado que el p-valor es inferior a 0,05 (0,0381), existe una relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 95%. El estadístico de correlación obtenido indica que el modelo explica un 87,3% de la variabilidad de la actividad de la nitrato reductasa en acelgas. No aparece la concentración en clorofila, pero aparece la concentración en magnesio, que es el elemento mineral que forma parte de la molécula de la clorofila.

Las variables que influyen en la actividad de la nitrato reductasa son las que están relacionadas con el flujo de nitrógeno en las plantas (nitratos, nitritos y proteína), así como otros parámetros que están relacionados con los flujos de luz (clorofilas, magnesio) o los elementos metálicos que pueden influir en la actividad de la enzima (hierro, sodio, molibdeno). Estos resultados coinciden con los observados por otros autores (Kaiser *et al.*, 2000; Vajpayee *et al.*, 2000; Fariduddin *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 2004; Sharma y Dubey, 2005), que tienen incidencia en la actividad de la enzima.

Las causas que influyen en la mayor acumulación de nitratos pueden ser debidas a varios factores, como la fertilización, factores ambientales (iluminación), o de aporte de agua. Este hecho queda constatado en los estudios de diversos autores (Raigón *et al.*, 2003; Matallana González *et al.*, 2010; Aires *et al.*, 2013) en los que se demuestra la relación entre el aumento de la fertilización nitrogenada en los sistemas de agricultura convencional y el aumento de la concentración de nitratos en el material vegetal, y que esta concentración es mayor cuando el cultivo se encuentra en situaciones de baja intensidad lumínica (Catanã *et al.*, 2009).

Para el caso de las hojas de espinaca, los resultados del ajuste a un modelo de regresión lineal múltiple permiten describir la relación entre la actividad de la enzima nitrato reductasa en función de siete variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es:

Nitrato reductasa =

$$0,00713 + 0,00098 * \text{Mo} + 0,000012 * \text{Mg} + 0,00044 * \text{NO}_2^- - 8,065 \text{E}^{-8} * \text{NO}_3^- + 0,0003 * \text{Fe} - 0,000044 * \text{Na} - 0,0034 * \text{Proteína}$$

Dado que el p-valor es inferior a 0,05 (0,0476), existe una relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 95%. El estadístico de correlación obtenido indica que el modelo explica un 50,73% de la variabilidad de la actividad de la nitrato reductasa en las hojas de espinacas. De los resultados se concluye que cantidades altas de las variables independientes hacen alto el valor de la actividad de la enzima, lo que proporciona una mayor reducción de los nitratos en el material vegetal, siendo las variables que están relacionadas con el flujo de nitrógeno en las plantas (nitratos, nitritos y proteína), así como los elementos metálicos que pueden influir en la actividad de la enzima (hierro, sodio, molibdeno), las variables implicadas en el modelo.

CONCLUSIONES

La actividad de la nitrato reductasa en las hojas de espinaca y acelga, en cultivo ecológico, se incrementa cuando aumenta el ciclo vegetativo de la planta. Existe una relación negativa entre la actividad de esta enzima y la concentración en nitratos debido a que los valores elevados de actividad enzimática reducen de manera eficiente los nitratos a otras formas nitrogenadas (nitritos, amonio), por lo que la concentración de nitratos se ve disminuida. Esto evidencia que la actividad de la nitrato reductasa se ve afectada por el efecto del sustrato. En el caso de las acelgas, las variables que influyen en la actividad de la nitrato reductasa son las que están relacionadas con el flujo de nitrógeno en las plantas (nitratos, nitritos y proteína), los parámetros que están relacionados con los flujos de luz (clorofilas, magnesio) y los elementos metálicos que pueden influir en la actividad de la enzima (hierro, sodio, molibdeno). En el caso de las espinacas, las variables que influyen en la actividad de la nitrato reductasa son las que están relacionadas con el flujo de nitrógeno en las plantas (nitratos, nitritos y proteína), así como con los elementos metálicos que pueden estar vinculados a la actividad de la enzima (hierro, sodio, molibdeno). De forma general, se puede actuar en el sistema productivo, a través del modelo ecológico, con menor concentración en nitratos y nitritos, que a la par de influir en una agricultura más respetuosa con el medioambiente, proporciona alimentos de mayor calidad nutricional y menor impacto sobre la salud, por la menor acumulación de tóxicos potenciales como nitratos y nitritos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aires A, Carvalho R, Rosa EA, Saavedra MJ. 2013. Effects of agriculture production systems on nitrate and nitrite accumulation on baby leaf salads. *Food science & nutrition*, 1(1): 3-7.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists) (2000). *Official Methods of analysis of AOAC international*. Editor, Dr William Horwitz. 17ª edición. Publicado por AOAC internacional. Gaithersburg, Maryland USA.
- Arrigoni O, De Tullio MC. 2002. Ascorbic acid: much more than just an antioxidant. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1569(1): 1-9.
- Beevers L, Hageman RH. 1969. Nitrate reduction in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 20(1): 495-522.
- Camañes G, Cerezo M, Primo-Millo, Gojon A, Garcia-Agustin P. 2007. Ammonium transport and CitAMT1 expression are regulated by light and sucrose in Citrus plants. *Journal of experimental botany*, 58(11): 2811-2825.
- Catană L, Catană M, Bădulescu L, Negoită M, Iorga E, Ionescu V, Belc N, Iordan M, Balea A, Burnichi F. 2009. Assessment of accumulation potential of nitrates in leafy vegetables, grown in protected environments. *Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară București. Seria B, Horticultură*, (53), 63-68.
- Caygill CPJ, Bartholomew B, Hill, MJ. 1986. The relation between drinking water nitrate and total nitrate intake. *Aqua*, 2: 94-97.
- Chen BM, Wang ZH, Li SX, Wang GX, Song HX, Wang XN. 2004. Effects of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation, metabolic nitrate concentration and nitrate reductase activity in three leafy vegetables. *Plant Science*, 167(3): 635-643.
- European Commission. 2002. Commission Regulation No. 563/2002 of 2 April 2002 amending Regulation (EC) No 466/2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Communities L 86/5*.
- Fariduddin Q, Hayat S, Ahmad A. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in Brassica juncea. *Photosynthetica*, 41(2): 281-284.
- Greer FR, Shannon M. 2005. Infant methemoglobinemia: the role of dietary nitrate in food and water. *Pediatrics*, 116(3): 784-786.
- Iglesias-Bartolomé R, Gonzalez CA, Kenis JD 2004. Nitrato reductasa dephosphorylation is induced by sugars and sugar phosphates in corn leaf segments. *Physiologia Plantarum*, 122: 62-67.
- Kaiser WM, Kandlbinder A, Stoimenova M, Glaab J. 2000. Discrepancy between nitrate reduction rates in intact leaves and nitrate reductase activity in leaf extracts: what limits nitrate reduction in situ?. *Planta*, 210(5): 801-807.
- Korus A, Lisiewska Z. 2009. Effect of cultivar and harvest date of kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala) on content of nitrogen compounds. *Polish Journal of Environmental Studies*, 18(2): 235-241.
- Matallana González MC, Martínez-Tomé MJ, Torija Isasa ME. 2010. Nitrate and nitrite content in organically cultivated vegetables. *Food Additives and Contaminants: Part B*, 3(1): 19-29.
- Matt P, Geiger M, Walch Liu P, Engels C, Krapp A, Stitt M. 2001. Elevated carbon dioxide increases nitrate uptake and nitrate reductase activity when tobacco is growing on nitrate, but increases ammonium uptake and inhibits nitrate reductase

activity when tobacco is growing on ammonium nitrate. *Plant cell. Environ.*, 24 (11): 1119-1137.

- Mondy NI, Munshi CB. 1993. Effect of soil and foliar application of molybdenum on the glycoalkaloid and nitrate concentration of potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41(2): 256-258.
- Raigón MD, Domínguez Gento A, Torregrosa S. 2003. Presencia de Nitratos en Hortalizas de Producción Ecológica y Convencional. *Agrícola Vergel*, 259: 357-366.
- Robin P, Conejero G, Passama L, Salsac L. 1983. Assessment of the nitrate metabolic pool by in situ assay of nitrate reduction. *Physiologie Vegetal*, 21: 115-122.
- Ruiz Lozano JM, Azcon R. 1996. Mycorrhizal colonization and drought stress as factors affecting nitrate reductase activity in lettuce plants. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 60: 175-181.
- Sharma P, Dubey RS. 2005. Modulation of nitrate reductase activity in rice seedlings under aluminium toxicity and water stress: role of osmolytes as enzyme protectant. *Journal of plant physiology*, 162(8): 854-864.
- Silveira JAG, Melo ARB, Viegas RA, Oliveira JTA. 2001. Salinity induced effects on nitrogen assimilation related to growth in cowpea plants. *Environmental and Experimental Botany*, 46: 171-179.
- Sikora E, Cieslik E. 1999. Correlation between the levels of nitrates and nitrites and the contents of iron, copper and manganese in potato tubers. *Food Chemistry*, 67(3): 301-304.
- Smith FW, Thompson JF. 1971. Regulation of nitrate reductase in excised barley roots. *Plant physiology*, 48(2): 219-223.
- Tarakcioglu C, Inal A. 2002. Changes induced by salinity, demarcating specific ion ratio (Na/Cl) and osmolality in ion and proline accumulation, nitrate reductase activity, and growth performance of lettuce. *Journal Plant Nutrition*, 25: 27-41.
- Tsay YF, Chiu CC, Tsai CB, Ho CH, Hsu PK. 2007. Nitrate transporters and peptide transporters. *FEBS letters*, 581(12): 2290-2300.
- Vajpayee P, Tripathi RD, Rai UN, Ali MB, Singh SN. 2000. Chromium (VI) accumulation reduces chlorophyll biosynthesis, nitrate reductase activity and protein content in *Nymphaea alba* L. *Chemosphere*, 41(7): 1075-1082.
- www.fao.org. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS).

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA DE LOS SISTEMAS GANADEROS ECOLÓGICOS ANDALUCES Y DE LA COMERCIALIZACIÓN DE SUS PRODUCTOS

Gutiérrez-Peña R, Mena Y, Horcada A, Aguirre I

Dpto Ciencias Agroforestales, Universidad Sevilla. Ctra. de Utrera, km. 1 41013, Sevilla
mrgutierrez@dgagric.caib.es

RESUMEN:

La producción ecológica surge para dar respuesta a los problemas medioambientales y sociales originados como consecuencia de haber priorizado el rendimiento productivo y económico. Los sistemas ganaderos de producción ecológica, como cualquier sistema productivo, deben ser sostenibles económica, social y medioambientalmente. El problema es que son sistemas difíciles de manejar, muy dependientes de las condiciones climatológicas, que en muchos casos no ven compensados sus costes de producción con los ingresos derivados de la venta de los productos generados. Sin embargo, para asegurar la continuidad de este modelo productivo, es necesario que esta actividad tenga rentabilidad económica, de manera que pueda constituir un modo de vida para los ganaderos y ganaderas que optan por él.

El objetivo de este estudio fue el de identificar aquellos problemas, tanto inherentes al sistema productivo en sí, como a la cadena de distribución y comercialización, que dificultan que los productos obtenidos en sistemas ecológicos ganaderos lleguen al consumidor. Para este trabajo se ha recopilado información tanto de fuentes documentales como de entrevistas personales. Una vez que estos problemas fueron identificados y aislados, se procedió a su ordenación y priorización en base a las relaciones que se establecen entre ellos, para la posterior elaboración de propuestas de mejora de modo participativo.

Palabras clave: comercialización, ganadería ecológica, problemas productivos, sostenibilidad.

CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS

ACTITUD Y MOTIVACIÓN FRENTE A ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS

Londoño AM, Velásquez E, Lavelle P

Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira
amlondonom@unal.edu.co

RESUMEN:

El plátano uno de los principales alimentos de la población colombiana, es producido bajo la agricultura convencional, originando la insostenibilidad del agroecosistema del departamento del Quindío. Proponiendo un proceso de transición hacia el uso de alternativas biológicas con inclusión de recursos internos y externos de la finca se indagó a los agricultores de la región sobre la actitud y las motivaciones frente a tales alternativas.

Bajo un muestreo no probabilístico y aplicando la escala Likert para medir actitudes, se encontró respecto a la efectividad, que un 50% las considera efectivas, un 17% las asume ineficientes y un 33% se encuentran indecisos. Frente a los costos, más del 65% ante una paridad de costos con los procesos convencionales las aplicarían y respecto a la salud y efectos ambientales, más del 80% están conscientes que el uso de agroquímicos tiene efectos nocivos sobre la salud y sobre el entorno natural.

A través de una encuesta con preguntas abiertas se midieron los motivos, se observó como motivación intrínseca principal el no causar más daño al entorno natural, con posiciones menores frente a la salud, al reconocimiento social o al aprovechamiento de recursos presentes en la finca. Los motivos extrínsecos que los movería a actuar son: la existencia de políticas públicas que estimulen su uso, disminuir el impuesto predial o en su defecto se les retribuya con un subsidio, seguido por una respuesta en productividad y rentabilidad y por último, que el mercado ofreciera un plus por una producción más limpia e integral.

Palabras clave: comportamiento, motivos intrínsecos y extrínsecos, percepción.

SEGURIDAD ALIMENTARIA, TRAZABILIDAD DE LOS PRODUCTOS DE LA ACUICULTURA Y TICS

Cano A

Asociación Medioambiental Estela. Dirección de correspondencia: Arzobispo Malvar, 7, 1 c, 36002 Pontevedra.
Email: acano.academic@gmail.com.

RESUMEN:

En una sociedad globalizada, el consumidor responsable demanda una información veraz, que le proporcione una alimentación acorde con unos estándares de calidad y seguridad cada vez mas exigentes. La trazabilidad es decir con seguridad de cualquier producto que artículos lo componen y cual es el proveedor de las materias primas. El consumidor exige una información suficiente y comprensible, que le permita una adecuada elección. La trazabilidad logra que la información al consumidor sea veraz. La trazabilidad de los productos acuícolas es imprescindible para la seguridad alimentaria.

El Reglamento (CE) N° 1224/2009, establece que los productos de la acuicultura deberán ser trazables en todas las fases de la cadena de suministro. El Reglamento (UE) N° 1379/2013 establece la información obligatoria al consumidor, que incluirá la denominación comercial, nombre científico, zona geográfica de procedencia y método de producción (pesca extractiva o acuicultura). El origen de los productos acuícolas puede diferenciarse con métodos bioinformáticos.

El Real Decreto 418/2015 regula la primera venta de los productos pesqueros. Para la venta de los productos de la acuicultura se exigirá un documento de trazabilidad. Esta información se contiene en un medio de identificación, como códigos numéricos, de barras, circuito integrado, etc. Solo es posible procesar cantidades elevadas de información mediante la aplicación de las TICS (Data Mining, Big Data Analysis). Estas tecnologías abren nuevos campos a una acuicultura.mas sostenible.

Palabras clave: etiquetado, información al consumidor, legislación, pesca, productos acuícolas.

INTRODUCCIÓN

En una sociedad cada vez mas globalizada y tecnificada, el consumidor demanda una información cada vez mas veraz, que le proporcione una alimentación que corresponda con unos estándares de seguridad y calidad cada vez mas exigentes. Los productos de la acuicultura están cada vez mas sujetos a esta dinámica. La normativa sobre alimentos incide cada vez mas en este sentido, que se presenta como el futuro de la producción acuícola. En este artículo se analiza la regulación estatal y comunitaria sobre trazabilidad de productos pesqueros, especialmente de los productos de la acuicultura.

DEFINICIONES

- Alimento» (o «producto alimenticio») cualquier sustancia o producto destinados a ser ingeridos por los seres humanos o con probabilidad razonable de serlo, tanto si han sido transformados entera o parcialmente como si no.
- «Cadena de suministro», la secuencia de eventos que cubren el ciclo de vida entero de un producto o servicio desde que es concebido hasta que es consumido.
- «Comercio al por menor», la manipulación o la transformación de alimentos y su almacenamiento en el punto de venta o entrega al consumidor final.
- «Consumidor final», el consumidor último de un producto alimenticio que no empleará dicho alimento como parte de ninguna operación o actividad mercantil en el sector de la alimentación.
- «Trazabilidad», la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento, un pienso, un animal destinado a la producción de

alimentos o una sustancia destinada a ser incorporada en un alimento o un pienso o con probabilidad de serlo.

- «Etapas de la producción, transformación y distribución», cualquiera de las fases, incluida la de importación, que van de la producción primaria de un alimento, inclusive, hasta su almacenamiento, transporte, venta o suministro al consumidor final, inclusive, y, en su caso, todas las fases de la importación, producción, fabricación, almacenamiento, transporte, distribución, venta y suministro de piensos.

ASPECTOS DE REGULACIÓN COMUNITARIA

- Información al consumidor en los productos para la venta al por menor: denominación comercial, nombre científico, zona geográfica y el método de producción (pesca extractiva o acuicultura).

- Información de trazabilidad se facilitará a través del etiquetado o el envase del lote, o mediante un documento comercial. Los operadores dispondrán de sistemas y procedimientos de identificación del proveedor y comprador de los productos de la pesca y la acuicultura. La información de trazabilidad se contiene en un medio de identificación, como un código, un código de barras, un circuito integrado o un dispositivo o sistema de marcado similares. Tales medios de identificación se ajustan a normas y especificaciones reconocidas internacionalmente.

ASPECTOS DE REGULACIÓN ESTATAL

- El Real Decreto 418/2015 modifica la normativa vigente sobre regulación de la primera venta de los productos pesqueros, procedentes de la pesca extractiva, acuicultura marina y continental, marisqueo y otros procedentes de aguas continentales o salobres, ya sean de origen marino o de aguas continentales, o procedentes de la actividad profesional, sentando las bases del sistema de la trazabilidad pesquera.

- Establece las modalidades de venta en función del tipo de producto: para los productos pesqueros establecidos en el artículo 5.1.c, productos de la acuicultura, incluidas las granjas de engorde y producción de algas y recogida de argazos, la primera venta de estos productos podrá realizarse en las lonjas de los puertos, en los propios centros de producción u otros establecimientos que se encuentren autorizados por las comunidades autónomas. El Real Decreto regula los lugares de primera venta de los productos pesqueros, como son los lugares de desembarque y descarga, y los requisitos que deben reunir las lonjas y otros establecimientos autorizados para realizar dicha venta.

- El artículo 8, señala la documentación que se debe emitir en cada caso, como la nota de venta, declaración de recogida, documento de transporte o documento de trazabilidad. Los productos de la acuicultura, incluidas las granjas de engorde, así como a algas y argazos, el concesionario de la lonja o establecimiento autorizado, en el momento de producirse la primera venta, cumplimentará un documento de trazabilidad de cada lote, que deberá transmitir de forma electrónica al siguiente operador.

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TICS)

Las especies puede identificarse mediante análisis del ADN, con resultados solo evaluables con métodos bioinformáticos. La identificación del producto permitirá un etiquetado veraz. Una vez identificado y etiquetado el producto, se puede seguir la cadena de suministro (Supply chain), desde el establecimiento donde se produce hasta la mesa del consumidor final, pasando desde la primera venta hasta el comercio mayorista y minorista. El producto deberá ir siempre acompañado de la documentación precisa en cada momento, según las distintas fases del proceso de comercialización.

Solo es posible procesar estas cantidades elevadas de información mediante la aplicación de las mas recientes Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs). El Real Decreto, en su disposición adicional primera, contempla la creación de una aplicación informática, que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente pondrá a disposición de las Administraciones Públicas y los agentes implicados, para facilitar el intercambio de información, que se canalice hasta el consumidor final, para que disponga del mejor conocimiento posible sobre las características del producto que va a adquirir, mejorando su criterio de selección. Estas tecnologías pueden ayudar a evolucionar en un futuro próximo hacia una acuicultura.mas sostenible.

REFERENCIAS NORMATIVAS

- Legislación comunitaria
- REGLAMENTO (UE) N° 1379/2013, por el que se establece la organización común de mercados en el sector de los productos de la pesca y de la acuicultura.
- REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) N° 404/2011 de la Comisión de las normas de desarrollo del Reglamento (CE) N° 1224/2009 del Consejo, que establece un régimen comunitario de control para garantizar el cumplimiento de las normas de la política pesquera común.
- REGLAMENTO (CE) N° 1224/2009, establece que los productos de la acuicultura deberán ser trazables en todas las fases de la cadena de suministro.
- REGLAMENTO (CE) N° 178/2002 establece los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y fija procedimientos relativos a la seguridad alimentaria.
- Legislación Estatal
- Real Decreto 418/2015, de 29 de mayo, por el que se regula la primera venta de los productos pesqueros. BOE núm.149, de 23 de junio de 2015, páginas 52074 a 52090.

ANEXO

El documento de trazabilidad deberá contener, al menos los siguientes campos, así como aquéllos que puedan determinar las comunidades autónomas:

- a) Número de lote.
- b) La denominación comercial, el nombre científico y el código Alfa-3 FAO de cada especie.
- c) Fecha de producción o recolección.
- d) Zona de cría o recolección del producto, según lo establecido en el artículo 38 del Reglamento (UE) n.º 1379/2013, de 11 de diciembre. En el caso de las algas y argazos, se indicará la Comunidad Autónoma.
- e) Identificación de la unidad de producción.
- f) Nombre y apellidos o razón social y direcciones del vendedor y del comprador, así como los correspondientes números de identificación fiscal.
- g) Método de producción.
- h) Lugar y fecha de la venta.
- i) Las cantidades de cada especie vendida, determinando el peso neto en kilogramos o número de ejemplares por kilogramo según proceda.
- j) Modo de presentación, según establece el anexo I del Reglamento (CE) n.º 404/2011, de 8 de abril de 2011.
- k) Referencia al contrato alimentario u otros pactos previos en el caso de transacciones contractuales.

7. GANADERÍA, BIENESTAR ANIMAL, ACUICULTURA Y APICULTURA

CREACIÓN DE ZONAS HÚMEDAS EN GRANJAS DE VACUNO LECHERO PARA TRATAMIENTO DE EFLUENTES GANADEROS

Castro J*, Valladares J*, Veiga X*, Piñeiro J** , Romay D***

*Centro Investigaciones Agrarias de Mabegondo (INGACAL_CIAM)

** CALFENSA

*** GN Habitat

RESUMEN:

En las granjas de vacuno de leche de Galicia se produce un gran volumen de efluentes que es necesario gestionar adecuadamente para evitar gastos y la contaminación. Se realizó un proyecto piloto en la Finca experimental del CIAM con los siguientes objetivos:

- a) Optimizar la capacidad de almacenamiento de la fosa de purín evitando la entrada de aguas sucias muy diluidas.*
- b) Construir un sistema de depuración de efluentes formado por un conjunto de zonas húmedas artificiales (ZHA) que funcionaran escalonadamente aprovechando el desnivel del terreno*
- c) Retener las aguas de tormentas*
- b) Almacenar parte de la lluvia recogida en otoño invierno para un posible uso para riego*
- d) Mejorar el hábitat y la biodiversidad agraria*
- e) crear un espacio de observación y de educación ambiental agraria, dentro de la Reserva de la Biosfera Mariñas coruñesas e terras do Mandeo.*

Las zonas húmedas (ZHAs) constan de un sub-sistema de 8 balsas de 1,55 ha y otro sub-sistema dividido en dos balsas de 0,23 ha, que gestionan o depuran las aguas y distintos efluentes generados.

Palabras clave: zonas húmedas, gestión de efluentes, depuración biológica

CONTRIBUCIÓN AL MANEJO ZOOTÉCNICO Y SANITARIO DE LA CRÍA ECOLÓGICA PORCINA EN CATALUÑA

Argemí Armengol I*, García Romero C**

*Ingeniero Agrícola. Ambientóloga. Máster Agricultura Ecológica (UB). Avinyó. Barcelona. Cataluña; immaargemi@gmail.com

**Cuerpo Nacional Veterinario. SEAE. Toledo, Castilla-La Mancha; guindalejocarmelo@gmail.com

RESUMEN:

Se valora la posibilidad técnica y económica sobre la cría ecológica con porcino blanco en Cataluña, tomando como base animal la línea genética Ral d'Avinyó, mediante estabulación en el interior con patios al aire libre, con un tamaño de granja familiar y con vistas a la máxima autosuficiencia alimentaria. Optimizando el manejo zootécnico y diseño de las instalaciones, en producción de ciclo cerrado: madres y engorde, con 49 días de lactación individual y en grupo, estableciendo las pautas básicas en el manejo sanitario. El manejo reproductivo previsto es en bandas de tres semanas (cubrición, parideras y destete), condicionando el manejo de lotes en la fase de engorde. Mediante el diagrama de Gantt se ha previsto la ocupación de los espacios y tiempos en cada una de las fases, en base a la capacidad productiva efectiva de las reproductoras, cubriciones, partos y lechones destetados. En los diferentes espacios de estabulación, para cada fase fisiológica del animal, se dispone de una zona de descanso, comida y zona de actividad.

El plan de salud y bienestar de la granja está basado en un manejo sanitario e higiénico de la cría e instalaciones, junto a prácticas del bienestar respetuosos con la etología de la raza, contemplando un plan homeopático de control/prevención de las principales afecciones zootécnicas de la cría y patologías enzoóticas del territorio.

El modelo de producción planteado resulta viable y sostenible en el contexto territorial estudiado, constituyendo una alternativa a la explotación intensiva. Las pautas de manejo zootécnico establecidas, no forzadas, favorecen una buena gestión sanitaria de la granja ecológica.

Palabras clave: manejo eco-zootécnico, plan homeopático, porcino ecológico.

INTRODUCCIÓN

La producción de porcino ecológico puede resultar una alternativa atractiva e interesante para el sector intensivo (que está ocasionando problemas de contaminación medioambiental), ya que destaca por su diferenciación productiva y comercial., avanzada y socialmente más justa de desarrollo rural, capaz de recuperar y conservar el sistema tradicional ganadero, mediante razas rústicas e integradas al agrosistema, introduciendo técnicas innovadoras, con el objetivo de obtener alimentos de calidad diferenciada, inocuos y saludables. El consumo de forrajes en la dieta de los cerdos, restringiendo el contenido de concentrado ad libitum, mejora el funcionamiento digestivo, y aumenta la calidad de la carne, debido al incremento de ácidos grasos poliinsaturados (omega 3 y otros) e incrementa el contenido de antioxidantes como la vitamina E (Hansen *et al.*, 2006).

El cerdo, es sin duda, el animal más ligado a la tradición gastronómica catalana, y esto nos hace recordar al magnífico cerdo de Vic, extinguido, y famoso por su calidad en charcutería (García Romero & Argemí, 2016). Según datos de Eurostat (2012), a nivel europeo la cabaña porcina ecológica representa un 0,6% del total de cerdos de la Unión Europea (UE), y en España (con 7.795 cabezas) el 0,03% del total de porcino. En cuanto al número de explotaciones porcinas ecológicas, en España llegan a un 0,14% y en Catalunya un 0,12% del total (MARM, 2013; MARM, 2015). Dentro de la Unión Europea (UE), los principales países productores de cabeza de ganado son Alemania (173.000), Dinamarca (171.000) y Francia (165.000). La comercialización y el consumo de cerdo ecológico se están desarrollando rápidamente en el mercado europeo, como ejemplo el mercado Danés, donde se prevé incrementar el número de cerdos por la gran demanda de producto transformado, con incentivos a ganaderos de hasta 2,28€/kg de carne (O'Dwyer, 2015).

MATERIAL Y MÉTODO

El estudio se ha realizado mediante visitas técnicas a granjas porcinas ecológicas de Cataluña, para conocer el manejo de las mismas y revisiones bibliográficas de los principales centros de investigación ganadera ecológica (FiBL, Organic Research Centre, International Centre for Research in Organic Food Systems, etc.) e instituciones de la UE, que se dedican a la estudio de las producciones ecológicas/orgánicas.

Se ha planteado la viabilidad técnica y económica de una granja porcina ecológica de nueva iniciación en Cataluña, de cerdo blanco, tomando como base animal la línea genética Ral d'Avinyó, con base agrícola y máxima autosuficiencia en alimentación, estableciendo rotaciones de cereales y leguminosas; optimizando a la vez la gestión zootécnica y diseño de las instalaciones, garantizando la máxima productividad, compatible con la salud y bienestar del porcino. (Argemí, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

MANEJO ZOOTÉCNICO

El ciclo productivo es en dos líneas de producción que funcionan paralelamente: producción de lechones (ciclo madres) y cebo. La duración del ciclo de madres es de 23-24 semanas, definido por: cubrición, parto, lactación y destete. Planificación realizada para garantizar unos mejores tiempos de relación materna filial y favorecer la conducta social en lo que se refiere a la jerarquización, lo cual se traduce en una mejora productiva en el bienestar animal de la granja. Los cerdos llegan al matadero con una media de 28-29 semanas (en convencional con 23) y un peso promedio al sacrificio de 110-120 kg.

Las pautas de manejo de cría y engorde permiten gestionar técnicamente la granja, planificando las actividades para hacerlas lo más homogéneas posibles. En el ciclo productivo de madres, todas las cerdas del rebaño se distribuyen en lotes, donde cada lote está en el mismo ciclo reproductivo, se cubren, paren y son destetadas. La periodicidad entre estas tres actividades se establece en bandas de tres semanas (MEB 3), ya que es el manejo que más se ajusta al ciclo estral de la cerdas (21 días entre celos), lo cual facilita una reproducción con objetivos de sostenibilidad para el sistema. Se practica inseminación artificial, autorizada por el reglamento de producción ecológica. Esta programación pecuaria también condiciona el manejo en lotes del engorde. En la planificación de actividades se reduce al máximo el trabajo de fin de semana: los destetes se realizarán en miércoles-jueves, dando el punto álgido de cubriciones el lunes, martes y miércoles de la semana siguiente y los partos, teóricamente ± 14 días después, se producen en jueves y viernes.

El control del inicio de ciclo reproductivo es esencial para un buen manejo, así como también otras prácticas zootécnicas que se pueden resumir en:

- Manejo cubrición: solo aceptan ser cubiertas cuando están en celo, por eso la detección es esencial. La forma más fácil es observar su comportamiento delante del verraco: nerviosas y cambios en los genitales, como enrojecimiento, hinchazón, secreciones de la vagina y sobretodo que permanecen quietas cuando se les presiona el lomo. En las primaras se prevé a los ± 240 días, después de manifestar el segundo celo. Las hembras adultas (han sido madres) aparece el celo al desaparecer el freno de la prolactina, a los 3-4 días del destete, persistiendo 3-4 días, y la ovulación suele producirse a los 2/3 del celo. La cubrición se realizará mediante inseminación artificial (IA), con varias dosis de semen convenientemente espaciadas. La IA se realizará mediante sonda que deja el semen en el cuello del útero. Es necesario que las cerdas se cubran en pocos días para asegurar un buen funcionamiento de manejo en bandas (MEB-3).

- Diagnóstico gestación: se recelan a los 19-22 días post-cubrición. Las que presentan celo no están gestantes y se separan del resto del grupo. La detección de la preñez se realiza con la ayuda de un ecógrafo (25-28 días post-cubrición), la cual se repetirá una semana más tarde, para optimizar la fertilidad.

- Parto: una semana antes de la paridera, las cerdas se trasladan a las sala de parto. Los síntomas son inquietud, instinto de nidación, comenzar a preparar la cama y las ubres tienen leche de color grisáceo, volviéndose más blanca a medida que se acerca el parto. El parto puede durar entre 2-6 horas, pero es más rápido cuando no se las molesta, y en consecuencia para evitar estrés se les debe dejar parir tranquilas (García-Romero, 2015); con expulsión de dos lechones cada 15 minutos, y en caso de ser superior a 30 minutos, se debe vigilar por si es necesario actuar con asistencia veterinaria, para garantizar el bienestar de la reproducción.
- Lactación: periodo de 49 días, 28 días es en lactación individual y los 21 días restantes en grupo, cuando la relación materno-filial se ha establecido. La lactación en grupo obliga a la jerarquización grupal de los lechones antes del destete, a potenciar las relaciones sociales, desplegar su etología racial, y en consecuencia disminuir el estrés post-destete, lo que conlleva a una mejora de los umbrales de salud y el bienestar animal (García Romero, 2015).

En la Unión Europea existen diferentes modelos de alojamientos, totalmente extensivos tipo camping (como en Dinamarca o el Porcino Ibérico en las dehesas españolas), o bien semiextensivo, en estabulación libre con área de ejercicio para desarrollar las funciones vitales (como en Francia, Alemania, etc.), en función de la disponibilidad de tierra, tipología de territorio y sistema tradicional (Früh, 2011). En Cataluña el sistema de producción es semiextensivo: en edificios en estabulación libre con patios. Para este modelo productivo son necesarios tres tipos de edificios, con un diseño funcional para un buen manejo técnico, adaptado a las necesidades fisiológicas y etológicas de cada tipo de animal presente en la granja: nave de gestantes-cubrición-macho, nave maternidad y dos naves de engorde.

Los parámetros básicos que se tienen en consideración para el diseño de la zona de estabulación interior son: luz, agua, ventilación, interacción social, esquinas sin uso en el espacio de partos que respetan la integridad del lechón, evitar corrientes de aire y separaciones entre la zona de reposo, defecación y área de actividad, con el fin de evitar problemas de salud y mejorar el bienestar animal.

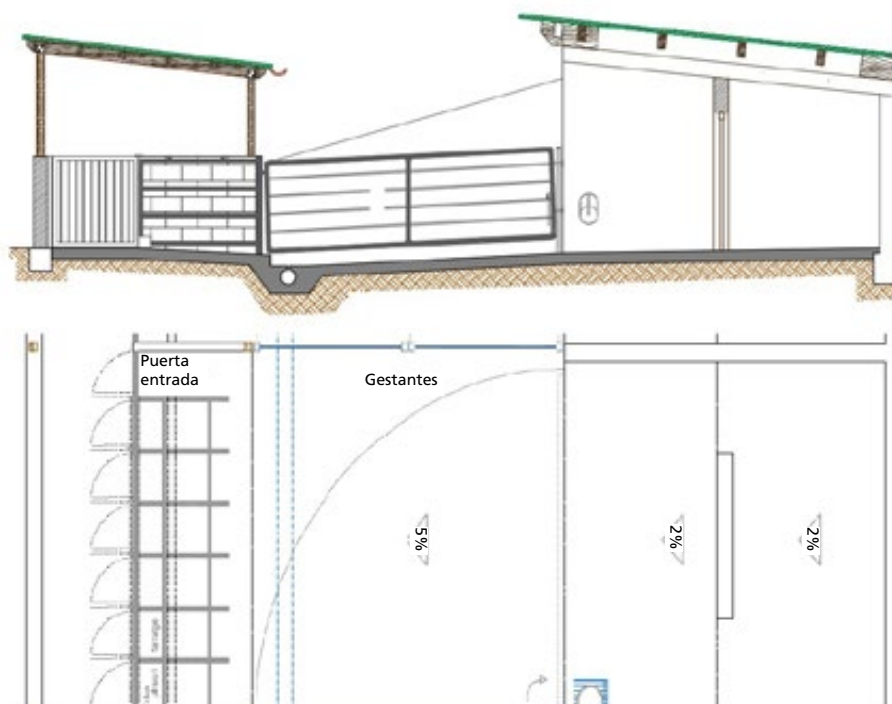


Figura 1. Planta y sección cerdas gestantes.

La nave de gestación (Figura 1) alberga las cerdas jóvenes desde antes de la cubrición fértil y las adultas desde el destete hasta una semana antes del parto. Las cerdas se alojan en grupos y salas agrupadas por lotes,

con características uniformes en sus necesidades alimentarias, para facilitar el subministro de pienso y evitar comportamientos agresivos y estrés. Las cerdas gestantes tienen garantizadas las necesidades ambientales y de espacio suficiente para poder hacer ejercicio ($>1,9\text{m}^2/\text{cabeza}$, R (CE) 889/2008), y temperaturas interiores que no estén por debajo de 8°C . La edificación presenta un espacio cubierto, con un lateral permanentemente abierto, destinado a zona de reposo, con cama de paja limpia (de la propia finca ecológica). A nivel longitudinal, en la parte central de la nave se sitúa la zona descubierta destinada a actividad, con patios separados con vallas metálicas practicables que facilitan la limpieza del estiércol, después de cada vacío sanitario. Y en el otro extremo de la instalación (espacio semi-cubierto) se sitúan los comedores. En todos los espacios se dispondrá de bebedores automáticos (situados a la zona de la nave con lateral abierto), tolvas para la alimentación seca a base de pienso y forraje ad libitum con rastrillo.

La instalación de maternidad está compuesta por un conjunto de salas de lactación individual y en grupo. Es muy importante en el sistema ecológico cuidar la higiene de las nodrizas, sobre todo los primeros días después del parto. Por esto motivo se limpiará a diario este espacio y se aportará paja, manteniéndose seco (yacija de $\Rightarrow 5\text{ cm.}$ o 2 kg. paja/cerda). La instalación cumple con las superficies mínimas de la norma de AE, dónde para cerdas nodrizas con lechones de hasta 40 días, el espacio por cerda en zona cubierta es de $7,5\text{ m}^2$ y en zona al aire libre de $2,5\text{ m}^2$. Las parideras individuales disponen de una zona de reposo, dónde la cerda lactante descansa y deja mamar a los lechones (figura 2, con todo el perímetro dispuesto de barras de hierro, situadas a unos 20 cm. del suelo y la pared, para evitar aplastamientos), una zona de actividad, con comedero y bebedero, y un patio al exterior. En la zona de reposo se encuentra el nido para los lechones, con acceso permanente mediante cortinas de lamas, y en el interior se dispone de pienso de iniciación y agua, con cama de paja. La lactación en grupo, con características y funcionalidad equivalentes a las individuales, favorece las relaciones sociales y aumenta la rentabilidad de las lactaciones individuales, con mayor exigencia ambiental. Las diferentes salas están diseñadas para crear dos espacios climáticos diferentes, para nodrizas temperaturas de $5\text{-}15^\circ\text{C}$ y para los lechones de $28\text{-}30^\circ\text{C}$ (interior nidos). La instalación cumple con las superficies mínimas establecidas para los lechones, de $0,6\text{ m}^2/\text{cabeza}$ en zona cubierta y $0,4\text{ m}^2/\text{cabeza}$ en zona al aire libre.



Figura 2.- Zona de lactación.

En la fase de engorde el alojamiento es de estiércol acumulado, dónde se introduce periódicamente el lecho de paja y se va aumentando a medida que avanza el engorde (Tusón, 2002; Margeta *et al.*, 2005). Los cerdos tienen un alto grado de bienestar, ya que disponen de material para hozar, reforzando su conducta alimentaria. Se consumen mayores cantidades de paja pero se limpia solo después de cada engorde y posterior vacío

sanitario. El estiércol al fermentar proporciona al animal, en la zona en contacto, una temperatura de 20°C, muy confortante durante el invierno; y no existe riesgo sanitario al estar la primera capa totalmente seca, la cual no permite la multiplicación de agentes bióticos, en concreto coccidios (parasito causante de enteritis, inflamación intestino, en lechones) y helmintos digestivos. El lugar de comida se sitúa encima de una rampa, en la zona de acceso del muelle de carga. Los cerdos permanecen en esta instalación desde los dos meses (25-30 kg.) hasta los 110-120 kg. (seis meses), con lo cual en los primeros estadios de la vida el animal goza de superficie superior a la obligada por normativa (1,3 m²/cabeza en zona cubierta y en 1,0 m²/cabeza al aire libre). La nave dispone de un lateral abierto, lo que facilita la limpieza periódica mediante pala con tractor (figura 3). Los patios exteriores dispondrán de vallas practicables que facilitarían el manejo de limpieza y vacíos sanitarios después de cada lote.

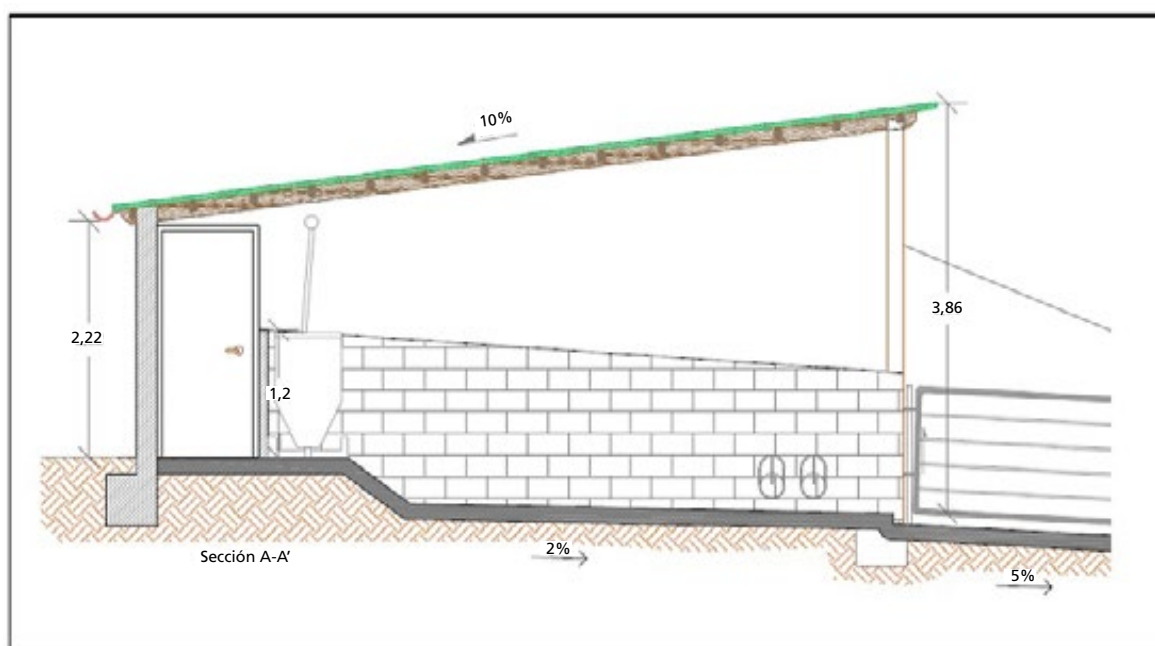


Figura 3.- Sección nave gestantes.

MANEJO SANITARIO Y PLAN DE SALUD

En la puesta en marcha de la granja porcina orgánica son puntos claves: accesos al aire libre, alimentación con forrajes, lactaciones largas, dietas menos sofisticadas y asegurar buenas estrategias de salud (Edwards, 2011, García Romero & Vila Camps, 2013). Es necesario crear un ambiente favorable en el ciclo de cría, con microclima confortable para los lechones y selección de razas rústicas. Los animales criados con alto grado de bienestar tienen mejor respuesta inmunitaria frente a las afecciones orgánicas y funcionales. No obstante, si a pesar de las medidas de control y/o prevención planificadas en el ciclo de cría no funcionaran y los animales enferman, la norma legal de producciones ecológicas permite tratar, preferentemente con terapias verdes (homeopatía o fitoterapia), o bien medicamentos alopáticos de síntesis química, estableciendo para la venta el doble del tiempo de espera marcado para el medicamento convencional, pudiéndose autorizar hasta una máximo de tres tratamientos antiparasitarios en reproductores, y no más de uno en el caso de engorde.

En base a estas consideraciones, la correcta gestión sanitaria de la granja porcina ecológica se realizará mediante un plan de salud holístico de salud y bienestar, elaborado por un veterinario experto, basado en el control y/o prevención de afecciones. El plan precitado contempla medidas de bienestar animal y actuaciones de manejo biozootécnico, para alcanzar altos niveles de bienestar, adaptadas a la etología de la raza en cuestión y al ciclo de cría, en combinación con medidas de homeopatía zootécnica e higiene pecuaria. Se realizaran las campañas oficiales de lucha obligatorias que marquen las administraciones públicas. (García Romero, 2008; 2010; 2012; 2013; García-Romero & Vila Camps, 2013; García Romero, 2015; 2016).

Las prácticas zootécnicas que se aplicaran no serán traumáticas, al no estar permitidas en la cría ecológica, el manejo será respetuoso con la integridad física del cerdo, no se realizarán mutilaciones, previniendo al máximo el estrés, con ayuda de remedios homeopáticos (Aconitum y/o Gelselium 7-9 CH). No obstante, tanto por la calidad de producto cárnico como por seguridad animal, dentro de la camada se practicará, con autorización del Organismo de Control: castración física (no química) y corte de dientes, en los primeros días de vida, ya que los receptores sensitivos son inmaduros y las sensaciones son menos intensas y conscientes. En la figura nº 4 se resumen las principales enfermedades en porcino ecológico, su prevención y/o tratamientos.

Figura 4. Enfermedades en porcino orgánico. Prevención y tratamiento. Fuente:Core PIG-HACCP 07-10	
Mortalidad neonatal (aplastamiento)	Cantos sin uso en la zona lactación, de tamaño 2,2 x 2,2 m, y diseño de un nido lechones confortable y atractivo, con Tª 28-30°C
Mortalidad neonatal	No interrumpir ni molestar durante el parto
Diarreas post-destete Susceptibles a Colibacilosis, Salmonelosis, Gastroenteritis, Rotavirus, etc.	Disminuir el estrés ocasionado introduciendo el pienso de entrada a partir de los 15 días de edad, y alargar la lactación hasta los 49 días. Introducción del pienso pausada, no ocasionando problemas gastrointestinales y erosión de las micro vellosidades intestinales. Introducir lacto-suero ecológico, poder antimicrobiano y probiótico. Agua a voluntad y de calidad
Aujeszky	Vacunación obligatoria
Problemas respiratorios	En orgánico es debido principalmente a endotoxinas del ambiente (en convencional por acumulación de gases amoniacales). Control y posible vacunación en caso necesario.
Patologías obstetricias	Asegurar actividad física en las gestantes, dietas sin exceso energía. Asegurar suficiente disponibilidad de agua durante lactación
Coccidia <i>Isoospora suis</i> (enteritis en lechones)	Limpiar el establo con agua a presión (Tª40°C) y dejar vacío sanitario de 7 días
Helminths en reproductoras (<i>Oesophagostomum spp.</i> y <i>Hyostromylus rubidus</i>)	Se transmiten por larvas vivas. Limpiar el establo de dentro hacia fuera, con agua a presión (Tª40°C) y dejar vacío sanitario de 7 días
Endoparasitos (nematodo intestinal) en espacios destinados a engorde (<i>Ascaris suum</i> y <i>Trichuris suis</i>)	También ocasionado por deficiencia de hierro (se dará inyección al nacer) Limpiar el establo de dentro hacia fuera, con agua a presión (Tª40°C) y dejar vacío sanitario de 7 días
Ectoparasitos como la sarna (<i>Sarcoptes demodex</i>) y piojo rojo (<i>Haematopinus suis</i>)	Tratamiento a la piel con tierra diatomea

Figura 4. Enfermedades en porcino orgánico. Prevención y tratamiento. Fuente:Core PIG-HACCP 07-10

Las medidas preventivas de bioseguridad e higiénico-sanitarias en la granja estarán dirigidas a proteger a la unidad ecológica en todo el ciclo productivo, frente a enfermedades infecciosas y patologías endémicas. Las instalaciones se han diseñado para evitar los vientos dominantes y limitar procesos bronconemónicos. Todo el perímetro de la granja estará protegido por una malla cinéctica de 2,0 m de alto, y 1/2 metro anclada al suelo (evitar paso jabalís y otros mamíferos que pudieran transmitir enfermedades). En la entrada a la granja se dispondrá de un vado sanitario con sosa cáustica, para la desinfección de las ruedas de vehículos. Previo a la entrada se instalará el contenedor de cadáveres, para facilitar la recogida sin entrar a las instalaciones (con empresa autorizada). En el recinto se habilitará zona de vestuario y ducha, dónde se situará el material, calzas, monos, ropa del trabajador/es y personal ocasional ajeno a la granja.

Como medida sanitaria importante, el estiércol se retirará después de cada movimiento de lotes para pasar a la zona adecuada de compostaje, alejada de la estabulación. Los establos se limpiarán con agua a 40°C a presión y se desinfectarán con lechada de cal, practicándose un vacío sanitario de 7-10 días. Además, se dispondrá de perro y gato desparasitados para el control de roedores y aves, como medida preventiva en la bioseguridad de la granja. Estas medidas serán complementadas con mallas metálicas en las ventanas, aparatos eléctricos antiinsectos, así como trampas físicas para la captura de roedores.

BIBLIOGRAFÍA

- ARGEMÍ, I. (2015). Conversión de finca agrícola y ganadera de porcino en Avinyó. Trabajo fin de Master Agricultura Ecológica. Universidad de Barcelona.

- EDWARDS, S. (2011). Animal health and welfare in organic pig production. Core Organic Project 1904, Orgprints, Newcastle University, UK.
- FRÜH, B. (2011). Organic pig production in Europe. Health Management in Common Organic Pig Farming. Research Institute of Organic Agriculture, FiBL.
- GARCÍA ROMERO, C. (2008) Fitoterapia en Ganadería Ecológica / Orgánica. Flora medicinal de España y Panamá. Libro. 2ª ed. Editorial Agrícola Española. Madrid. 111 pp
- GARCÍA ROMERO, C. (2010). Plan de salud y control de patologías. Revista de Agricultura y Ganadería SEAE. 2010:24-27.
- GARCÍA ROMERO, C. (2012). Las terapias naturales en ganadería ecológica. Homeopatía veterinaria en ganadería. Revista Agricultura y Ganadería Ecológica SEAE.9: 24-26.
- GARCÍA ROMERO, C. (2016). Homeopatía zootécnica. Revista Agricultura. La revista de la Producció ecològica i l'agroecologia. Manresa. En prensa.
- GARCÍA-ROMERO, C. (2015). "Bienestar Animal en Ganadería Ecológica". Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). Serie ganadería ecológica 80.
- GARCÍA ROMERO, C. & ARGEMÍ, I. (2016). Raza porcina de Vic. Ficha Técnica, Revista de Agricultura y Ganadería SEAE. 23:59.
- GARCÍA-ROMERO, C. & VILA CAMPS, L. (2013). Prevenció sanitària ecològica. Fitxa Tècnica PAE 8, Departament d'Agricultura de Catalunya.
- HANSEN, L.; CLAUDI-MAGNUSSEN, C.; JENSEN, S.K. & ANDERSEN, H.J. (2006). Effect of organic pig production systems on performance and meat quality. Elsevier, Meat Science 74: 605-615.
- MARGETA, V.; TOLUŠIĆ, Z. & KRALIK, I. (2005). Production and economic aspects of conventional pig fattening. Poljoprivreda Agriculture: 1330-7142.
- MAGRAMA (2014). Agricultura ecológica en España, estadística 2013, Madrid.
- MAGRAMA (2015). El sector de la carne de cerdo en cifras. Principales indicadores económicos en 2014. Subdirección General de Productos Ganaderos. Madrid.
- O'Dwyer, G. (2015). Denmark sees growth in organic pork segment. Consultado 10 junio de 2015, des de <http://www.globalmeatnews.com/Industry-Markets/Organic-pork-sees-growth-in-Denmark>.
- TUSÓN, P. (2002). Allotjament per a la porcicultura". Agroicultura 12.

AVANCES SOBRE TERAPIAS ALTERNATIVAS PARA LA GANADERÍA ECOLÓGICA EN ESPAÑA

Núñez M*, García C**

*Consultor y terapeuta; marquetes@hotmail.com

**Cuerpo Nac. Veterinario. SEAE. Toledo; guindalejocarmelo@gmail.com

RESUMEN:

En ganadería ecológica se utilizan las terapias verdes, como la fitoterapia, eficaz para el control de patologías en ganadería ecológica, particularmente ectoparásitos, aunque las dificultades de encontrar aceites esenciales y otras preparaciones limita mucho su uso, siendo por ello más práctica la utilización de la homeopatía para el control/prevenición de las afecciones en la cría ecológica como acreditan los planes homeopáticos puestos en marcha, Sin embargo, el desarrollo de nuevas herramientas terapéuticas así como de una visión más completa de los conceptos de salud y enfermedad proporciona una base, técnica y científica, cuya aplicación en veterinaria y en ganadería ecológica está generando resultados prácticos notables. La trofobiosis nos descubre a la enfermedad como respuesta biológica a una alteración de la composición química normal de los seres vivos, bien por exceso o deficiencia de determinados nutrientes. Un entorno metabólico equilibrado imposibilita la proliferación desproporcionada de agentes con potencial patógeno. La homotoxicosis muestra como la acumulación gradual de sustancias tóxicas en el organismo genera una secuencia progresiva de respuestas biológicas, desde la eliminación e inflamación al aislamiento y degeneración celular irreversible. Las terapias de detoxificación promueven la eliminación de productos tóxicos a través de los emunctorios empleando sales minerales, productos fitoterápicos y homeopáticos. Patología relacionada de Ricke y Terapia Neural, ambas contemplan la patología como disfunción de la sustancia básica intercelular y su expresión a través del Sistema Básico de Pischinger, que la integra funcionalmente con estructuras vasculares, neurológicas y orgánicas en un contexto holístico. La medicina coloidal emplea ciertos metales en disolución coloidal, aumentando de este modo su acción terapéutica al tiempo que las dosis totales administradas son muy inferiores a las consideradas potencialmente tóxicas. Los productos que liberan dióxido de cloro y/o ácido hipocloroso derivados del Clorito de Sodio y del Hipoclorito de Calcio, presentan utilidad terapéutica frente a enfermedades infecciosas y protozoarias mediante la generación de ácido hipocloroso y un efecto oxidativo selectivo y biocompatible, que potencian el sistema inmunitario. Las terapias con esencias florales armonizan patrones emocionales alterados facilitando su retorno a un estado de equilibrio. Las medicinas orientales, abordan todos los aspectos relacionados con la energía vital, así como la interrelación existente entre órganos y vísceras, emociones y elementos del entorno circundante. La kinesiología y la biorresonancia permiten establecer un diálogo entre el organismo y el terapeuta a través de la respuesta celular originada frente a estímulos diversos, permitiendo profundizar en el conocimiento y la resolución de la enfermedad.

Palabras clave: fitoterapia, ganadería ecológica, homeopatía, psiconeuroinmunología, terapias alternativas, terapia neural.

1. INTRODUCCIÓN: CÓMO EL NUEVO PARADIGMA CIENTÍFICO AMPLÍA NUESTRA CONCEPCIÓN DE LA VIDA, LA SALUD, LA ENFERMEDAD, LA PREVENCIÓN Y LA CURACIÓN

Los descubrimientos realizados en las últimas décadas en los campos de la Física, la Biología, la Fisiología y la Genética nos permiten comprender nuevas propiedades inherentes al funcionamiento de los seres vivos y con ello, nos definen nuevos horizontes desde los cuales concebir los conceptos de salud y enfermedad, del mismo modo que nos brindan nuevas metodologías para abordar el proceso preventivo y curativo.

La medicina, actualmente, amplía su perspectiva hacia tres nuevos enfoques interrelacionados: la medicina biorreguladora, la medicina natural y la medicina energética. El presente trabajo compila los aspectos más significativos para comprender estos nuevos enfoques, así como, de forma somera, una introducción básica a algunas herramientas terapéuticas concretas (Fitoterapia, Herbología Tradicional China, Homeopatía, Acupuntura, plata coloidal, productos derivados del dióxido de cloro).

En la presente introducción se describirán someramente algunos de los descubrimientos científicos más significativos que han contribuido al desarrollo de dichos enfoques. La segunda parte del trabajo describe los fundamentos de algunos de los planteamientos y estrategias terapéuticos más relevantes surgidos desde esta concepción de la medicina.

a) DEL PARADIGMA MECANICISTA AL PARADIGMA CUÁNTICO

La física mecanicista, concebida por Isaac Newton, describe la dinámica de un sistema como el resultado predecible de la suma de la aportación de diferentes elementos aislados, concibiendo a éstos como piezas de una gigantesca máquina. Este modelo de pensamiento es capaz de explicar, hasta cierto punto, el funcionamiento de los denominados sistemas cerrados, que son sistemas artificiales, creados por el hombre, aislados de su entorno y aislados de interacciones complejas entre sus elementos, sistemas de vida efímera, que pierden energía y generan deshechos inservibles, incapaces de perpetuarse, en los cuales la entropía (desorden) aumenta a lo largo del tiempo.

Sin embargo, la actividad biológica se rige por sistemas cuyas dinámicas presentan resultados impredecibles y diversos que Isaac Newton nunca pudo explicar. En los sistemas vivos no existen elementos aislados, la vida es un sistema abierto, una suma compleja, flexible, de resultados siempre diversos e indeterminados, de multitud de efectos e interacciones, integrados en ciclos de retroalimentación en diferentes escalas de un espacio y un tiempo no lineales, en los que está permanentemente presente la información y la influencia de todo el universo. La actividad biológica no produce deshechos, sino materiales o energía útiles para otros elementos constitutivos de la vida, en un inabarcable ciclo de interacción mutua, perpetuándose y manteniendo e incluso disminuyendo su grado de entropía a lo largo del tiempo.

b) DEL PARADIGMA DE LA SELECCIÓN NATURAL A LA BIOLOGÍA DE LAS RELACIONES

Ampliando la visión darwinista de la naturaleza, donde ésta es concebida como un gigantesco sistema cuya evolución se ordena mediante la constante competencia por la supervivencia del más apto, orquestada a través del proceso de selección natural, la evolución del pensamiento biológico constata cada vez más una visión complementaria en la cual la vida se afianza a través de un balance positivo de relaciones de cooperación e intercambio, generando, en un continuo proceso evolutivo colectivo, niveles cada vez más complejos de organización y adaptación. Así, cada organismo se configura como un sistema biológico de alta complejidad.

c) BIOCIBERNÉTICA

La cibernética es la ciencia que estudia el control de la información a través del análisis del funcionamiento de los circuitos reguladores, los cuales pueden funcionar con o sin retroalimentación, es decir, con o sin la capacidad de modificar su respuesta ante la reiteración, pudiendo ser la retroalimentación positiva (la reiteración conduce a un aumento de intensidad de respuesta) o negativa (la reiteración conduce a una disminución de intensidad de respuesta o al bloqueo de la misma).

Los sistemas de retroalimentación negativa permiten mantener la estabilidad bajo condiciones específicas, pero muestran una reducida capacidad de adaptación frente al cambio. Los sistemas de retroalimentación positiva permiten desestabilizar un estado de orden así como el desarrollo de nuevos estados de orden dinámicos, es decir, inestables, pero con gran capacidad de adaptación. Los circuitos reguladores se integran en sistemas cuya funcionalidad global puede pasar de un estado de retroalimentación negativa a otra positiva y viceversa, lo que se denomina capacidad oscilatoria, una cualidad inherente a los mecanismos de regulación.

d) EL SISTEMA BÁSICO Y LA EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE PATOLOGÍA CELULAR

Pischinger y Heine estudian el medio extracelular describiendo una red de polímeros complejos glucoproteicos, agua, iones y otros elementos, distribuidos mediante un patrón de distribución estructurado, rodeando

a las células y contribuyendo a generar una estructura de soporte, nutrición, depuración y transmisión de información para las mismas, posibilitando la organización tisular. Dicha estructura se denominó matriz o sustancia básica, y a su integración junto a los componentes celulares, humorales y nerviosos, sistema básico. Por último, se denominó regulación básica a la integración de los sistemas de regulación local del sistema básico junto a los sistemas de regulación superior mediados a por el sistema nervioso y sustancias humorales y hormonales. El funcionamiento del sistema básico permite una interconexión entre todas las células del organismo, poseyendo la sustancia básica una capacidad autónoma de almacenamiento y transmisión de información.

Con la frecuencia electromagnética adecuada, el sistema básico al completo puede reaccionar rápidamente como un todo a modo de estructura disipativa, generando un cambio estructural, lo que puede suceder como respuesta a cantidades mínimas de energía cuando ésta se aplica en puntos determinados. Ciertos estímulos son capaces de provocar un campo interferente, es decir, despolarizaciones en cadena cuya vibración electromagnética resultante tiene grandes efectos en el sistema básico, desestabilizando los circuitos reguladores.

Un sistema básico con funcionalidad normal reacciona a los diferentes estímulos de forma total e inespecífica, independientemente de la naturaleza del estímulo, mediante un patrón típico de reacción de alarma, en el que se suceden una fase de reacción, típicamente simpática, una de reposo, típicamente parasimpática y una fase de convalecencia que reproduce gradualmente, de forma cada vez más atenuada, las dos fases anteriores a lo largo del tiempo. Una sobrecarga del sistema básico bloquea sus sistemas de regulación autónoma y su capacidad de reaccionar ante otros mecanismos reguladores y estímulos y puede bloquear la expresión de la fase de alarma o mantener ésta estacionariamente en la fase de reacción o en la de reposo, obligando al organismo a un sobre esfuerzo compensatorio continuo que puede llevarle a un estado de adaptación o a un estado de agotamiento tras un cierto periodo de resistencia.

Previamente a la descripción del sistema básico, la patología celular fue estudiada por Virchow, desde el paradigma mecanicista, tratando de establecer relaciones lineales de causa-efecto entre la célula y determinados factores que afectan a su salud o enfermedad, lo cual permitió la comprensión general de la patología aguda. Sin embargo, para poder integrar el componente multifactorial de la enfermedad crónica, ha sido necesaria una visión no lineal, desde la óptica de la física moderna y la biocibernética, que ha desembocado en una interpretación dinámica denominada la "patología relacionada de Ricker.

e) LA PATOLOGÍA NEURAL DE SPERANSKI Y LOS NUEVOS DESCUBRIMIENTOS RELATIVOS AL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO Y SU RELACIÓN CON EL DOLOR.

Speranski, a través del estudio del sistema nervioso, descubre la profunda implicación de éste en la regulación de todos los procesos orgánicos. Pudo evidenciar el control ejercido sobre las reacciones celulares y sobre los circuitos reguladores humorales y bioquímicos, describiendo cómo el sistema nervioso reacciona de forma integral, como un todo, archivando información durante largos periodos de tiempo, sobre la que se adicionan las nuevas informaciones, expresándose o no reacciones (respuestas) en un mecanismo dependiente de la información previa almacenada. Dichas reacciones se desencadenan de un modo sorprendente, en relación a la cantidad (intensidad y duración) del estímulo recibido, sin que la naturaleza de éste (físico, químico, agente infeccioso, etc.) parezca ser determinante.

Cualquier parte del sistema nervioso central o periférico puede convertirse, así, en el punto de partida tanto de procesos patológicos como sanadores, de tal modo que un determinado lugar del sistema nervioso puede convertirse en un campo interferente emisor de impulsos mínimos patológicos capaces de producir un tono alterado que afecta a la totalidad del organismo, desarrollándose la enfermedad, ante una nueva sobrecarga, en cualquier parte del mismo. También puede suceder que una enfermedad se desarrolle como una perturbación autónoma independiente de un campo interferente, en función del umbral de excitación individual y la duración del estímulo patológico.

f) EL SER VIVO. PERSPECTIVAS EVOLUTIVAS Y NUEVAS CONCEPCIONES ANATOMOFISIOLÓGICAS.

La visión científica y la concepción de diversas culturas humanas coinciden en que el ser vivo se expresa como una compleja configuración de energía y materia (en última instancia, energía en diferentes estados de agregación), de identidad (potencial, Yin) e interacción (acción, Yang). Desde esta visión, el ser es en sí mismo y en relación con su entorno en un todo inseparable, constituyendo esta interconexión la esencia del enfoque holístico.

El ser vivo, como ente material, es la consecuencia de un proceso evolutivo cuya historia llega hasta él a través del material genético del que procede (Ser filogénico). Dicho proceso evolutivo se representa en las diferentes fases del desarrollo fetal y de algún modo, establece tres dimensiones materiales del ser, la endodérmica o asimilativa, la mesodérmica o dinámica y la ectodérmica o relacional, cada una de las cuales se integra en el ser vivo con su propia biocoherencia, es decir, con su propia capacidad funcional independiente, con su propio sistema de nutrición y excreción y su propio sistema nervioso, interaccionando e integrándose funcionalmente, al mismo tiempo, con el resto de hojas embrionarias y la totalidad del ser vivo. El ser vivo también es consecuencia de su interacción con el universo, en un proceso de configuración mutua (Ser ontogénico). Así mismo, el ser vivo se expresa como un depósito y biofábrica de elementos y sustancias químicas (ser químico), configurando una estructura física capaz de metabolizar, percibir e interaccionar de un modo complejo con su entorno (expresiones anatómica, metabólica y sensitiva del ser) al tiempo que se integra en una estructura funcional junto a otros seres vivos (ser comunitario).

En íntima imbricación con el plano material, existe una expresión energética, animada, característica del ser vivo (ser energético), junto a su modo particular de estar y ser en relación al mundo en todo momento (ser emocional/mental/espiritual). Los descubrimientos científicos realizados en las últimas décadas permiten demostrar la existencia de una anatomía energética, cuya descripción y alteraciones patológicas asociadas han sido observadas y descritas hace varios miles de años especialmente por las tradiciones sanadoras de las culturas orientales (China, Tíbet, India y Japón), las cuales, a través de técnicas como la acupuntura, la acupresura, la auriculoterapia y la herbología, han sido capaces de obtener importantes resultados terapéuticos en numerosas patologías, en muchos casos logrando efectos que no están al alcance de la terapéutica alopatía convencional.

g) UNA APROXIMACIÓN A LA ENFERMEDAD DESDE SU NATURALEZA QUÍMICA. TEORÍA DE LA TROFOBIOISIS, QUIMIODIVERSIDAD, ACTIVIDAD BIOLÓGICA Y TRANSMUTACIÓN BIOLÓGICA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS.

Francis Chaboussou, en la década de 1970, descubre como numerosos insectos, arácnidos, nematodos, protozoos, hongos, bacterias y virus causantes de enfermedades cuentan con equipamientos enzimáticos muy rudimentarios que les obligan a obtener energía de nutrientes solubles, fundamentalmente aminoácidos y azúcares sencillos presentes en el plasma sanguíneo, en el caso de los vertebrados y en la savia, en el caso de las plantas. Este hecho les confiere un singular papel en la regulación de las poblaciones y los ciclos de vida en los ecosistemas, en los cuales, de forma natural, los niveles de sustancias solubles en savia o plasma sanguíneo son más elevados en los tejidos, bien seniles o bien sujetos a importantes restricciones ambientales, en los cuales existe una importante alteración de su capacidad metabólica normal. De este modo, la presencia de un desequilibrio entre absorción y metabolización de nutrientes es detectada por los sistemas sensoriales de microorganismos y parásitos, los cuales acuden a alimentarse en los animales y plantas afectados, siendo éste desequilibrio el origen de numerosas enfermedades epidémicas y plagas.

Desde la perspectiva de Francis Chaboussou, la salud se mantiene mientras el balance entre absorción y síntesis es equilibrado. Las plantas alimentadas con un exceso de nutrientes que no pueden asimilar o que crecen en condiciones anormales de temperatura o iluminación serán altamente susceptibles al ataque de enfermedades criptogámicas, del mismo modo que, en el caso de sus tejidos seniles, el proceso de descomposición se inicia al alterarse dicho balance. En el caso de los vertebrados, dicha situación se produce habitualmente ante una alimentación antifisiológica, un entorno estresante o la propia senilidad.

Complementariamente, la absorción y metabolización de nutrientes es regulada a través de la presencia de una gran diversidad de elementos químicos, cuyos excesos o carencias relativos alteran el equilibrio entre

absorción y síntesis. Desde una perspectiva ecosistémica, la diversidad química es fundamental para el sustento de la diversidad biológica y ésta, esencial en el proceso de conservación, transporte y diseminación de los elementos químicos en la naturaleza. De este modo, la adecuada funcionalidad global de los ecosistemas es esencial para el correcto mantenimiento de la quimiodiversidad. Junto a la acción de las dinámicas geoclimáticas, los vientos y las corrientes marinas, la actividad biológica y los desplazamientos y movimientos migratorios de los seres vivos y sus productos metabólicos son fundamentales para la conservación del abastecimiento continuado de nutrientes químicos en los ecosistemas.

En el escenario actual, dominado por la deforestación, la roturación de tierras y la escasa diversidad de cultivos, los suelos se empobrecen, perdiendo sus contenidos en numerosos iones cuya labilidad favorece el que sean arrastrados mediante la lixiviación. Al no ser recaptados dichos iones por medio de la acción combinada de un tapiz diverso de especies de plantas herbáceas y subarborescentes, cada una de ellas especializada en la absorción y movilización de ciertos tipos de nutrientes químicos presentes en el suelo, junto con las raíces de árboles y arbustos y los hongos y micorrizas asociados a éstas, capaces de recuperar los nutrientes lixiviados en el subsuelo profundo e incluso en las inmediaciones de los mantos freáticos y acuíferos, donde se forma un estrato rico en sales minerales procedentes del lavado edáfico, simplemente, dichos iones se almacenan fuera del alcance de los seres vivos. Del mismo modo, la obstaculización de fenómenos cíclicos como las inundaciones de los márgenes de los ríos o las grandes migraciones de mamíferos, aves, peces e insectos altera la distribución del ciclo de nutrientes químicos en numerosas regiones. Las consecuencias de todo este fenómeno global de alteración se expresan, en la cadena trófica, como alteraciones del crecimiento, plagas y enfermedades que afectan, en primer lugar, a los organismos fotosintetizadores y, subsidiariamente, a los gremios de organismos herbívoros, depredadores, omnívoros, carroñeros y descomponedores, entre los cuales se encuentran el ser humano y los animales domésticos.

En las dinámicas de disponibilidad de nutrientes, sin embargo, existen dos aspectos fundamentales a tener en cuenta para comprender la presencia de determinadas carencias en casos concretos y ambos, una vez más, involucran a la biodiversidad y su funcionalidad ecosistémica. Por una parte, el uso indiscriminado de agrotóxicos y la generalización de paisajes de escasa diversidad vegetal originan una gran disminución en la actividad biológica edáfica, afectando profusamente a la composición y extensión de las poblaciones de micro, meso y macrofauna edáfica y, con ellas, a las funciones esenciales que desarrollan sobre los suelos, entre las cuales se encuentran las de desbloquear y solubilizar nutrientes minerales para que puedan estar disponibles para el crecimiento de los seres vivos y el hecho de contribuir a la formación de los agregados estables del suelo, los cuales permiten aminorar los efectos de la lixiviación en el lavado de nutrientes.

La segunda acción, inherente a la actividad biológica, es el hecho de que, en el seno de las matrices celulares de los organismos vivos se produce la transformación de unos elementos químicos en otros, hecho cuya demostración científica y, al menos, mecanismos básicos de funcionamiento, si bien no su naturaleza última, fueron demostrados científicamente por los trabajos del francés Louis Kervran durante los años 1950 a 1970. Este hecho puede dar una explicación razonable a numerosos fenómenos observables en la naturaleza, tales como la recuperación de la fertilidad de las tierras agrícolas cuando éstas se dejan, por algunos años, cubiertas de vegetación herbácea espontánea.

Como síntesis del presente apartado, cabe destacar, en lo esencial, el hecho de que del equilibrio en la composición química de los alimentos depende la salud de todos los seres vivos y que dicho equilibrio se logra configurando paisajes que permitan una elevada expresión de la actividad biológica.

2. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA MEDICINA REGULADORA

El origen y el desarrollo de un estado patológico, ambos, se ubican en algún punto de la secuencia:

INFORMACIÓN AUTORREGULACIÓN FUNCIÓN ESTRUCTURA.

Una información patógena o una alteración del flujo de información genera una alteración en los mecanismos

de autorregulación, que, de no corregirse, desencadena una perturbación de la función celular y tisular. De persistir el estado patológico, la alteración funcional degenera en una alteración estructural, con destrucción de tejido así como una posterior respuesta reparadora y cicatricial.

La medicina convencional ha centrado su intención terapéutica actuando sobre los aspectos relacionados con la función y estructura, con resultados incuestionables en los procesos patológicos agudos, pero únicamente ha conseguido abordar una terapéutica sintomática, paliativa, en el abordaje de la enfermedad crónica. La visión de la medicina reguladora trata de equilibrar todos los procesos orgánicos actuando en los niveles previos a la manifestación funcional y estructural, favoreciendo, a través de pequeños estímulos (información), los procesos de autorregulación y autocuración del organismo. Las medicinas convencional y reguladora son complementarias, ya que actúan sobre dianas diferentes en relación a la enfermedad.

3. LOS 4 PRINCIPIOS DE LA MEDICINA NATURAL

a) VIS MEDICATRIX NATURAE: LA NATURALEZA TIENE PODER DE AUTO-SANACIÓN

Los seres vivos poseen múltiples mecanismos reguladores destinados a mantener y recuperar la integridad vital, en todas las escalas, desde el átomo a la célula, el individuo, su especie, la comunidad de seres vivos asociada y toda la biosfera. Este hecho es la base del Vitalismo, paradigma que se centra en la visión de la vida y cuya base se sustenta en el concepto de fuerza vital inteligente como fenómeno que relaciona la totalidad del mundo vivo.

b) PRIMUN NON NOCERE: LO PRIMERO, NO DAÑAR

La medicina natural supera la visión del tratamiento sintomático, buscando estimular la vitalidad del individuo, tratando de emplear estrategias terapéuticas que integran las siguientes propiedades:

- Empleo de sustancias naturales, con las que el organismo ha coevolucionado
- Evitar generar toxicidad y efectos secundarios adversos
- Evitar bloquear los fenómenos naturales de sanación, apoyando su regulación y diversificación
- Fomentar la curación mediante un proceso que integra un cambio de estado, regulando que el mismo se produzca a un ritmo asimilable para el paciente.
- El proceso de enfermedad y sanación es individual y único

Cuadro 1: estrategias terapéuticas basadas en el principio Primum Non Nocere

c) TOLLE CAUSAM: IDENTIFICAR Y TRATAR LA CAUSA

Los síntomas no son la causa, sino el modo en que el cuerpo nos muestra un conflicto que intenta solucionar. Todo síntoma tiene una función. La causa, con frecuencia, es múltiple, comprendida desde una visión amplia, que integra en el proceso las dimensiones del ciclo biológico (fase de la vida, aspiraciones biológicas), el estado emocional-mental (condicionamientos, creencias, bloqueos, frustraciones, conflictos, pérdidas...), el físico (condición física, presencia de inflamación o lesión, alteraciones posturales o de patrón de movimiento, etc.), el químico (microorganismos, toxinas, carencias nutricionales, etc.) y el energético (geopatías, campos interferentes, etc.).

d) DOCERE: ENSEÑAR

Toda sanación requiere de un aprendizaje, necesario para conseguir una adecuada adaptación. Todo

síntoma es una respuesta frente al bloqueo consciente o inconsciente de un cambio demandado por el organismo. La sanación requiere la participación del individuo en su propio proceso curativo.

4. TEORÍA DE LA HOMOTOXICOLOGÍA

En 1955, el médico Hans-Heinrich Reckeweg, creó el concepto de homotoxicología, la ciencia que estudia el efecto fisiológico de las toxinas que afectan al ser humano. Según Reckeweg, la enfermedad es la expresión de la lucha del organismo frente a las toxinas o el resultado de daños tóxicos que el organismo intenta compensar para restablecer, en lo posible, la homeostasis. Reckeweg afirmó que el organismo se comporta como un sistema organizado en el que existe un continuo flujo de energía y sustancias, en el cual las sustancias saludables no alteran su equilibrio, pero sí las toxinas, generando una reacción defensiva que se manifiesta en forma de enfermedad, cuya sintomatología asociada se puede integrar en 6 fases:

FASES DE LA REACCIÓN DE DEFENSA ANTITÓXICA	
FASE	FUNCIONALIDAD
1 EXCRECIÓN	Eliminación fisiológica de productos a través de los tejidos
2 REACCIÓN (INFLAMACIÓN)	Aumento patológico de la eliminación de productos a través de los tejidos Puede acompañarse de fiebre, inflamación y dolor.
3 DEPOSICIÓN	Creación de depósitos de tipo benigno. Síntomas secundarios por conflicto de espacio/exceso de peso
↑ Intoxicación extracelular CORTE BIOLÓGICO ↓ Intoxicación intracelular	
4 IMPREGNACIÓN	Fase latente en la que las toxinas penetran en la célula Alteración de la estructura celular y sus sistemas enzimáticos Creación de locus minorisresistentiae (zonas de menor resistencia tisular)
5 DEGENERACIÓN	Dstrucción de estructuras celulares y cúmulo de productos de degeneración Síntomas de trastornos orgánicos y discrasias
6 NEOPLASIA (DESDFERENCIACIÓN)	Formación de carcinoma, como estructura que concentra las toxinas, en un último intento de mantener la vida el mayor tiempo posible.
1 y 2: fases humorales, 3 y 4: fases matriciales, 5 y 6: fases celulares	

Cuadro 2: fases de reacción de la defensa antitóxica

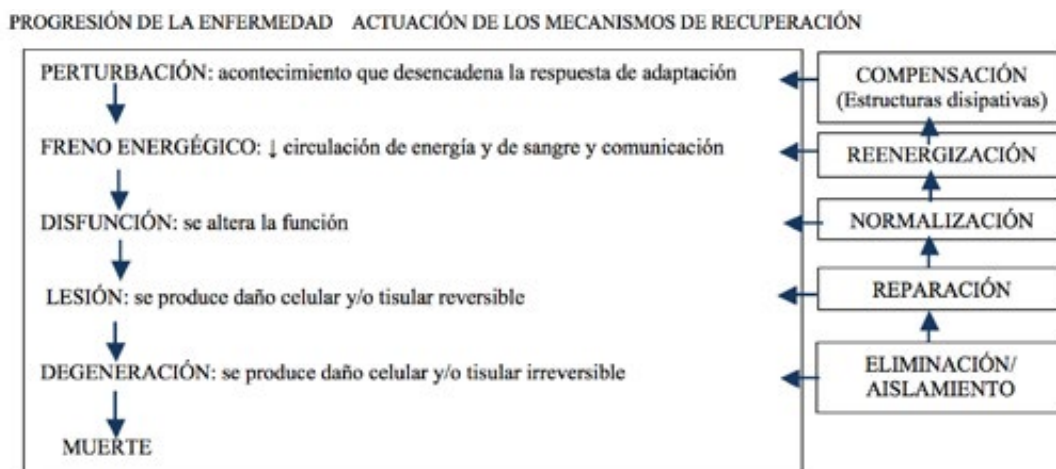
En las 3 primeras fases de la reacción de defensa prevalece el principio de excreción, no sufriendose daños enzimáticos. Dichas fases tienden hacia la curación espontánea. En las fases 4 a 6 predomina el principio de condensación, produciéndose alteraciones enzimáticas. Estas fases se caracterizan por una tendencia constante hacia la degeneración. Se denomina corte biológico al punto en que el organismo pasa de la fase 3 (deposición) a la fase 4 (impregnación).

Desde la perspectiva de la homotoxicología cobra una especial relevancia el principio naturopático "Primum non nocere (lo primero, no hacer daño)", en el sentido de no añadir una carga tóxica adicional al animal enfermo a través del tratamiento aplicado, la cual puede agravar las consecuencias de la enfermedad. Al mismo tiempo, también se revisa el abordaje terapéutico, en relación a la no conveniencia de la supresión de aquellos síntomas que permiten al organismo la eliminación de la carga toxémica, estableciéndose como objetivo terapéutico la regulación de la intensidad de los mismos o el favorecimiento de la eliminación a través de otros mecanismos fisiológicos disponibles para permitir la depuración del organismo sin generar efectos nocivos para la salud del paciente.

5. LA SECUENCIA EVOLUTIVA DE LA ENFERMEDAD Y LA ACTUACIÓN DE LOS MECANISMOS ORGÁNICOS DE RECUPERACIÓN

La enfermedad sigue un orden de progresión/evolución característico, acompañándose del intento del organismo, a través de los mecanismos de recuperación, de devolver nuevamente al mismo al estado de homeostasis.

Los procesos más característicos de ambos fenómenos se resumen a continuación en el cuadro nº 3.



Cuadro 3: fases de progresión de la enfermedad y mecanismos de recuperación

6. INTRODUCCIÓN A LAS PRINCIPALES HERRAMIENTAS TERAPÉUTICAS EMPLEADAS EN MEDICINA BIOREGULADORA, NATURAL Y ENERGÉTICA CON UTILIDAD POTENCIAL EN GANADERÍA ECOLÓGICA.

6.1. FITOTERAPIA

a) SUSTANCIAS TERAPÉUTICAS PRODUCIDAS POR LAS PLANTAS

Las plantas producen, a partir de los productos sintetizados en el metabolismo primario (proteínas, ácidos grasos y carbohidratos), metabolitos secundarios como respuesta al estrés ambiental, los cuales poseen funciones que facilitan la adaptación de las plantas a su medio, así como un efecto terapéutico o tóxico para los organismos que los consumen. El cuadro nº 4 resume las sustancias fitoterápicas y su espectro funcional:

PRINCIPALES GRUPOS DE SUSTANCIAS FITOTERÁPICAS Y SU ESPECTRO FUNCIONAL	
GRUPO DE SUSTANCIAS	FUNCIONES TERAPÉUTICAS
CARBOHIDRATOS	Función laxante y diurética suave (azúcares sencillos, celulosa, inulina) Protección de mucosas (mucilagos)
GRASAS	Emoliente, colagoga, laxante. Regulador del colesterol en sangre (ácidos grasos insaturados)
PROTEÍNAS Y AMINOÁCIDOS	Enzimas (acción digestiva, antiinflamatoria, cicatrizante, antihelmíntica) Antiinfecciosa, antihelmíntica, diurética, expectorante, protectora vascular, vasodilatadora, hipotensora, antitumoral.
ACEITES ESENCIALES (MONOTERPENOS Y SESQUITERPENOS)	Insecticida, antiséptica, antimicrobiana, antihelmíntica, tónico amargo, digestiva, anticongestiva pulmonar, expectorante, antiséptica, antiinflamatoria, sedante, relajante, protección cutánea, espasmolítico, relajante de la musculatura lisa.
TRITERPENOS Y ESTEROIDES	Saponinas, escinas, cumarinas, etc. Acción antiinflamatoria, expectorante, estimulante de secreción traqueo-bronquial, antiulcerosa en mucosa gástrica, antiespasmódica, antialérgica.
FENOLES Y ÁCIDOS FENÓLICOS	Antipirética, antiséptica, antiinflamatoria de vías urinarias, antioxidante, hepatoprotectora, diurética, colerética, inmunoestimulante, antiedematosa, analgésica.
FLAVONOIDES	Antiinflamatoria, antihistamínica, protectora vascular, antioxidante, antiviral, hepatoprotectora, antisecretora gástrica.
TANINOS	Astringente, cicatrizante, antidiarreica, antiperistáltica, quelante de alcaloides y metales pesados.
QUINONAS Y ANTRAQUINONAS	Antibacteriana, fungicida, laxante, purgante, cicatrizante, antiinflamatoria, bacteriostática.
ALCALOIDES	Tóxica, estimulante, depresora, bloqueante del sistema nervioso vegetativo, antiparasitaria, espasmolítica.

Cuadro 4. Principales grupos de sustancias fitoterápicas y su espectro funcional

b) PRINCIPALES FORMAS DE PRESENTACIÓN DE LOS PREPARADOS FITOTERÁPICOS

La aplicación de plantas o preparados derivados de éstas permite abordar el tratamiento de numerosas patologías así como complementar secundariamente la acción de otros tratamientos principales. Los preparados fitoterápicos pueden emplearse en formas de aplicación muy diversas, generando una amplia gama de efectos terapéuticos, en conjunción con otros elementos no vegetales, los cuales permiten modular aspectos como la dilución de los principios activos, la velocidad de la absorción o la intensidad del efecto terapéutico.

El cuadro nº 5 resume las principales formas de presentación de los preparados fitoterápicos:

PRINCIPALES FORMAS DE PRESENTACIÓN DE PREPARADOS FITOTERÁPICOS EN MEDICINA AVIAR	
FORMA DE PRESENTACIÓN	DEFINICIÓN
PULPA	Planta húmeda triturada
POLVO	Planta seca molida
POLVO MICRONIZADO	Polvo obtenido en molino micronizador, de forma redonda, aproximadamente 9 veces más fino que el polvo convencional que permite una mayor exposición de los principios activos en relación a la superficie de la partícula.
COMPRIMIDO	Forma farmacéutica sólida, en forma de pastilla, con una cantidad definida de principios medicamentosos, obtenida mediante compresión de los mismos, bien solos o con la adición de diversos agentes coadyuvantes.
GRÁGEA	Forma farmacéutica sólida, en forma de pastilla, rodeada por una cubierta azucarada
CÁPSULA	Forma farmacéutica sólida que integra el medicamento, en cantidad conocida, en un envase inerte, generalmente de gelatina,
CÁPSULA GASTRORESISTENTE	Cápsula que permite que el medicamento no sea degradado por los jugos gástricos a su paso por el estómago.
ZUMO	Planta o fruto exprimidos
JUGO	Planta o fruta licuados
MACERADO	Extracción de sustancias fitoterápicas al depositar planta o partes de ésta en agua a temperatura ambiente y dejar reposar al menos 12 horas.
INFUSIÓN	Extracción de sustancias fitoterápicas añadiendo la planta en agua hirviendo, apagando el fuego y dejando reposar unos minutos.
DECOCCIÓN	Extracción de sustancias fitoterápicas añadiendo la planta en agua hirviendo y dejando cocer en ebullición un tiempo determinado.
TINTURA MADRE	Maceración y posterior prensado de la planta o partes de ésta en alcohol
EXTRACTO SECO	Residuo seco de un proceso de extracción en agua o alcohol, una vez evaporados éstos
EXTRACTO FLUÍDO	Concentración de un extracto líquido por evaporación de éste
EXTRACTO ACUOSO	Maceración y posterior prensado de la planta o partes de ésta en agua
ACEITE	Maceración de la planta o partes de ésta en aceite, frecuentemente expuesto al sol y volteado dos veces al día hasta que los principios activos pasan a éste.
EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO	Maceración y posterior prensado de la planta o partes de ésta en alcohol y dilución posterior de la tintura madre en agua
EXTRACTO GLICERINADO	Maceración y posterior prensado de la planta o partes de ésta en glicerina
ACEITE ESENCIAL	Extracción de aceite mediante cocción de planta en agua y destilación en alambique
UNGUENTO	Mezcla de sustancias terapéuticas en base oleosa, grasa y/o resinosa sin fase acuosa
POMADA	Mezcla de sustancias terapéuticas con integración de base acuosa en porcentaje inferior al 40%
CERATO	Mezcla de sustancias terapéuticas en preparado con porcentaje de cera de abeja superior al 20%
CREMA	Mezcla de sustancias terapéuticas con integración de base acuosa en porcentaje superior al 40%
CATAPLASMA	Dispensación de preparado vegetal (hojas crudas, jugos, decocciones, infusiones, etc.) empapando un paño de fibra natural porosa doblado a modo de compresa gruesa que se coloca sobre la zona afectada.

Cuadro 5. Principales formas de presentación de preparados fitoterápicos

c) EMPLEO EN GANADERÍA ECOLÓGICA

El empleo de la fitoterapia en ganadería ecológica presenta numerosas aplicaciones tanto en el ámbito clínico como en la prevención y adecuado manejo de las cabañas ganaderas. En ganadería ecológica, al menos tanto como una aplicación clínica intencionada de los preparados fitoterápicos, tiene especial sentido

fomentar paisajes que preserven una importante diversidad de flora medicinal así como animales que, debido a su adecuada integración en el medio, sean capaces de alimentarse instintivamente de las diferentes especies botánicas con fines preventivos y curativos.

6.2. HERBOLOGÍA TRADICIONAL CHINA Y ACUPUNTURA

Ambas disciplinas se emplean a partir del diagnóstico de síndromes siguiendo los principios de la Medicina Tradicional China, cuya concepción de la enfermedad integra profundamente los desbalances en la circulación energética, la producción de frío o calor y el efecto de materias obstructivas que bloquean la circulación de sangre, linfa, energía y líquidos orgánicos.

A través de la Medicina Tradicional China se contempla, fundamentalmente, un diagnóstico funcional, dinámico, siendo el diagnóstico etiológico secundario. A la hora de plantear un tratamiento, la base fundamental persigue el restablecimiento de la normalidad fisiológica, independientemente de que sean empleados medicamentos adicionales con finalidad específica en el caso de enfermedades causadas por microorganismos o parásitos. Los sistemas de diagnóstico según los principios de la Medicina Tradicional China permiten tener una imagen muy nítida del alcance de los fenómenos patológicos en el organismo, facilitando considerablemente la elección de los objetivos terapéuticos.

La Herbología Tradicional China compila el uso clínico de más de 5.000 sustancias de procedencia vegetal, animal y mineral, sobre las cuales existe, actualmente, un vasto conocimiento práctico y científico, fruto de su aplicación y estudio sistemático durante más de 30 siglos. Como tal, esta fuente de conocimiento supone, a nivel mundial, probablemente, el mayor compendio de conocimiento práctico y teórico existente en el ámbito de la fitoterapia. En la actualidad, diversas casas comerciales distribuyen una amplia gama de fórmulas herbales específicas para el tratamiento de los principales síndromes que afectan a los animales de compañía y a la ganadería, junto con detallados manuales técnicos y cursos de especialización de gran calidad.

La Acupuntura, así mismo, es empleada con o sin la complementación de la Herbología Tradicional China en el tratamiento de numerosas patologías animales. Ambas disciplinas, cuyo empleo es frecuentemente útil incluso en situaciones en las que el diagnóstico etiológico se retrasa o no llega a completarse, basan su actuación en fundamentos que presentan una gran analogía con los postulados de las medicinas natural, biorreguladora y energética, integrándose totalmente en ellas. Su potencial en el contexto de la producción ganadera ecológica es incuestionable.

6.3. HOMEOPATÍA

a) CONCEPTO DE HOMEOPATÍA Y MEDICAMENTO HOMEOPÁTICO

Se denomina homeopatía a un método curativo que se fundamenta en la aplicación de cantidades infinitesimales de sustancias que, si se aplicaran en grandes proporciones a un individuo sano, producirían los mismos síntomas que se pretenden combatir.

Una sustancia medicamentosa puede denominarse un remedio homeopático cuando ha pasado por los procesos de dilución y dinamización.

El proceso de dinamización consiste en realizar una sucusión (agitación concienzuda durante un minuto o entre 20 y 200 veces) en cada una de las diluciones del medicamento homeopático, basándose en la evidencia física de que, en cada agitación, la solución homeopática libera su patrón energético onda-partícula característico a las moléculas de agua, que integran y propagan dicha información. En cada dilución, el remedio homeopático presentará cada vez menos materia y más información. La información presente en el remedio homeopático establece resonancia con la información del paciente enfermo estimulando los mecanismos de autocuración.

b) EL MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS REMEDIOS HOMEOPÁTICOS

b.1. PRINCIPIO DE LA SIMILITUD

Samuel Hahnemann (1755), tras comprobar que la chinchona peruana, medicamento empleado para combatir la malaria, provocaba en él mismo, un sujeto sano, los mismos síntomas que la enfermedad, acuñó el principio central de la homeopatía "similis similibus curantur" (lo semejante cura lo semejante). Sus investigaciones le llevaron a comprobar dicho principio en relación a multitud de sustancias, de tal modo que, la sustancia que genera, en un individuo sano, en dosis alopáticas, una determinada sintomatología, puede emplearse en diluciones infinitesimales en un individuo enfermo para tratar idéntica sintomatología.

b.2. EVIDENCIAS EMPÍRICAS Y CIENTÍFICAS DE LA HOMEOPATÍA

El modo de acción de los medicamentos homeopáticos aún no está suficientemente explicado de forma científica, si bien su eficacia se confirma empíricamente tanto en patología humana, como en patología animal y vegetal. Los siguientes hechos demostrados científicamente sugieren la eficacia y modos de actuación de los medicamentos homeopáticos:

- Diversos experimentos confirman que las diluciones homeopáticas, incluso las muy altas, desempeñan una actividad biológica o física detectable, medible y reproducible.
- La actividad de diferentes hormonas en el organismo humano se desarrolla mediante diluciones infinitesimales.
- Trabajos efectuados en termoluminiscencia demuestran una modificación de la estructura física de las diluciones homeopáticas de cloruro de litio y de cloruro de sodio en relación a las de su solvente, sugiriendo que las propiedades de los medicamentos homeopáticos, no explicables por su composición química, podrían tener relación con su estructura molecular.
- Ciertas neuronas hipotálamicas responden a la administración oral de medicinas homeopáticas potenciadas, estableciendo una regulación específica sobre ciertos órganos y desencadenando efectos estimulantes sobre los mecanismos de reparación de cromosomas y otros parámetros.
- El efecto de una radical libre puede ser evitado y ser rectificado por tratamiento homeopático conjuntamente con una dieta y un régimen.
- Los resultados de numerosos ensayos clínicos prueban la eficacia de remedios homeopáticos en eliminar síntomas de enfermedad.

6.4. TRATAMIENTOS CON PLATA COLOIDAL

a) ¿QUÉ ES LA PLATA COLOIDAL?

En un estado coloidal, una o varias sustancias, en forma de partículas de tamaño minúsculo (0.01 a 0.001 micrones de diámetro), en una mezcla dinámica de estados iónico y atómico, pueden hallarse en suspensión estable en una solución acuosa, sin sedimentarse ni adherirse a superficies, debido a que las fuerzas eléctricas que emiten dichas sustancias contrarrestan la fuerza de atracción gravitatoria, lo cual las dota de un característico patrón de movimiento continuo denominado movimiento browniano. El estado coloidal favorece el transporte de sustancias a través de redes capilares y compartimentos intercelulares e intracelulares.

La plata coloidal se obtiene por electrolisis de plata de gran pureza en agua destilada, con equipos que permiten obtener diluciones de concentraciones conocidas (la concentración de plata coloidal se mide en partes por millón, ppm). Es muy importante que la plata sea de gran pureza y el agua destilada, para evitar reacciones químicas que den lugar a formación de sales de plata, las cuales pueden resultar nocivas

b) ¿CÓMO ACTÚA LA PLATA COLOIDAL?

La plata coloidal, una vez administrada por vía tópica u oral, no permanece más que unos minutos en la corriente sanguínea, pues es rápidamente absorbida por el sistema fagocítico mononuclear y depositada en las células, particularmente del hígado, bazo y tejidos linfáticos.

En el interior de las células del sistema fagocítico mononuclear, las partículas de plata coloidal entran en contacto íntimo con los microorganismos fagocitados, inactivando las enzimas que las bacterias, hongos, virus, levaduras y otros microorganismos usan para su metabolismo transportador del oxígeno. Las células del sistema fagocítico mononuclear logran finalmente lisar los gérmenes ya muertos, de modo que la plata coloidal continúa en el interior de dichas células funcionando como un catalizador, reutilizándose una y otra vez durante la vida de la célula y originando la muerte en cadena de muchos microorganismos. Tras la muerte de la célula, la plata continúa suspendida en líquidos corporales y es recaptada y/o almacenada en hígado, eliminada a través de la bilis junto con las heces o a través de la orina.

La plata coloidal presenta una toxicidad selectiva, afectando únicamente a las células procarióticas, a los ooquistes de helmintos y a los virus, dado que éstos son radicalmente diferentes a las células de los organismos pluricelulares, no afectando, por tanto, ni a las células ni a los enzimas de los organismos eucariotas y respetando la flora saprófita de los mismos, que se localiza en el intestino grueso, al no llegar a absorberse en éste, a las dosis empleadas de forma habitual. Para tratar un problema infeccioso en intestino grueso se emplean dosis notablemente más elevadas.

La plata coloidal funciona ante las infecciones víricas de los seres pluricelulares directamente sobre las células infectadas. Dichas células, al modificarse su metabolismo por las partículas víricas, retornan a un estado metabólico más primitivo, lo que las hace funcionar de un modo similar a los organismos unicelulares en el proceso de transporte y metabolización del oxígeno. La plata, pues, inactiva las enzimas transportadoras de oxígeno de las células infectadas, colapsándolas en pocos minutos.

En el caso de los hongos, la plata coloidal destruye sus células, bien en forma de hifas o levaduras, inactivando sus enzimas metabolizadoras del oxígeno. En las infecciones de helmintos parásitos, la plata coloidal colapsa sus ooquistes, evitando su diseminación.

Dentro de un organismo eucariota, la plata coloidal, debido a su gran estabilidad química, no forma compuestos tóxicos, ni reacciona con otra cosa que no sea la enzima metabolizadora de oxígeno de un germen unicelular, lo que impide el desarrollo de reacciones alérgicas. La plata coloidal actúa reforzando y estimulando la acción del sistema inmunológico, siendo un oligoelemento esencial para el correcto funcionamiento del mismo en los organismos procariotas. La plata coloidal carece de efectos secundarios a las dosis adecuadas y es bastante más asequible que cualquier fármaco antimicrobiano, pudiendo emplearse tanto para tratar como para prevenir enfermedades infecciosas.

Complementariamente, la plata coloidal estimula procesos de mitosis en los que una parte de las células, en lugar de convertirse en células gemelas, surgen como células indiferenciadas pluripotenciales. Dichas células migran a través de la sangre para instalarse allí donde un tejido dañado ha comenzado su proceso de reparación. Las células pluripotenciales son capaces de diferenciarse en una gran cantidad de tejidos diferentes, dando lugar a una reparación real de dichos tejidos, logrando cicatrizaciones con una intervención nula o mínima de fibroblastos. En la práctica clínica, el empleo de plata produce reparaciones de piel, huesos, tendones y órganos con escasa representación de componentes fibróticos en la cicatrización, acelerando notablemente (hasta en un 50%) el proceso reparador.

c) EMPLEO CLÍNICO EN MEDICINA VETERINARIA

Para su empleo clínico en veterinaria, la plata coloidal se utiliza en concentraciones de 10 a 20 partes por millón con finalidades antiséptica, antimicrobiana, antiprotozoaria y en la inactivación de ooquistes parasitarios, bien por vía enteral o parenteral. Dado que su sabor es neutro, la plata coloidal es fácilmente aceptada en el agua de bebida.

Las dosis de plata coloidal empleadas en medicina humana oscilan entre 300 y 600 microgramos por día, repartidas en 2 a 12 tomas, según la gravedad del caso (una cucharada de postre a una concentración de 10 partes por millón equivale a 50 microgramos). Las dosis empleadas en animales deben calcularse realizando

una adecuada estimación en base a las diferencias de ritmo metabólico en relación con el ser humano. Por falta de estudios al respecto, no se recomienda su empleo en animales en gestación. En el caso de tratamientos a medio/largo plazo (superior a 10 días), se recomienda un tratamiento de suplementación concomitante de selenio y vitamina E. Dada la escasa difusión de los tratamientos con plata coloidal en el ámbito veterinario, sería deseable el desarrollo de estudios clínicos rigurosos que permitan evaluar adecuadamente su utilidad potencial así como posibles efectos secundarios.

Los tratamientos con plata coloidal no están actualmente aprobados para su aplicación en ganadería ecológica.

6.5. TRATAMIENTOS CON PRODUCTOS TERAPÉUTICOS QUE LIBERAN DIÓXIDO DE CLORO Y/O ÁCIDO HIPOCLOROSO Y SU USO EN VETERINARIA

a) INTRODUCCIÓN

El presente apartado compila y adapta al empleo veterinario los resultados de las investigaciones realizadas por JimHumble, Andreas Ludwig Kalcker, Kerry Rivera y sus colaboradores en relación al uso terapéutico de productos que liberan dióxido de cloro (ClO_2) y/o ácido hipocloroso (HClO), denominados MMS1, CDS, CDH y MMS2. En relación a todos ellos, se hace necesario realizar estudios clínicos detallados para validar su empleo terapéutico en Medicina Veterinaria.

b) PRODUCTOS TERAPÉUTICOS

b.1. FÓRMULA MMS1 (Suplemento Mineral Maestro 1)

Se denomina MMS1 a la disolución al 28% en agua destilada de Clorito de Sodio comercial (Na Cl O_2), activada mediante la adición de un ácido débil para producir dióxido de cloro (ClO_2). La solución de Clorito de sodio comercial habitual tiene una pureza real del 80%, siendo el resto sal común y otros componentes, de modo que la solución al 28% contiene en realidad un 22,4 % de Clorito de Sodio. En relación al presente trabajo, por su mejor tolerancia (menor incidencia de efectos secundarios indeseables), todos los protocolos de activación del Clorito de sodio se van a desarrollar con Ácido clorhídrico (HCl).

En este caso, la fórmula MMS1 adaptada a la solución de Clorito de sodio al 25% en peso porcentual de la marca Panreac de venta en España, consistiría en mezclar 1 gota de A (Na ClO_2 Clorito de Sodio Panreac 25% p/p) + 1 gota B (HCl ácido clorhídrico al 4%).

b.2. FÓRMULA CDS (SOLUCIÓN DE DIÓXIDO DE CLORO)

Se denomina CDS al gas Dióxido de cloro (ClO_2) disuelto en agua o en suero salino fisiológico mediante la siguiente técnica:

Han de prepararse dos botes y un tubo flexible, empalmado en la tapa del primer bote y hasta el fondo del segundo, en cuya tapa se perfora, además un pequeño agujero. Es necesaria una tapa adicional para poder cerrar después herméticamente el segundo bote.

- En el Bote 1 se ponen 10 ml de solución A (Na ClO_2 Clorito de Sodio Panreac 25% p/p) + 10 ml de solución B (HCl ácido clorhídrico al 4%), cerrándose después. El mismo se coloca en un cuenco con agua caliente a unos 65°C .

- En el Bote 2 se colocan 100 ml de agua mineral, agua destilada o suero salino fisiológico, que debe mantenerse frío, a temperatura inferior a 11°C , para lo cual se coloca en un cuenco con agua y hielo.

En el bote A se producirá la reacción de formación de gas de dióxido de cloro (ClO_2), que irá a través del tubo hasta el agua del bote B, donde se disolverá. Tras un tiempo variable que depende de la temperatura de cada bote, entre 15 y 45 minutos, la coloración de las soluciones de ambos botes se iguala y comienza a salir un olor a cloro por el orificio del bote B. En ese momento, se coloca una tapa hermética en el bote B. La solución

del mismo es el CDS, que contiene una concentración de dióxido de cloro (ClO_2) de 3000 partes por millón (ppm) y debe mantenerse refrigerada a 1° menor de 11°C .

Para su empleo terapéutico, un ml de CDS equivale a 3 gotas de MMS1.

b.3. FÓRMULA CDH (SOLUCIÓN CONTENEDORA DE DIÓXIDO DE CLORO)

Se denomina CDH a una disolución de Dióxido de cloro (ClO_2), Clorito de Sodio (NaClO_2) y ácido en agua, con composición intermedia entre CDS, que únicamente posee ClO_2 en disolución y MMS1, que posee los mismos componentes que el CDH pero con una mayor cantidad de ácido y clorito de sodio (NaClO_2) no activado, por lo que causa más efectos secundarios.

Técnica de elaboración de CDH:

1. Agregar en una botella (preferible de cristal ámbar) 22 partes de agua + 1 parte de A (Clorito de Sodio Panreac 25 % p/p) + 1 parte de B (ácido clorhídrico al 4 %).
2. Cerrar inmediatamente el envase para evitar que el dióxido de cloro (ClO_2) se evapore
3. Agite enérgicamente para mezclar los ingredientes. Agite de nuevo 1 o 2 veces adicionales más tarde.
4. Guarde la botella en lugar oscuro al menos 12 horas (24 si la temperatura es fría).
5. Conservar refrigerado por debajo de 10.5°C .

Para su empleo terapéutico, 1 ml de CDH equivale a 1 gota de MMS1

b.4. FÓRMULA MMS2 (Hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2$)

Se denomina MMS2 a hipoclorito de calcio, administrado por vía oral, en cápsulas (normalmente de 600 mg en adultos y 300 mg en niños), bebiendo después abundante agua, que actúa como activador al diluir la cápsula en el estómago, donde se forma ácido hipocloroso (HClO), que es empleado directamente por las células fagocíticas del sistema inmune para destruir por oxidación de antígenos y microorganismos patógenos.

c) EFECTOS TERAPÉUTICOS Y SECUNDARIOS DE MMS1 y 2, CDS Y CDH

c.1. MECANISMO GENERAL DE ACCIÓN TERAPÉUTICA

- **METABOLISMO GÁSTRICO Y TRANSPORTE:** una vez en el estómago, se completa la activación de MMS1 con el ácido clorhídrico gástrico, transformándose todo el clorito de sodio (NaClO_2) en dióxido de cloro (ClO_2), el cual penetra, al igual que el dióxido de carbono (CO_2), en los eritrocitos, siendo transportado por ellos a todo el organismo.

- **OXIDACIÓN DE RADICALES ÁCIDOS:** desde la sangre, el dióxido de cloro se activa en presencia de tejidos con exceso de radicales ácidos, activándose y desdoblándose en 2O_2^- y Cl_1^- , oxidando el ácido, y, formándose, por vía metabólica, bicarbonato de sodio (NaHCO_3).

- **SÍNTESIS Y ACTUACIÓN DEL ÁCIDO HIPOCLOROSO.** El cloro residual del proceso de oxidación es empleado por el organismo para sintetizar ácido hipocloroso (HClO). Así mismo, de forma directa, también una pequeña fracción del dióxido de cloro (ClO_2) formará directamente ácido hipocloroso (HClO). El ácido hipocloroso sintetizado será recaptado por neutrófilos y macrófagos para oxidar sustancias extrañas y microorganismos patógenos.

- **EFFECTO SELECTIVO EN TERRENO ACIDIFICADO:** el efecto de MMS1 es selectivo, actuando únicamente en las regiones acidificadas del organismo, con $\text{pH} < 7$ (el pH fisiológico de las células sanas está entre 7,35 y 7,45), destruyendo microorganismos, células y toxinas ácidos, pero no los presentes en regiones del organismo con un pH fisiológico.

- **EFFECTO OXIDATIVO SELECTIVO Y BIOCÓMPATIBLE:** el clorito sódico (NaClO_2) posee, así mismo, un

poder oxidativo de 0,93 mV, y el dióxido de cloro (ClO_2), de 1,43 mV, ambos compatibles con el funcionamiento fisiológico celular (el poder oxidativo necesario para atacar a una célula sana es superior a 1,45 mV, siendo menor en el caso de células infectadas y microorganismos característicos del terreno acidificado).

c.2. EFECTOS TERAPÉUTICOS de MMS1

- **DESTRUCCIÓN DE MICROORGANISMOS:** MMS1 posee un espectro de acción que incluye la mayor parte de virus y bacterias, así como algunos hongos, levaduras y protozoos. El mecanismo general de acción es mediante la oxidación de la pared celular. En el caso de los virus, dichos productos impiden la formación de proteínas virales intracelulares, bloqueando su crecimiento. La eliminación de microorganismos patógenos por vía sistémica se realiza, en función del microorganismo, entre 4 horas y 4 semanas, siendo frecuente que suceda en periodos menores a 1 semana. Las formas que actúan por vía tópica eliminan los microorganismos en un tiempo variable, generalmente, tras una o pocas aplicaciones.

- **OXIDACIÓN DE METALES PESADOS:** cuando un metal pesado es oxidado, éste se neutraliza y el cuerpo tiene la capacidad de eliminarlo, a través de un mecanismo distinto a la quelación, pero con idénticos resultados.

- **NEUTRALIZACIÓN DE MATERIA EXTRAÑA:** mediante oxidación, las toxinas y sustancias nocivas ácidas (la mayoría de las presentes en el organismo), que por tropismo selectivo se fijan en lugares determinados del organismo alterando su funcionalidad, son neutralizadas y se eliminan del cuerpo.

- **NEUTRALIZACIÓN DE VENENOS:** la mayoría de las toxinas presentes en alimentos y las procedentes de picaduras de serpientes y otros animales venenosos son oxidadas al tomar una dosis cada 15 minutos.

- **CURACIÓN DE QUEMADURAS:** las toxinas generadas se neutralizan tras cubrirlas con MMS por no más de 5 minutos, inmediatamente o en las primeras horas una vez producidas, aclarando a continuación con agua. Pueden hacerse dos aplicaciones en un tratamiento de choque, con tiempo máximo total inferior a los 10 minutos. Si el dolor persiste, pueden realizarse nuevas curas en días sucesivos, en periodos de tiempo inferiores a 5 minutos.

c.3. EFECTOS SECUNDARIOS DE MMS1

- **EFECTOS SECUNDARIOS POR INHALACIÓN:** el dióxido de cloro es tóxico por inhalación masiva, pudiendo llegar a desencadenar la muerte por severa irritación pulmonar, por lo que se reitera la conveniencia de no inhalar el producto, si bien, en ambiente ventilado y en pequeña cantidad, en las condiciones habituales de empleo, no supone un riesgo.

- **EFECTOS SECUNDARIOS TRAS SU EMPLEO POR VÍA ORAL:** los efectos secundarios debidos al consumo de MMS1 se deben, por un lado, al efecto irritante del ácido empleado como activador en el aparato digestivo (mucho menor en el caso del ácido clorhídrico), que puede originar un cuadro acidótico con malestar gástrico y diarrea, así como al efecto sistémico del dióxido de cloro y el ácido hipocloroso, los cuales, ante un organismo enfermo o con una importante cantidad de toxinas liberadas en la sangre, pueden, como consecuencia de su acción oxidante, generar síntomas de mareo, malestar general, fatiga, náuseas, vómitos o diarrea, los cuales se interpretan generalmente como una crisis curativa (malestar transitorio debido a un proceso de reajuste del organismo demasiado intenso) asociada a un síndrome por estrés oxidativo o efecto Herxheimer, expresando los síntomas digestivos el intento del organismo por evacuar la carga tóxica previamente presente en el organismo liberada y los síntomas generales la actuación sistémica de las toxinas liberadas de forma masiva.

Los síntomas presentados pueden corregirse, normalmente, disminuyendo la dosis ingerida y, en casos intensos, suspendiendo temporalmente la ingesta y aportando al organismo dosis habituales de vitamina C (1 gramo/día en humana). Los estudios toxicológicos del clorito de sodio sugieren la posibilidad de intoxicación por el mismo únicamente en caso de ingerir dosis muy superiores a las prescritas para su uso terapéutico.

- EFECTOS SECUNDARIOS TRAS SU EMPLEO POR VÍA TÓPICA: las formas de administración por vía tópica podrían causar irritación e incluso quemaduras leves si la aplicación es excesivamente intensa, superior a las recomendaciones establecidas.

c.4. EFECTOS TERAPÉUTICOS Y SECUNDARIOS DE CDS

CDS fue diseñado para su empleo en personas que no toleran adecuadamente la ingesta de MMS1, así como enfermos en estado muy grave o toxémico. Su ventaja es la ausencia de productos intermedios que no son dióxido de cloro (ClO_2), especialmente los ácidos, lo que disminuye considerablemente la aparición de efectos digestivos indeseables, permitiendo el empleo de dosis proporcionalmente superiores que en el caso del MMS1.

Los efectos terapéuticos son similares a los de MMS1, si bien pierden intensidad al ser ingerido por vía oral, dado que una parte del ClO_2 presente se inactiva en la mucosa gástrica (en el MMS1 se forma una gran cantidad de ClO_2 en la mucosa gástrica contrarrestando la inactivación). Por ello, CDS se recomienda para su empleo en forma de enema o por vía cutánea, asociado a DMSO. En animales, disuelto sobre suero salino fisiológico estéril, se ha empleado exitosamente por vía endovenosa (vía de administración no validada en humana).

c.5. EFECTOS TERAPÉUTICOS Y SECUNDARIOS DE CDH

CDH posee una composición intermedia entre MMS1 y CDS. El dilatado tiempo de reacción hace que disminuya el contenido de ácido y Clorito de sodio (NaClO_2), con respecto a MMS1, aumentando los niveles de dióxido de cloro (ClO_2), pero todas las especies reactivas siguen existiendo. Del mismo modo, las propiedades terapéuticas son intermedias, produciendo menos efectos secundarios que MMS1, aunque en mayor cuantía que CDS y poseyendo una efectividad por la vía oral intermedia entre ambos (se produce una inactivación del ClO_2 en mucosa gástrica superior al caso de MMS1 e inferior a CDS).

c.6. EFECTOS TERAPÉUTICOS Y SECUNDARIOS DE MMS2

MMS 2 (Hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2$), al disolverse con agua, en el ambiente ácido del estómago, produce ácido hipocloroso, que destruye físicamente a los patógenos en lugar de por oxidación (por lo que puede tomarse con antioxidantes, medicamentos y alimentos sin interferencias). Cuando se toma durante un tiempo prolongado, afecta parcialmente a la flora intestinal, por lo que se recomienda el consumo de ácido filófago simultáneamente (en humana, dos ampollas semanales). MMS2 puede usarse sólo así como complemento a la acción de MMS1 en enfermedades graves como SIDA o cáncer, aumentando sinérgicamente el efecto de ambos. MMS2 puede emplearse en la desinfección de heridas (en disolución de 2,4 mg/ml de agua o suero salino fisiológico).

d) CONDICIONES DE CONSERVACIÓN DE MMS 1, CDS, CDH y MMS 2

Dado que el dióxido de cloro adquiere su estado gaseoso a temperaturas superiores a 11°C , no se recomienda la conservación y administración de CDS y CDH a temperaturas superiores, hecho que debe tenerse en consideración en relación al diseño de dispositivos para su aplicación. En el caso de MMS1, se recomienda su consumo inmediato una vez activado. MMS2 puede conservarse en condiciones de temperatura ambiente en un lugar fresco y seco.

e) PROPUESTA DE PAUTAS DE ADMINISTRACIÓN DE MMS 1, CDS, CDH y MMS 2 EN ANIMALES

La administración de MMS1, CDS, CDH y MMS2 en animales debe realizarse de un modo gradual, vigilando la posible aparición de efectos secundarios, los cuales indicarán la necesidad de disminuir la dosis de medicación empleada o suprimir el tratamiento en función de la gravedad. El elevado efecto oxidativo de estos tratamientos hace necesaria la aplicación, a la finalización de los mismos, de una suplementación efectiva de sustancias con poder antioxidante (por ejemplo, Selenio y vitaminas A, C y E). Por el mismo motivo, dichos tratamientos pueden estar inicialmente contraindicados en el caso de pacientes en estado grave y crítico.

En todas las fases del tratamiento, MMS1, CDS y CDH deben manejarse con precaución dado su poder irritante y corrosivo, evitando la inhalación directa.

En la actualidad, los productos terapéuticos derivados del dióxido de cloro no están aprobados para su empleo en ganadería ecológica.

PROPUESTA DE PAUTAS DE ADMINISTRACIÓN DE MMS 1, CDS, CDH y MMS 2 EN ANIMALES (Extrapolada de los datos relativos a humana y animales disponibles)				
VÍA DE ADMINISTRACIÓN	MMS 1	MMS 2	CDS	CDH
Vía tópica en piel intacta (Bacterias/hongos del cuerpo)	1 gota activada/3 ml agua o SSF	No probado	1 ml/9 ml agua o SSF	1 ml/3 ml agua o SSF
Vía tópica sobre heridas. Tiempo máximo 5 minutos. Aclarar después	1 gota activada/3 ml agua o SSF	1 gramo/ 50 ml de agua. No daña tejidos.	1 ml/9 ml agua o SSF.	1 ml/3 ml agua o SSF.
Vía tópica en ojos. Aclarar después. Poner más de 2-3 veces al día (cada hora en infección grave).	1-1.5 gotas activadas/30 ml agua o SSF.	No probado	1-1.5 ml/90 ml agua.	1-1.5 ml/30 ml agua o SSF.
Vía tópica en boca, dientes y encías. Lavados. No ingerir.	1 gota activada/5 ml agua. En infección en el interior del diente, añadir DMSO (activar 1 gota, añadir 2 gotas de agua y mezclar, añadir 1 gota DMSO, tapar, reposar 3 minutos, añadir 5 ml agua). El DMSO hará que atraviese el esmalte dentario.	No	1 ml/15 ml agua	1 ml/5 ml agua
Vía tópica intranasal (gotas nasales y hacia senos)	1 gota activada/5 ml agua	No	1 ml/15 ml agua	1 ml/5 ml agua
Vía tópica en oído	1 gota activada/30 ml agua	No	1 ml/90 ml agua	1 ml/30 ml agua
Vía oral mantenimiento en agua de bebida.	1 gota activada /4.5 l	1 gramo/5 l	1 ml/13.5 l	1 ml/5 l
	Suponiendo animales que beben 2% de su peso en agua (si beben más, diluir la dosis porcentualmente). Hasta 5 veces la dosis indicada en agua sucia (para calcular dosis usar tira indicadora de oxidante que indique 2-4 ppm, midiendo horas después de hacer la disolución, porque parte del producto oxidará la materia orgánica y microorganismos del agua).			
Vía oral tratamiento de enfermedades bacterianas comunes	1 gota activada/11 kg p.v./12 h en agua de bebida (diluido en al menos 30 ml agua/gota activada). La misma dosis sin diluir en cápsula. Dejar beber abundantemente después	8.5 mg/kg p.v., repetir cada 2 h y después/12 h (en cápsulas por vía oral o espolvoreado en comida)	1 ml/33 kg p.v./12 h (diluido en al menos 10 ml agua/ml CDS)	1 ml/11 kg p.v./12 h (diluido en al menos 30 ml agua/ml CDH)
Vía oral tratamiento de enfermedades víricas, enfermedades graves y cáncer. (Dosis en función de tolerancia por parte del animal, detener tratamiento si existen síntomas digestivos hasta recuperación, está habiendo una eliminación masiva de toxinas que el animal necesita asimilar. Comenzar de nuevo con una dosis menor)	0.25-1 gota activada/11 kg p.v./ cada hora durante 8 a 12 horas/día (diluido en al menos 30 ml agua/gota activada). La misma dosis sin diluir en cápsula. Dejar beber abundantemente después	Dar junto a MMS1 sólo si el animal está muy enfermo 6.6 mg/kg p.v., en cápsulas por vía oral o espolvoreado en comida. Dejar beber abundantemente y al animal o forzar ingestión de agua	0.25-1 ml/33 kg p.v./ cada hora durante 8 a 12 horas/día (diluido en al menos 10 ml agua/ml CDS)	0.25-1 ml/11 kg p.v./ cada hora durante 8 a 12 horas/día (diluido en al menos 30 ml agua/ml CDH)
Vía intrarrectal (enema)	La misma dosis que por vía oral, según gravedad/etiología.. Diluir al menos 3 ml de agua/gota activada.	No probado	La misma dosis que por vía oral, según gravedad/etiología.. Diluir al menos 1 parte CDS/ 8 agua..	La misma dosis que por vía oral, según gravedad/etiología.. Diluir al menos 1 CDH/2 agua.
Vía endovenosa (sólo pequeñas dosis)	Sí	No	Sí	Sí
Forma gaseosa inhalatoria	Con mucha precaución	No probado	No probado	No probado
Forma gaseosa tópica en piel intacta	10-12 gotas activadas en un vaso, colocar éste junto a la piel, tapando herméticamente, para que el gas mate los patógenos, un tiempo máximo de 5 minutos, siempre menos si la piel se irrita.	No	No	No
Forma gaseosa baño corporal menos la cabeza (cuerpo dentro de bolsa)	1 gota activada/10 kg p.v en un vaso. Animal dentro de la bolsa, salvo cabeza 5 a 10 minutos, nunca produciendo irritación.	No	No	No
Desinfección de estancias con animales enfermos	1 gota activada/m ³ en un vaso, el gas mata a los patógenos del aire	No	No	No
Desinfección de incubadoras/frigoríficos/maquinaria	40 gotas activadas/m ³ . Dejar dentro 12 horas. Cierre hermético.	No	No	No

Cuadro nº 6: Propuesta de pautas de administración de MMS1, CDS, CDH y MMS2 en animales

El cuadro nº 6 resume una propuesta amplia de diversas pautas de administración de MMS1, CDS, CDH y MMS2 en veterinaria. Para su elaboración se han tenido en cuenta las publicaciones referentes al empleo en animales, así como una extrapolación proporcional de pautas de tratamiento experimentadas en Medicina Humana pero no en Medicina Veterinaria. Por todo ello, se reitera el valor del mismo como mera propuesta, recomendándose la aplicación supervisada y conservadora así como la realización de estudios clínicos rigurosos para la elaboración de protocolos clínicos de aplicación consistentes.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beebe, S; Salewski, M; Chen, J.K. y Chen, T.T. Chinese Herbal Formulas for Veterinarians. Art of Medicine Press. 2011. City of Industria. California
- Berdonces i Serra, J.L. Gran enciclopedia de las plantas medicinales. Medicina natural para el tercer milenio. Susaeta Ediciones. 2014.
- Briones Silva, F. Los animales y la homeopatía. Teoría y Experiencia. Editorial Dilema. 2006
- Chen, J.K. y Chen, T.T. Chinese Medical Herbology and Pharmacology. Art of Medicine Press. 2004. City of Industria. California.
- Demarque, D; Jouanny, J; Poitevin, B; Saint-Jean, Y. Farmacología & Materia Médica Homeopática. CEDH International. 2009.
- Fischer, L. Terapia Neural según Huneke. Neurofisiología, Técnicas de inyección, Terapéutica. 2012.
- Funide (Obra Colectiva). Apuntes del Curso de Experto Universitario en Terapias Naturales. IUSC. Centro de Estudios Superiores. 2007.
- García Romero, C. Guía práctica de Ganadería Ecológica. Editorial Agrícola Española, S.A. 2008.
- García Romero, C. Fitoterapia en Ganadería Ecológica/Orgánica. Flora medicinal de España y Panamá. Editorial Agrícola Española, S.A. 2008.
- García romero, C. Terapias naturales en Ganadería Ecológica. Homeopatía veterinaria. Revista SEAE de Agricultura y Ganadería Ecológica. 9:28-30.
- García Romero, C. Homeopatía zootécnica. Revista agroicultura. La revista de la producció ecológica y de l'agroecologie. 2016. Manresa. Barcelona. En prensa.
- Hill, J. Coloidal Silver. Medical Uses, Toxicology & Manufacture. Thir ed. Clear Spring Press, Ltd. 2009.
- Jefferson, W. El poder curativo de la Plata Coloidal. Un bactericida y antibiótico de amplio espectro totalmente natural. Ediciones Obelisco S.L. 2005. Barcelona
- Jouanny, J, Crapanne, J.-B; Dancer, H; Masson, J.-L. Treapéutica homeopática. Tomo 1. Posibilidades en Patología Aguda. CEDH Int. 2004.
- Jouanny, J, Crapanne, J.-B; Dancer, H; Masson, J.-L. Treapéutica homeopática. Tomo 2. Posibilidades en Patología Crónica. CEDH Int. 2004.
- Padilla Corral, J.L. Curso de acupuntura. Nueva edición corregida y ampliada. Miraguano ediciones. 2011.
- Pérez Graña, C; Arias Antón, A.R. Cátedra Boiron de Homeopatía. Universidad de Zaragoza. Libro blanco de la Homeopatía. Antares Consulting. 2013.
- Ping L. El gran libro de la medicina china. Editorial Planeta. 2014.
- Pizzorno Jr. J.E; Murray, M.T. y Joiner-Bey, H. Manual de Medicina Natural. Toma de decisiones en la clínica. Segunda Edición. Elsevier España. S.L. 2009. Barcelona.
- Vlamis, G. y Graham, H. Bach Flower Remedies for Animals. Findhorn Press. 1999. Moray. Scotland.
- Wynn, G.S, Marsden, S. Manual of Natural Veterinary Medicine. Science and tradition. Mosby Elsevier. 2003.
- Wynn, G.S, Fuugere, B.J. Veterinary herbal medicine. Mosby Elsevier. 2007.
- Xie, H. Chinese veterinary Herbal Handbook. 216 Most Commonly Used Veterinary herbal Formulas. Jing Tang Publishing. 2008.
- Xie, H. y Preast, V. Xie's Chinese veterinary Herbology. Wiley-Blackwell. 2011. Ames, Iowa.
- Zaplana, J. Programa de Especialización en Homeopatía. Deusto Salud. Planeta Agostini Formación, S.L.U. 2014. Barcelona.

DIFERENCIAS CUALITATIVAS EN LOS OVOCITOS DE CORDERAS NACIDAS EN UNA EXPLOTACIÓN ECOLÓGICA FRENTE A CORDERAS CONVENCIONALES

Abecia JA*, María GA**, Palacios C***, Casao A*

*IUCA. Facultad Veterinaria, Zaragoza

** Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Zaragoza

*** Depto. Construcción y Agronomía. Salamanca

RESUMEN:

Se ha estudiado el efecto de una dieta para ovejas certificada como ecológica, desde 15 días antes de la cubrición, durante la gestación y hasta el destete de sus corderos, sobre la calidad de los ovocitos de sus hijas y los resultados de maduración (MIV) y fertilización *in vitro* (FIV), en una granja convencional. En un segundo experimento, la calidad de ovarios de corderas nacidas en una explotación ecológica se comparó con ovarios de corderas nacidas en una explotación convencional. El número de ovocitos "buenos" por cordera (\pm S.E.M.) no fue diferente entre las corderas cuyas madres fueron alimentadas con alimentación ecológica ($12,2 \pm 3,3$) o convencional ($13,6 \pm 4,0$). Sin embargo, los ovarios de corderas nacidas en una ganadería ecológica presentaron un mayor ($P < 0,0001$) número de ovocitos "buenos" por cordera ($39,6 \pm 5,2$) que los de las nacidas en una convencional ($25,0 \pm 4,2$), además de un mejor rendimiento en la MIV (76,5% vs. 53,1%, $P < 0,0001$) y la FIV (97,3 vs. 91,0%, resp., $P < 0,05$). En conclusión, la total integración en el sistema ecológico de producción, y no sólo la alimentación, mejoró la calidad oocitaria de corderas, abriendo un interesante campo de trabajo para la mejora de la producción de embriones *in vitro* del ganado ovino.

Palabras clave: ecológico, *in vitro*, ovino, ovocitos.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los folículos ováricos fetales tiene un gran efecto sobre la competencia reproductiva. El ambiente uterino, especialmente durante el período periconcepcional, tiene un efecto importante en las cualidades de los ovocitos y embriones (Ashworth *et al.*, 2009), y por lo tanto, la nutrición materna en esta fase afecta al ovocito y al desarrollo del embrión en la edad adulta (Bloomfield, 2011). La exposición a los llamados "disruptores endocrinos" (DE) durante los primeros 80 días de gestación o incluso durante periodos más avanzados de la misma, reduce la proporción de folículos fetales sanos en la reserva ovárica de las ovejas preñadas (Lea *et al.*, 2016). Esta exposición elevada a los DE durante la cubrición puede causar cambios significativos en la histología de ovario fetal y en la transcripción de genes críticos para el desarrollo de los ovarios, lo que sugiere que el período previo a la concepción es crucial para el acondicionamiento de los efectos a largo plazo de la exposición a DE en el desarrollo ovárico y la fertilidad futura (Bellingham *et al.*, 2013).

Los procedimientos de la agricultura ecológica incluyen prohibir el uso de fertilizantes adicionales, limitar el uso de acondicionadores del suelo, y prohibir los productos fitosanitarios, que podrían transformarse en DE. En ganadería ecológica, la alimentación del ganado se compone de ingredientes agrícolas que provienen de la agricultura ecológica (Comisión Europea, 2007), por lo tanto, hemos hipotetizado que la alimentación ecológica podría mejorar la calidad de los ovocitos de corderas cuyas madres fueron alimentadas con alimentación libre de contaminantes. Hemos estudiado si la alimentación ecológica certificada a partir de 15 días antes de la cubrición hasta el destete del cordero, en ovejas criadas en una granja convencional mejora la calidad de los ovocitos en su descendencia. En un segundo experimento, los ovarios de corderas que habían sido criados en una granja totalmente ecológica se compararon con los ovarios de corderas que habían nacido en una granja convencional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento 1

Este estudio se realizó en la granja experimental de la Universidad de Zaragoza (latitud 41 ° N). A mediados de abril, un rebaño de 30 ovejas Rasa Aragonesa se sincronizó en celo mediante esponjas vaginales impregnadas de acetato de fluorogestona (FGA) (Chronogest, MSD Animal Health) durante 12 días, y 250 UI de eCG (Folligon, MSD Animal Health) a la retirada de la esponja. Los carneros fueron introducidos en el rebaño 36 h más tarde, y se mantuvieron allí durante 48 h.

Quince días antes de la inserción de la esponja, las ovejas fueron alimentados con una dieta que proporcionaba las necesidades para el mantenimiento diario (0,5 kg de cebada, 0,5 kg de heno de alfalfa, y 1 kg de paja de cebada) (AFRC, 1993). Al inicio del tratamiento hormonal, las ovejas fueron asignadas a cada uno de los dos grupos creados: El grupo convencional (C) (n = 15) recibió la misma dieta que habían estado recibiendo hasta entonces y la ecológica (E) (n = 15) recibió una dieta que tenía los mismos componentes que la dieta del grupo C, pero que fueron producidos en una granja ecológica certificada. A partir del cuarto mes de gestación, las ovejas gestantes (n = 25) se alimentaron con la misma dieta, pero las raciones se incrementaron para mantener su peso vivo más el crecimiento y desarrollo del feto (1 kg de cebada, 1 kg de heno de alfalfa, y 1 kg paja de cebada). Esas dietas se mantuvieron hasta el destete (60 días). En ese momento, se seleccionaron 12 corderas que habían nacido en un mismo periodo de tiempo, en un plazo de tres días (seis de cada grupo de ovejas) y sus ovarios fueron recogidos en el matadero a los 60 días de edad.

Experimento 2

A mediados de marzo de 2016, se recogieron en el matadero local los ovarios de seis corderas Rasa Aragonesa de 45 días de edad, que habían sido criadas en una granja ecológica certificada (Monegrillo, Zaragoza), para estudiar su población de ovocitos. Los animales de la granja habían sido criados con los principios de la ganadería ecológica y las leyes de la UE. Al mismo tiempo, seis corderas nacidas en el rebaño de la Universidad de Zaragoza, fueron enviadas al matadero y se recogieron sus ovarios. Ese rebaño sirvió como un rebaño "convencional".

Maduración (MIV) y fertilización (FIV) de los ovocitos *in vitro*.

Dentro de una media hora después del sacrificio, los ovarios fueron recuperados y almacenados a 39 ° C hasta que fueron examinados. Se utilizaron técnicas de punción y corte en lonchas para recoger los ovocitos, que se clasifican en función de sus células del cúmulo y la morfología citoplasma de la siguiente manera (Wani *et al.*, 1999): "buenos" (los ovocitos tienen muchas capas completas de células de la granulosa y citoplasma homogéneo), "regulares" (los ovocitos tienen pocas o capas incompletas de células de la granulosa y citoplasma homogéneo), o "pobres" (ovocitos que tienen pocas o ninguna células de la granulosa y citoplasma no homogéneo). Se seleccionaron los ovocitos de calificación buenos y regulares (sanos) para la MIV. Al final de la MIV los ovocitos fueron despojados de las células del cumulus y se transfirieron al medio de fertilización. En el día de la fecundación, se mezcló semen recogido de dos carneros, se diluyó a 1:10 en un medio de solución salina, y se mantuvo a 15 ° C hasta la FIV. Los espermatozoides se añadieron al medio de fertilización que contenía los ovocitos a una concentración final de 1x10⁶ espermatozoides / ml, cubiertos con aceite mineral, y se incubaron durante 24 horas a 39 ° C en una atmósfera de 5% de CO₂ y humedad saturada. Después de 48 h, los cigotos fueron evaluados. Los ovocitos no divididos se tiñeron con Hoechst 33342 y se examinaron para determinar su estado de maduración. Después de la fertilización, los embriones divididos se colocaron en un medio de cultivo durante 8 días.

Análisis estadístico

Las proporciones de oocitos maduros y embriones fertilizados, divididos, y de blastocistos fueron expresados como porcentajes de cada grupo. Las tasas de maduración y de división se calcularon en base al número de

ovocitos sanos, la tasa de fertilización se basa en el número de ovocitos maduros, y las tasas de blastocistos se basan en el número de embriones u ovocitos divididos. Fueron evaluados utilizando Chi-cuadrado o test exacto de Fisher, según corresponda. El número total y la clasificación de los ovocitos recuperados, y el número de ovocitos sanos seleccionados para la maduración se sometieron a ANOVA.

Resultados y discusión

En el experimento 1, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos estudiados (alimentación ecológica o convencional) respecto a la calidad de los ovocitos y en los resultados *in vitro* (Cuadro 1), sin embargo, en el experimento 2, el número y la proporción de ovocitos sanos en los ovarios de la corderas nacidas en la granja ecológica fueron significativamente ($P < 0.05$) más altos que en las corderas criadas convencionalmente (Cuadro 2).

Cuadro 1: Número (media \pm SEM) y porcentaje de ovocitos buenos, regulares, pobres y sanos, resultados de la maduración (MIV) y fertilización (FIV) *in vitro* por cordera, de ovarios de corderas de 2 meses de vida, cuyas madres fueron alimentadas con pienso ecológico ($n = 6$) o pienso convencional ($n = 6$) a partir de 15 días de la cubrición y hasta el destete.

	Ecológico	Convencional	P
Buenos (%)	8,3 \pm 2,9 (25,8%)	10,0 \pm 3,2 (27,2%)	>0,05
Regulares (%)	3,8 \pm 0,8(11,8%)	3,6 \pm 1,0 (9,9%)	>0,05
Pobres (%)	20,2 \pm 9,6 (62,4%)	23,2 \pm 9,2 (63,0%)	>0,05
Total	32,3 \pm 11,8	36,8 \pm 13,1	>0,05
Sanos	12,2 \pm 3,3 (37,6%)	13,6 \pm 4,0 (37,0%)	>0,05
(Buenos y regulares) (%)			
MIV	60/75(80,0%)	46/64 (71,9%)	>0,05
FIV	60/60 (100,0%)	45/46 (97,8%)	>0,05
Tasa de división 48 h	55/75 (73,3%)	43/64 (67,2%)	>0,05
Tasa de Blastocistos			
(blastocistos/embriones)	0/55 (0,0%)	3/43 (7,5%)	>0,05
Tasa de Blastocistos			
(blastocistos/ovocitos)	0/75 (0,0%)	3/64 (4,7%)	>0,05

Por otra parte, la población de ovocitos sanos fue significativamente ($P < 0,0001$) más alta en los ovarios de las corderas nacidas en la granja ecológica de lo que era en las corderas que habían nacido en la granja convencional. Las proporciones de maduración ($P < 0,0001$) y fecundación ($P < 0,05$), y tasa de división a las 48 h ($p < 0,01$) fueron mayores en el grupo ecológico de lo que eran en el grupo convencional. La tasa de blastocistos / embriones fue significativamente ($P < 0,05$) mayor en la granja convencional (Cuadro 2).

Para nuestro conocimiento, este es el primer estudio en demostrar los efectos de los procedimientos de la producción ecológica sobre la calidad de los ovocitos de corderas; sin embargo, la alimentación ecológica sola no tuvo un efecto significativo, por lo tanto, es probable que factores no nutricionales asociados al sistema de ganadería ecológica afectaran al desarrollo de los ovarios de las corderas. La producción ecológica es un agro-ecosistema integrado de gestión agrícola y producción de alimentos que combina las mejores prácticas ambientales, bienestar de los animales, y en particular se debe prestar atención a las condiciones de vida de los animales, las prácticas de cría, y la carga ganadera (Comisión Europea, 2007).

Cuadro 2: Número (media \pm SEM) y porcentaje de ovocitos buenos, regulares, pobres y sanos, resultados de la maduración (MIV) y fertilización (FIV) in vitro por cordera, de ovarios de corderas de 45 días de vida, cuyas madres fueron alimentadas con pienso ecológico (n = 6) o pienso convencional (n = 6) a partir de 15 días de la cubrición y hasta el destete.

	Ecológico	Convencional	P
Buenos (%)	8,3 \pm 2,9 (25,8%)	10,0 \pm 3,2 (27,2%)	>0,05
Regulares (%)	3,8 \pm 0,8(11,8%)	3,6 \pm 1,0 (9,9%)	>0,05
Pobres (%)	20,2 \pm 9,6 (62,4%)	23,2 \pm 9,2 (63,0%)	>0,05
Total	32,3 \pm 11,8	36,8 \pm 13,1	>0,05
Sanos	12,2 \pm 3,3 (37,6%)	13,6 \pm 4,0 (37,0%)	>0,05
(Buenos y regulares) (%)			
MIV	60/75(80,0%)	46/64 (71,9%)	>0,05
FIV	60/60 (100,0%)	45/46 (97,8%)	>0,05
Tasa de división 48 h	55/75 (73,3%)	43/64 (67,2%)	>0,05
Tasa de Blastocistos			
(blastocitos/embriones)	0/55 (0,0%)	3/43 (7,5%)	>0,05
Tasa de Blastocistos			
(blastocitos/ovocitos)	0/75 (0,0%)	3/64 (4,7%)	>0,05

El enfoque ecológico parece ofrecer más soluciones a los problemas de bienestar que únicamente cambios en las rutinas de granja o el manejo de los animales (Alrøe *et al.*, 2001), lo que podría reducir la cantidad de estrés experimentado por los animales en las granjas ecológicas, y por lo tanto, la mejora de su estado inmunológico. La elevación aguda de los glucocorticoides (cortisol) causados por la activación del eje hipotálamo-pituitario-adrenal (HPA), y la inmunosupresión son aspectos importantes de la respuesta al estrés en el ganado ovino (Lepherd *et al.*, 2001).

En su análisis de los efectos de los factores nutricionales y ambientales en la programación fetal del eje reproductivo, Rhind *et al.* (2001) llegaron a la conclusión de que el rendimiento reproductivo de los adultos refleja los efectos combinados de factores tan diversos como la nutrición, el estrés y la exposición a los DE durante el desarrollo prenatal. Una combinación de factores estresantes físicos y psicológicos que causan perturbaciones a corto plazo en el ambiente materno después de la concepción presentan efectos medibles en el desarrollo del feto y en la duración de la gestación (Smith *et al.*, 2008). Aunque el contenido químico de las materias primas para alimentar a las ovejas en nuestros experimentos no se cuantificaron, algunos de los ingredientes de la dieta convencional podrían haber contenido cualquier sustancia que no esté permitida en el sistema de alimentación ecológica. Por ejemplo, las micotoxinas, que se encuentran comúnmente en muchos productos alimenticios, pueden poner en peligro el crecimiento y la eficiencia reproductiva de los animales y los seres humanos; por ejemplo, ratones alimentados con micotoxinas redujeron los índices de vesículas en los ovocitos y en las células germinales (Hou *et al.*, 2014).

En ambos experimentos, algunos ovocitos fertilizados maduros llegaron a la etapa de blastocisto. La competencia de desarrollo tras MIV y FIV es menor para los ovocitos de corderas prepúberes que para los ovocitos de ovejas adultas (Ledda *et al.*, 1999). La falta de un efecto de la alimentación ecológica en el experimento 1 podría haber sido debido a la edad de las corderas usadas en cada experimento, ya que las del primer experimento llegaron con 15 días más de vida que las del experimento 2. La estimulación hormonal y la edad de las corderas aumentaron la producción de embriones. Además, la respuesta a la estimulación no afectó a la producción de embriones de corderas de 3-4 semanas de edad, aunque si se producen a las 6-7 semanas de edad con alta respuesta a la formación de blastocistos (Morton *et al.*, 2005).

Los resultados obtenidos por las corderas convencionales en el experimento 1 y por las corderas convencionales en el experimento 2, fueron similares a los resultados de corderas con edades similares de la misma raza en nuestros anteriores estudios (Abecia *et al.*, 2014, 2015). Los mejores resultados de los animales criados de forma ecológica nos sugieren que la MIV y FIV de corderas convencionales podrían mejorarse si se les somete al enfoque ecológico.

CONCLUSIÓN

Los resultados de nuestro estudio preliminar indicaron que la integración total de los animales en un sistema totalmente ecológico mejoró la calidad del ovocito en corderas prepúberes, lo que sugiere la posibilidad de utilizar animales criados bajo sistemas ecológicos para los procedimientos *in vitro* y los programas de transferencia de embriones. Se necesitan futuros experimentos que incluyan análisis químicos de las materias primas, de los alimentos, medición del estrés de los animales, y la normalización de la edad de los animales del estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Abecia, J.A., Casao, A., Pascual-Alonso, M., Lobón, S., Aguayo-Ulloa, L.A., Forcada, F., Meikle, A.: Sosa, C., Marín, R.H., Silva, M.A., Maria, G.A. (2015). Periconceptional undernutrition increases quantity and quality of oocyte population, but not cognitive or emotional response of 60-day-old lambs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 99, 501–10.
- Abecia, J.A., Casao, A., Pascual-Alonso, M., Lobón, S., Aguayo-Ulloa, L.A., Meikle, A., Forcada, F., Sosa, C., Marín, R.H., Silva, M.A., Maria, G.A. (2014). The effect of periconceptional undernutrition of sheep on the cognitive/emotional response and oocyte quality of offspring at 30 days of age. *J. Dev. Orig. Health Dis.* 5, 79–87.
- AFRC (1993). Energy and Protein Requirements of Ruminants. An Advisor Manual Prepared by the Agricultural and Food Research Council Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International, Wallingford, UK.
- Alrøe, H.F., Vaarst, M., Kristensen, E.S. (2001). Does organic farming face distinctive livestock welfare issues? – A conceptual analysis. *J. Agr. Environ. Ethic.* 14, 275–99.
- Ashworth, C.J., Toma, L.M., Hunter, M.G. (2009). Nutritional effects on oocyte and embryo development in mammals: implications for reproductive efficiency and environmental sustainability. *Phil. Trans. R. Soc. B* 364, 3351–61.
- Bellingham, M., Amezaga, M.R., Mandon-Pépin, B., Speers, C.J., Kyle, C., Evans, N.P., Sharpe, R.M., Cotinot, C., Rhind, S.M., Fowler, P.A. (2013). Exposure to chemical cocktails before or after conception – The effect of timing on ovarian development. *Mol. Cell Endocrinol.* 376, 156–72.
- Bloomfield, F.H. (2011). Epigenetic modifications may play a role in the developmental consequences of early life events. *J. Neurodev. Disord.* 3, 348–55.
- European Commission (2007). Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91. Available in <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:189:0001:0023:EN:PDF>
- Hou, Y.J., Xiong, B., Zheng, W.J., Duan, X., Cui, X.S., Kim, N.H., Wang, Q., Xu, Y.X., Sun, S.C. (2014). Oocyte quality in mice is affected by a mycotoxin-contaminated diet. *Environ. Mol. Mutagen.* 55, 354–62.
- Lea, R.G., Amezaga, M.R., Loup, B., Mandon-Pépin, B., Stefansdottir, A., Filis, P., Kyle, C., Zhang, Z., Allen, C., Purdie, L., Jouneau, L., Cotinot, C., Rhind, S.M., Sinclair, K.D., Fowler, P.A. (2016). The fetal ovary exhibits temporal sensitivity to a 'realLife' mixture of environmental chemicals. *Sci. Rep.* 6, 22279.
- Ledda, S., Bogliolo, L., Leoni, G., Naitana, S. (1999). Production and lambing rate of blastocysts derived from *in vitro* matured oocytes after gonadotropin treatment of prepubertal ewes. *J. Anim. Sci.* 77, 2234–39.
- Lephed, M., Canfield, P., Hunt, G., Thomson, P., Bosward, K. (2011). Assessment of the Short-term systematic effect of and acute phase response to mulesing and other options for controlling breech flystrike in Merino lambs. *Aust. Vet. J.* 89, 19–26.
- Morton, K.M., Catt, S.L., Maxwell, W.M., Evans, G. (2005). Effects of lamb age, hormone stimulation and response to hormone stimulation on the yield and *in vitro* developmental competence of prepubertal lamb oocytes. *Reprod. Fertil. Dev.* 17, 593–601.
- Rhind, S.M., Rae, M.T., Brooks, A.N. (2001). Effects of nutrition and environmental factors on the fetal programming of the reproductive axis. *Reproduction* 122, 205–14.
- Smith, J., Ferguson, D., Jauregui, G., Panarce, M., Medina, M., Lehnert, S., Hill, J.R. (2008). Short-term maternal psychological stress in the post-conception period in ewes affects fetal growth and gestation length. *Reproduction* 136, 259–65.
- Wani, N.A., Wani, G.M., Khan, M.Z., Sidiqi, M.A. (1999). Effect of different factors on the recovery rate of oocytes for *in vitro* maturation and *in vitro* fertilization procedures in sheep. *Small Rumin. Res.* 34, 71–6.

SANITIZACIÓN DE ESTIÉRCOL CON HONGOS FILAMENTOSOS ANTIPARASITARIOS

Arias MS*, Miguélez S*, Arroyo F*, Hernández JA*, Silva MI*, Sanchís J***,
Sánchez- Andrade R*, Paz A*

*Grupo Investigación COPAR (GI-2120). Fac Veterinaria Lugo, Univ Santiago Compostela (USC)

**Univ "La República" – Reg Norte, Salto (Uruguay); adolfo.paz@usc.es

RESUMEN:

La distribución de estiércol en suelos agrícolas constituye una de las opciones más empleadas para enriquecer los suelos destinados al cultivo de especies vegetales. Los animales en régimen ecológico presentan diferentes parasitaciones, destacando los helmintos, que eliminan en las heces diferentes formas de propagación como huevos, quistes o larvas. De este modo, estas formas parasitarias pueden llegar al suelo durante el proceso de fertilización, suponiendo un riesgo para la infección de animales si los cultivos se destinan a su alimentación, o si pastan en ellos.

*Con objeto de reducir el riesgo de transmisión de helmintosis en el ganado a través del estiércol, se estudió la eficacia de la adición de esporas de hongos filamentosos saprofitos (*Mucor circinelloides* y *Duddingtonia flagrans*) a las heces de cerdos y vacas infectados por trematodos y nematodos. De esta forma se consiguió reducir la viabilidad de las formas parasitarias en más del 50%, y con ello el riesgo de infección en animales. Se concluye que ésta es una notable herramienta para la sanitización del estiércol, consiguiéndose disminuir la presencia de organismos responsables de infecciones en animales, y en ocasiones en personas.*

Palabras clave: control biológico, Duddingtonia, ganado, helmintos, Mucor.

¿EXISTEN DIFERENCIAS PRODUCTIVAS EN LA RAZA FRISONA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE EXPLOTACIÓN?

Rodríguez R*, Orjales I**, Miranda M*, López M*

*Dpto Patología Animal (USC)

**Dpto Anatomía, Producción Animal e Ciencias Clínicas Veterinarias (USC)

RESUMEN:

Los sistemas ecológicos promueven la combinación de alimentos de calidad, la supresión de químicos y la implantación de correctas prácticas de manejo. Son sistemas altamente dependientes del medio y requieren de animales adaptados a las condiciones locales. En España, los ganaderos en ecológico no están satisfechos con la eficiencia productiva de sus animales. Este estudio analiza la eficiencia en la producción de leche de vacas Frisonas en ecológico en comparación con los convencionales (pastoreo e intensivo) en el norte de España, con la finalidad de valorar la adaptación de una misma raza a diferentes sistemas de producción. Las vacas Frisonas en ecológico producen una cantidad ligeramente inferior de leche que vacas en convencional, si bien a nivel sanitario y nutricional son muy similares. Por lo tanto, parece que ambos sistemas son paralelos, atribuyendo las diferencias observadas en la cantidad de leche producida mayoritariamente a diferencias en la alimentación y no a una peor adaptación de esta raza a los sistemas ecológicos.

Palabras clave: ecológico, eficiencia, leche, sistemas, vacuno.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas ecológicos promueven la combinación de alimentos de buena calidad, la supresión de químicos y la implantación de correctas prácticas de manejo para cumplir los principios de salud, ecología y cuidado de la IFOAM (IFOAM, 2005). Los sistemas ecológicos son altamente dependientes del medioambiente (Falconer & Mackay, 1996), la Unión Europea con el objetivo de cumplir con la reglamentación para sistemas ecológicos (EC, 2007) especifica que la elección de razas debe tener en cuenta su capacidad para adaptarse a las condiciones locales, su vitalidad y la resistencia a enfermedades y problemas de salud.

Durante el último siglo la selección genética de la raza Frisona se enfocó exclusivamente en la mejora de la producción de leche. El resultado de esta selección es una vaca de alta producción enfocada a sistemas convencionales altamente intensivos, muy diferentes de los sistemas de producción ecológica, sobre todo en cuanto a alimentación y tratamientos médicos (Ahlman, 2010).

En el contexto actual de expansión de la ganadería ecológica en Europa, los ganaderos se dieron cuenta de que las vacas con las que producían no están adaptadas a los requerimientos ecológicos. Las vacas usadas en ecológico son las mismas que en convencional (Endendijk & Baars, 2001; Nauta, 2001), siendo su adaptación a estos sistemas cuestionable, ya que en determinados casos no alcanzan su potencial productivo (Diepen *et al.*, 2007). Con el propósito de resolver este problema expertos de todo el mundo proponen usar Frisonas adaptadas a sistemas ecológicos (Endendijk & Baars, 2001; Brotherstone & Goddard, 2005), o bien razas alternativas (Sumdrum, 2001) o los cruces de estas (Rozzi *et al.*, 2007). Nauta *et al.* (2006a) en un estudio en los Países Bajos demostraron que la elección de la raza debe hacerse en función del sistema productivo y del destino final del producto.

La producción ecológica en España es pequeña (11183 toneladas/año, MAGRAMA, 2013) pero está creciendo en los últimos años. Los productores ecológicos parecen no estar satisfechos con la producción de sus animales, cerca del 60% querrían tener una vaca mejor adaptada (Rodríguez-Bermúdez *et al.*, 2015). Sin embargo, debido a las dificultades para conseguir recomendaciones técnicas continúan manteniendo los mismos animales que tenían antes de adaptarse a ecológico.

El objetivo de este estudio fue analizar la eficiencia productiva (producción de leche, composición nutricional y recuento de células somáticas (RCS)) de las vacas Frisonas en ecológico en el norte de España y compararla con explotaciones en convencional (pastoreo e intensivo) en la misma región.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos para este estudio proceden de un proyecto a nivel nacional (Gobierno de España Ref. AGL 2010-21026) para evaluar el estado nutricional y sanitario de las vacas en explotaciones de leche ecológicas en el norte de España en comparación con aquellas en explotaciones convencionales. Este proyecto incluía todas las explotaciones de leche en régimen ecológico (n=56) en el norte de España representando el 80% de la producción ecológica española (MAGRAMA, 2013).

Para este estudio en concreto, se tomaron datos de las vacas de leche de raza Frisona en sistemas ecológicos (n=9), convencional en pastoreo (n=5) y convencional intensivo (n=5). Los datos productivos y las características de manejo de estas granjas se presentan en el Cuadro 1.

	Ecológico	Convencional	
		Pastoreo	Intensivo
Tipo de explotación	Estabulación libre	Estabulación libre	Estabulación libre
Número de vacas en lactación	68,4 (30-207)	55,6 (36-71)	55,8 (32-90)
Kg/leche/vaca/año	6962 (5696-9089)	7757 (4973-9565)	9987(7838-12110)
Edad de las vacas (años)	5,14 (3-13)	4,69 (3-12)	4,55 (3-10)
Ingestión de concentrado (kg/animal/ingestión)	3,50 (1,82-5,45)	5,28 (3,62-7,18)	6,99 (3,61-10,5)
Ingestión forrajera (kg/animal/día)	13,5 (9,40-19,2)	15,3 (10,6-18,8)	13,3 (8,24-16,2)
Actividad principal	Venta directa, producción de queso y yogurt, ecoturismo	Venta directa	Venta directa

Cuadro 1. Características de las explotaciones analizadas en nuestro estudio. Los datos se muestran como medias y rangos entre paréntesis.

Los datos de producción lechera que incluyen producción de leche, composición nutricional (% de grasa, % de proteína y RCS) se recogieron mensualmente en las explotaciones seleccionadas a lo largo de la última lactación completa finalizada antes de diciembre de 2015. Todas las explotaciones usadas para este estudio estaban incluidas en el Control Lechero (Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite, LIGAL).

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS para Windows (V.21.0). Los parámetros relacionados con la producción de leche y composición nutricional (% de grasa, % de proteína) presentaban una distribución normal. Los datos de RCS se transformaron a escala logarítmica en base 10 (logRCS) previamente al análisis estadístico para cumplir con los requerimientos del Anova.

Los datos de las vacas Frisonas en ecológico, convencional en pastoreo y convencional en intensivo se analizaron usando un Modelo Lineal Mixto donde la Explotación, el Sistema Productivo (SP) y el Grupo de Lactación (GL) se colocaron como factores y los parámetros productivos (producción de leche, % de grasa, % de proteína, logRCS) como variables dependientes. PS, GL y la interacción PS*GL se introdujeron como factores fijos y la Explotación como factor aleatorio. Se consideraron diferentes GL: grupo 1 (vacas de 1ª y 2ª lactación), grupo 2 (vacas de 3ª y 4ª lactación) y grupo 3 (5ª lactación o más). Se realizaron análisis de post-hoc (Bonferroni test) para comparar cada variable en función del grupo.

RESULTADOS

Los datos resumidos de producción de leche de las vacas frisonas en ecológico, convencional en pastoreo y convencional intensivo por GL se muestran en el Cuadro 2. El SP fue un factor significativo en el Modelo Lineal Mixto ($p=0,001$) para la producción de leche. Aunque la producción de leche fue menor en los sistemas ecológicos (22,5 litros) comparado con los convencionales intensivos (34,6 litros) y teniendo los convencionales en pastoreo (24,8 litros) una producción intermedia entre ambos. Por el contrario no encontramos diferencias entre SP para el % de grasa (3,87; 3,58 y 3,88), % proteína (3,15; 3,13 y 3,19) y logRCS (5,04; 4,92 y 4,80) para ecológico, convencional en pastoreo y convencional intensivo respectivamente.

	Ecológico	Convencional	
		Pastoreo	Intensivo
Leche (litros/día)			
1° GL	20,8±6,4 ^{a1}	23,2±7,7 ^{a1}	33,1±8,2 ^{b1}
2° GL	24,0±7,7 ^{a3}	27,3±8,7 ^{ab2}	37,0±10,2 ^{b3}
3° GL	23,6±7,7 ^{a2}	24,9±8,8 ^{ab2}	35,9±9,6 ^{b2}
Grasa (%)			
1° GL	3,86±0,84 ²	3,59±0,86 ²	3,77±1,28 ¹
2° GL	3,92±0,89 ³	3,63±0,97 ²	3,81±1,17 ¹
3° GL	3,80±0,95 ¹	3,39±0,90 ¹	3,90±1,13 ²
Proteína (%)			
1° GL	3,17±0,41 ²	3,12±0,36 ²	3,19±0,40 ²
2° GL	3,14±0,31 ¹	3,16±0,39 ³	3,20±0,41 ²
3° GL	3,12±0,37 ¹	3,08±0,32 ¹	3,16±0,39 ¹
RCS(log₁₀(10³cel/ml))			
1° GL	4,90±0,53 ¹	4,79±0,52 ¹	4,68±0,52 ¹
2° GL	5,10±0,58 ²	4,97±0,59 ²	4,89±0,63 ²
3° GL	5,21±0,61 ³	5,31±0,62 ³	4,96±0,64 ³

1° GL=Vacas de 1ª y 2ª lactación; 2° GL= vacas de 3ª y 4ª lactación; 3° GL= vacas de 5ª o más lactaciones.

Cuadro 2. Resumen de datos (expresados como media±DS) de la producción de leche de las vacas Frisonas en sistemas ecológicos, convencionales en pastoreo y convencionales en intensivo en el norte de España. Letras diferentes en una misma fila indicant diferencias estadísticamente significativas entre sistemas productivos ($p<0,05$). Números diferentes en una misma columna indica diferencias estadísticamente significativas entre grupos de lactación ($p<0,05$).

Como era de esperar el GL fue un factor significativo en el análisis de todos los parámetros de la leche en este estudio. En todos los SP la leche aumentó del 1° al 2° GL y decreció en el 3° GL (Cuadro 2). Para los parámetros nutricionales (% de grasa y % de proteína) la variación entre GL fue menor aunque se observaron interacciones significativas entre el GL y SP. Cuando se analiza el % de proteína, los sistemas convencionales en pastoreo como en intensivo muestran la misma evolución, aunque el % de proteína para las explotaciones ecológicas decae progresivamente del 1° al 3° GL. Finalmente, el RCS aumenta progresivamente en todos los sistemas al aumentar el GL, en ecológico el aumento fue similar al encontrado en convencional excepto para el 3° GL en convencional pastoreo. Finalmente, la variable Explotación explica el 26,9% de la variabilidad para producción de leche, 20,0% para % de grasa, 2,52% para proteína y 8,11% para logRCS.

DISCUSIÓN

La productividad animal viene dada por la interacción entre el genotipo y el medioambiente (GxE), esta interacción resulta especialmente importante cuando los animales se encuentran en un medioambiente con

condiciones particulares (Diepen *et al.*, 2007). En este sentido, Nauta *et al.* (2006b) encontraron en un estudio que la GxE causaba un reordenamiento en el ranking de toros de raza Frisona cuando se tenían en cuenta las diferencias para las características relacionadas con la fertilidad entre sistemas convencionales y ecológicos, indicando que algunas líneas dentro de la raza Frisona están mejor adaptados a la producción ecológica que otras (Ahlman, 2010).

Los resultados de nuestro estudio indican que en las circunstancias de la ganadería de leche en el norte de España, las explotaciones ecológicas producen menos leche en comparación con las convencionales. En general, las vacas Frisonas en ecológico producen un 54% menos leche que en convencional intensivo, aunque sólo un 10% menos que en sistemas convencionales en pastoreo. Las diferencias en producción de leche para el ganado Frisón entre los diferentes sistemas se deben posiblemente a diferencias nutricionales (Walker *et al.*, 2004). Así pues, Horan *et al.* (2005) observaron que las vacas Holstein-Friesian seleccionadas para alta producción tienen mejores producciones en sistemas con suplementación de grandes cantidades de concentrado. Como se indica en el Cuadro 1, en este estudio los sistemas convencionales intensivos son sistemas con alta suplementación de concentrado comparado con los grupos ecológico y convencional en pastoreo. Nuestros resultados concuerdan con una encuesta realizada en 12 Estados Europeos que muestra menores producciones de leche por vaca (5 a 25%) en las granjas ecológicas comparado con las convencionales (Offermann & Nieberg, 2000). Además, Ahlman (2010) obtuvo resultados parecidos encontrando menor producción en ecológico al comparar la producción de las vacas Frisonas y Rojas Suecas en ecológico y convencional en Suecia.

La evolución de la producción de leche a lo largo de la vida productiva de las vacas Frisonas en ecológico fue similar a la de los animales en sistemas convencionales. Esta evolución de la producción de leche está muy bien estudiada en bovinos (Ray *et al.*, 1992; Mellado *et al.*, 2011; Ríos-Utrera *et al.*, 2013), sabemos por tanto, que el incremento de la producción de leche con el aumento de número de parto se debe a diferencias en el control de la movilización tisular entre las vacas primíparas y las múltiparas (Wathes *et al.*, 2007); debido a un menor consumo de alimento por día en vacas primíparas (Dado & Allen, 1994) y un aumento del tamaño corporal en vacas de mayor edad con respecto a las de primera lactación (Mellado *et al.*, 2011). En general, se asume que la producción de leche aumenta significativamente hasta la 3ª lactación y se maximiza entre la 4ª y la 5ª (Ray *et al.*, 1992; Garder *et al.*, 2007; Ríos-Utrera *et al.*, 2013). El hecho de que las vacas Frisonas en explotaciones ecológicas mantengan la producción de leche en las últimas lactaciones (3ª GL) puede interpretarse como un hecho positivo.

En las vacas de leche en sistemas convencionales, la longevidad ha disminuido debido a una selección enfocada casi exclusivamente a la características productivas (Essl, 1998), ya que la producción de leche está correlacionada negativamente con las características funcionales (salud animal, longevidad y reproducción) (Ahlman, 2010), esta situación conlleva el sacrificio de vacas por problemas de salud y fertilidad, lo que hace que la vida productiva de las vacas modernas esté decayendo (Oltenu & Algers, 2005).

Al analizar la composición nutricional (% de grasa y % de proteína) en nuestro estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las vacas de raza Frisona en sistemas ecológicos comparadas con aquellas en sistemas convencionales, aunque las vacas en ecológico y en convencional intensivo producen mayores porcentajes de grasa (3,88%) comparado con las convencionales en pastoreo (3,58%). Por el contrario las concentraciones de proteína eran menos variables y las diferencias entre los diferentes sistemas productivos fueron pequeñas. Numerosos estudios demuestran que la cantidad de grasa y proteína producida está muy relacionada con la nutrición (Gordon y McMurray, 1979; Walker *et al.*, 2001), dependiendo no solo de la cantidad de forraje y suplementos sino también de la composición de estos (Walker *et al.*, 2004). Por lo tanto, las diferencias en la producción de grasa y proteína dependen no sólo del sistema productivo, sino también del año y la región en cuestión. Ahlman (2010), en un estudio en Suecia, encontró menor cantidad de grasa y proteína en explotaciones ecológicas comparado con convencionales, sin embargo Rozzi *et al.* (2007), en Canadá, obtuvo resultados contrarios al estudio de Ahlman.

La evolución de la composición nutricional de la leche a lo largo de la vida productiva de las vacas Frisonas mantenidas en sistemas ecológicos fue muy similar a la de sus compañeras en convencional, en general las

concentraciones de grasa y proteína aumentaron del 1° al 2° GL y disminuyeron progresivamente en el 3° GL. La única excepción fue un pequeño (1%) descenso del % de proteína entre el 1° y el 3° GL para los sistemas ecológicos y el aumento de grasa del entre el 1° y el 3° GL para las convencionales. Se asume que los porcentajes de proteína y grasa disminuyen al aumentar el número de lactación (Schutz *et al.*, 1990; Yoon *et al.*, 2003), puede que estas diferencias de comportamiento estén relacionadas con el sistema productivo.

En cuanto al estado sanitario de las explotaciones, no existen diferencias significativas en relación al RCS entre los distintos sistemas. Como esperábamos, los RCS aumentaron al aumentar el número de lactación en todos los sistemas productivos (Reneau, 1986), sobre todo en aquellas vacas con elevado número de partos (Tancin, 2013). Existen numerosos estudios a nivel mundial donde se comparó el RCS entre explotaciones ecológicas y convencionales. Aunque hay estudios que encontraron RCS más bajos en ecológico (Busato *et al.*, 2000; Hamilton *et al.*, 2006), en la mayoría de los casos sucede lo contrario (Hovi & Roderick, 2000; Roesch *et al.*, 2007; Sundberg *et al.*, 2009) o se encuentran pocas diferencias entre ambos sistemas (Vaarst *et al.*, 2006; Fall *et al.*, 2008). Hay que tener en cuenta que aparte de las mamitis clínicas y subclínicas también influyen en los RCS otros factores tales como el manejo, la genética, la nutrición y los cambios metabólicos y endocrinos. En un caso hipotético de idénticas condiciones sanitarias la menor producción de leche y la mayor edad de las vacas en lactación en granjas ecológicas comparado con aquellas en sistemas convencionales puede llevar a mayores RCS en ecológico (Villar & López-Alonso, 2015). Las diferencias en la salud de la ubre entre los rebaños ecológicos y convencionales no tienen porqué ser debidos únicamente al efecto directo del manejo que se hace en rebaños ecológicos, pueden existir muchas otras pequeñas diferencias entre ecológico y convencional en las rutinas más allá de lo puramente relacionado con el sistema ecológico que hacen que los estudios muestren resultados diferentes (Fall *et al.*, 2008). De hecho en investigaciones llevadas a cabo en condiciones experimentales idénticas no se encuentran diferencias entre rebaños ecológicos y convencionales (López-Villalobos *et al.*, 2003; Fall & Emanuelson, 2009). En nuestro estudio las comparaciones del RCS se realizaron siempre en las mismas condiciones particularmente el número de partos y el manejo de la mamitis (utilizando antibióticos), sin embargo, si el RCS fuera hecho a nivel de tanque lo más probable es que el RCS fuera mayor en ecológico ya que la edad media de los rebaños es más elevada y la producción de leche menor (Cuadro 1). Nuestro estudio muestra que en las condiciones de producción ecológica de España la salud de la ubre a lo largo de toda la vida productiva es similar a los sistemas convencionales, y por lo tanto las vacas Frisonas no tienen un riesgo mayor de padecer mamitis relacionada con la falta de adaptación al sistema productivo.

CONCLUSIONES

La evaluación del comportamiento productivo de las vacas de raza Frisona en diferentes sistemas productivos del norte de España, no muestran una falta de adaptación por parte de esta raza a las condiciones ecológicas. En las granjas ecológicas las vacas Frisonas producen una cantidad inferior de leche pero con un menor consumo de concentrado que en los sistemas convencionales, sin embargo la composición nutricional y sanitaria son similares en todos los sistemas comparados.

Teniendo en cuenta que en España la producción de leche se destina mayoritariamente a la venta directa y el pago de esta se hace por volumen, las vacas Frisonas pueden cumplir adecuadamente con los intereses de los ganaderos. Las ventajas de usar ganado Frisón en producción ecológica de leche son la mayor disponibilidad de información y las menores dificultades de reposición comparado con otras razas. Aun así, convendría buscar dentro de esta raza las líneas mejor adaptadas a las condiciones ecológicas. Se necesita desarrollar nuevos estudios productivos, reproductivos, nutricionales y económicos así como desarrollar un índice de mérito genético adaptado a ecológico.

REFERENCIAS

- Ahlman T. 2010. Organic Dairy Production. Herd Characteristics and Genotype by Environment Interactions. Uppsala Uppsala: Acta Universitatisagriculturae Sueciae.
- Brotherstone S, Goddard M. 2005. Artificial selection and maintenance of genetic variance in the global dairy cow population. Philosophical transactions of the Royal Society of London Series B. Biological sciences 360, 1479–88.
- Busato A, Trachsel P, Schällibaum M, Blum JW. 2000. Udder health and risk factors for subclinical mastitis in organic dairy

farms in Switzerland. *Preventive Veterinary Medicine* 44, 205–220.

- Dado RG, Allen MS. 1994. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 77, 132–44.
- Diepen P Van, Mclean B, Frost D. 2007. Livestock breeds and Organic farming systems. ADAS Pwllpeiran 1–39 pp. Available in <http://orgprints.org/10822/1/breeds07.pdf>.
- EC. 2007. Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (ECC) No 2092/91. *Official Journal of European Communities* L189, 1–23. 28 June 2007.
- Endendijk D, Baars T. 2001. Family breeding at the Rivelinohoeve, a case study. Proc IV NAHWOA Workshop Network for Animal Health and Welfare in Organic Agriculture, Wageningen (The Netherlands), March 24-27. 35-43 pp.
- Essl A. 1998. Longevity in dairy cattle breeding: a review. *Livestock Production Science* 57, 79–89.
- Falconer DS, Mackay TFC. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. *Biochimistry Biophysica Acta* 4, 1-464.
- Fall N, Emanuelson U, Martinsson K, Jonsson S. 2008. Udder health at a Swedish research farm with both organic and conventional dairy cow management. *Preventive Veterinary Medicine* 83, 186–95.
- Fall N, Emanuelson U. 2009. Milk yield, udder health and reproductive performance in Swedish organic and conventional dairy herds. *Journal of Dairy Reserch* 76, 402–410.
- Gader A, Ahmed M, Musa L, Peters K. 2007. Milk yield and reproductive performance of Friesian cows under Sudan tropical conditions. *Archiv Tierzucht* 50, 155–164.
- Gordon F, McMurray C. 1979. The optimum level of protein in the supplement for dairy cows with access to grass silage. *Animal Production* 29, 283–291.
- Hamilton C, Emanuelson U, Forslund K, Hansson I, Ekman T. 2006. Mastitis and related management factors in certified organic dairy herds in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48, 11.
- Horan B, Dillon P, Berry DP, O'Connor P, Rath M. 2005. The effect of strain of Holstein-Friesian, feeding system and parity on lactation curves characteristics of spring-calving dairy cows. *Livestock Production Science* 95, 231–241.
- Hovi M, Roderick S. 2000. Mastitis and mastitis control strategies in organic milk. *Cattle Practice* 8, 259–264.
- IFOAM. 2005. The IFOAM norms for organic production and processing. Available in http://shop.ifoam.org/bookstore/download_preview/IFOAM_NORMS_2005_intro.pdf.
- Lopez-Villalobos N, Scott J. 2003. Frequency of mastitis and variation in somatic cell counts throughout the lactation in cows managed organically or conventionally; Year 1. Proc New Zealand Society of Animal Production, Queenstown (New Zealand). pp: 138–139.
- MAGRAMA. 2013. Agricultura Ecológica, Estadísticas 2012. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría General Técnica. Available in http://www.magrama.gob.es/imagenes/es/Estadisticas_AE_2012_ok_tcm7-297880.pdf.
- Mellado M, Antonio-Chirino E, Meza-Herrera C, Veliz FG, Arevalo JR, Mellado J, de Santiago A. 2011. Effect of lactation number, year, and season of initiation of lactation on milk yield of cows hormonally induced into lactation and treated with recombinant bovine somatotropin. *Journal of Dairy Science* 94, 4524–4530.
- Nauta WJ. 2001. Breeding strategies for organic animal production, an international discussion. Proc IV NAHWOA Workshop Network for Animal Health and Welfare in Organic Agriculture, Wageningen (The Netherlands), March 24-27. pp: 4-13
- Nauta WJ, Brascamp EW, Veerkamp RF, Bovenhuis H. 2006a. Genotype Environment Interaction between Organic and Conventional Dairy Production. Proc Joint European Organic Congress: Organic Farming and European Rural Development, Odense (Denmark), May 30-31. pp: 30-31
- Nauta WJ, Veerkamp RF, Brascamp EW, Bovenhuis H. 2006b. Genotype by environment interaction for milk production traits between organic and conventional dairy cattle production in The Netherlands. *Journal of Dairy Science* 89, 2729–37.
- Offermann F, Nieberg H. 2000. Economic Performance of Organic Farms in Europe Organic Farming in Europe : Economics and Policy. University of Hohenheim, Stuttgart, Germany. 220 pp.
- Oltenacu PA, Algers B. 2005. Selection for increased production and the welfare of dairy cows: are new breeding goals needed? *Royal Swedish Academy of Science* 34, 312–315.
- Ray DE, Halbach TJ, Armstrong DV. 1992. Season and lactation number effects on milk production and reproduction of dairy cattle in Arizona. *Journal of Dairy Science* 75, 2976–83.
- Reneau JK. 1986. Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control. *Journal of Dairy Science* 69, 1708–20.
- Ríos-Utrera Á, Calderón-robles RC, Galavíz-rodríguez JR. 2013. Effects of Breed, Calving Season and Parity on Milk Yield,

Body Weight and Efficiency of Dairy Cows under Subtropical Conditions. *International Journal of Animal and Veterinary Advances* 5, 226–232.

- Rodríguez-Bermúdez R, López-Alonso M, Rey-Crespo F, Cortés L, Orjales I, Miranda M. 2015. Raças de Bovinos de Leite no Norte de Espanha. Proc Congresso Ibérico: "Raças Autóctones, Economia Local e Paisagem Rural", Vila Real (Portugal), Nov 6-7. pp: 41-44.
- Roesch M, Doherr M, Schären W, Schällibaum M, Blum JW. 2007. Subclinical mastitis in dairy cows in Swiss organic and conventional production systems. *Journal of Dairy Research* 74, 86–92.
- Rozzi P, Miglior F, Hand KJ. 2007. A total merit selection index for Ontario organic dairy farmers. *Journal of Dairy Science* 90, 1584–93.
- Schutz MM, Hansen LB, Steuernagel GR, Kuck AL. 1990. Variation of Milk, Fat, Protein, and Somatic Cells for Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 73, 484–493.
- Sundberg T, Berglund B, Rydhmer L, Strandberg E. 2009. Fertility, somatic cell count and milk production in Swedish organic and conventional dairy herds. *Livestock Science* 126, 176–182.
- Sundrum A. 2001. Organic livestock farming: A critical review. *Livestock Production Science* 67, 207–215.
- Tancin V. 2013. Somatic Cell Counts in Milk of Dairy Cows Under. *Slovak Journal of Animal Science* 46, 31–34.
- Vaarst M, Bennedsgaard TW, Klaas I, Nissen TB, Thamsborg SM, Ostergaard S. 2006. Development and daily management of an explicit strategy of nonuse of antimicrobial drugs in twelve Danish organic dairy herds. *Journal of Dairy Science* 89, 1842-1853.
- Villar A, López-alonso M. 2015. Udder health in organic dairy cattle in Northern Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research* 13, 1–8.
- Walker G, Stockdale C, Wales W, Doyle P, Dellow D. 2001. Effect of level of grain supplementation on milk production responses of dairy cows in mid-late lactation when grazing irrigated pastures high in paspalum (*Paspalum dilatatum* Poir.). *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41, 1–11.
- Walker GP, Dunshea FR, Doyle PT. 2004. Effects of nutrition and management on the production and composition of milk fat and protein: A review. *Australian Journal of Agricultural Research* 55, 1009–1028.
- Wathes DC, Cheng Z, Bourne N, Taylor VJ, Coffey MP, Brotherstone S. 2007. Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the inter-relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. *Domestic Animal Endocrinology* 33, 203–225.
- Yoon JT, Lee JH, Kim CK, Chung YC, Kim CH. 2004. Effects of milk production, season, parity and lactation period on variations of milk urea nitrogen concentration and milk components of Holstein dairy cows. *Asian-Aust Journal of Animal Science* 17, 479–484.

APORTACIONES TÉCNICAS A LA ALIMENTACIÓN ECOLÓGICA Y MANEJO HOLÍSTICO DE LA CRÍA ECOLÓGICA BOVINA EN GALICIA

García C*, Neira XX**

*Cuerpo Nac. Veterinario/Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). Olías del Rey (Toledo); guindalejocarmelo@gmail.com

**Escola Politécnica Superior (EPS), Campus Lugo Universidad Santiago Compostela (USC); xan.neira@usc.es

RESUMEN:

La ganadería ecológica bovina con razas autóctonas, (Rubia Galega, Limiá, Vianesa, Frieiresa, Caldelá, Cachena), e integradas, destacamos a la raza frisona y Fleckvieh-Simental), tiene una gran importancia medioambiental para la conservación de los ecosistemas rurales gallegos, al estar basada una buena parte de la alimentación en el pastoreo de pastos y praderas, con especial importancia en la producción lechera ecológica.

El uso de cultivos forrajeros en aquellas épocas de menos disponibilidades pastoriles, como son henos, ensilados de maíz no OMG y otras forrajeras ecoadaptadas, es fundamental para limitar la compra de piensos ecológicos que encarecen el sistema y hacen perder competitividad a la granja pecuaria ecológica. En este sentido, hay que mejorar las praderas con técnicas ecológicas, introduciendo pratenses gramíneas y leguminosas adaptadas en Galicia, manejando correctamente la fertilización orgánica comportada, así como recuperar del sistema tradicional y fomentar las variedades locales adaptadas, entre otras los nabos forrajeros para la alimentación del ganado. La época de siembra y la gestión hídrica son claves en alcanzar las mejores producciones, se han realizado ensayos en este sentido que nos permiten presentar algún resultado.

Al estar la producción ecológica basada en el pastoreo, ello implica una correcta gestión de los planes holísticos de salud y bienestar, basados en métodos control y la medicina preventiva, junto al uso de terapias verdes, como un instrumento zootécnico mas del ciclo de cría.

Palabras clave: alimentación ecológica, cultivos forrajeros, ganadería ecológica bovina, praderas.

IMPORTANCIA RURAL DE LA GANADERÍA ECOLÓGICA GALLEGA

La ganadería ecológica es una alternativa de desarrollo rural sostenible, que utiliza razas autóctonas, y tiene como objetivos la conservación del medio natural, diversidad biológica y productividad sostenible de la forma más autosuficiente posible, de una gran importancia para la agricultura familiar e integración de la mujer en la cultura agraria de los pueblos. Desde el punto de vista de los agrosilvosistemas, la cría ecológica garantiza la fertilidad de los sistemas pastoriles españoles y, en particular, es fundamental en las praderas de Galicia, siempre y cuando se gestione un manejo biozootecnico, que necesita mucho de la investigación de sistemas que viene realizando desde hace años el CIAM Mabegondo, A Coruña, sustentado en un pastoreo higiénico, racional/rotacional y ordenado con las razas autóctonas y locales, las que mejor se adaptan y preservan el territorio. Y en este contexto Galicia cuenta con una enorme diversidad racial ganadera bovina (Rubia Galega, Cachena, Limiá, Vianesa, Frieiresa, Caldelá), ovinas (Ovella Galega), porcina (Porco Celta), avícola (Galiña de Mos y Piñeira), equina (Cabalo Galego) y su amigo pastor (Can de Palleiro). Además, contribuyen a mantener la agricultura viva, a la preservar el ecosistema agrario y monte, previenen incendios, así como a no contaminar los pastos debido a los planes veterinarios holísticos de salud y bienestar, basados en métodos control y la medicina preventiva, gestionando de forma integrada el manejo zootécnico, alimentación, reproducción y pastoreo, con terapias verdes enfocadas a un uso zootécnico, como un instrumento más de las prácticas zootécnicas del ciclo de cría, en particular es de una gran eficacia la homeopatía zootécnica, para alcanzar en la gestión pecuaria ecológica el máximo el equilibrio rebaño-suelo-pradera-agentes bióticos, lo que conlleva a múltiples beneficios y efectos positivos, entre otros: a) mantener valores altos la salud y bienestar del rebaño, b) mejorar la fertilidad de los suelos y actividad biológica de las praderas, así como limitar su contaminación con residuos de productos químicos de síntesis, c) Potenciar la biomasa invertebrada y micobiótica del suelo que interviene en

los fenómenos de control biológico natural, d) minimizar la liberación de los gases efecto invernadero debido al secuestro que se produce del CO₂ por las materias orgánicas de las praderas pastadas por bovinos y pequeños rumiantes, d) garantizar la seguridad alimentaria, calidad y esperanza de vida de la sociedad .

La ganadería ecológica en general, y en particular en la comunidad autónoma de Galicia, que ya cuenta con una importante cabaña vacuna ecológica, en su manejo integral debe basar su alimentación en el pastoreo de pastos y praderas, así como de plantas forrajeras locales, para alcanzar el mayor grado de autosuficiencia y productividad del sistema, minimizando las entradas de piensos y materias primas que encarecen los modelos ecológicos de producción del rebaño, restringiendo los mismos al cebo ecológico, particularmente en su fase final.

PASTOREO ECOLÓGICO Y MANEJO ALIMENTARIO

En ganadería ecológica, referido a herbívoros rumiantes la base de la alimentación debe ser el pastoreo, debiendo estar constituida al menos el 60% de la materia seca de la ración diaria por forrajes secos y/o ensilados, no pudiendo entrar los concentrados en más del 40% como máximo, a excepción de sistemas de producción de leche, en donde los primeros tres meses de lactación los forrajes podrán bajarse al 50%, elevando el porcentaje de piensos y materias primas concentradas para evitar déficit energéticos. En este sentido, los pastos y praderas en pastoreo serán ecológicos, así como todas las materias primas agrícolas deben proceder de la agricultura ecológica, estando certificados los compuestos vitamínico-minerales, y correctores que se aporten en los sistemas de producción de leche, y cebaderos, siendo muy importante que los rumiantes tengan a disposición sal de cantera, y agua de óptima calidad. Está totalmente prohibido en la cría ecológica la alimentación procedente de cultivos transgénicos, Organismos Genéticamente Modificados (OMG), como es el maíz y soja OMG.

El aprovechamiento de las praderas y cultivos forrajeros debe realizarse mediante un pastoreo ordenado, ecológico e higiénico, para conseguir la máxima productividad de forma autosuficiente y sostenible en el agrosistema, no siendo compatible con el sistema ecológico ganadero la alimentación forzada y artificial.

La condición ecológica y la fertilidad del suelo definen el crecimiento de las praderas, el que varía según la estación climática. Esto produce una diferenciación en la distribución de la producción de forraje durante el año.

El mejor método de aprovechamiento de las praderas es el sistema de pastoreo rotacional. Las condiciones ecológicas y la fertilidad del suelo son los factores clave en el crecimiento de la pradera, que varía además en función de la estación climática y origina una desigual distribución de la producción de forraje durante el año. De este modo se tendrán que organizar en función de la superficie, la curva de crecimiento de la hierba y la carga ganadera el número de parcelas más conveniente, el tiempo de ocupación en cada una de ellas, y periodo de descanso.

Es muy importante ajustar cargas ganaderas sostenibles a las características del agrosistema, así como adecuar la presión de pastoreo en función de la curva del crecimiento de la hierba, para garantizar, a) alimentación correcta de los animales en todo su ciclo de cría, b) no degradación de la pradera, por erosión, compactación, pisoteo, no siendo admitido el pastoreo estante y sobrepastoreo, c) mayor nivel de autosuficiencia nutricional, rebajando la alimentación suplementaria, sobre todo mediante piensos, d) aumentar la productividad real a costa de la calidad.

En este sentido, los estudios realizados en el Centro de Investigación Agraria de Mabegondo (A Coruña, Galicia), durante el periodo 1.980-1.988, indican que sistemas con cargas ganaderas bajas, 0,8 bovinos/ha/año, por el sistema de pastos diferidos, prácticamente no necesitan alimentación suplementaria de concentrados y/o forrajes secos y/o ensilados, frente a densidades ganaderas >1 vaca/ha. En efecto, cuando hay pasto abundante con buena digestibilidad de la hierba, como es el caso de la primavera, no hay respuestas zootécnicas de la suplementación sobre el crecimiento, ganancia de peso y producción, y por tanto hay un ahorro

de gastos alimentarios innecesarios que perjudican la rentabilidad y productividad de la granja ecológica. Hay respuestas a la suplementación cuando la biomasa de hierba esta por debajo de los 2.000 kg de MS /ha, por debajo de 1.000 kg de PV/ha

En el caso de aportaciones de concentrados en la fase final del cebo en vacuno y en rumiantes en general, así como porcino, no es necesario para la fisiología y metabolismo del animal que la ración tenga soja ecológica, es muy cara, y la misma puede sustituirse por otras leguminosas como son las vezas, habines y guisantes. En el caso de avicultura y cunicultura ecológica, tanto las razas de aves y conejos son exigentes a la calidad de proteínas, cisteína+metionina, y salvo en los sistemas extensivos de caseríos, son necesarios los piensos con ciertos porcentajes de soja para evitar deficiencias y fallos productivos. (Tabla nº 1).

MANEJO DE CULTIVOS FORRAJEROS

La suplementación que el ganadero puede hacer puede tener varias alternativas, a) heno procedente del exceso de materia seca de las praderas en primavera, b) henos de cereal-leguminosa, c) ensilados de maíz no OMG, d) forrajes procedentes de cultivos forrajeros, entre otros el nabo.

El nabo, *Brassica rapa*, es una de las múltiples especies que pertenece al género *Brassica*, un género con especies tanto silvestres como cultivadas, nativo del oeste de Europa y del clima mediterráneo, se adapta perfectamente a climas fríos y húmedos y está muy arraigado a la cultura gallega. Hay constancia del cultivo de Brassicas desde hace 5.000 años, prácticamente la fecha de la llegada de la agricultura a Galicia. En lo relativo al uso, posee gran polivalencia, todas sus partes son comestibles y se ha utilizado tradicionalmente tanto para alimentación humana como animal.

Es posible cierta confusión entre nabo, nabiza y grelo, aunque se trata de la misma planta. Se denomina nabo a la raíz y se destina como alimento del ganado, la parte aérea, tallos y hojas se recolectan para consumo humano. El follaje es la nabiza. Cuando comienzan a emitir los tallos florales (grelar en gallego), aparecen los grelos. Los grelos, también la nabiza, tienen marca propia en Galicia gracias a la indicación geográfica protegida que se constituyó en 2009. La IGP reconoce las variedades o ecotipos denominados Santiago y Lugo, así como los registrados con los nombres de Grelos de Santiago y Globo Blanco de Lugo.

Cultivo precoz y muy productivo, sobre 9 t MS/ha. Tradicionalmente se siembra a finales del estío coincidiendo con las primeras lluvias. Si se retrasa mucho la época de siembra, hasta octubre, su productividad decae. Hemos comprobado que es muy aconsejable, si no se producen lluvias en las primeras semanas después de su siembra, el riego de complemento –unos 50 mm- para implantar el cultivo. Muy importante en la rotación de cultivos, ya recogido en documentos de la Edad Media y en el Catastro de Ensenada, constituida por cereal de verano/patata-nabo-cereal de invierno. Con su sistema radicular pivotante beneficia la aireación del suelo y es un buen cultivo precedente para la implantación de praderas. Su interés forrajero es sobre todo por la raíz, aunque también se consumen las hojas. Cuando el forraje de las praderas escasea durante el periodo invernal, el nabo forrajero ha sido muy utilizado para el alimento de vacas lecheras por su carácter lactógeno. Muy valorado, al menos en Galicia, es el queso "da nabiza", que es el elaborado en los meses invernales cuando decae la producción de forrajes y el nabo es parte importante en la ración.

El nabo, es uno de los cultivos forrajeros mas importantes del sistema tradicional ganadero gallego, se estima que en los años 80 del siglo pasado había casi 50.000 ha, siendo la provincia mas importante Lugo, que contaba con una superficie de mas de 22.000 ha, de ahí que se la denominación de la "Terra do Nabo" aplicada a los lugueses. Resulta un cultivo de invierno que hay que recuperar en base a las variedades ecoadaptadas, algunas de ellas famosas como la Globo Blanco de Lugo, raíz esférica de color blanco, aunque de tamaño inferior a las variedades Norfolk Cuello Verde, Cuello Rosa o Violeta, algo menos productiva, pero de unas características muy interesantes para el aprovechamiento a diente por el ganado vacuno, entre diciembre-abril, florece a mediados de marzo, con época de siembra entre agosto-septiembre (50-60 plantas/m²), y que a costumbre tradicional se solía poner intercalado ente el maíz destinado a grano.

El nabo forrajero se utiliza en Galicia para realizar suplementación del vacuno y ovino en aquellos periodos de crecimiento escaso o nulo de los prados, finales de otoño-principios de invierno, proporcionando un buen alimento en los momentos de menor calidad de los pastos. Es un cultivo barato, poco exigente en agua, y prácticas culturales agrarias, que puede ser aprovechado directamente mediante el pastoreo, o bien en ganado lechero semiestabulado, a pesebre, con una productividad aceptable, 6.000-8.000 kg/ha, aunque la proporción de hojas y raíces en campo no es constante a lo largo del periodo de aprovechamiento, a principios de diciembre predominan las hojas, y en el mes de febrero las raíces.

El ganado vacuno cuando pasta solo corta la parte aérea, a diferencia del ovino que es capaz de vaciar los bulbos, sin embargo arranca muchas plantas enteras, cuando no están muy agarradas al suelo, de ahí que sean recomendables las variedades esféricas poco sujetas al suelo, o enterradas en parte como el Nabo de Lugo. A veces el ganadero debe optar entre siembras claras con grandes raíces, o siembras densas con abundante follaje, en función de la especie rumiante de la cría ecológica y sus necesidades.

El valor nutritivo del nabo es muy aceptable, es una planta forrajera de alta calidad, energética, rico en azúcares (sacarosa), contenido aceptable en proteínas, digestibles (>16 % digestible (90% dMO)), rico en minerales, como calcio y potasio, aunque con elevado contenido en agua, >85%, que dificulta su conservación, no siendo muy adecuada para el ensilaje, al ser de escaso valor nutritivo. La raíz suele ser mas rica en potasio y azucares. Su valor ecológico viene dado por su capacidad de reciclaje de nutrientes N, P y K y microelementos como azufre (S) y Boro (Bo).

En animales que no consumen forrajes el consumo del nabo debe ir acompañado de otros alimentos grosos, henos de baja calidad y escasa proteína, pajas de cereal y otros, para evitar problemas de asimilación. Como recomendación el consumo de nabos no es aconsejable por un periodo superior a tres meses, de ahí su uso como alimento suplementario en la cría ecológica que basa su alimentación en el pastoreo.

Finalmente, se han comunicado algunas alteraciones y efectos indeseables por la mala utilización de los nabos, como intoxicaciones por la acumulación de nitratos libres en sistemas convencionales cuando se aplican abonados nitrogenados intensivos, siempre este contenido es mayor en la planta joven, disminuyendo con la madurez. En este sentido, recomendamos como medida de manejo, no aprovechar las plantas en estados muy juveniles, y realizar abonados nitrogenados a dosis bajas, siendo preferible la utilización del estiércol compostado. Por otra parte, el nabo pudiera transmitir mal sabor y olor a la leche debido a la composición de aceites esenciales, por lo que el consumo siempre debe limitarse a completar la ración diaria de pastoreo cuando la hierba es poco abundante.

PLAN HOLISTICO DE SALUD Y BIENESTAR

El control y/o prevención de parásitos y afecciones digestivas de la ganadería en pastoreo es fundamental, para que no se interfiera la productividad del sistema. Para ello es necesario organizar un plan de salud estratégico utilizando métodos biozootécnicos de manejo sanitario e higiénico del ganado, sustituyendo los antiparasitarios convencionales y sustancias de síntesis química, por terapias naturales, fitoterapia y homeopatía.

En este sentido, en base a la epidemiología del territorio, y al conocimiento de las épocas de mayor riesgo de contaminación por parásitos de las praderas que tienen los bovinos cuando pastan, y que han sido estudiadas en el Centro de investigación de Mabegondo (García Romero, 1.980-1984), se establecen planes homeopáticos de control para mejorar la salud y producciones del rebaño en todo el ciclo productivo, de fácil uso a través del agua de bebida de depósitos y bebederos, utilizando la homeopatía como un instrumento mas del manejo ganadero, y para prevenir el estrés en las prácticas zootécnicas que se realizan, como lo demuestran distintos planes de salud puestos en marcha por nosotros en distintas granjas ecológicas de España.

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA ROMERO, C. (2002). El control de las parasitosis en el ganado bovino de Galicia. Revista Ganadería. Especial vacuno. 15.62-69.
- GARCÍA ROMERO, C. (2006). Control de las helmintosis en ganadería ecológica. Hoja divulgadora. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 27pp.
- GARCÍA ROMERO, C. (2008). Fitoterapia en ganadería ecológica/orgánica. Flora medicinal de España y Panamá. Libro. Editorial Agrícola Española. Fondo Mixto de Cooperación. Agencia Española de Cooperación Internacional de la Embajada de España en Panamá. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), Asociación para el Desarrollo de la Ganadería Ecológica en España (ADGE). 95pp.
- GARCIA ROMERO, C (2010). Planes de salud y control de patologías en agrosistemas ganaderos ecológicos. Agricultura y Ganadería Ecológicas Revista de divulgación Técnica SEAE. 1:26-29.
- GARCÍA ROMERO C. (2012). Terapias naturales en ganadería ecológica. Homeopatía Veterinaria. Agricultura y Ganadería Ecológicas, Revista de divulgación Técnica SEAE. 9: 28-30.
- GARCÍA ROMERO C. (2013). Terapias naturales en ganadería ecológica. Fitoterapia Veterinaria. Agricultura y Ganadería Ecológicas, Revista de divulgación Técnica SEAE. 13: 26-27.
- GARCÍA ROMERO C. (2015). Bienestar animal en ganadería ecológica. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. SEAE. 80 pp.
- GARCÍA ROMERO C. (2016). Las leguminosas en la alimentación de la ganadería ecológica. Agricultura y Ganadería Ecológicas, Revista de divulgación Técnica SEAE. En prensa.
- GARCÍA ROMERO, C. (2016). Homeopatía zootécnica. Revista Agricultura. La revista de la Producción ecológica i l'agroecología. Manresa. En prensa.
- DELGADO ENGUITA, I. (1.984). El Nabo Forrajero. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 7/84 HD. 20 pp.
- GARCÍA ROMERO, C (1.984-2004). Memorias de actividades de investigación ganadera, pastos y forrajes. Unidad de Sanidad Animal. Parasitología. CRIDA 01 Centro Regional de investigación y Desarrollo Agrario de Mabegondo. A Coruña. Galicia.
- VARIOS AUTORES (1.984). 100 años de investigación agraria. 1.888-1.988. Conmemoración do Centenario da creación da Granxa Escola Experimental de A Coruña, actualmente Centro de Investigación Agraria de Mabegondo. . Xunta de Galicia Tomo 1: 321 pp. Tomo 2: 434.

ANEXOS

Tabla nº 1. Valor nutritivo de las principales leguminosas que se utilizan en la alimentación de la Ganadería Ecológica en España. (Fuente: García Romero, 2016 Revista Ae nº25).

ESPECIES	% PROTEINA BRUTA	% AMINOACIDOS	% GRASAS	HIDRATOS DE CARBONO	VALORES AGRONOMICOS
Veza (<i>Vicia Sativa</i> L)	25-29	Lisina (1,44-1,76) Metionina (0,11-0,18)	1,5	53% 7,5-10 fibra bruta (FB)	Aclimatación agrosistemas secos y cálidos
Alcarruñas Yeros (<i>Vicia ervilia</i> L)	19,5-23	Lisina (1,53-2) Metionina (0,37)	1,3-2	61-64 4-6 FB	Resistente a la sequía
Chicharros. Guisante (<i>Pisum Sativum</i> L)	20,8-33	Lisina (45,63) Metionina (5,63) Cisteína (6,25)	1,5-2	60,7 37-49% almidón	Adaptado a climas continentales. Necesitan riego de apoyo
Alberjon (<i>Vicia narbonensis</i> L)	23,7-26,4	Lisina (1,44-1,76) Metionina (0,11-0,18)	1,5	53 7,5-10% FB	Ambientado a climas cálidos y secos
Titarro (<i>Lathirus cicera</i>)	22,7-28	Lisina (1,84-2,47) Metionina (0,1-0,15)	1,2-1,6	55-61 4-15 FB 40-45% almidón	Adaptados a agrosistemas de secano. Resisten el frío
Almorta (<i>Vicia articulata</i>)	26-34		1,96		Muy resistente a la sequía
Habines/ Haboncillos/Habas (<i>Vicia faba</i> L)	20,3-36,6	Lisina (40,63) Metionina (4,38) Cisteína (50)	0,7-1,7	8% FB 47% almidón	Sensible a falta de agua. El habón, haba caballar y amarilla más ricas en aminoácidos
Altramuz amarillo tremorilla (<i>Lupinus luteus</i>)	32-48	Lisina (33,13) Metionina (5) Cisteína (8,75) Triptófano (6,25)	7		Poco resistente a la sequía. Variedades semidulces
Altramuz blanco (<i>Lupinus albus</i>)	30-48	Ricos en conglutina gamma	10-12	2-4%	Alto valor nutricional
Algarroba (<i>Vicia articulata Hornem</i>)	22,5-26	Lisina (1,29) Metionina (0,25)	1,6	59,6% 4,8% FB	Adaptada agrosistemas de secano

LAS RAZAS AUTÓCTONAS DE GALICIA Y SU IMPORTANCIA PARA LA GANADERÍA ECOLÓGICA

Sánchez E*, García C**, Vaz JL***

*Consejo Regulador Agricultura Ecológica de Galicia. (CRAEGA). Monforte de Lemos. Lugo; ernesto@craega.es

**Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). Toledo; carmelog@jccm.es

*** Verin Biocoop Soc Coop Galega, Verín. Ourense; sede@verinbiocoop.com

RESUMEN:

Galicia es una comunidad autónoma con un potencial fuerte en recursos zoogenéticos autóctonos, en especial rumiantes, y de superficie pastable ecológica, que hacen muy favorable y competitiva la cría ecológica. En total, en 2015, con tendencia creciente había 259 granjas ecológicas, mayoritariamente bovinas (64,50%), con 89.560 animales y 9.701 colmenas repartidas en 29 granjas avícolas, con unas 67 industrias animales ecológicas.

Las razas autóctonas y locales gallegas constituyen el motor de la ganadería ecológica, destacando las bovinas: Rubia Gallega (15,22% del total de bovinos de Galicia) y las Morenas del Noroeste (1,24% del total de bovinos de Galicia), en peligro de extinción (Cachena, Caldelá, Frieresa, Limia, y Vianesa), de gran rusticidad, resistencia, fertilidad, aprovechamiento forrajero, resistencia, que facilita el manejo holístico en las producciones ecológicas. Otras germoplasmas zoogenéticos en riesgo de desaparición son la Oveja Galega (2,34% del total de ovejas en Galicia); Porco Celta (0,37% del total de porcino en Galicia); Cabra Galega (1,85% del total de cabras en Galicia); gallina de Mos y Piñeira, cuya conservación esta asegurada a través de las asociaciones de las razas.

Las razas ganaderas autóctonas/locales están integradas en los diferentes agrosistemas de Galicia (donde el 53,86% de la SAU está constituida por pastos y praderas) en función de su capacidad de adaptación a los mismos, potencialidades inmejorables para la cría ecológica, que tienen una gran importancia socioeconómica por sus grandes actitudes para las producciones de calidad y generación de empleo rural, control de incendios, y conservación del medio natural, por su bajo impacto medioambiental. Las especies con mayor censo en sistemas extensivos son las razas bovinas autóctonas para carne y sus cruces, seguido de la oveja y cabra Galega para la producción de carne, Porco Celta y las gallinas de Mos y Piñeira.

Palabras clave: agrosilvosistemas, cría ecológica, incendios forestales, sistemas extensivos.

POTENCIALIDADES BIOECOLÓGICAS DE LA GALLINA PIÑEIRA EN GALICIA

Rey E*, García C**, Casas E***

*Veterinario. Fundación ACIVEGA. A Coruña. Galicia; jose.e.rey@farallons.com

**Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). Toledo; carmelog@jccm.es

*** Veterinario. Fundación ACIVEGA. A Coruña. Galicia.

RESUMEN:

Gallina autóctona y local de Galicia, muy arraigada a la cultura alimentaria popular y medio-ambiental gallega, tamaño mediano, semipesada, presentando distintas variedades, aperdizada, silvestre y blanca, cabeza pequeña, cara roja y lisa, cresta rizada en nuez (parecida a una pequeña piña), rosa, barbillas grandes, rojas, colgantes y redondeadas, orejillas ovales y rojas, pico adaptado al picoteo, cuello arqueado ancho y esclavina, cola poblada bastante levantada, bien aplomadas, tarsos desnudos, amarillos, conocida como "A Galiña da casa y do País", atlántica, procedente del tronco Celta, distribuida A Coruña (Arzua, O Pino, Laracha, Cabana de Bergantiños, Santa Coloma y otras), Lugo (Ribadeo, etc.), Pontevedra (Lalin), entre otros territorios. Raza en peligro de extinción, por su bajo censo, a la espera de ser reconocida oficialmente por el MAGRAMA, cuya recuperación y fomento se está realizando con acierto a través de la Fundación ACIVEGA y la Asociación para la Recuperación, Defensa, Producción y Promoción da Galiña Piñeira (AGALPI), encargada del programa de conservación y mejora de la raza. Muy rústica, dura, campera, gran poder de adaptación, facilidad de puesta, instinto maternal, longevidad y vida productiva aceptables, resistente a las enfermedades, y en concreto las parasitosis, potencialidades ideales para la avicultura ecológica en Galicia, favorecida por su cría en sistemas extensivos, y su alimentación basada en los recursos naturales y agrícolas, con una producción huevera sostenible, de alta calidad, ofreciendo una carne exquisita, muy apreciada en la gastronomía popular, como es la marca de Gallo Piñeiro Casero o Capón Piñeiro Casero.

Palabras clave: avicultura ecológica, gallina piñeira, razas autóctonas Galicia.

CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS

ESTUDIO COMPARATIVO DE TREMATODOS RUMINALES EN GRANJAS LECHERAS ECOLÓGICAS Y CONVENCIONALES

Orjales I*, Rodríguez R**, López M**, Mezo M***, González M**, Miranda M*

*Dpto Anatomía, Producción Animal e Ciencias Clínicas Veterinarias (USC)

**Dpto Patología Animal (USC)

***Laboratorio de Parasitología (CIAM)

RESUMEN:

El objetivo de este estudio es comparar la prevalencia de *Calicophoron daubneyi* en granjas de vacuno lechero convencionales intensivas (CON; n=5), convencionales a pastoreo (CON-P; n= 5) y ecológicas (ECO; n=22) en España. Para ello se tomaron muestras de heces y se analizaron mediante la técnica de sedimentación. De forma general, no se encontraron diferencias en el número de granjas infectadas por el parásito (CON=40%, CON-P=60% y ECO=59.1%) pero cuando analizamos la prevalencia individual observamos que el número de animales infectados era significativamente mayor en los grupos que pastoreaban (CON-P=36.5% y ECO=34.1%) que en el grupo que no pastoreaba (CON=5.3%). Sin embargo los recuentos de huevos en heces (hpg) fueron significativamente mayores en el grupo de granjas ecológicas (mediana= 68.0; Q25-Q75=16.0-173.5) que en las granjas convencionales, independientemente de si pastoreaban o no (mediana=20.5; Q25-Q75=6.8-60.0 y mediana=11.5; Q25-Q75=2.0-24.0 en CON-P y CON respectivamente).

Nuestros resultados indican que el principal factor que afecta a la prevalencia parasitaria es el pastoreo y no se encontraron diferencias entre sistemas ecológicos y convencionales en el mismo régimen de pastoreo. Por tanto el control parasitario debe ser integrado basándose sobre todo en el pasto para evitar las infecciones.

Palabras clave: ecológico, pastoreo, trematodos ruminales.

Introducción

Las infecciones parasitarias producen un impacto negativo en la salud y bienestar animal (Piedrafita *et al.*, 2010). Aunque en la mayoría del ganado adulto estas infecciones son subclínicas, inducen disminuciones en la producción láctea y consecuentes pérdidas económicas (Charlier *et al.*, 2009).

En los climas templados, los trematodos que afectan en mayor medida al ganado vacuno de leche son *Fasciola hepatica* (trematodo hepático; Mezo *et al.*, 2008) y *Calicophoron daubneyi* (trematodo ruminal; Gonzalez-Warleta *et al.*, 2013). Tradicionalmente, se ha prestado mayor atención a *F. hepatica* por sus notables efectos negativos en la salud y la producción de los animales, pero debido a que ambos comparten el mismo hospedador intermediario, un caracol acuático denominado *Galba truncatula*, en los últimos años se ha comenzado a estudiar los trematodos ruminales observando una elevada presencia en Europa.

De forma habitual, el control de las infecciones parasitarias se base en el adecuado manejo de los pastos (fuente fundamental de la infección) y el uso de antiparasitarios (Ellis *et al.*, 2011). Los rebaños manejados en sistemas ecológicos no pueden ser tratados con antiparasitarios de forma rutinaria y además permanecen de forma continuada en los pastos. Esto lleva a que tengan un mayor riesgo de infección que los rebaños convencionales (Sorge *et al.*, 2015). Por ello, las últimas tendencias son la realización de controles integrados usando de forma racional medidas biológicas, biotecnológicas y químicas con prácticas ganaderas así como estrategias de cría que permitan reducir el uso de agentes químicos al mínimo (Thamsborg *et al.*, 1999). Un aspecto que requiere mayor investigación es la aparente mayor tolerancias que tienen algunos animales manejados en

sistemas ecológicos a los parásitos. La relación parásito-hospedador podría verse modificada por el hecho de que los animales en ecológico están en muchos casos expuestos a retos desde el inicio de la vida causando mayor resiliencia en el rebaño (Keatinge y Jackson, 2002).

El objetivo de este trabajo es conocer la prevalencia de los trematodos ruminales en las granjas ecológicas lecheras del norte de España así como compararla con las granjas convencionales de la misma zona.

MATERIAL Y MÉTODO

Este estudio se ha llevado a cabo en el Norte de España (Galicia, Asturias, Cantabria y el País Vasco), un área caracterizada por un clima oceánico con alta humedad y precipitaciones y moderadas temperaturas. Es la zona más importante en producción lechera de España con más del 62% de las vacas lecheras en sólo el 10,4% de la superficie total del país (MAGRAMA, 2014).

Para su realización se seleccionaron 22 granjas ecológicas (ECO) inscritas en los registros de Control Lechero Oficial teniendo en cuenta su compromiso para participar en el estudio (visitas a granjas, muestreos, cuestionarios, etc.). Las granjas ecológicas de esta región provienen de granjas convencionales basadas en el pastoreo, poco tecnológicas y con poca rentabilidad que optaron por la agricultura ecológica debido a que la vieron como una vía para incrementar el valor de su producto sin incrementar el tamaño del rebaño (media de 46,9 vacas por granja). Para realizar una comparación, se seleccionaron 10 granjas convencionales cercanas a las ecológicas buscando homogeneidad y evitando así el efecto de los factores climáticos: 5 granjas que basan su producción en el pastoreo (CON-P) y 5 granjas convencionales cuyos animales se mantienen estabulados permanentemente (CON).

El estudio se realizó durante los meses de Octubre a Noviembre del año 2011. Se tomaron muestras fecales rectales (50 gramos como mínimo) de vacas adultas. En total se muestrearon 674 animales seleccionados aleatoriamente usando el software epidemiológico Win Episcopo® para diseñar estudios de campo: 115 animales en CON, 116 animales en CON-P y 443 animales en ECO.

Todas las muestras fueron refrigeradas inmediatamente y transportadas al laboratorio en menos de 4 horas desde su obtención. En el laboratorio se almacenaron a +5°C (una semana como máximo) hasta realizar los análisis de sedimentación cuantitativa para detectar los huevos de *C. daubneyi*. Se usaron 10 gramos de heces con una sensibilidad de 2 huevos por gramo de heces (hpg).

Los datos correspondientes a hpg fueron transformados logarítmicamente para favorecer la distribución normal, la cual se estudió usando el test de Kolmogorov-Smirnov. Sin embargo, no se obtuvieron datos normales por lo que los estudios estadísticos se llevaron a cabo usando métodos no paramétricos.

Se calcularon tres tasas de prevalencia: prevalencia individual (porcentaje de animales positivos en el número total de animales testados), prevalencia de rebaño (porcentaje de rebaños con el menos un animal positivo) y la prevalencia intrarebaño (porcentaje de animales positivos en cada rebaño). Las tasas de prevalencia individual y de rebaño se compararon en los tres grupos de granjas usando el test Chi-cuadrado (χ^2) mientras que la prevalencia intrarebaño se analizó usando el test de Kruskal Wallis. Las diferencias entre grupos para la intensidad parasitaria (epg) se analizaron mediante el test de Kruskal-Wallis. Los resultados se expresan como mediana (medida de tendencia central) y rango intercuartílico (medida de dispersión estadística).

Todos los análisis estadísticos se realizaron usando SPSS® (V.20.0) para Windows y las diferencias se consideraron significativas a $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las infecciones parasitarias en el ganado vacuno lechero manejado en sistemas ecológicos se encuentran dentro de los principales retos para poder alcanzar los estándares de bienestar animal deseados. El

ganado mantenido en condiciones de pastoreo está de forma natural asociado con un incremento en el riesgo de exposición a los patógenos que se transmiten por el pasto y esta situación podría ser particularmente severa en animales de granjas ecológicas (Höglund *et al.*, 2010).

Tradicionalmente los trematodos ruminales no han recibido mucha atención en el oeste de Europa (Malrait *et al.*, 2015) debido a su relativa baja prevalencia y a que se consideraron parásitos de baja patogenicidad, sobre todo si se compara con el trematodo hepático *F. hepatica* (Mage *et al.*, 2002). Sin embargo, diferentes estudios llevados a cabo en Francia, Reino Unido o Irlanda han revelado que la prevalencia de *C. daubneyi* se ha incrementado de forma significativa en los últimos años (Mage *et al.*, 2002; Foster *et al.*, 2008).

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de la prevalencia de rebaño, la prevalencia individual y la prevalencia intrarebaño de *C. daubneyi* en los tres grupos de granjas (ECO, CON-P, CON).

La tasa de prevalencia de rebaño de *C. daubneyi* fue similar en los tres tipos de granjas con porcentajes de 40,0% para granjas CON, 60,0% en CON-P y 59,1% en granjas ECO. Sin embargo, cuando consideramos la prevalencia individual, observamos como de forma significativa ($p < 0.001$) las granjas que mantenían a sus animales estabulados tenían menor número de animales positivos (5,3%) que aquellas granjas que pastoreaban independientemente de ser convencionales (36,5%) que ecológicas (34,1%). No se observaron diferencias significativas para las tasa de prevalencia intrarebaño de los tres grupos estudiados. Sin embargo debemos resaltar que el 25% de las granjas con régimen de pastoreo (ECO y CON-P) contaban con un alto porcentaje de animales (95,8-100%) que excretaron huevos de *C. daubneyi* en heces, mientras que la mitad de las granjas CON no excretaron huevos del parásito (valor de la mediana de la prevalencia intrarebaño = 0,0%).

<i>Calicophoron daubneyi</i>			
Sistema de manejo	Prevalencia de rebaño (%)	Prevalencia individual (%)	Prevalencia intrarebaño Mediana (Q ₂₅ -Q ₇₅) %
ECO	59,1	33,9 ^b	21,3 (0,0-100,0)
CON-P	60	36,2 ^b	12,5 (0,0-95,8)
CON	40	5,2 ^a	0 (0-14,2)

Diferentes superíndices en la misma columna muestran diferencias significativas entre los grupos ($p < 0.05$)

Cuadro 1. Prevalencia de rebaño, prevalencia individual y prevalencia intrarebaño de la infección por *C. daubneyi* en granjas ecológicas (ECO), convencionales con pastoreo (CON-P) y convencionales sin pastoreo (CON).

Estos resultados nos indican que *C. daubneyi* es un parásito extramadamente común en nuestro área de estudio observando niveles de prevalencia superiores a los indicados por otros autores en el noroeste de España (6–20%; Díaz *et al.*, 2007; Ferreras *et al.*, 2014; González-Warleta *et al.*, 2013) o la zona central de Francia (20%; Szmidt-Adjidé *et al.*, 2000). Cuando comparamos los resultados obtenidos en los grupos estudiados observamos claramente como en las granjas en las que los animales no salen a pasto tienen menor número de animales infectados que los grupos tanto ecológico como convencional que pastorean. Estos resultados son comparables con otro estudio llevado a cabo en animales procedentes de mataderos donde se observó que las vacas de carne (cuya producción se basa en el pastoreo) mostraron mayor presencia de trematodos adultos en el rumen que las vacas lecheras (que tenían acceso limitado al pasto) (29,2 vs 13,9% respectivamente) (González-Warleta *et al.*, 2013).

En el Cuadro 2 podemos observar la intensidad parasitaria (basada en recuentos de huevos de *C. daubneyi* en heces) observada en los tres grupos de granjas estudiados. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, observamos que los recuentos de huevos en heces (hpg) fueron significativamente mayores ($p=0,001$) en granjas ECO (mediana= 68,0; Q25-Q75=16,0-173,5) que en granjas convencionales independientemente de si pastoreaban o no (mediana= 20,5; Q25-Q75= 6,8-60,0 y mediana= 11,5; Q25-Q75= 2,0-24,0 en CON-P y CON respectivamente).

Un estudio reciente llevado a cabo en el año 2015 en Bélgica indicó que existe una buena correlación entre hpg y la carga parasitaria de trematodos ruminales estableciendo un punto de corte de 200 hpg que se puede usar para discriminar entre animales infectados con más de 200 adultos de los animales no infectados o con muy poca carga parasitaria (Malrait *et al.*, 2015). Considerando este punto de corte, sólo dos animales de una granja convencional superó está umbral mientras que 32 de animales de 5 granjas ecológicas diferentes sobrepasaron el punto de corte.

Sistema de manejo	Recuentos fecales de <i>C. daubneyi</i> ¹	
	Mediana	Q ₂₅ -Q ₇₅
ORG	68,0 ^b	(16,0-173,5)
CON-G	20,5 ^a	(6,8-60,0)
CON-NG	11,5 ^a	(2,0-24,0)

¹Numero de huevos por gramo de heces
Diferentes superíndices en la misma columna muestran diferencias significativas entre los grupos ($p<0.05$)

Cuadro 2. Recuentos fecales de huevos de *Calicophoron daubneyi* en las granjas ecológicas (ECO), convencionales con pastoreo (ECON-P) y convencionales sin pastoreo (CON).

CONCLUSIONES

Como conclusión a este trabajo podemos indicar que nuestros resultados indican que el principal factor que afecta a la presencia de *C. daubneyi* en los animales de las granjas estudiadas es el pastoreo y no se encontraron diferencias entre sistemas ecológicos y convencionales en el mismo régimen de pastoreo. Por tanto el control parasitario debe ser integrado basándose sobre todo en el adecuado manejo tanto del pasto, principal fuente de infección en los animales, como del sistema de pastoreo.

BIBLIOGRAFÍA

- Charlier, J., Höglund, J., von Samson-Himmelstjerna, G., Dorny, P., Vercruyse, J. 2009. Gastrointestinal nematode infections in adult dairy cattle: Impact on production, diagnosis and control. *Veterinary Parasitology*, 164: 70–79.
- Díaz, P., Pedreira, J., Sánchez-Andrade, R., Suárez, J.L., Arias, M.S., Francisco, I., Fernández, G., Díez-Baños, P., Morrono, P., Paz-Silva, A. 2007. Risk periods of infection by *Calicophoron daubneyi* (Digenea:Paramphistomidae) in cattle from oceanic climate areas. *Parasitology Research*, 101: 339–342.
- Ellis, K. A, Jackson, A, Bexiga, R., Matthews, J., McGoldrick, J., Gilleard, J., Forbes, A B. 2011. Use of diagnostic markers to monitor fasciolosis and gastrointestinal nematodes on an organic dairy farm. *Veterinary Record*, 169: 524.
- Ferreras, M.C., González-Lanza, C., Pérez, V., Fuertes, M., Benavides, J., Mezo, M., González-Warleta, M., Giráldez, J., Martínez-Ibeas, A.M., Delgado, L., Fernández, M., Manga-González, M.Y. 2014. *Calicophoron daubneyi* (Paramphistomidae) in slaughtered cattle in Castilla y León (Spain). *Veterinary Parasitology*, 199: 268–271.

- Foster, A.P., Otter, A., O'Sullivan, T., Cranwell, M.P., Twomey, D.F., Millar, M.F., Taylor, M.A. 2008. Rumen fluke (paramphistomosis) in British cattle. *Veterinary Record*, 162, 528–528.
- González-Warleta, M., Lladosa, S., Castro-Hermida, J.A., Martínez-Ibeas, A.M., Conesa, D., Muñoz, F., López-Quílez, A., Manga-González, Y., Mezo, M. 2013. Bovine paramphistomosis in Galicia (Spain): Prevalence, intensity, aetiology and geospatial distribution of the infection. *Veterinary Parasitology*, 191: 252–263.
- Höglund, J., Dahlström, F., Engström, A., Hessle, A., Jakubek, E.-B., Schnieder, T., Strube, C., Sollenberg, S. 2010. Antibodies to major pasture borne helminth infections in bulk-tank milk samples from organic and nearby conventional dairy herds in south-central Sweden. *Veterinary Parasitology*, 171: 293–9.
- Keatinge, R., Jackson, F., 2002. Developing parasite control strategies in organic systems UK Org. Res. URL <http://orgprints.org/8454>
- Mage, C., Bourgne, H., Toullieu, J.-M., Rondelaud, D., Dreyfuss, G., 2002. *Fasciola hepatica* and *Paramphistomum daubneyi* : changes in prevalences of natural infections in cattle and in *Lymnaea truncatula* from central France over the past 12 years. *Veterinary Research*, 33: 439–447.
- MAGRAMA, 2014. La agricultura ecológica en España [WWW Document]. URL <http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/>
- Malrait, K., Verschave, S., Skuce, P., Van Loo, H., Vercruyse, J., Charlier, J. 2015. Novel insights into the pathogenic importance, diagnosis and treatment of the rumen fluke (*Calicophoron daubneyi*) in cattle. *Veterinary Parasitology*, 207: 134–139.
- Mezo, M., González-Warleta, M., Castro-Hermida, J.A., Ubeira, F.M. 2008. Evaluation of the flukicide treatment policy for dairy cattle in Galicia (NW Spain). *Veterinary Parasitology*, 157: 235–243.
- Piedrafita, D., Spithill, T.W., Smith, R.E., Raadsma, H.W. 2010. Improving animal and human health through understanding liver fluke immunology. *Parasite Immunology*, 32: 572-581
- Sorge, U.S., Moon, R.D., Stromberg, B.E., Schroth, S.L., Michels, L., Wolff, L.J., Kelton, D.F., Heins, B.J. 2015. Parasites and parasite management practices of organic and conventional dairy herds in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, 98: 3143-3151.
- Szmidił-Adjidé, V., Abrous, M., Adjidé, C.C., Dreyfuss, G., Lecompte, A., Cabaret, J., Rondelaud, D. 2000. Prevalence of *Paramphistomum daubneyi* infection in cattle in central France. *Veterinary Parasitology*, 87: 133–138.
- Thamsborg, S., Roepstorff, A., Larsen, M. 1999. Integrated and biological control of parasites in organic and conventional production systems. *Veterinary Parasitology*, 84: 169–186.

EFECTO DO PASTOREO EN PRIMAVERA DE PRADEIRAS DE TREVO EN COMPARACIÓN CO RAIGRÁS INGLÉS SOBRE A PRODUCCIÓN E COMPOSICIÓN DO LEITE DE VACÚN

Veiga M*, Resch C*, Dagnac T*, Fernández-Lorenzo B*, Pereira-Crespo S**, Valladares J*, Botana A*, Flores-Calvete G*

*Instituto Galego de Calidade Alimentaria. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (INGACAL-CIAM). Apdo. 10, 15080 A Coruña

**Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite (LIGAL), Mabegondo, 15318 Abegondo, A Coruña

RESUMEN:

*Neste traballo preséntase a comparación, en termos de produción e composición do leite de vaca, entre o pastoreo de tres especies: trevo branco (*Trifolium repens* L.), trevo violeta (*Trifolium pratense* L.) e raigrás inglés (*Lolium perenne* L.). Os pastos foron aproveitados por vacas leiteiras durante a primavera (abril-xuño) na zona atlántica de Galicia. O período de pastoreo tiña lugar polo día, entre as dúas muxiduras de mañá e de tarde, mentres que as vacas permanecían estabuladas pola noite.*

Nos resultados obtidos salientase o mellor valor nutricional das especies de leguminosas, con valores de proteína bruta máis altos e valores de concentración da parede celular máis baixos comparados coa gramínea. A produtividade obtida, en todos os tratamentos, polas vacas que se atopaban entre o 2º e 4º mes de lactación foi alta, con un consumo moi reducido de concentrado (73-75 gramos/kg de leite) e producións de leite (corrixida ao 3,5% de materia graxa) entre 33,3-34,4 kg/día. Ao respecto do perfil lípido do leite, observouse a superior resposta do pastoreo de leguminosas, comparado co raigrás inglés, en canto á presenza na graxa do leite de ácidos graxos (AG) poliinsaturados e ácidos graxos da serie omega-3. Así mesmo, o pastoreo de trevo branco permitiu aumentar o contido de ácido linoleico conxugado (CLA). Os resultados mostran, por unha banda, a posibilidade de producir leite con consumos reducidos de concentrado cando se utilizan ensilados de boa calidade e, pola outra, indican claramente a superioridade nutricional dos ensilados de leguminosas comparados cos de raigrás. O consumo de leguminosas ensiladas permitiu producir leite cun perfil de AG máis saudable, comparado co raigrás inglés.

Palabras clave: pasto, perfil graxo, produción, vacún leiteiro, valor nutritivo.

INTRODUCCIÓN

O sector de vacún leiteiro é unha actividade estratéxica en Galicia, onde as explotacións leiteiras galegas xestionan aproximadamente un terzo da superficie agrícola útil e esta actividade xera o 40% do valor engadido bruto do sector agrícola da rexión (López-Iglesias *et al.*, 2013). Actualmente, a produción de leite de vaca alcanza os 2,5 millóns de toneladas, que representa máis do 40% da produción total de leite de vaca de España. Esta cifra converte a Galicia nunha das 10 rexións da UE co maior nivel de produción de leite de vaca (Eurostat, 2013).

O modelo de produción de leite en Galicia evolucionou cara unha intensificación da produción forraxeira, baseándose sobre todo no incremento da superficie dedicada a cultivos anuais para ensilar, na que a rotación de raigrás italiano con millo forraxeiro é predominante nas explotacións máis produtivas. A pesar da elevada produtividade deste sistema, ambos cultivos presentan baixo contido en proteína, o que obriga a unha elevada dependencia de materias primas proteicas importadas que encarecen o custe da ración. A actual situación da produción láctea en Galicia, cunha marcada relación desfavorable entre os prezos do leite e o custe de produción fai necesario revisar os modelos de produción e adaptalos ás necesidades dos produtores e dos consumidores.

As introdución de especies leguminosas nos sistemas forraxeiros presentan certas vantaxes produtivas e ambientais, en comparación cos cultivos monofitos de gramíneas nos sistemas de produción de leite (Dewhurst *et al.*, 2009) relativas, entre outros factores, á redución do custo de inputs (fertilizante e concentrado) e á diminución das emisións de gases de efecto invernadoiro. Outros estudos mostran que o consumo de leguminosas permiten mellorar a composición do leite (Frame, 2005), aspecto que cobra especial relevancia debido á preocupación actual pola relación entre a dieta humana e a saúde.

A este respecto, a composición en ácidos graxos do leite depende do xenotipo da vaca, do estado de lactación, pero o método máis adecuado para modificala é o manexo da alimentación (Givens e Shingfield, 2006). O consumo de forraxes frescas permite obter un leite cun perfil lipídico máis saudable (Elgersma *et al.*, 2006). Shingfield *et al.* (2008) indicaron que o pastoreo de leguminosas, incrementa a concentración de ácidos graxos poliinsaturados do leite comparado coas gramíneas.

O presente estudo ten como obxectivo coñecer as diferenzas en termos de produción e composición do leite entre o pastoreo de trevos plurianuais e o de raigrás inglés.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio realizouse entre os meses de abril e xuño de 2012 na finca experimental do Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM), situada na provincia de A Coruña (43° 15' N, 8° 18' W), zona costeira de clima atlántico a 100 m de altitude. As especies forraxeiras utilizadas foron dúas leguminosas pratenses: trevo branco (*Trifolium repens* L. cv. *Haifa*) e trevo violeta (*Trifolium pratense* L. cv. *Lemmon*), comparadas coa especie gramínea raigrás inglés (*Lolium perenne* L. cv. *Heraut*). A fertilización de fondo realizouse segundo as recomendacións de Piñeiro *et al.* (2009) para cultivos forraxeiros en solos de moderada acidez e contido medio en fósforo e potasa. As leguminosas non recibiron nitróxeno (N), mentres que o raigrás inglés recibiu un total de 100 kg de N/ha e ano, do que a metade foi aplicada cara á saída do inverno e o resto, tras o primeiro pastoreo.

Foron seleccionadas 18 vacas da raza Holstein do rabaño experimental do CIAM entre o 2º e o 4º mes de lactación, das que un 40 % eran vacas primíparas. Os animais foron seleccionados dun total de entre 30 e 40 vacas en lactación, buscando a necesaria homoxeneidade entre os grupos dos distintos tratamentos en canto a produción de leite, días en leite, número de parto e peso vivo. O deseño estatístico empregado foi un cadrado latino completo, con tres tratamentos (tipos de pasto) igual ó de períodos de ensaio e seis repeticións (vacas) por tratamento. Todos os animais pasaron por todas as dietas no decurso do experimento.

O experimento desenvolveuse entre o 9 de abril e o 8 de xuño e foi precedido por unha etapa de adaptación (21 días) das vacas ó sistema de alimentación do ensaio, tras o cal seguiron os correspondentes períodos experimentais. Por cada tratamento utilizouse unha superficie de aproximadamente 2 ha, onde os animais realizaron o aproveitamento do pasto no seu primeiro ciclo de crecemento, de forma rotacional, en bandas, durante tres períodos de tres semanas cada un (período 1: 9 abril - 29 abril; período 2: 30 abril - 20 maio e período 3: 21 maio - 8 xuño). O pastoreo tivo lugar polo día, entre as dúas muxiduras (8:00 h e 20:00 h), permanecendo estabuladas as vacas pola noite. A dieta consistiu no consumo de pasto a vontade durante o día e unha mestura unifeed no estábulo, consistente en 5 kg de materia seca (MS) de ensilado de millo (35-40% MS) e 2,5 kg de concentrado a base de fariña de cereal e torta de soia, do 21,5% de proteína bruta (PB) por vaca e día.

O manexo do pastoreo realizouse coa axuda de dous fíos móbiles electrificados, que se cambiaban cada dous ou tres días, procurando que a cantidade de pasto en oferta fose en exceso. O deseño das subparcelas realizouse de maneira que as vacas dos diferentes tratamentos tivesen sempre acceso a unha zona arborada, onde os animais puideran descansar á sombra e ter acceso a auga fresca.

A toma de mostras de leite, pasto e ración unifeed realizáronse na última semana de cada período. A produción de leite de cada vaca foi rexistrada diariamente ó longo de todo o ensaio. Na última semana de cada período (semana de control) tomáronse dúas alícuotas de leite por vaca durante tres días en seis

muxaduras consecutivas de mañá e tarde na citada semana. Unha primeira alícuota mantívose refrixerada a 4°C e trasladouse ó Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite (LIGAL), onde se realizou a análise da composición fisicoquímica e contido en urea. A outra alícuota mantívose conxelada a -20°C ata enviarse ó laboratorio de control de calidade da empresa LEYMA para análise do perfil de ácidos graxos (AG) mediante cromatografía de gases.

Durante a última semana de cada período, e inmediatamente antes da entrada do gando nunha subparcela nova, tomáronse 3 mostras de pasto en tres superficies cadradas (0,36 m²) en cada banda de pasto fresco ofrecido ás vacas, realizándose o corte de maneira manual a unha altura de 5 cm do solo. As mostras de pasto pesáronse e dividíronse en dúas alícuotas para determinar: (1) o contido de materia seca e valor nutritivo e (2) a composición botánica. A materia seca das mostras de pasto determinouse nunha estufa de aire forzado (80 °C, 16 h) e a composición química e dixestibilidade estimouse mediante ecuacións NIRS desenvolvidos no CIAM (Pereira-Crespo *et al.*, 2012). A composición botánica determinouse mediante separación manual das distintas fraccións.

A análise estatística realizouse mediante ANOVA, empregando o procedemento PROC GLM do paquete estatístico SAS/STAT v9.2 (SAS Institute, 2009) considerando como factor fixo a especie de pasto, mentres que animal (repetición) e período como factores aleatorios.

RESULTADOS E DISCUSIÓN

Como se mostra na Táboa 1, as parcelas de trevo presentaron, polo xeral, unha alta presenza de especies adventicias, nas que predominaban llantén (*Plantago lanceolata* L.), labazas (*Rumex* sp.) e gramíneas. A baixa presenza das especies sementadas nos pastos de trevo, cun 52,2% no caso do trevo branco (TB) e un 58,9% para o pasto de trevo violeta (TV), poñen de manifesto as dificultades de implantación e a menor agresividade destas especies, comparadas co raigrás inglés (RG) cunha presenza do 78,6%, o cal pon de manifesto unha das principais dificultades do manexo das especies leguminosas pratenses.

En canto á composición química e valor nutricional do pasto, na Táboa 2 pódense observar os valores medios dos diferentes tipos de pasto. Saliéntase o mellor valor nutricional das especies leguminosas, con valores de PB máis altos (22,3% MS TV, 19,7% MS TB e 11,6% MS RG) e valores de concentración da parede celular máis baixos comparados coa gramínea, mostrando o TV o menor contido en FND (36,5% MS), seguido do TB (38,8% MS) e sendo o da gramínea RG claramente superior a ambas (53,3% MS).

Tipo de pasto	Materia seca %		Composición botánica (%MS total)		
	Total	Especie sementada	Gramíneas	Leguminosas	Especies adventicias
RG	18,5	17,0	78,6	2,2	19,2
TB	15,4	14,3	17,8	52,2	30,0
TV	15,3	14,6	2,2	58,9	38,9

RG: raigrás inglés; TB: trevo branco; TV: trevo violeta; MS: materia seca

Táboa 1. Valores medios de materia seca e composición botánica do pasto.

Os valores de carbohidratos solubles en auga (CSA) para os pastos de leguminosas foron baixos (10,2% MS e 8,8% MS para TB e TV, respectivamente) en comparación co pasto de RG (19,1% MS). A dixestibilidade da materia orgánica foi inferior para o RG cunha porcentaxe do 69,9% en comparación con TB e TV con valores de 72,9 e 73,8%, respectivamente.

Tipo de pasto	MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMO
RG	17,0	91,0	11,6	29,4	53,3	19,1	20,6	69,9
TB	14,3	88,7	19,7	26,9	38,8	10,2	11,7	72,9
TV	14,6	88,7	22,3	25,9	36,4	8,8	11,2	73,8

RG: raigrás inglés; TB: trevo branco; TV: trevo violeta; MS: Materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido deterxente (%MS); FND: fibra neutro deterxente (%MS); CSA: carbohidratos solubles en auga (%MS); CNET: carbohidratos non estruturais (%MS); DMO: dixestibilidade da MO (%).

Táboa 2. Valores medios da composición química e valor nutricional do pasto en oferta (especies sementadas).

Os resultados de produción e composición do leite dos diferentes tratamentos móstranse na Táboa 3. Cabe salientar a elevada produtividade alcanzada polas vacas, das que un 40% eran de primeiro parto, cun consumo moi reducido de concentrado en todos os tratamentos, que oscilaron entre 73 e 75 g/kg de leite, e as producións de leite corrixido ó 3,5 % de materia graxa (PLMG) superaron os 30 kg/día, o cal ilustra acerca da elevada potencialidade produtiva dos sistemas de pastoreo en primavera-verán. Os valores medios de PLMG, que non diferiron entre tratamentos, foron: 33,28; 34,41 e 34,38 kg/día para RG, TB e TV, respectivamente.

Saliéntase o baixo contido graxo do leite en tódolos tratamentos e, particularmente, nos do pastoreo de leguminosas, con valores medios de 3,38%, 3,45% e 3,67% para TB, TV e RG, respectivamente. Este resultado se interpreta, aparentemente, como unha consecuencia do menor contido en fibra dos trevos, comparado coa gramínea. A concentración de urea en leite foi significativamente máis baixa para o pasto de RG (133 mg/L) en comparación co pasto de TB (201 mg/L) e TV (227 mg/L), consecuencia do baixo contido en proteína no pasto de gramínea.

	Tipo de pasto			p
	RG	TB	TV	
Produción de leite (PL, kg/día)				
PL non corrixida	32,37 ^b	34,99 ^a	34,56 ^a	**
PLMG corrixida ao 3,5% de graxa	33,28	34,41	34,38	ns
PL corrixida ao 3,5% de graxa e 3,2% de proteína	32,63	34,04	33,96	ns
Composición fisicoquímica do leite				
Materia graxa (%)	3,67 ^a	3,38 ^b	3,45 ^b	***
Materia proteica (%)	3,00	3,00	3,01	ns
Lactosa (%)	4,82	4,80	4,79	ns
Extracto seco magro (%)	8,59	8,53	8,56	ns
Contido de urea en leite (mg/L)	133 ^c	201 ^b	227 ^a	***
Produción de graxa e proteína (kg/día)				
Materia graxa	1,19	1,19	1,20	ns
Materia proteica	0,97 ^b	1,05 ^a	1,04 ^a	*
Extracto seco magro	2,78 ^b	2,98 ^a	2,96 ^a	*

RG: raigrás inglés; TB: trevo branco; TV: trevo violeta; Nivel de significación: *** (p<0,001); ** (p<0,01); * (p<0,05); ns (non significativo).

Táboa 3. Efecto do tipo de pasto sobre a produción, composición fisicoquímica e contido en urea do leite

En canto ó perfil graxo do leite (Táboa 4) salientase, en primeiro lugar, a redución do principal ácido graxo saturado (palmítico, C16:0) nos tratamentos de leguminosas, con valores medios de 31,42% AGT e 32,01% AGT, para TV e TB, respectivamente, en comparación co pasto de RG (33,15% AGT). O maior contido de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) observouse no tratamento de pastoreo de TV (6,15% AGT), seguido do TB (5,58 % AGT) e do RG (4,70% AGT). Os valores medios dos AG da serie omega-3, considerados moléculas con actividade funcional desde o punto de vista da saúde humana foron (en %AGT) 1,51%, 1,29% e 1,04% para TV, TB e RG, respectivamente. Os AGPI maioritarios no leite foron o linoleico (LA, C18:2n6c) e alfa-linolénico (ALA, C18:3n3) cabezas das series omega-6 e omega-3, respectivamente. O tratamento de pastoreo de TV mostrou os valores máis elevados de LA (2,98% AGT) e de ALA (1,33% AGT), seguido do pasto de TB (ALA 2,56% AGT e LA 1,12% AGT), mentres que o leite do pasto de gramínea mostrou valores significativamente máis baixos (ALA 2,18% AGT e LA 0,85% AGT).

(% sobre AG totales)	Tipo de pasto			p
	RG	TB	TV	
C12:0	3,45 ^b	3,74 ^a	3,84 ^a	ns
C13:0	0,18 ^b	0,21 ^a	0,20 ^a	***
C14:0	12,45	12,96	12,83	ns
C14:1	1,09 ^{ab}	1,13 ^a	1,03 ^b	**
C15:0	1,20 ^c	1,43 ^a	1,35 ^b	***
C16:0	33,15 ^a	32,01 ^b	31,42 ^b	**
C16:1	1,71	1,64	1,68	ns
C17:0	0,71 ^b	0,75 ^a	0,75 ^a	*
C17:1	0,27	0,27	0,27	ns
C18:0	11,55 ^a	10,80 ^{ab}	10,48 ^b	*
C18:1n9t	2,74 ^b	3,03 ^{ab}	3,15 ^a	ns
C18:1n9c	20,68	20,01	20,18	ns
C18:2n6t	0,31 ^{ab}	0,29 ^b	0,35 ^a	ns
C18:2n6c	2,18 ^c	2,56 ^b	2,98 ^a	***
C18:3n6	0,12	0,12	0,12	ns
C20:1	0,01 ^b	0,01 ^b	0,02 ^a	**
C18:3n3	0,88 ^c	1,12 ^b	1,33 ^a	***
CLA	0,85 ^c	1,13 ^a	0,97 ^b	***
C22:0	0,08 ^b	0,08 ^{ab}	0,09 ^a	*
C20:2n6	0,09	0,09	0,10	ns
C20:3n6	0,01	0,01	0,02	ns
C20:4n6	0,09 ^b	0,09 ^b	0,10 ^a	*
C22:2	0,08 ^b	0,08 ^b	0,10 ^a	*
C20:5n3	0,07	0,08	0,08	ns
C22:5n3	0,09	0,09	0,10	ns
OMEGA3	1,04 ^c	1,29 ^b	1,51 ^a	***
OMEGA6	2,81 ^c	3,17 ^b	3,67 ^a	***
OMEGA6/OMEGA3	2,71 ^a	2,49 ^b	2,46 ^b	***
AGS	68,71 ^a	68,25 ^{ab}	67,42 ^b	*
AGMI	26,51	26,09	26,33	ns
AGPI	4,70 ^c	5,58 ^b	6,15 ^a	***

RG: raigrás inglés; TB: trevo branco; TV: trevo violeta; CLA: ácido linoleico conxugado; OMEGA3: ácidos graxos totais da serie omega-3; OMEGA6: ácidos graxos totais da serie omega-6; OMEGA-6/OMEGA-3: relación AG omega6/omega3; AGS: ácidos graxos saturados; AGMI: ácidos graxos monoinsaturados; AGPI: ácidos graxos poliinsaturados; Nivel de significación: *** (p<0,001); ** (p<0,01); * (p<0,05); ns (non significativo).

Táboa 4. Efecto do tipo de pasto sobre o perfil de ácidos graxos do leite.

Os valores obtidos neste traballo, a respecto do superior contido en AGPI para o leite procedente do pasto de leguminosas concordan, en liñas xerais, cos observados por Flores *et al.* (2011) noutro ensaio de pastoreo no que se comparaba o comportamento dos pastos de TV e RG na segunda metade do verán.

Outra molécula presente no leite con recoñecido carácter funcional é o ácido linoleico conxugado (CLA). A súa concentración foi significativamente superior no leite das vacas que pastorearon trevo branco (1,13% AGT) comparada coa do tratamento de trevo violeta (0,97% AGT), observándose os valores máis baixos no tratamento de pastoreo de raigrás inglés (0,85% AGT).

Outro criterio de calidade do leite relacionada coa saúde humana é unha baixa relación entre o total de AG das series omega-6 e omega-3. Este valor foi significativamente inferior para TV e TB en comparación co RG, con valores do 2,46, 2,49 e 2,71, respectivamente.

Os tratamentos de pastoreo con leguminosas mostraron unha composición do leite máis saudable en comparación co tratamento de raigrás inglés, atribuído ós maiores contidos de AGPI, AG omega-3 totais, CLA e menor relación omega-6/omega-3. Entre as leguminosas, se ben o pasto de trevo violeta mostrou valores superiores de AGPI e omega-3 no leite, o procedente do pastoreo de trevo branco mostrou unha maior concentración de CLA, polo que as diferenzas entre ambas especies en canto á mellora global da calidade do leite non son claras.

CONCLUSIÓNS

O pastoreo de forraxes frescas no período de primavera-verán permite obter unha elevada produción de leite cun reducido uso de concentrados, tanto en pastos de raigrás como de leguminosas. A calidade do leite, sendo elevada en ambos casos, é mellorada desde o punto de vista do perfil de ácidos graxos, polo pastoreo de leguminosas. Non hai diferenzas globais, a este respecto entre o trevo violeta e o trevo branco. A redución da fertilización nitróxena nos pastos de leguminosas é outra vantaxe para estas especies, en comparación co raigrás. Polo tanto, as leguminosas son idóneas para incluír en sistemas de produción de baixos custos, de calidade diferenciada e respectuosos co medio ambiente. Fronte a estas vantaxes se contrapón a maior dificultade de establecemento e de manexo das especies leguminosas nas pradeiras, o que obriga a continuar os estudos acerca do comportamento agronómico destas especies.

AGRADECEMENTOS

Traballo realizado no proxecto 09MRU012E (INCITE, Xunta de Galicia) e INIA RTA2012-00065-C05-02 (Ministerio de Economía, Goberno de España). Adrián Botana é beneficiario dun contrato predoutoral FPI-INIA.

BIBLIOGRAFÍA

- Dewhurst, R.J.; Delaby, L.; Moloney, A.; Boland, T. e Lewis, E. 2009. Nutritive value of forage legumes used for grazing and silage. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 48: 167-187.
- Elgersma A., Wever A.C., Nalecz-Tarwacka T. 2006 Grazing versus indoor feeding: Effects on milk quality. Invited key note. *Grassland Science in Europe*, 11: 419-427.
- EUROSTAT. 2013. Disponible en: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Milk_and_milk_product_statistics
- Flores, G.; Resch, C.; Fernández-Lorenzo, B.; González-Arráez, A.; Valladares, J.; Dagnac, T.; Latorre, A.; Agruña, M.J.; Pereira, S.; Díaz, N.; Giménez, R. e Rodríguez-Diz, X. 2011. Efecto del pastoreo de verano de trébol violeta sobre el contenido en omega-3 de la leche de vacuno. *Pastos*, 41(1): 79-99.
- Frame, J. 2005. Forage Legumes for temperate grasslands. Rome, Italy, and Enfield, USA: FAO and Science Publishers Inc. 309 p.
- Givens, D.I. e Shingfield, K.J. 2006. Optimising dairy milk fatty acid composition. En: *Improving the Fat Content of Foods*. (Eds) C. Williams. J. Buttriss. Woodhead Publishing Limited, Cambridge (UK), p. 252-280.
- López-Iglesias, E.; Sineiro-García, F. e Lorenzana-Fernández, R. 2013. Processes of Farmland Abandonment: Land Use Change and Structural Adjustment in Galicia (Spain). *Agriculture in Mediterranean Europe: Between Old and New Paradigms*

Chapter 5. Research in Rural Sociology and Development, 19: 91-120.

- Pereira-Crespo, S.; Valladares, J.; Flores, G.; Fernández-Lorenzo, B.; Resch, C.; Piñeiro, J.; Díaz, N.; González-Arráez, A.; Bande-Castro, M.J. e Rodríguez-Diz, X. 2012. Prediction of the nutritive value of annual forage clovers and serradella by near infrared spectroscopy (NIRS). *Options méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars*, 102: 241-244.
- Piñeiro, J.; Castro-Insua, J. e Blázquez, R. 2009. Adubado de forraxeiras e pratenses. *Cooperación. Revista da Asociación Galega de Cooperativas Agrarias-Cadernillo de divulgación técnica*, 92, 15 pp.
- SAS Institute. 2009. *SAS/STAT USER'S GUIDE, V.9.2*, SAS INSTITUTE INC., CARY, NC, USA.
- Shingfield, K.J.; Chilliard, Y.; Toivonen, V.; Kairenius, P. e Givens, D.I. 2008. Trans Fatty Acids and Bioactive Lipids in Ruminant Milk. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 606: 3-65.

CONTROL BIOLÓGICO DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN CABALLOS AUTÓCTONOS PRG EN PASTOREO

Pérez G*, Hernández JA*, Rodríguez MI*, Bonilla R**, Carvalho de M LM***, Paz A*, Sánchez-Andrade R*, Arias MS*

*Grupo de Investigación COPAR (GI-2120). Facultade de Veterinaria de Lugo, Universidade de Santiago de Compostela

**Universidad "La República" – Regional Norte, Salto (Uruguay)

***Facultade de Medicina Veterinaria, Universidade de Lisboa; adolfo.paz@usc.es

RESUMEN: Los caballos autóctonos de Pura Raza Galega (PRG) y sus cruces cumplen una función importante en sistemas silvopastoriles, porque reducen la biomasa vegetal combustible. En los últimos años se ha incrementado la presencia de estos caballos en parcelas que fueron explotadas y actualmente no lo son, con objeto de mantener controlada la vegetación.

En el presente estudio se probó la eficacia de la alimentación de caballos PRG con pellets fabricados con esporas del hongo nematófago *Duddingtonia flagrans*. Se emplearon tres grupos de seis-ocho caballos Pura Raza Galega (PRG) en pastoreo, G1- no desparasitados y alimentados con concentrado sin esporas; G2- desparasitados con ivermectina tópica y alimentados sin esporas; G3- caballos desparasitados y alimentados con esporas. Se realizaron recuentos fecales durante ocho meses. Los individuos del G1 se mantuvieron infectados durante todo el estudio, los del G2 se volvieron a infectar a los dos meses y precisaron de nuevo tratamiento, y los del G3 presentaron un nivel de infección muy leve y no fue necesario volver a desparasitarlos.

Palabras clave: *Duddingtonia flagrans*, equinos, nematodos, prevención.

INTRODUCCIÓN

Los caballos Pura Raza Galega (PRG) son equinos autóctonos de la Comunidad Autónoma Gallega, cuyo origen se estima anterior a la presencia romana. Se trata de animales con capacidad para resistir en zonas de monte, incluso ante condiciones climáticas muy desfavorables, que retrasan el crecimiento de pastos naturales. Ante esta situación, los PRGs han desarrollado una elevada habilidad para alimentarse a partir de especies vegetales muy frecuentes en esta área geográfica, como es el caso del tojo (*Ulex europeus*) (Sánchez, 2012). Esta leguminosa es muy abundante en el Noroeste de la Península Ibérica, donde supone un problema importante debido a su carácter inflamable (Martínez, 2001). Debido a su capacidad para rebrotar rápidamente después de los incendios, que además estimulan la germinación de sus semillas, invade con celeridad los espacios calcinados, y se extiende cada vez más (Casal *et al.*, 2001; Carballas, 2003).

En la actualidad los PRGs no se encuentran sólo en zonas boscosas, y no resulta extraño su empleo para intentar evitar que parcelas otrora cultivadas con especies pratenses, se transformen en zonas de sotobosque con abundante presencia de leguminosas silvestres, y por ello con riesgo de incendio en especial durante la época estival.

La actividad desbrozadora de estos equinos requiere de un estado de salud adecuado, fundamentado en la alimentación apropiada y en la prevención o limitación de posibles enfermedades. En regímenes extensivos o semi-extensivos, los principales parásitos del aparato digestivo en los equinos afectan al tracto gastrointestinal son protozoos, cestodos y nematodos ascáridos y estrombilidos (Francisco *et al.*, 2009).

Los estrombilidos provocan anemia, pérdida de peso, cólicos intestinales e incluso la muerte de los caballos (Assis y Araújo, 2003). Los equinos infectados eliminan huevos que salen al exterior junto con las heces. Una vez en el suelo, y ante condiciones favorables de temperatura y humedad, sucede la fase de larva 1 (L1), que abandona el huevo y se transforma en L2, que da lugar a la L3, estadio que provoca la infección en los caballos cuando ingieren especies vegetales con L3.

El control de infecciones parasitarias en equinos se centra casi exclusivamente en la administración de tratamientos farmacológicos. Sin embargo, cuando los equinos hacen ejercicio, pasean, etc., se vuelven a infectar, y se requiere un nuevo tratamiento (Francisco *et al.*, 2012).

En los últimos años se vienen sucediendo investigaciones con hongos saprofitos capaces de desarrollar actividad frente a formas de parásitos (huevos, quistes, larvas) que se encuentran en el suelo. Algunas especies como *Mucor circinelloides* o *Pochonia chlamydosporia* son ovicidas, porque se adhieren a la cubierta de huevos de helmintos, penetran y destruyen su interior; otras son larvicidas, como *Duddingtonia flagrans* o *Monacrosporium thaumassium*, y elaboran trampas en su micelio en las que quedan atrapadas las larvas de nematodos estrogílicos (Fig. 1) (Braga *et al.*, 2011).

Una particularidad de estos hongos consiste en que sus clamidosporas (esporas de resistencia) cuando son administradas oralmente a los animales, poseen la capacidad de resistir la degradación gastrointestinal de los rumiantes y otros herbívoros (Tavela *et al.*, 2011) y al ser eliminadas en las heces, mantienen tanto su capacidad germinativa como la actividad depredadora de las larvas de nematodos estrogílicos (Silva *et al.*, 2013).

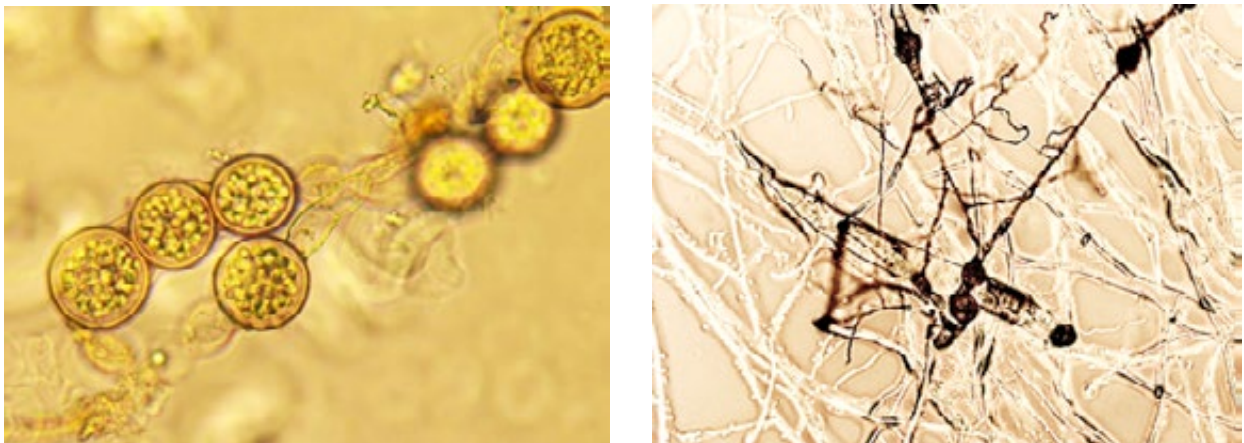


Fig. 1. Clamidosporas de *D. flagrans* (izda.) y larva 3 de estrogílico atrapada en el micelio de *D. flagrans* (dcha.).

En el presente trabajo se plantea una posibilidad para el control biológico de estrogílicos en caballos PRG en pastoreo continuo, mediante la suplementación de su alimentación con concentrado en pellets fabricados con esporas de *D. flagrans*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Producción de esporas de *D. flagrans*

Con objeto de obtener cantidades elevadas de esporas del hongo larvicida *D. flagrans*, se utilizó el medio de cultivo líquido COPFr (patente ES-2486392_B2) desarrollado por el grupo de investigación COPAR (GI-2120; USC).

Fabricación de pellets con esporas de hongos

En la fábrica NANTA (Nutreco) de Outeiro de Rei (Lugo, España), se elaboró un lote de concentrado alimentario disponible comercialmente (ProHorse Club®, Nanta), al que se adicionaron durante la fase de mezcla de ingredientes 15-20 L de medio de cultivo con esporas por cada tonelada de alimento (Fig. 2). El producto final contaba con 4×10^5 esporas / Kg pellets.



Fig. 2. Diseño de la fabricación industrial de pellets nutricionales.

Valoración de la actividad antiparasitaria del concentrado con esporas

Se emplearon 22 yeguas autóctonas PRG en pastoreo continuo que se dividieron en 3 grupos de 6-8 equinos. Mediante la técnica copromicroscópica de flotación se observaron huevos de nematodos gastrointestinales estróngilos.

El grupo G1 permaneció sin tratamiento y se alimentó con concentrado sin esporas; el G2 se trató con Ivermectina por vía tópica (IVM 0.5% w/v, Noromectin®, Norbrook Laboratories Ltd, UK) (1 mg / Kg. peso vivo) y recibió pienso sin esporas; finalmente, el G3 también se desparasitó al principio del ensayo y se alimentó con concentrado con esporas de *D. flagrans*.

La eficacia de la estrategia antiparasitaria se determinó con el porcentaje de reducción huevos en heces (FECR, en inglés Fecal Egg Count Reduction) y de reducción de caballos positivos a coprología (PRCP):

$$\text{FECR (\%)} = [1 - (\text{HPG día 14} / \text{HPG día 0})] \times 100$$

$$\text{PRCP (\%)} = [1 - (\text{Caballos positivos día 14} / \text{Caballos día 0})] \times 100$$

Análisis coprológicos

Para conocer el ritmo de eliminación de huevos de nematodos en heces, durante un año se recogieron muestras individuales directamente del recto, que se procesaron mediante la técnica de flotación en solución salina, con un nivel mínimo de detección de 30 HPG (huevos por gramo de heces) (Francisco *et al.*, 2011).

Análisis estadístico

Los datos de la eliminación de huevos por gramo de heces (HPG), FECR y PHR se analizaron con un ANOVA de medidas repetidas, empleando el paquete estadístico SPSS versión 20. Se consideró que existía significación cuando $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las heces de los PRGs se identificaron huevos de nematodos estróngilidos (Fig. 3), y en la figura 4 se representan los recuentos medios de huevos por gramo de heces. El periodo de reaparición de huevos de estróngilos fue de ocho semanas, que coincide con resultados previos (Francisco *et al.*, 2011, 2012). Sin embargo, se observó que en el G3, formado por yeguas tratadas con la lactona macrocíclica y alimentadas con concentrado

con esporas, las tasas de eliminación fueron muy reducidas, detectándose valores inferiores a 300 HPG hasta el final de este ensayo, de modo que no precisarían tratamiento durante este periodo.



Fig. 3. Huevos de estrongídeos en heces de caballos.

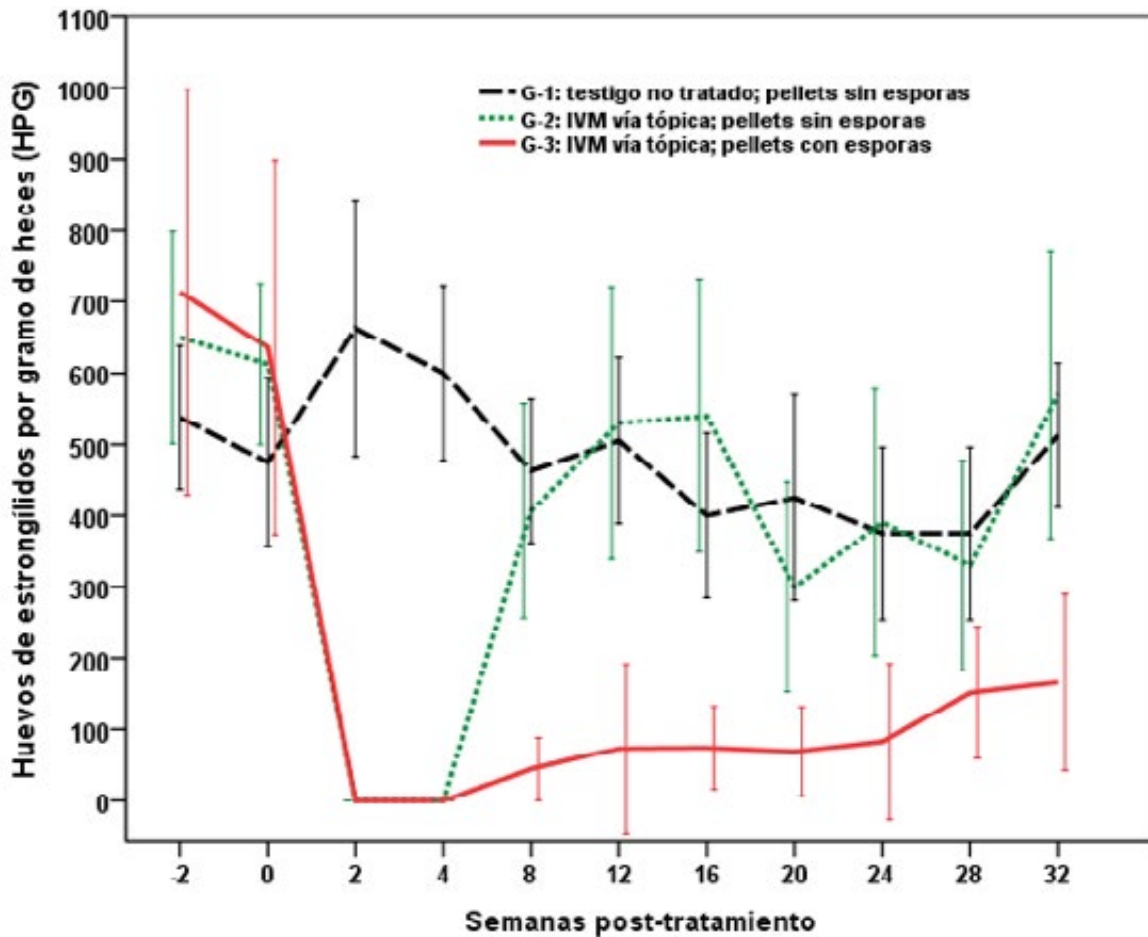


Fig. 4. Recuentos fecales de huevos de estróngilos en heces de caballos.

Por el contrario, en los equinos del G2 (desparasitados y alimentados con concentrado sin esporas), a las ocho semanas post-tratamiento se alcanzaron valores superiores a 400 HPG. A partir de la semana 16 post-tratamiento las cinéticas de huevos de estrongídeos en las heces de las yeguas del G1 y G2 fueron muy similares.

Con el tratamiento de los grupos G2 y G3 cesó totalmente la eliminación de huevos de estrogilidos en las heces, obteniéndose un valor del 100% para el FECR. Como ninguno resultó positivo a la técnica de flotación a las dos semanas post-tratamiento, el PRCP fue también del 100%. Estos datos señalan la completa eficacia de la aplicación de ivermectina por vía tópica frente a los nematodos.

El mantenimiento de un estado de salud óptimo es necesario para que los equinos desarrollen una actividad adecuada sobre leguminosas silvestres, matorrales en general y vegetación no deseada. La infección por estrogilidos supone una merma importante en el estado de salud de los equinos, que en consecuencia afecta a su función de limpieza, y como resultado las especies previamente citadas colonizarán espacios que habían sido productivos.

Se han llevado a cabo ensayos en los que se administraban esporas de *D. flagrans* a caballos mediante la elaboración casera de pellets nutricionales con micelio de *D. flagrans* (Braga *et al.*, 2009), demostrándose que con esta formulación el hongo atravesaba el tracto digestivo y salía junto con las heces y los huevos de diferentes helmintos al exterior. Más recientemente, se comprobó que las esporas de *D. flagrans* resistían temperaturas próximas a 75°C durante más de cinco minutos, por lo que se procedió a elaborar de forma industrial pellets nutricionales que vehiculaban clamidosporas del hongo atrapanematodos (Arias *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

La alimentación de equinos en pastoreo con concentrado con esporas del hongo atrapa-nematodos *Duddingtonia flagrans* resulta de indudable interés y eficacia para disminuir el riesgo de infección por nematodos estrogilidos. De este modo se consigue disminuir la necesidad de aplicar tratamientos antihelmínticos de forma reiterada.

REFERENCIAS

- Arias MS, Arroyo FL, Cazapal-Monteiro C, Hernández JA, Suárez J, Francisco I, López-Arellano ME, Sánchez-Andrade R, Mendoza de Gives P, Paz-Silva A. 2015. Formulating *Duddingtonia flagrans* in nutritional pellets for the sustainable control of equine strongyles. *Journal of Science, Technology and Environment*; 5, Issue 1, Article ID 3000249, 16 pp.
- Assis, R. C. L.; Araújo J. V. 2003. Avaliação da viabilidade de duas espécies de fungos predadores do gênero *Monacrosporium* sobre ciatostomíneos após a passagem pelo trato gastrointestinal de eqüinos em formulação de alginato de sódio. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 12, 109-113.
- Braga FR, Araújo JV, Silva AR, Araujo JM, Carvalho RO, Tavela AO, Campos AK, Carvalho GR. 2009. Biological control of horse cyathostomin (Nematoda: Cyathostominae) using the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* in tropical southeastern Brazil. *Veterinary Parasitology* 163, 335-340.
- Carballas Fernández T. 2003. Los incendios forestales en Galicia. En *Reflexiones sobre el medio ambiente en Galicia* (Coordinador: JJ Casares Long). Editorial Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, pp. 363-545.
- Casal M, Prado S, Reyes O, Rivas M. (2001). Efectos del fuego sobre la germinación de varias especies leguminosas arbustivas. III Congreso Forestal Español, Granada (España), 25-28 septiembre.
- Francisco I, Arias M, Cortiñas FJ, Francisco R, Mochales E, Sánchez JA, Uriarte J, Suárez JL, Morrondo P, Sánchez-Andrade R, Díez-Baños P, Paz-Silva A. 2009. Silvopastoralism and autochthonous equine livestock: analysis of the infection by endoparasites. *Veterinary Parasitology* 164, 357-362.
- Francisco I, Sánchez JA, Cortiñas FJ, Francisco R, Suárez J, Cazapal C, Suárez JL, Arias MS, Morrondo P, Sánchez-Andrade R, Paz-Silva A. 2011. Efficacy of ivermectin pour-on against nematodes infecting foals on pasture: coprological and biochemical analysis. *Journal of Equine Veterinary Science* 31, 530-535.
- Francisco R, Paz-Silva A, Francisco I, Cortiñas FJ, Miguélez S, Suárez J, Cazapal-Monteiro C, Suárez JL, Arias MS, Sánchez-Andrade R. (2012). Preliminary analysis of the results of selective therapy against strongyles in pasturing horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 32: 274-80.
- Martínez Ruiz E. 2001. *Manual de quemas controladas*. Tragsa- Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, p. 126.
- Sánchez Gómez JA. 2012. *Nuevas perspectivas para el control del parasitismo intestinal de caballos en silvopastoreo*. Tesis Doctoral, Universidade de Santiago de Compostela, 140 pp.
- Silva ME, Araújo JV, Braga FR, Freitas Soares FE, Rodrigues DS. 2013. Control of infective larvae of gastrointestinal

- nematodes in heifers using different isolates of nematophagous fungi. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 22, 78-83.
- Tavela Ade O, Araújo JV, Braga FR, Silva AR, Carvalho RO, Araujo JM, Ferreira SR, Carvalho GR. 2011. Biological control of cyathostomin (Nematoda: Cyathostominae) with nematophagous fungus *Monacrosporium thaumasium* in tropical southeastern Brazil. *Veterinary Parasitology* 175, 92-96.

8. SISTEMAS AGROFORESTALES, APROVECHAMIENTO DE MONTES Y OTRAS PRÁCTICAS

POTENCIALIDADES DE LOS ECOSISTEMAS RURALES Y RAZAS AUTÓCTONAS PARA LA CRÍA ECOLÓGICA EN CASTILLA LA MANCHA

Cordero R*, García C**

* Castilla-La Mancha. Ciudad Real. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)

** Castilla-La Mancha. Toledo. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)

guindalejocarmelo@gmail.com

RESUMEN:

Castilla-La Mancha cuenta con una red extensa de agrosilvosistema de un gran interés agrario, biológico y medioambiental como es la Red Natura 2000, el sistema cereal-rastrojeras, dehesas-sistemas adehesados y áreas de montaña. Se estima una densidad ganadera media de de 0,14 UGM/ha,

Actualmente en Castilla-La Mancha se estima un total de 21 razas autóctonas y locales, vacunas (6) (Avileña Negra Ibérica y Bociblanca; Retinta; Berenda en negro y colorado, Cardena Andaluza; Pajuna); Ovinas (5) (Manchega blanca y negra; Merina; Talaverana; Alcarreña; Segureña); Caprinas (3) (Blanca Celtibérica; Negra Serrana; Agrupación de las Mesetas); Porcinas (4) (Ibéricas Retinta, Entrepelada, Torbical; Negro Lampiño); Cunicolas (1) (Gigante Español); Gallinas (1) (Castellana Negra); Abejas (Ibérica).

Las especies ganaderas con mayor censo en sistemas extensivos son el ovino de leche y carne (70% del total), seguidos del bovino (27%). El caprino de leche y carne, presentan bajas densidades, no mas del 3 % de la cabaña ganadera. El porcino extensivo esta restringido a Valle de Alcudia, Sierra Madrona y Campana de Oropesa, coincidiendo con las dehesas y sistemas adehesados. La gallina Castellana Negra en muy bajo número se concentra fundamentalmente en Ciudad Real y Toledo. El conejo Gigante Español tiene un núcleo restringido en Toledo. La Abeja Ibérica tiene especial importancia la apicultura con esta raza en la Alcarria y Montes de Toledo.

Las razas autóctonas y locales son fundamentales para la cría ecológica por sus grandes actitudes y capacidades de adaptación, para conservación medioambiental, zootécnicas y sanitarias en los planes holísticos de salud.

Palabras clave: agrosilvosistemas, ganadería ecológica, razas autóctonas.

1. INTRODUCCIÓN

Castilla-La Mancha cuenta con una diversidad racial autóctona ganadera importante, aunque con el riesgo que representan las razas foráneas para la pureza racial, sobre todo ovinas, y calidad de las producciones, respaldadas por el gobierno regional, que se distribuyen por los variados agrosilvosistemas, sistemas agrarios de montaña, cereal-rastrojeras y dehesas-espacios adehesados, en función de sus funcionalidades y actitudes, en su mayoría de un gran interés agrario, biológico y medioambiental como son los amplios espacios castellano manchegos que se encuentran dentro de la Red Natura 2000, en total una superficie de .839.293 ha, el 28% del territorio regional (13.6% del territorio nacional), formado por 38 ZEPAS y 72 LIC. (García Romero, 2011).

Las explotaciones ganaderas para carne están sustentadas en sistemas extensivos, y las de leche en regímenes de cría semiextensivos, basando la mayor parte de la alimentación en el pastoreo, hay unos 2.846.580 Ha de pastos, suplementando recursos agrícolas locales, con un manejo reproductivo natural, utilizando la inseminación artificial para optimizar la producción lechera ovina, con una cabaña muy saneada y con un manejo sanitario que casi no utiliza tratamientos antiparasitarios. (García Romero.; Cordero Morales, 2009).

En este panorama, Castilla-La Mancha es un territorio históricamente ganadero desde los tiempos de la Mesta, y en concreto en Valle de Alcudia (soporta alrededor del 10% del Merino Español), cuyos sistemas de producción y sus razas locales están muy adaptadas por sus potencialidades para la cría ecológica, y por tanto es fácil la conversión ecológica por el ganadero, de hecho el número de granjas ecológicas ha aumentado en los últimos años, lo que exige esfuerzos para avanzar en la creación de una estructura agro-industrial, mataderos y salas de despiece, y establecimientos locales de venta para facilitar la comercialización al consumidor. (García Romero y Cordero Morales, 2012).

2. ESTADO ACTUAL Y DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL

Las razas ganaderas en Castilla-La Mancha aparecen repartidas en las distintas comarcas agrarias, en función de su capacidad de adaptación medioambiental a los distintos agrosilvositemas, dehesas-áreas adehesadas, montaña y sistema cereal-rastrojera, potencialidades zoogenéticas, estimándose un total de 21 razas autóctonas y locales que han formado parte de la cultura rural y familiar castellano manchega, basando su cría en sistemas extensivos, con unas grandes actitudes metabólicas para el aprovechamiento de recursos naturales y transformación en productos pecuarios de alta calidad bromatológica, que contribuye a la limpieza de los sistemas agrarios y control del matorral mediterráneo, biomasa inflamable, importante para la prevención de incendios, de ahí su importancia para la producción ecológica. (Cuadros nº 1-7). (García Romero y Cordero Morales, 2010).

Desde el punto de vista de la diversidad racial, las bovinas son las más numerosas (6), la mayoría de protección especial, extendidas por las comunidades limítrofes, que ocupan espacios agrarios diversos, pero muy concentradas en el Valle de Alcudia y Sierra Madrona (Almodóvar del Campo, Ciudad Real), Montes de Toledo, Campana de Oropesa (Toledo), Serranía de Cuenca, Parque natural del Calar del Río Mundo y de la Sima en Albacete.

(Riopar, Vianos, Elche de la Sierra, Sierra de Alcaraz y Segura), y comarcas de Montes y Pastos, Campos de Calatrava, etc. Las razas ovinas o lanares, en igualdad de importancia numérica (5), todas de protección especial, salvo las de fomento, Manchega Blanca y Merina blanca (la negra esta extinguida), la mayoría aclimatadas en áreas concretas, Alcarreña (Alcarria), Talaverana (Talavera de la Reina y Oropesa), Manchega Blanca y Negra (La Mancha), Segureña (Valle del Segura), Merina (Valle de Alcudia y Sierra Madrona). Las caprinas, solamente tres, todas ellas de protección especial, circunscritas a las comarcas de pastos y de montaña, jugando un papel básico en la conservación de los montes y espacios naturales. En razas porcinas, el Ibérico jugó un papel fundamental en la agricultura familiar de mediados del siglo XX ocupando grandes áreas adehesadas y de montaña, sin embargo hoy sus estirpes o variedades están restringidas a los territorios del Valle de Alcudia, Sierra Madrona y Campana de Oropesa, donde existía desde los tiempos el Dr Odriozola, Ingeniero Agrónomo que trabajaba en la mejora del Ibérico en el Centro Dehesón del Encinar (Oropesa, Toledo), que tenía un importante núcleo de conservación y mejora de porcino Ibérico Torbiscal y Negro Lampiño (llamado Guadyervas del Guadiana), que abastecía a todos los ganaderos de la zona y que fue cerrado por incompetencia administrativa del Director General de Ganadería de la Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha durante el periodo 2011-2015, lo que exige actualmente la recuperación de dichos núcleos por la administración actual, para continuar con la labor interrumpida y seguir prestando los servicios tan demandados por los ganaderos. Las cunícolas, prácticamente desaparecieron en el siglo pasado, aunque actualmente tenemos un pequeño núcleo en Toledo, junto con otros en Valencia y Asturias, de la magnífica raza Gigante Español de origen Valenciano, en grave periodo de extinción, pero ya incluido en el catálogo oficial de razas de España, que exige esfuerzos asociativos para conservar la raza y fomentar su cría. Las razas de gallinas han desaparecido muchas del medio rural, existiendo una emblemática de los caseríos, la Castellana Negra, de protección especial, por sus bajos censos, muy adaptada a los agrosistemas castellanos y manchegos, que pastaba con el ovino. En apicultura campea la abeja Ibérica, de protección especial, muy amenazada por la introducción de abejas africanas, agresivas y portadoras de enfermedades, cuyos colmenares mayoritarios están ubicados en los territorios de la Alcarria de Guadalajara y Cuenca, Montes de Toledo, parques naturales del Río Mundo, Sierras del Segura y Serranía de Cuenca. (García Romero y Cordero Morales, 2015).

Respecto a la capacidad de carga de los ecosistemas agrarios, referido a los espacios pastoriles de Castilla-La Mancha, se estiman en una densidad ganadera media de 0,14 UGM/ha, mientras que capacidad de carga media es superior de más de 0,19 UGM/ha; por lo que hay un potencial forrajero importante que está infrutilizado, estimado entre un 23-30 %, que podía ser utilizado mediante el pastoreo por la ganadería ecológica. En este sentido, el potencial ecológico de Castilla-La Mancha, en crecimiento, es de más de 35.000 Ha de pastos permanentes, 33.000 Ha de rastrojeras y 3.000 Ha de montes. (García Romero y Cordero Morales, 2010).

Las razas autóctonas y locales son fundamentales para la cría ecológica por sus grandes capacidades; Metabólicas de transformación de recursos agrarios y forestales en productos pecuarios de alta calidad funcional y mediterránea; Conservación y mejora de los suelos; Preservación de la biodiversidad de los sistema agroforestales; Regulación de las parasitosis en pastoreo ecológico e higiénico, mostrando eficacia a los planes holísticos de salud y bienestar. En este sentido, la ganadería ecológica ha experimentado un aumento importante en los últimos años, la mayoría con razas autóctonas, y con mayor número en Toledo, Ciudad Real y Albacete, cuya distribución provincial y por especies aparece en el cuadro nº 2 y 3. (García Romero, 2009)

3. ASPECTOS FUNCIONALES Y ACTITUDES

3.1. Razas Bovinas

Avileña- Negra Ibérica.

Aunque su nombre se debe a su origen en las montañas del sistema central, podemos encontrarla en número bastante representativo en las zonas adehesadas del valle de Alcudia y campaña de Oropesa. Son animales muy rústicos, que campean muy bien (actitud dinámogena), muy adaptados al frío y al calor, con carácter serio, valeroso y temperamental a la vez que manejables cuando se les acostumbra a un correcto manejo zootécnico.

Presentan un sobresaliente instinto y condición maternal, a la vez que una elevada fertilidad en entornos difíciles. Son animales longevos con una óptima eficacia digestiva en el aprovechamiento de pastos y metabólica con elevada capacidad de producción cárnica al tiempo que soporta exitosamente las épocas de penurias alimenticias. Además son muy resistentes a los agentes bióticos del agrosistema y por tanto a las enfermedades producidas por ellos. (García Romero y Cordero Morales, 2006).

La raza Avileña-Negra.Ibérica está catalogada como raza de fomento y ejerce un papel medioambiental y sociocultural muy importante al practicar la trashumancia, pastorear en zonas Zepas, parque naturales y nacionales, mantener las vías pecuarias y fijar la población en zonas de montaña y desfavorecidas.

Berrenda en Negro y en Colorado

Es la raza autóctona bovina en peligro de extinción con más censo dentro de la comunidad Castellano-Manchega. Su distribución se extiende por los territorios del Valle de Alcudia (Ciudad real), Talavera de la Reina (Toledo y el Calar del Río Mundo (Albacete). En la actualidad tiene asegurada su conservación a través del libro genealógico de la raza y a la Asociación de ganaderos de Castilla la Mancha (A.G.A.B.E.)

Entre los aspectos funcionales de la raza destacan la de ser autóctona, muy rústica, de gran sobriedad, con un temperamento vivo de rápidas reacciones pero sin agresividad que facilitan su manejo. Son animales muy resistentes a la fatiga y adaptadas para utilizar recursos forrajeros escasos y de baja o media calidad. La vaca Berrenda es capaz de movilizar las reservas almacenadas en época de abundancia para luego aprovecharlas en época de escasez, con una excelente recuperación, posterior a las fases negativas. Por ser animales de amplio esqueleto tienen una buena aptitud de parto, con una baja incidencia en procesos puerperales y genitales, además de un acusado instinto maternal, con producciones lecheras mayores que las de otras razas rústicas. (García Romero y Cordero Morales, 2007).

Ejerce un papel sociocultural importante al ligarse sus producciones con el cabestrage del toro de lidia, así como en trabajos de campo y uso en yuntas de carretas muy asociado al folclore y manifestaciones religiosas.

Cárdena Andaluza

La raza Cárdena Andaluza, en la actualidad en peligro de extinción, tiene dentro de Castilla La Mancha una estupenda representación en la finca Capellanias, en la provincia de Ciudad Real, donde se crían en pureza 200 vacas y que sirven como madres en otras cuatro fincas propiedad el mismo ganadero D. Jesús Vera Peñas.

La vaca Cárdena, es de una extraordinaria belleza, muy aclimatada a climas secos y calurosos con pastos fibrosos y escasos puntos de agua, que le obliga con frecuencia a caminar durante todo el día a temperaturas elevadas y bebiendo una única vez al final de la jornada. Comportamiento brusco, baja precocidad y buenas cualidades cárnicas aunque con bajo rendimiento debido al exceso de piel. Además poseen una gran resistencia a los ectoparásitos como garrapatas y endoparásitos como babesias y theilerias. (García Romero y Cordero Morales, 2006).

Pajuna

La vaca Pajuna o Castellana, es la tercera raza catalogada en peligro de extinción dentro de Castilla La Mancha, con escaso número de ejemplares pero de extraordinaria conformación como los criados en Almadén (Ciudad Real) por el ganadero Ángel Matías Delgado. Son animales muy rústicos, de carácter arisco en libertad pero que presentan grandes facilidades para la doma y adiestramiento.

Tiene una gran plasticidad ambiental que la permite extenderse desde zonas nevadas de alta montañas hasta áreas de cultivos tropicales. Escasa precocidad pero sin dificultades de parto y buenas aptitudes para el cruzamiento, en la actualidad su mayor peligro es la deriva genética por absorción de otras razas autóctonas. Por lo que consideramos que la cría ecológica puede ser una alternativa a la conservación de esta raza en los agrosistemas donde se desenvuelve. (García Romero y Cordero Morales, 2006).

Retinta

Catalogada de fomento, se extiende por los parajes adehesados de Castilla La Mancha en las cuencas del Tajo y Guadiana así como en el Valle de Alcudia al sur de Ciudad Real. Animal de gran rusticidad tiene una gran capacidad de supervivencia en ambientes calurosos (competencia homeostática) y resistiendo bien a la sequía, precoz y con facilidad de parto y gran instinto maternal. Muy apta para el cruzamiento con razas cárnicas, con óptimos rendimientos y calidades cárnicas. Destacan como características genéticas específicas sus genes relacionados con la ternera de la carne, todo ello convierten a la raza en inmejorable para la producción ecológica. (García Romero y Cordero Morales, 2006).

3.2. Razas Lanares

Alcarreña

La raza debe su nombre a la famosa Alcarria, comarca geográfica de suroeste de Guadalajara y noroeste de Cuenca. La Alcarreña está moldeada en su totalidad por la plástica de paisaje (900-1000 metros de altitud). Es un animal resistente, sobrio, temperamental, muy andadora y con capacidad de aprovechamiento de plantas espinosas de escasa o nula palatabilidad. Presenta un gran instinto maternal defensivo y potencial de cría por sus cualidades lecheras, aunque en la actualidad se dedica casi exclusivamente a la producción de carne. Triple aptitud (lana-leche-carne), en este momento está catalogada como raza en peligro de extinción, jugando un papel fundamental para su conservación la Asociación de Criadores de Oveja Alcarreña (AGRAC) que desde 1998 viene velando por su mantenimiento, mejora y fomento.

La raza Alcarreña ejerce un importante papel medioambiental con buenas perspectivas para el impulso del modelo ecológico y de esta manera proteger el ecosistema, la biodiversidad e integridad de sus suelos, para evitar la desertificación de la comarca. (García Romero y Cordero Morales, 2006).

Talaverana

Raza rústica que puede vivir en ambientes muy calurosos, resistiendo bien a la sequía, con gran instinto gregario, que permite un régimen de explotación extensivo permaneciendo en grandes manadas que recorren muchos kilómetros en los pastos adehesados en busca del alimento diario. Animal fértil y prolífico, era muy apreciada por la calidad de su lana. La oveja Talaverana también goza de buena capacidad para producir leche y es ordeñada en algunas explotaciones con destino a la elaboración de queso artesano.

En el desarrollo del programa de conservación y mejora de esta raza conviene reconocer la actuación de la Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha y los esfuerzos de la Asociación de Criadores (AGRATA), que gracias a los convenios de colaboración llevados a cabo, se está recuperando y se distribuye a lo largo y ancho de la confluencia entre las provincias de Toledo, Cáceres y Ávila, teniendo en Talavera de la Reina (Toledo) un núcleo importante de producción y comercialización. (García Romero y Cordero Morales, 2006).

Segureña

Raza autóctona de fomento, la Segureña se extiende desde las provincias de Albacete, Jaén y Granada hasta Murcia, Alicante, Málaga y Almería. El censo de ovejas a diferencia de otros de razas autóctonas, se encuentra en ligero aumento, debido en parte al trabajo realizado por la Asociación Nacional de Criadores (ANCOS), que desarrolla un programa de selección y mejora de la raza.

Las cualidades más destacadas son sus altos niveles productivos y su adaptación a los suelos pardo-calizos, donde predomina el esparto como planta que cubre las extensas laderas, características ambas que han preservado a la Segureña de intentos de mestizaje con razas extranjeras, más selectas pero menos rústicas. Raza precoz, poco longeva (con una corta vida útil), buena prolificidad y muy buena capacidad lechera, que al no ser ordeñada, se destina a alimentar corderos que dan muy buenos rendimientos a la canal, apreciadas características de carne y un grado de engrasamiento óptimo a las exigencias del mercado. (García Romero y Cordero Morales, 2006).

El sistema de producción está basado en los aprovechamientos de los subproductos de la huerta en zonas agrarias de regadío, o bien, en el aprovechamiento extensivo de los recursos pastables en medios muy duros con escasa pluviometría y donde ha demostrado su eficiencia metabólica. Por todas estas características se puede considerar a la raza inmejorable para el desarrollo de la cría ecológica en el sureste de España, particularmente la provincia de Albacete.

Manchega Blanca y Negra

Oriunda de La Mancha, desde donde se extiende hacia otras provincias como Madrid y Ávila, ocupa el segundo lugar entre las razas españolas de ordeño. Considerada como raza de fomento por el catálogo oficial de razas de ganado ovino y los ejemplares de capa negra como variedad en peligro de extinción, la oveja manchega, muy rústica y pastoreada, es apta para vivir en climas extremos y secos con vegetación pobre; animal dócil y gregario, es longeva y con buena aptitud para el cruzamiento. La oveja Manchega es fecunda y de buena salud, caracterizada por su poliestrismo integral, precocidad acusada, facilidad de parto e instinto maternal muy manifiesto y de doble aptitud carne-leche. Destaca su competitividad y resistencia a las enfermedades. Además juega un amplio papel medioambiental en el paisaje de llanuras de Castilla la Mancha, aprovechamiento de rastrojeras, y un gran papel sociocultural avalado por la importancia de la gastronomía regional por los productos de calidad diferenciada (DOP Queso Manchego e IGP Cordero Manchego). (García Romero y Cordero Morales 2006, 2015).

La Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto de Raza manchega (AGRAMA) se encarga de su control y junto con la Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha llevan a cabo un esquema de selección de orientado hacia la producción láctea.

Al encontrarnos ante una raza con una base animal cada vez más seleccionada y con dos productos de calidad en el mercado avalados por marcas de suficiente prestigio, pensamos que el tejido estructural es muy óptimo a la hora de abordar un cambio a las producciones ganaderas ecológicas

Merina

La oveja Merina es la principal raza ovina autóctona en importancia censal de España y la mejor raza del mundo según todos los tratadistas. El área de ocupación es muy amplia, extendiéndose por toda la zona adhesada del Suroeste y sur de la península, destacando en Castilla la Mancha, en particular el área del parque natural de Valle de Alcudia y Sierra Madrona en Ciudad Real.

La raza es muy rústica y está adaptada a medios difíciles, es resistente a la fatiga y a la sed, tiene un gran instinto gregario que facilita el pastoreo y presenta gran capacidad de recuperación después de épocas de penurias alimenticias. Poco longeva, tiene poliestrismo acusado, capacidad para el cruzamiento, buenos índices de fecundidad, si bien, es poco prolífica debido a que durante muchos años se ha venido seleccionando en sentido contrario. Destaca su gran resistencia a las enfermedades, que en el caso de resistencia al Scrapie, no se ha diagnosticado ningún caso de esta enfermedad en ovejas merinas, consecuencia probablemente de su sistema de alimentación.

Aunque durante siglos haya sido una raza que destacaba por la producción de lana, hoy en día, la principal fuente de ingresos de las explotaciones es la producción de carne, muy apreciada por su aroma, el grado de engrasamiento, bouquet y jugosidad. También algunos rebaños de merinas se ordeñan para obtener leche destinada a la fabricación de quesos de gran fama y calidad, algunos con Denominación de Origen como la Torta del Casar o el Queso de la Serena. (García Romero y Cordero Morales, 2009).

La Asociación Nacional de Criadores de Ganado Merino, junto con las Administraciones están desarrollando un exitoso programa de selección y mejora de la raza orientado principalmente a la producción cárnica, al tiempo que se ocupan de la llevanza del libro genealógico de la raza.

La oveja Merina juega en la actualidad un papel indiscutible, tanto por su triple aptitud, como por ser un reservorio genético importante, al tiempo que resulta insustituible para el mantenimiento de ecosistemas que sin ella estarían condenados a desaparecer, además todavía realiza la trashumancia a pie, conservando las vías pecuarias así como los agrosistemas durante su traslado, origen y destino. Por todo ello, es una raza indispensable para el desarrollo de la ganadería ovina ecológica de la península y en particular de Castilla-La Mancha.

3.3. Razas Caprinas

Blanca Celtibérica

Se distribuye entre las Comunidades de Castilla-La Mancha, provincias de Albacete y Cuenca, Comunidad de Murcia y en Andalucía. Raza muy rústica y ágil, andadora, perfectamente adaptada al medio en que vive, caracterizado por ser un terreno muy abrupto y de clima extremado con pastos de baja calidad en los que se mantiene en régimen netamente extensivo. La cabra Blanca Celtibérica es fundamentalmente de aptitud cárnica, el ordeño es excepcional. Poliéstrica continua y con una prolificidad normal criando un cabrito blanco de alta calidad aunque el principal problema al que se enfrenta esta raza es la elevada tasa de mortalidad de los cabritos, lo que reduce el índice de cabritos comerciales. Por el contrario, y en clara compensación biológica es la que presenta las menores tasas de reposición, consecuencia de su elevada longevidad, a pesar de su explotación en medios tan difíciles (García Romero y Cordero Morales, 2007).

La Asociación Castellano-Manchega de Ganaderos de Raza Blanca Serrana Celtibérica (AGRACE), junto con la Consejería de Agricultura de Castilla La Mancha, está trabajando en un programa de conservación y mejora para obtener un cabrito de calidad diferenciada que ampare la producción de cabrito blanco, iniciativa que puede ser potenciada en sistemas de producción ecológica.

Negra Serrana

La cabra Negra Serrana también conocida como Castiza, Montesina o Jareña, se ubica en los sistemas montañosos de confluencia de Castilla-la Mancha y Andalucía, es decir, Sierra Morena, Sierra de Alcaraz y zona norte de la Sierra del Segura.

Raza considerada como la más rústica de las razas caprinas que pueblan el territorio nacional, perfectamente aclimatada a las altas temperaturas veraniegas aunque con cierta sensibilidad a los climas fríos, y muy apreciada por su eficacia metabólica capaz de aprovechar los frutos de la jara ayudando a controlar el exceso de biomasa del ecosistema y favoreciendo la prevención de incendios.

Presenta buen carácter maternal con uno de los índices de prolificidad más elevados. Es la raza con mejor aptitud para la producción de un cabrito de carne en extensivo, con niveles de terneza elevado que indica la elevada calidad. Aunque no se suele explotar para la producción de leche, en ocasiones sobre todo en primavera, si se retiran los cabritos pronto, algunos ganaderos ordeñan durante cortos periodos de tiempo. En definitiva, la raza ofrece unas grandes posibilidades para la producción de carne de cabrito ecológica en pastoreo. (García Romero y Cordero Morales, 2007).

Aunque está catalogada como en peligro de extinción, la cabra Negra Serrana presenta un buen estado de conservación pues existe un alto porcentaje de animales de gran pureza racial que se encuentran valorados y calificados, gracias a la Asociación Ganaderos (AGRANESA) donde es destacable la labor del compañero veterinario Ignacio Larrauri Cámara.

3.4. Razas Porcinas

Cerdo Ibérico

La distribución geográfica comprende en Castilla La Mancha las áreas adehesadas del Valle de Alcudia, Sierra Madrona, sierras de Almadén y la Campana de Oropesa.

Se considera una raza de fomento en las variedades Retinto y Entrepelado, y en peligro de extinción la raza de las estirpes Manchado de Jabugo, Negro Lampiño, Torbiscal, estas dos últimas las más habituales e introducidas en Castilla-La Mancha, mejoradas durante años en el Dehesón del Encinar y fomentadas por la Consejería de Agricultura para ofrecer un servicio al ganadero hasta el año 2011, que se interrumpió incomprensiblemente por decisión administrativa de la Consejería de Agricultura el proceso de conservación, mejora y servicio al ganadero.

El Cerdo Ibérico ha sido y sigue siendo la agrupación racial más sobresaliente desde todas las perspectivas (cultural, ambiental, etnológica, socioeconómica, etc.). El tronco Ibérico se caracteriza por su rusticidad, adaptación a los espacios naturales adehesados, capacidad de marcha y campeo, instinto maternal y de conservación, resistencia biótica y bajo metabolismo para vivir en condiciones extremas con escasos recursos, y adaptación a temperaturas extremas tanto en verano como en invierno, aunque desde el punto reproductivo la prolificidad no es muy alta. (García Romero y Cordero Morales, 2006, 2009).

Los productos del cerdo ibérico son de sobra conocidos por su calidad organoléptica y gastronómica, que presentan una grasa infiltrada que transmite un aroma característico y muy saludable, rica en ácidos grasos mono y poliinsaturados cuando los cerdos se alimentan de forma tradicional con los recursos de la dehesa (hierbas y bellotas) durante la montanera.

La diversidad racial Porcina Ibérica está impulsada por la Asociación Española de Criadores de Ganado Porcino Selecto Ibérico Puro y de Tronco Ibérico (AECERIBER) junto con las administraciones competentes que se encargan, conservar y mejorar de la agrupación Ibérica.

El cerdo Ibérico en Castilla-La Mancha, podía constituir una alternativa importante en cría ecológica en

aquellos territorios históricos donde se desarrolló con cultura chacinera de calidad, por su clima frío y serrano, como son los espacios de dehesa y adehesados, sur de la provincia de Ciudad Real (Almodóvar, Almadén y comarca de Montes) y oeste de la Provincia de Toledo (Comarca de Oropesa).

3.5. Razas Gallinas

Castellana Negra

La gallina Castellana Negra está distribuida de forma dispersa por toda Castilla La Mancha, particularmente importante en Toledo y Ciudad Real. Elegante, señorial, muy ligera, apeona, campea y pasta con facilidad, muy rústica, de buen emplume, rápido crecimiento y que presenta buena fecundidad, pero con casi nula aptitud para la cloquez, excepto en aves viejas.

Presenta unas producciones de calidad caracterizada por la dureza de la cáscara de sus huevos de color banco, elevado tamaño, alta calidad y con alto ritmo de puesta, sin embargo no es considerada como buena productora de carne. Ave muy resistente a las enfermedades, factor a tener en cuenta en la lucha contra la gripe aviar. (García Romero *et al*, 2013)

La gallina Castellana Negra es muy atractiva para la avicultura ecológica de puesta y pollo de campo en Castilla-La Mancha, bajo sistemas semiextensivos y siendo compatible con el pastoreo mixto con ovino manchego y Merino, al favorecer el control biológico de muchas larvas de parásitos y de otros transmisores intermediarios de enfermedades.

Actualmente la conservación y mejora se está realizando de una forma muy eficaz y con grandes resultados por GANECA, Asociación de Amigos de la Gallina Castellana Negra de Castilla y León, cuya situación técnica y de socios es inmejorable para la llevanza del libro genealógico de la Raza, que actualmente se está llevando sin resultados otra asociación de la raza de la Comunidad de Madrid.

3.6. Razas Cunícolas

Gigante Español

Llamado Valenciano, está en periodo de extinción, con pequeños núcleos de cría en Valencia, Asturias y provincia de Toledo, recientemente se ha incluido a esta raza en el catálogo de razas Autóctonas de España (Orden AAA1357/2016 de 29 de julio), por lo que es una gran noticia, dada la importancia que tiene el mismo para realizar una cría ecológica competitiva, de crecimiento sostenible y productos de una alta calidad culinaria y sanitaria, dadas las inmejorables potencialidades de este animal. Raza dócil y manejable, rusticidad media-alta, gran capacidad de adaptación e integración en los diversos territorios españoles, resistente al frío, aguantando bien el calor, instinto maternal desarrollado, gran facilidad de parto (son infrecuentes los partos distócicos), longevidad aceptable (3 a 5 años); con una productividad basada en la calidad ideal para la cría ecológica, mostrando un carácter innato de resistencia a las enfermedades endémicas y zootécnicas. (García Romero *et al*, 2011).

3.7. Razas Apícolas

Abeja Ibérica

Amenazada por alóctonas importadas y enfermedades que padece la cría, muy adaptada a los agrosilvicultivos de Castilla-La Mancha, particularmente distribuida por colmenares en las sierras y montes singulares de las Alcarrias de Cuenca y Guadalajara, Serranía de Cuenca, territorios forestados de Albacete (Río Mundo, Riopar, Alcaraz, etc.), Montes de Toledo, áreas adehesadas, Valle de Alcudia y Sierra Madrona, Comarca de Montes y Pastos de Ciudad Real.

La apicultura ecológica esta amplia reconocida en esta comunidad autónoma y amparada por denominaciones de origen de la Alcarria y Montes de Toledo. (García Romero y Cordero Morales, 2015).

4. BIBLIOGRAFÍA

- GARCIA ROMERO, C. (2009). La innovación aplicada al desarrollo de la producción ecológica. Una apuesta por la innovación en ganadería ecológica. BioCordoba. Noviembre. Recinto Ferial. Córdoba.
- GARCÍA ROMERO, C. (2011). Ganadería ecológica y sostenibilidad de sistemas agrosilvopastoriles. Ponencia. Libro de las XVIII Jornadas Técnicas Estatales de Producción SEAE sobre Manejo agroecológico de suelos. Facultad de Ciencias, Granada. 12pp.
- GARCÍA ROMERO, C.; CORDERO MORALES, R. (2006). Estado actual, ecología y zootecnia de la raza ovina Alcarreña en España. Revista Ganadería. Editorial Agrícola Española. 36: 24-26.
- GARCÍA ROMERO, C.; CORDERO MORALES, R. (2006). Ganadería ecológica y razas autóctonas. Libro. Editorial Agrícola Española. Entidades colaboradoras, SEAE, ADGE, Diputación de Zamora, CEU de Valencia, Consejo Regulador de Mallorca, Cabildo de Hierro y otras. 112pp.
- GARCÍA ROMERO, C.; CORDERO MORALES, R. (2006). Las razas autóctonas en el contexto de la ganadería ecológica. Revista Ganadería. Editorial Agrícola Española. 38: 32-39.
- GARCÍA ROMERO, C.; CORDERO MORALES, R. (2007). La raza bovina Berrenda y otras producciones ganaderas ecológicas. Perspectivas de futuro en Castilla-La Mancha (I). Ganadería. 45(2):12-14.
- GARCÍA ROMERO, C.; CORDERO MORALES, R. (2007). La raza bovina berrenda y otras producciones ganaderas ecológicas. Perspectivas de futuro en castilla-la Mancha. (II). ganadería. 46(2):12-15.
- GARCÍA ROMERO, C.; CORDERO MORALES, R. (2007). La raza caprina Blanca Celtibérica. Estado actual, ecología y zootecnia en España. Revista Ganadería. Editorial Agrícola Española. 51: 42-46.
- GARCÍA ROMERO, C.; CORDERO MORALES, R. (2009). Razas autóctonas y ganadería ecológica. Ponencia. Libro de las XV Jornadas Técnicas SEAE sobre Agricultura y Ganadería Ecológica. Bunyola, Mallorca, Baleares. 12pp.
- GARCÍA ROMERO, C. & CORDERO MORALES, R. (2010). Cooperación interterritorial y producción ecológica en Castilla-La Mancha. I. Panorama actual. Revista Ganadería. Editorial Agrícola Española 9. Diciembre-enero. 42-47.
- GARCÍA ROMERO, C. & CORDERO MORALES, R. (2010). Cooperación interterritorial y producción ecológica en Castilla-La Mancha. II. Perspectivas futuras. Revista Ganadería. Editorial Agrícola Española 10. Febrero-marzo. 8-12.
- GARCÍA ROMERO, C. & CORDERO MORALES, R. (2012). Razas Autóctonas, Desarrollo Rural y Diversidad biológica en Agrosilvosistemas Ganaderos Ecológicos con Especial Referencia a Castilla la Mancha. Ponencia. Actas del X Congreso SEAE celebrado en la Ciudad de Albacete del 26-29 de septiembre de 2012.
- GARCÍA ROMERO, C. & CORDERO MORALES, R. (2015). Razas ganaderas locales en producción ecológica"; XXIII Jornadas Técnicas Estatales SEAE. Variedades y razas: Germoplasma local en producción ecológica. Escuela de Ingenieros Agrónomos. Ciudad Real. 24-25 de septiembre de 2015.
- GARCÍA ROMERO, C.; GARCÍA-MENACHO OSSET, V.; GARCÍA-ROMERO MORENO, C. (2011). La raza Conejo Gigante de España. Ficha técnica. Agricultura y Ganadería Ecológicas Revista de divulgación Técnica SEAE.4:68.
- GARCÍA ROMERO, C. ; YUSTOS, JL. ; GARCÍA-ROMERO MORENO, C. (2013). La gallina Castellana Negra. Ficha Técnica. Revista Agricultura y Ganadería SEAE. 14:56.
- MAGRAMA (2014). Agricultura ecológica. Estadísticas en España. 171pp.
- ANEXOS

Cuadro nº 1. Razas autóctonas Bovinas, estado actual de conservación y distribución geográfica en Castilla-La Mancha. España. (García Romero y Cordero Morales, 2015).

BOVINAS		
RAZA	ESTADO DE CONSERVACIÓN CENSOS	ÁREA DE INFLUENCIA
Avileña Negra Ibérica (variedad bociblanca)	<i>Peligro extinción</i> 36 reproductores	Castilla-León, Extremadura, Madrid, Castilla La Mancha.
Avileña Negra Ibérica	<i>De fomento</i> 2349 reproductores	Castilla-León, Extremadura, Madrid, Castilla La Mancha.
Berrenda en colorado	<i>Peligro extinción</i> 236 reproductores	Andalucía, Castilla La Mancha, Madrid, Extremadura, Castilla-León.
Berrenda en negro	<i>Peligro extinción</i> 382 reproductores	Andalucía, Castilla La Mancha, Madrid, Extremadura, Castilla-León.
Cárdena Andaluza	<i>Peligro extinción</i> 627 reproductores	Andalucía, Castilla la Mancha
Pajuna	<i>Peligro extinción</i> 32 reproductores	Andalucía oriental, Castilla La Mancha
Retinta	<i>De fomento</i> 560 reproductores	Andalucía, Extremadura, Castilla- La Mancha

Cuadro nº 2. Razas autóctonas ovinas, estado actual de conservación y distribución geográfica en Castilla-La Mancha. España. (García Romero y Cordero Morales, 2015).

OVINAS		
RAZA	ESTADO DE CONSERVACIÓN CENSOS	ÁREA DE INFLUENCIA
Alcarreña	<i>Peligro extinción</i> 8055 reproductores	Guadalajara y Cuenca
Manchega	<i>De fomento</i> 172484 reproductores	Castilla-la Mancha
Manchega (negra)	<i>Peligro extinción</i> 4732 reproductores	Castilla-La Mancha
Merina	<i>De fomento</i> 8199 reproductores	Nacional
Segureña	<i>De fomento</i> 1311 reproductores	Murcia, Andalucía oriental, Levante y Albacete
Talaverana	<i>Peligro extinción</i> 6995 reproductores	Castilla La Mancha, Cáceres y Ávila

Cuadro nº 3. Razas autóctonas caprinas, estado actual de conservación y distribución geográfica en Castilla-La Mancha. España. (García Romero y Cordero Morales, 2015).

CAPRINAS		
RAZA	ESTADO DE CONSERVACIÓN CENSOS	ÁREA DE INFLUENCIA
Blanca Celtibérica	<i>Peligro extinción</i> 5935 reproductores	Castilla-La Mancha, Murcia, Andalucía y Teruel.
Negra Serrana	<i>Peligro extinción</i> 2268 reproductores	Ciudad Real, Albacete y Jaén
Agrupación de las Mesetas	<i>Peligro extinción</i> <2.000 reproductoras	Castilla-La Mancha y Castilla y León

Cuadro nº 4. Razas autóctonas Porcinas, estado actual de conservación y distribución geográfica en Castilla-La Mancha. España. (García Romero y Cordero Morales, 2006, 2015).

PORCINAS		
RAZA	ESTADO DE CONSERVACIÓN CENSOS	ÁREA DE INFLUENCIA
Ibérica	<i>De fomento</i> 15120 reproductores	Andalucía, Extremadura, Salamanca, Toledo y Ciudad Real
Variedad Entrepelado	<i>De fomento</i> 534 reproductores	Andalucía, Extremadura, Salamanca, Toledo y Ciudad Real
Variedad Retinto	<i>De fomento</i> 11850 reproductores	Andalucía, Extremadura, Salamanca, Toledo y Ciudad Real
Variedad Torbiscal	<i>Peligro extinción</i> 46 reproductores	Andalucía, Extremadura, Salamanca, Toledo y Ciudad Real
Variedad Lampiño	<i>Peligro extinción</i> 116 reproductores	Andalucía, Extremadura, Salamanca, Toledo y Ciudad Real

Cuadro nº 5. Razas autóctonas avícolas, estado actual de conservación y distribución geográfica en Castilla-La Mancha. España. (García Romero y Cordero Morales, 2006).

AVÍCOLAS		
RAZA	ESTADO DE CONSERVACIÓN CENSOS	ÁREA DE INFLUENCIA
Castellana Negra	<i>Peligro extinción</i>	Castilla la Mancha y Castilla León

Cuadro nº 6. Razas autóctonas cuícolas, estado actual de conservación y distribución geográfica en Castilla-La Mancha. España. (García Romero y Cordero Morales, 2006).

CUNÍCOLAS		
RAZA	ESTADO DE CONSERVACIÓN CENSOS	ÁREA DE INFLUENCIA
Conejo Gigante Español	<i>Peligro extinción</i>	Comunidad Valenciana, Cataluña, Aragón, Extremadura y Castilla -La Mancha

Cuadro nº 7. Granjas ecológicas y distribución provincial en Castilla-La Mancha. España. (MAGRAMA, 2014).

	BOV	OVI	CAPR	PORC	EQUI	AVI	API
Albacete	5	47	53	3	2	2	1
Ciudad Real	35	49	13			2	2
Cuenca		4				2	
Guadalajara		3	2				4
Toledo	30	37	6		1	1	
Totales	70	140	74	3	3	7	7

Cuadro nº 8. Granjas ecológicas por especies ganaderas en Castilla-La Mancha. España. (MAGRAMA, 2014).

	BOV	OVI	CAPR	PORC	EQUI	AVI	API
Albacete	252	14.562	5956	41	25	1.701	172
Ciudad Real	2.149	20.096	128			1.086	988
Cuenca		2.447				4.089	
Guadalajara		1.083	51				1.288
Toledo	2.177	11.930	943		26	1.200	
Totales	4.578	50.118	7078	41	51	8.076	2.458

EFECTO DO TIPO DE PASTO SOBRE A PRODUCCIÓN E A COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRAXOS E ANTIOXIDANTES LIPOSOLUBLES DO LEITE DE VACAS EN PASTOREO DE PRIMAVERA

Botana A*, Resch C*, Dagnac T*, González L*, Pereira-Crespo S**, Fernández-Lorenzo B*, Valladares J*, Veiga M*, Flores-Calvete G*

*Instituto Galego de Calidade Alimentaria. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (INGACAL-CIAM). Apdo. 10, 15080 A Coruña.

**Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite (LIGAL), Mabegondo, 15318 Abegondo, A Coruña.

RESUMEN:

Realizouse un ensaio de pastoreo en primavera (abril-xullo) na zona atlántica de Galicia, de 2 tipos de pasto: raigrás inglés (*Lolium perenne* L.) e trevo violeta (*Trifolium pratense* L.). Avaliouse o efecto do tipo de pasto e o seu estado de madurez sobre a produción e a composición de ácidos graxos e antioxidantes liposolubles do leite. O período de pastoreo tiña lugar polo día, entre as dúas muxiduras de mañá e de tarde, mentres que as vacas permanecían estabuladas pola noite. Salientase o baixo contido de proteína bruta do pasto de raigrás inglés, que foi aproximadamente 1/3 do mostrado pola leguminosa. A calidade nutricional do pasto deteriorouse conforme avanzaba a primavera, diminuíndo a concentración de proteína bruta e dixestibilidade, sendo este descenso máis marcado para o raigrás inglés. Destaca o rendemento leiteiro obtido (media xeral de 28,7 kg por vaca e día para o conxunto do ensaio) cun consumo de concentrado moi reducido (inferior a 90 g/kg leite). A produción media diaria acadada foi superior polas vacas que pastaron as pradeiras de trevo violeta (30,6 kg), comparada coa das vacas que pastaron o raigrás inglés (26,7 kg), o que supón un incremento do 14,6%. O trevo violeta mostrou unha concentración superior de tódolos ácidos graxos (AG) maioritarios ao longo do ciclo de crecemento en primavera. O avance cara á madurez do pasto reduciu a concentración de todos os AG en ambas especies, observándose unha diminución máis marcada no caso do raigrás inglés, comparado co trevo violeta. O leite para ambos tipos de pastos mostrou niveis altos de carotenos e vitamina A, particularmente para o trevo violeta, comparado co raigrás inglés. O contido do leite en carotenos non se modifica coa madurez dos pastos, mentres que o de xantofilas descende e o de vitaminas A e E aumenta.

Palabras clave: carotenoides, pasto, perfil lipídico, vacún de leite, vitaminas.

INTRODUCCIÓN

Na actualidade existe un aumento do interese, por parte dos consumidores, de información acerca de produtos funcionais, que exhiban beneficios para a saúde. A redución na dieta da proporción de ácidos graxos saturados (AGS) e o aumento de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) é unha estratexia recomendada pola Organización Mundial da Saúde para reducir o risco de accidentes cardiovasculares (WHO, 2003). Polo tanto, a modificación do perfil lipídico do leite incrementando a presenza de compoñentes beneficiosos para a saúde (ácidos graxos α -linolénico ou omega-3 e o isómero cis9-trans11 do ácido linoleico conxugado ou CLA) é un dos obxectivos para a industria láctea que opera no lado da calidade e da diferenciación do produto. O incremento da concentración destas moléculas funcionais de forma natural, a través da alimentación das vacas permite diferenciar tamén o proceso de produción.

A composición de ácidos graxos (AG) na graxa do leite fíxose menos saudable para os humanos ó longo das últimas catro décadas debido ós cambios nas prácticas de alimentación do vacún leiteiro, cunha maior presenza de ensilaxe de millo e concentrados e menor consumo de forraxes frescas (Elgersma *et al.*, 2006). A alimentación das vacas con forraxe representa a forma máis natural, sustentable e económica para conseguir mellorar a calidade do leite. Cando se utilizan dietas baseadas en ensilaxe de millo, tal e como indican Couvreur *et al.* (2006) a substitución de ensilado de millo (baixo en omega-3) por pasto (rico en omega-3) permite reducir a porcentaxe de AGS do leite un 15% e multiplicar por un factor de 2,5 a 3 a proporción de

omega-3. As leguminosas forraxeiras poden cumprir este papel, xa que ó seu elevado valor nutricional, superior ó das gramíneas (Castle *et al.*, 1983; Thomas *et al.*, 1985; Hoffmann *et al.*, 1998; Auld *et al.*, 1999), únese a evidencia de que coa súa inclusión na dieta de vacas lactantes, aumenta a proporción de AGPI do leite comparado coas gramíneas, tanto cando se consumen en fresco (Shingfield *et al.*, 2008), como en ensilados (Dewhurst *et al.*, 2003).

Neste traballo preténdese avaliar o efecto do tipo de pasto e o seu estado de madurez sobre a produción e a composición de ácidos graxos e antioxidantes liposolubles do leite.

MATERIAL E MÉTODOS

Localización, sementeira e implantación dos cultivos pratenses

O ensaio realizouse na finca do Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM) en Mabegondo (A Coruña), zona costeira de clima atlántico a 100 m de altitude, en condicións de secaño, sobre un terreo franco-limoso moderadamente ácido (pH en auga 5,6 e 18-27% de saturación de Al^{3+}) e contido medio en P e K. A finais de setembro de 2012 sementáronse 8,0 ha de pradeira monofita de raigrás inglés cv. Barsintra (35 kg de semente ha^{-1}) e outras 8,0 ha de trevo violeta cv. Lemmon (35 kg de semente ha^{-1}) seguindo os procedementos de boas prácticas agronómicas usuais da finca experimental do CIAM. Soamente a parcela de raigrás inglés recibiu fertilización nitrogenada (100 Kg de N ha^{-1}), fraccionada en partes iguais na sementeira e en cobertura a mediados de marzo. A fertilización de fondo foi de 1500 Kg de CaO, 60 Kg de P_2O_5 e 130 Kg de K_2O por ha.

Realización do ensaio de pastoreo

Foron seleccionadas 20 vacas da raza Holstein-Friesian de potencial leiteiro moderado dun rabaño de 40 animais pertencentes ao rabaño experimental do CIAM, cun estado de lactación similar, no comezo da fase descendente. Foron distribuídas en dous grupos homoxéneos de 10 vacas cada un, atendendo ó peso vivo, produción de leite e número de parto, sendo asignados ao azar a cada tipo de pasto. Tras un período preexperimental de 15 días, o ensaio desenvolveuse entre o 15 de abril e o 7 de xullo de 2013, durante o cal os animais realizaron o aproveitamento do pasto no seu primeiro ciclo de crecemento (non pastoreo dos rebrotes), dunha forma rotacional, con catro períodos de 3 semanas cada un (15 de abril a 5 de maio, 6 a 26 de maio, 27 de maio a 16 de xuño e 17 de xuño a 7 de xullo) a efectos da toma de mostras.

O pastoreo tivo lugar durante o día, entre as dúas muxiduras (8:00 h e 20:00 h), permanecendo as vacas estabuladas pola noite. A dieta consistiu no consumo de pasto a vontade durante o pastoreo, complementado por unha mestura unifeed no estábulo, ofrecida en grupo, consistente en 5 Kg de materia seca de ensilaxe de millo, 2,5 Kg de concentrado e 0,5 Kg de palla ou feno de calidade media. O concentrado formulouse a base de fariña de soia-44, fariña de cebada, polpa de remolacha, DDGS de millo e corrector vitamínico-mineral. A proteína bruta (PB) do concentrado foi variando desde o 25% ao comezo do ensaio ata o 37,5% o final do mesmo.

O manexo do pastoreo das vacas realizouse coa axuda de dous fíos móbiles electrificados, cambiando de parcela os animais cada un ou dous días e procurando sempre que a cantidade de pasto en oferta fose en exceso, 25-30 Kg de materia seca (MS) por vaca e día, para asegurar que non había limitación ao consumo potencial de herba por parte das vacas. O deseño da zona de pastoreo en cada tratamento foi realizado de forma que as vacas tivesen sempre acceso a unha zona arborada onde os animais puideran descansar á sombra e dispuxeran de auga fresca.

Toma de mostras

En cada período mediuse semanalmente a cantidade de pasto en oferta dunha nova parcela, inmediatamente antes de ser aberta para o gando e no momento de ser abandonada por este unha vez pacida. A medida

tomouse pesando a herba segada nunha diagonal da área de pasto asignada, correspondendo a un transecto de 0,80 m de ancho e 90 m de lonxitude utilizando unha motosegadora de barra oscilante. Antes de entrar as vacas na nova parcela tomouse a medida da altura do pasto no transecto, previamente á sega utilizando unha regra graduada e efectuando entre 30 e 40 contactos por transecto. A produción de leite de cada vaca en cada muxidura foi rexistrada diariamente ao longo de todo o ensaio. A produción de leite de cada vaca en cada muxidura foi rexistrada diariamente ó longo de todo o ensaio. Durante tres días consecutivos (martes a xoves) da última semana da cada período tomáronse 4 alícuotas de 150 ml de leite por vaca en cada muxidura de mañá e de tarde. Dúas veces en cada semana de control (luns e mércores) tomáronse mostras de ensilaxe de millo e de concentrado.

Análise de mostras

As mostras de pasto despois de ser pesadas dividíronse en dúas alícuotas para determinar: (1) contido de materia seca, valor nutritivo e perfil de ácidos grasos e (2) composición botánica. A materia seca (MS) das mostras de pasto determinouse nunha estufa de aire forzado (80°C, 16h). A composición química e dixestibilidade estimouse mediante NIRS, utilizando calibracións NIRS desenvolvidas no CIAM (Pereira-Crespo *et al*, 2012) e o perfil de ácidos grasos obtívose mediante análise por cromatografía de gases. A composición botánica determinouse mediante separación manual das distintas fraccións.

Das mostras de leite recollidas, unha alícuota enviouse refrixerada ó Laboratorio Interprofesional Galego de Análisis de Leite (LIGAL) para análise fisicoquímica, urea e recuento de células somáticas. As restantes mostras mantivéronse conxeladas a -20°C ata seren enviadas á empresa LEYMA para análise de AG por cromatografía de gases e ós laboratorios do CIAM para análise por HPLC do contido en antioxidantes liposolúbeis: carotenoides (xantofilas e β -caroteno) e vitaminas A e E.

Deseño do ensaio de alimentación e análise estatística

O ensaio de alimentación realizouse seguindo un deseño de medidas repetidas no tempo cun tratamento: Especie pratense (E) ou tipo de pasto: raigrás inglés e trevo violeta e o número de repeticións (vacas) foi de 10 para cada tipo de pasto.

A análise estatística realizouse mediante ANOVA, empregando o procedemento PROC GLM do paquete estatístico SAS/STAT v9.2 (SAS Institute, 2009) considerando como factor fixo tipo de pasto, mentres que animal (repetición) e período como factores aleatorios.

RESULTADOS E DISCUSIÓN

Climatoloxía

Na táboa 1 móstranse os valores mensuais de temperatura media diaria e precipitación acumulada para o período comprendido entre os meses de setembro de 2012 e xullo de 2013, comparándoos cos valores medios dos últimos 10 anos para a zona. Saliéntanse as características dun final de inverno máis chuvioso ca o habitual, acompañado dunha primavera fría que ralentizou o establecemento e crecemento inicial do trevo violeta.

Características do pasto

Na táboa 2 expóñense os valores da composición botánica, altura e cantidade de pasto en oferta das dúas pradeiras monofitas de raigrás inglés e de trevo violeta ao longo do período de pastoreo. Saliéntase a dominancia e boa implantación da gramínea, que practicamente non permitiu o crecemento de especies adventicias, mentres que a menor agresividade e facilidade de implantación do trevo violeta, unido a unhas condicións climáticas que non favoreceron o seu crecemento, foron a causa de que aproximadamente a metade da biomasa da pradeira de trevo violeta fose aportada por especies non sementadas. Destaca a presenza de pois

(*Poa ssp.*) e de llantén (*Plantago ssp.*), que contribuíron, respectivamente, ao 13% e o 30% da MS da masa de forraxe en oferta neste tratamento.

As alturas medias acadadas polo pasto nos períodos 3 e 4 son excesivamente elevadas para un manexo do pastoreo que procure optimizar a utilización do pasto. Sen embargo lembrese que, dado o planteamento do experimento, foi priorizado o feito de que as vacas consumisen pasto que estivese no seu primeiro ciclo de crecemento (é dicir, sen aproveitamento previo na primavera) en estados fenolóxicos que comprendesen desde un estadio precoz (vexetativo) a un estado avanzado (pleno espigado ou plena floración) con mínima restrición en canto á dispoñibilidade de herba para o seu consumo voluntario.

Mes	Ano 2012-2013		Promedio dos 10 últimos anos	
	Temperatura media (°C)	Precipitación media (mm)	Temperatura media (°C)	Precipitación media (mm)
Setembro	17,6	30,9	17,3	39,6
Outubro	14,4	54,2	14,6	170,2
Novembro	10,1	159,1	11,0	180,5
Decembro	10,5	110,1	9,0	137,2
Xaneiro	9,2	227,0	8,9	108,4
Febreiro	8,6	107,1	8,4	91,5
Marzo	10,3	205,7	10,6	82,2
Abril	11,2	88,6	11,9	94,9
Maio	11,5	93,8	14,3	76,4
Xuño	15,3	41,9	17,2	49,8
Xullo	20,4	13,3	18,3	37,9

Táboa 1. Temperatura media e precipitación acumulada durante os meses do ensaio.

Composición botánica (%MS total)		Altura pasto (cm)	Pasto en oferta (kg MS/ha)
Especie sementada	Especies adventicias		
Raigrás inglés			
P1	99,1	0,8	24,5
P2	97,3	2,7	27,4
P3	96,5	3,5	49,1
P4	85,3	4,6	59,5
Trevo violeta			
P1	47,6	52,4	23,1
P2	45,4	54,6	26,0
P3	49,3	50,7	57,1
P4	60,3	39,7	71,4

P1: 15 abril-5 maio; P2: 6 maio-26 maio; P3: 27 maio-16 xuño; P4: 17 xuño-7 xullo

Táboa 2. Valores medios da composición botánica, altura do pasto e pasto en oferta durante a realización do pastoreo do primeiro ciclo de crecemento.

Composición química e valor nutricional do pasto

Os valores medios de composición química e dixestibilidade da materia orgánica in vitro das especies sementadas raigrás inglés e trevo violeta, así como a súa evolución ao longo do período de pastoreo móstranse

na táboa 3. O trevo violeta mostrou un maior contido medio en cinzas, fibra ácido deterxente (FAD) e en proteína bruta (PB), que triplicou ó raigrás, mentres que a concentración de fibra neutro deterxente (FND) e, sobre todo, de azucres solubles (CSA) da leguminosa foi claramente inferior ao da gramínea, 1/3 no caso dos CSA. A dixestibilidade *in vitro* da materia orgánica (IVDMO) do raigrás foi marcadamente superior á do trevo violeta. A calidade do pasto deteriorouse conforme avanzaba a primavera ca maduración da forraxe, aumentando a concentración de paredes celulares e diminuindo a concentración de PB e a dixestibilidade. Este descenso de calidade foi máis marcado para o raigrás, particularmente polos baixos valores de PB, comparado co trevo violeta, pero non en canto ós valores de IVOMD, polo que o pasto de raigrás manifestase claramente como unha forraxe de alto valor enerxético pero baixo en proteína, mentres que o trevo violeta presenta un valor enerxético medio e, comparativamente, un elevado valor proteico durante o primeiro ciclo da estación de pastoreo.

Dada a elevada presenza de *Plantago ssp.* no pasto de trevo violeta, e observando que as vacas pacían esta especie coa mesma preferenza ca o trevo, foron analizadas mostras desta especie para caracterizar o seu valor nutricional, cuxos resultados mostran uns contidos do 10,6% e 21,1% de PB e CSA, respectivamente, intermedios entre os do trevo e do raigrás inglés, mentres que o contido en parede celular é similar ó do trevo violeta (FND 38,63%) sendo indicativo dunha alta inxestibilidade potencial polo gando.

	Raigrás inglés					Trevo violeta				
	P1	P2	P3	P4	Media	P1	P2	P3	P4	Media
MS	22,4	22,5	27,2	30,6	25,0	18,3	15,2	16,1	21,5	17,2
MO	91,1	91,6	93,1	93,5	92,1	89,8	90,3	89,9	92,7	90,5
PB	8,3	6,9	4,6	4,1	6,4	22,9	18,9	17,1	13,7	18,7
FAD	22,6	23,4	27,2	33,0	25,6	23,4	26,8	34,1	37,0	29,2
FND	42,7	43,5	49,6	57,3	46,9	34,9	39,9	45,4	49,9	41,4
CSA	30,4	32,9	32,2	27,6	31,1	9,0	11,2	7,6	9,5	9,6
IVOMD	83,9	84,3	81,0	72,8	81,5	74,1	73,2	67,1	63,8	70,5

MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido deterxente (%MS); FND: fibra neutro deterxente (%MS); CSA: carbohidratos solubles en auga (%MS); IVOMD: dixestibilidade *in vitro* da MO (%); P1: 15 abril-5 maio; P2: 6 maio-26 maio; P3: 27 maio-16 xuño; P4: 17 xuño-7 xullo

Táboa 3. Valores medios e evolución da composición química e dixestibilidade *in vitro* do raigrás inglés e trevo violeta durante o primeiro ciclo de crecemento.

	Raigrás inglés					Trevo violeta				
	P1	P2	P3	P4	Media	P1	P2	P3	P4	Media
C16_0	1,62	1,53	1,30	1,07	1,43	2,23	2,21	1,71	1,47	1,98
C18_0	0,06	0,03	0,01	0,00	0,03	0,34	0,29	0,23	0,21	0,28
C18_1n9c	0,09	0,08	0,10	0,05	0,08	0,23	0,27	0,21	0,23	0,24
C18_2n6c	0,95	0,82	0,36	0,12	0,64	2,10	2,25	2,01	1,61	2,04
C18_3n3	7,24	6,72	5,25	4,09	6,12	7,96	7,20	6,12	5,29	6,85
AGS	1,86	1,68	1,37	0,99	1,55	3,30	3,09	2,43	2,12	2,84
AGI	8,30	7,65	5,70	4,12	6,83	10,44	9,84	8,45	7,22	9,25
AGPI	8,20	7,56	5,60	4,07	6,74	10,17	9,54	8,21	6,96	8,98
AGT	10,17	9,33	7,07	5,12	8,38	13,73	12,93	10,88	9,34	12,09

C16_0: ácido palmítico; C18_0: ácido esteárico; C18_1n9c: ácido oléico; C18_2n6c: ácido linoléico; C18_3n3: ácido alfa-linolénico; AGT: AG totais; AGS: AG saturados; AGI: AG insaturados; AGPI: AG poliinsaturados; P1: 15 abril-5 maio; P2: 6 maio-26 maio; P3: 27 maio-16 xuño; P4: 17 xuño-7 xullo

Táboa 4. Valores medios e evolución da concentración (g/kg MS) dos ácidos graxos (AG) maioritarios, AG saturados, insaturados, poliinsaturados e totais das especies raigrás inglés e trevo violeta durante o primeiro ciclo de crecemento.

Na táboa 4 móstranse os valores medios e a evolución da concentración dos ácidos graxos maioritarios presentes na materia seca do raigrás inglés e o trevo violeta ao longo do ensaio de pastoreo.

Como características comúns máis salientables no perfil graxo das dúas especies cítanse o alto grao de insaturación dos AG e a presenza maioritaria de ácido alfa-linolénico, seguido do ácido linoleico no caso do trevo violeta e do ácido palmítico no caso do raigrás inglés. Comparado co raigrás inglés, o trevo violeta mostrou unha concentración superior de tódolos AG maioritarios ao longo do ciclo de crecemento en primavera. O avance cara á madurez do pasto reduciu a concentración de tódolos AG en ambas especies, observándose unha diminución máis marcada no caso do raigrás inglés, comparado co trevo violeta. Esta baixada da concentración dos AG cá madurez concorda cos datos observados por Clapham *et al.* (2005) nun traballo no que estudaban 13 tipos de especies forraxeiras.

Tamén se analizaron as mostras de *Plantago ssp.* recollidas ó longo do pastoreo para cuantificar a presenza e perfil de AG nesta especie adventicia, mostrando unhas características que presentan unha marcada semellanza co observado para o trevo violeta nos distintos períodos do experimento, tanto polo contido en AG totais, saturados, insaturados e poliinsaturados coma pola proporción relativa dos AG maioritarios alfa-linolénico, linoleico e palmítico.

Composición química do concentrado e da ensilaxe de millo

A composición química do concentrado utilizado nos diferentes períodos do experimento móstrase na táboa 5. A característica máis salientable foi o incremento no contido de PB destinado a compensar a perda de calidade do pasto. O contido medio de MS da ensilaxe de millo utilizada no ensaio foi do 36,9% e a composición nutricional (en %MS) foi: MO 97,2%, PB 5,1%, FAD 22,5%, FND 42,6% e amidón 34,2%. O valor de pH medio foi de 3,78 e a dixestibilidade da materia orgánica (DMO) estimada por NIRS foi de 69,8%, equivalente a 1,57 Mcal de enerxía neta ou 0,93 UFL/kg MS.

	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
MS	89,0	89,0	88,5	88,2
MO	91,1	91,0	93,1	92,4
PB	24,6	31,9	32,8	37,9
FB	8,5	7,1	5,9	4,9
AMD	20,0	20,0	20,7	17,8
EE	2,6	1,6	2,9	0,9

MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FB: fibra bruta (%MS); AMD: amidón (%MS); EE: extracto etéreo (%MS); Período 1: 15 abril-5 maio; Período 2: 6 maio-26 maio; Período 3: 27 maio-16 xuño; Período 4: 17 xuño-7 xullo

Táboa 5. Composición do concentrado utilizado nos diferentes períodos do pastoreo.

Produción e composición fisicoquímica do leite

Na táboa 6 móstranse os resultados relativos ó efecto do tipo de pasto nos parámetros de produción e composición fisicoquímica, contido en urea e reconto de células somáticas do leite.

En primeiro lugar, salientase o rendemento leiteiro obtido (media xeral de 28,7 Kg por vaca e día para o conxunto do ensaio) cun consumo de concentrado moi reducido (inferior a 90 g por litro de leite) e que contrasta cos valores medios dos programas de xestión de explotacións leiteiras galegas, próximos aos 370 g de concentrado por litro, o que evidencia o potencial produtivo das pradeiras para a produción de leite. En segundo lugar, ponse de manifesto a maior produción media diaria acadada polas vacas que pastaron as pradeiras de trevo violeta (30,6 Kg), comparada coa das vacas que pastaron o raigrás inglés (26,7 Kg), o que supón un incremento do 14,6 %. O baixo nivel proteico observado para o raigrás ao longo de todo o pastoreo (moi

inferior ó agardado) limitou a produción de leite das vacas deste tratamento, como se evidencia polo baixo contido de urea en leite (82 mg/L para o raigrás comparado con 273 mg/L para o trevo violeta), obtendo un 21% máis de proteína por vaca e día.

	Tipo de pasto		
	Raigrás inglés	Trevo violeta	p
nº observacións para Anova	120	117	
Produción de leite (kg vaca⁻¹ d⁻¹)			
PL non corrixida	26,77	30,68	ns
PL corrixida ó 3,5% de graxa	27,68	31,54	*
PL corrixida ó 3,5% de graxa e 3,5% de proteína	26,71	30,86	*
Produción de compoñentes do leite (kg vaca⁻¹ d⁻¹)			
Materia graxa	0,99	1,13	ns
Materia proteica	0,75	0,91	**
Extracto seco magro	2,22	2,57	*
Composición fisicoquímica do leite (%)			
Materia graxa	3,73	3,66	ns
Materia proteica	2,81	3,00	ns
Lactosa	4,68	4,68	ns
Extracto seco magro	8,30	8,41	ns
Contido de urea en leite (mg/L)	82	274	**
Reconto de Células Somáticas (x 1000/mL)	227	406	ns

p: significación del test F no ANOVA; ns: no significativo; *: p<0,05; **: p<0,01***; p<0,001

Táboa 6. Efecto do tipo de pasto sobre a produción e composición do leite no ensaio de pastoreo.

	Tipo de pasto		
	Raigrás inglés	Trevo violeta	p
nº observacións para Anova	100	90	
Perfil de ácidos graxos do leite (%AG totais)			
AG saturados totais (AGS)	69,6	65,9	*
AG monoinsaturados totais (AGMI)	26,7	28,3	ns
AG poliinsaturados totais (AGPI)	3,7	5,7	**
Láurico C12:0	3,0	3,5	**
Mirístico C14:0	11,6	11,9	ns
Palmítico C16:0	35,1	30,1	**
Esteárico C18:0	11,8	11,2	ns
Oleico C18:1n9c	20,7	21,6	ns
Linoleico C18:2n6c	1,6	2,3	*
Alfa-linolénico C18:3n3	0,8	1,6	**
Ácido Linoleico Conxugado total CLA	0,7	0,9	ns
Total AG omega3	0,9	1,7	**
Total AG omega6	2,1	3,0	**
Relación omega6/omega3	2,3	1,8	**

p: significación del test F no ANOVA; ns: no significativo; *: p<0,05; **: p<0,01***; p<0,001

Táboa 7. Efecto do tipo de pasto sobre a composición de ácidos graxos do leite no ensaio de pastoreo.

Perfil de ácidos graxos do leite

O efecto do tipo de pasto sobre a composición en ácidos graxos do leite das vacas móstrase na táboa 7. O tipo de pasto afectou á composición da graxa do leite, observándose que o pasto de trevo violeta, en xeral, permite producir un leite máis saudable comparado co pasto de raigrás inglés. O consumo de pasto de leguminosa reduciu a proporción de AGS, palmítico e a relación omega6/omega3 do leite e, inversamente, aumentou a porcentaxe de AGPI, láurico, linoleico, alfa-linolénico e o total de omega3 e omega6. Os resultados confirman as observacións de diversos estudos que indican que a introdución de leguminosas nas racións do gando vacún leiteiro mellora a calidade do leite dende o punto de vista da saúde humana (Dewhurst *et al.*, 2006).

Contido de antioxidantes liposolubles do leite

	Tipo de pasto			Período (PER)				
	Raigrás inglés	Trevo violeta	ρ	P1	P2	P3	P4	ρ
n	120	120		60	60	60	60	
Xantofilas (ng/mL leite)								
Luteína	12,9	12,3	ns	15,9	14,0	11,0	9,7	***
Zeaxantina	2,0	1,4	**	2,2	2,0	1,3	1,3	***
β Cryptoxantina	2,2	2,4	**	2,5	2,6	2,1	2,0	*
Beta-caroteno (ng/mL leite)								
(All-t- β + 9-c- β) Caroteno	123,6	140,4	ns	129,7	129,7	138,5	130,1	ns
13-c- β Caroteno	6,0	6,8	ns	6,5	6,6	6,5	5,9	ns
Vitaminas (ng/mL leite)								
Vit. A (retinol)	406,6	480,8	ns	401,4	372,7	514,0	486,8	***
Vit. E (alfa-tocoferol)	763,9	659,3	ns	426,0	428,0	1122,6	869,8	***
Vit. E (ganma-tocoferol)	14,4	13,9	ns	9,6	7,8	19,2	20,0	***

ρ : significación del test F no ANOVA; ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$; P1: 15 abril-5 maio; P2: 6 maio-26 maio; P3: 27 maio-16 xuño; P4: 17 xuño-7 xullo

Táboa 8. Efecto do tipo de pasto e do seu estado de madurez sobre a concentración de xantofilas, beta-caroteno e vitaminas A e E do leite no ensaio de pastoreo.

Na táboa 8 móstranse os resultados relativos ó efecto do tipo de pasto sobre a concentración de xantofilas, beta-caroteno e vitaminas A e E do leite, así como o efecto do estado de madurez. O carotenoide máis abundante foi o (all-t+9-c)- β -caroteno, cunha concentración, que sen chegar a ser significativa, foi un 13% superior no leite procedente de vacas que consumiron trevo violeta, os valores obtidos para ambos pastos foron superiores aos observados por Marino *et al.* (2012) en leite de vacas da raza Holstein en pastoreo. O seguinte carotenoide segundo a súa abundancia foi a xantofila luteína, pero non se observaron diferenzas entre tipo de pasto na súa concentración media (12,9-12,3 ng/mL leite). A concentración das vitaminas máis abundantes non presentaron diferenzas significativas, a pesar de que o retinol tendeu a ser superior para o tratamento trevo violeta (18%), mentres que a concentración do isómero alfa-tocoferol tendeu a ser superior para o tratamento do raigrás (15%). Non se detectaron diferenzas significativas para o contido de vitamina E en ningún dos dous isómeros analizados. O alfa-tocoferol foi o isómero maioritario con valores medios de 763,9 e 659,3 ng/mL fronte a 14,4 e 13,9 ng/mL para o ganma-tocoferol en leite de vacas que pastoreaban RI e TV, respectivamente, valores tamén superiores ós observados por Marino *et al.* (2012).

O estado de madurez do pasto influíu claramente sobre o contido de xantofilas, baixando a concentración de luteína, elemento maioritario das xantofilas, entre o período 1 e o período 4 un 64% no leite procedente dos dous tipos de pastoreo, mentres que a presenza de β -caroteno non se viu afectada pola madurez do pasto. O contido de vitaminas aumentou co avance da estación de pastoreo, presentando valores máximos no período 3, sendo este efecto máis marcado par o caso da vitamina E independentemente do pasto consumido. A

concentración de retinol presentou unha diferenza do 21% entre o primeiro e o último período, mentres que se duplicou no caso dos dous isómeros da vitamina E.

CONCLUSIÓN

- O pastoreo de trevo violeta permite producir un leite cun perfil de ácidos graxos máis saudable comparado co pasto de raigrás inglés.
- O leite de pastos mostrou niveis altos de carotenos e de vitamina A, particularmente para o trevo violeta, comparado co de raigrás inglés.
- O contido en carotenos do leite non se modifica ca madurez dos pastos, mentres que o de xantofilas desce e o de vitaminas A e E aumenta. Este modelo de variación do contido en antioxidantes do leite co avance da estación de pastoreo é semellante para os dous tipos de pastos avaliados.

AGRADECIMENTOS

Traballo financiado pola Xunta de Galicia proxecto FEADER 2012/02 cofinanciado con fondos FEADER. Adrián Botana é beneficiario dun contrato predoctoral FPI-INIA.

BIBLIOGRAFÍA

- Auld, D.E.; Atkinson, K.L.; Silvapulle, M.J.; Dellow, D.W. e McDowell, G.H. 1999. Utilisation of white clover silage fed alone or with maize silage by lactation dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39: 237-246.
- Castle, M.E.; Reid, D. e Watson, J.N. 1983. Silage and milk production: studies with diets containing white clover silage. *Grass and Forage Science*, 28: 193-200.
- Clapham, W.M.; Foster, J.G.; Neel, J.P.S. e Fedders, J.M. 2005. Fatty acid composition of traditional and novel forage species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 10068-10073.
- Couvreur, S.; Hurtaud, C.; Lopez, C.; Delaby, L. e Peyraud, J.L. 2006. The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties. *Journal of Dairy Science*, 89: 1956-1969.
- Dewhurst, R.J.; Fisher, W.J.; Tweed, J.K.S. e Wilkins, R.J. 2003. Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. *Journal of Dairy Science*, 86: 2598-2611.
- Dewhurst, R.J.; Shingfield, K.J.; Lee M.R.F. e Scollan, N.D. 2006. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Animal Feed Science and Technology*, 113: 168-206.
- Elgersma, A.; Weber, A.C. e Nalęcz-Tarwacka, T. 2006. Grazing versus indoor feeding: effects on milk quality. *Grassland Science in Europe*, 11: 419-427.
- Hoffmann, P.C.; Combs, D.K. e Casler, M.D. 1998. Performance of lactating dairy cows fed alfalfa silage or perennial ryegrass silage. *Journal of Dairy Science*, 81: 162-168.
- Marino, V.M.; Schadt, I.; La Terra, S.; Manenti, M.; Caccamo, M.; Licita, G. e Carpino, S. 2012. Influence of season and pasture feeding on the content of α -tocopherol and β -carotene in milk from Holstein, Brown Swiss and Modicana cows in Sicily. *Dairy Science and Technology*, 92: 501-513.
- Pereira-Crespo, S.; Valladares, J.; Flores, G.; Fernández-Lorenzo, B.; Resch, C.; Piñeiro, J.; Díaz, N.; González-Arráez, A.; Bande-Castro, M.J. e Rodríguez-Diz, X. 2012. Prediction of the nutritive value of annual forage clovers and serradella by near infrared spectroscopy (NIRS). *Options méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars*, 102: 241-244.
- Shingfield, K.J.; Chilliard, Y.; Toivonen, V.; Kairenius, P. e Givens, D.I. 2008. Trans Fatty Acids and Bioactive Lipids in Ruminant Milk. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 606: 3-65.
- Thomas, C.; Aston, K. e Daley, S.R. 1985. Milk production for silage. 3. A comparison of red clover with grass silage. *Animal Production*, 41: 23-31.
- World Health Organization (WHO) 2003. Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series 916, Canada.

FERTILIDADE DO SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS AGROECOLÓGICOS NO CERRADO BRASILEIRO. FERTILIDAD DEL SUELO EN SISTEMAS AGROFORESTALES AGROECOLÓGICOS EN LA SABANA BRASILEÑA

Alcântara A*, Stone F, Didonet D

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás (GO), Brasil

flavia.alcantara@embrapa.br; alcantarafade@yahoo.com.br

RESUMEN:

Dentre os sistemas produtivos que mais se adequam a aplicação dos princípios agroecológicos estão os sistemas agroflorestais (SAF's), que apresentam um componente arbóreo ou lenhoso e permitem o cultivo de plantas alimentícias ou para produção de energia em suas entrelinhas. O manejo do solo nesses sistemas pode ser feito com o plantio de adubos verdes, especialmente leguminosas, para suprir os nutrientes necessários às culturas, seja pela fixação biológica de nitrogênio, seja pela reciclagem de nutrientes presentes nas camadas mais profundas do solo. Este trabalho objetivou avaliar a fertilidade de um solo tropical e altamente intemperizado durante seis anos de condução de dois SAF's, sendo um para segurança alimentar, em que foram cultivados feijão e milho, e outro para produção energética, onde foram cultivados girassol, gergelim e amendoim. Amostras de solo (0-0,20 m) coletadas no primeiro (condição inicial), no terceiro e no sexto anos foram analisadas para atributos químicos. Nos dois SAF's, as combinações de adubos verdes e culturas principais e os arranjos arbóreos elevaram o teor de matéria orgânica e reduziram a acidez potencial em relação à condição inicial. No entanto, a reciclagem feita pelos adubos verdes não foi suficiente para a manutenção do teor dos macro e micronutrientes do solo, com exceção de Mg e K, demonstrando a necessidade de se associar a adubação verde com a aplicação de fertilizantes orgânicos ou organominerais, de forma a repor nutrientes ao solo, exportados pela colheita dos grãos das diferentes culturas.

Palabras clave: adubos verdes, fertilidade, reciclagem de nutrientes, sistemas agroflorestais.

INTRODUÇÃO

A agroecologia é uma ciência emergente que estuda os agroecossistemas, integrando conhecimentos de agronomia, ecologia, economia e sociologia (Altieri, 1989). Dentre seus princípios estão: biodiversidade, reciclagem de nutrientes, sinergia entre agricultura e criação de animais, construção da imundade dos sistemas e regeneração/conservação do solo e da água (Altieri, 1989; Altieri, 2000; Gliessman, 2001).

Os sistemas agroflorestais (SAF's) são sistemas agropecuários que apresentam um componente arbóreo ou lenhoso, que tem um papel fundamental em sua estrutura e função (Engel, 1999). Os SAF's podem ter alto grau de sustentabilidade porque propiciam serviços ecossistêmicos, como a provisão de alimentos, fibras e energia; a manutenção da biodiversidade; a provisão de madeiras; a estabilização do clima; a minimização de pragas e doenças; a purificação do ar e da água; a regulação do fluxo e da qualidade dos recursos hídricos; o controle da sedimentação; a manutenção da fertilidade do solo e da ciclagem de nutrientes; a decomposição de material orgânico; além de benefícios estéticos e culturais e possibilidades de lazer (May & Trovatto, 2008). Esses sistemas podem ser uma alternativa econômica viável para os agricultores familiares, pois permitem que alimentos, madeira e energia sejam produzidos no mesmo espaço, ao mesmo tempo em que se mantém a biodiversidade local.

A região da savana brasileira (Cerrado) constitui o segundo maior bioma com domínio morfoclimático do Brasil (Dias, 1992), sendo superada em área apenas pela Amazônia. De acordo com Eiten (1994), a região é detentora de grande diversidade biológica, sendo a formação savânica com maior diversidade vegetal do

mundo, especialmente no caso das espécies lenhosas. Infelizmente, este bioma foi bastante devastado nas últimas décadas: 45,5% de sua vegetação natural já não existem (Portal Brasil, 2016).

Grande parte dos solos da região é caracterizada por alta acidez (valores de pH entre 4,0 e 5,5); baixos valores de Capacidade de Troca de Cátions (CTC); teores de fósforo (P) extremamente baixos e mineralogia predominada por argilominerais de baixa atividade, como caulinita e gibbsita (Macedo, 1999). As espécies vegetais nativas presentes na região são adaptadas às condições de acidez e baixa fertilidade natural dos solos, nos quais a matéria orgânica é fundamental para a ciclagem de nutrientes e a elevação da CTC. Sabe-se que a matéria orgânica é componente chave da qualidade do solo (Doran & Parkin, 1994), afetando positivamente seus atributos químicos, físicos e biológicos. Sem sua manutenção e adição constante, o uso dos solos do Cerrado se torna insustentável do ponto de vista ambiental. Assim, sistemas como os SAF's desempenham um importante papel na busca de sistemas agrícolas/agropecuários que permitam a produção de alimentos, sem degradar o solo; ao contrário, adicionando matéria orgânica e reciclando nutrientes.

Para manter a fertilidade do solo, reciclando e fornecendo nutrientes para as culturas, os adubos verdes, principalmente leguminosas, podem ser utilizados nas entrelinhas em pré-cultivo, antes do plantio das culturas econômicas. Crotalaria (*Crotalaria juncea* L.), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC), mucuna-preta (*Estilozobium aterrimum* (Piper e Tracy) Merr.) e guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) são algumas das leguminosas mais utilizadas como adubo verde na região do Cerrado e, além de fixarem o nitrogênio atmosférico, são excelentes recicladoras e condicionadoras de solo.

Culturas anuais alimentares como o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e o milho (*Zea mays* L.), bem como culturas produtoras de energia, como o girassol (*Helianthus annuus* L.), o gergelim (*Sesamum indicum* L.) e o amendoim (*Arachis hypogaea* L.) são promissoras para plantio das entrelinhas das árvores dos SAF's e podem ser cultivadas durante alguns anos, enquanto o sombreamento pela copa das árvores não for excessivo.

Este trabalho teve como objetivo acompanhar a fertilidade do solo em dois sistemas agroflorestais agroecológicos, cultivados com a sucessão de adubos verdes leguminosas e culturas alimentares (feijão e milho) ou leguminosas adubos verdes e culturas energéticas (girassol, gergelim e amendoim) no Estado de Goiás, região do Cerrado brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados dois sistemas agroflorestais, um voltado para a segurança alimentar (SSA), em que foram cultivados feijão e milho nas entrelinhas das árvores, e outro voltado para a produção de energia (SPE), em que foram cultivados girassol, gergelim e amendoim nas entrelinhas das árvores. Os dois sistemas foram implantados em 2009 na Estação Experimental em Agroecologia (Fazendinha Agroecológica), área do Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão da EMBRAPA, situado na cidade Santo Antônio de Goiás (Estado de Goiás (GO), região Centro-oeste do Brasil), cujas coordenadas geográficas são: latitude 16° 28' 00" S, longitude 49° 17' 00" W e altitude de 823 m. O clima é Aw, tropical de savana, megatérmico, conforme classificação de Köppen. O regime pluvial é bem definido, com período chuvoso de outubro a abril e seco de maio a setembro, com precipitação média anual de 1485 mm. O solo é um Latossolo Vermelho, conforme a classificação Brasileira (EMBRAPA, 1999) e Rhodic Ferralssol, conforme classificação internacional (FAO, 1974). Trata-se de um solo altamente intemperizado, ácrico, de textura argilosa, com teores médios de 307 g kg⁻¹ de areia, 153 g kg⁻¹ de silte e 540 g kg⁻¹ de argila, na camada de 0,00-0,20 m. Antes da implantação dos experimentos foram aplicados 1620 kg ha⁻¹ de fosfato natural Arad (33% de P₂O₅) e 2000 kg ha⁻¹ de calcário em toda a área e incorporados com grade aradora.

Os dois sistemas agroflorestais, conduzidos em semeadura direta, foram compostos pelas seguintes espécies arbóreas, típicas do Cerrado Brasileiro, plantadas no espaçamento de 6 x 6 m: angico (*Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg.), baru (*Dipteryx alata* Vog.), aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.), angelim (*Vatairea macrocarpa* (Benth) Ducke), pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), farinha seca (*Albizia hasslerii* (Chod.) Burkart.) e ingá (*Inga cylindrica* (Vell.) Mart).

O manejo das áreas em todos os anos de estudo seguiu a sucessão adubos verdes/culturas. No SAF SSA, entre as linhas de árvores eram semeadas em outubro cinco espécies de adubos verdes, a saber: crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.), guandu gigante (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e mucuna preta (*Estilozobium aterrimum* Piper & Tracy) e uma parcela permanecia apenas com a vegetação espontânea, prática denominada "pousio". Em janeiro, após manejo das coberturas com rolo-faca, semeavam-se feijão e milho. No SAF SPE eram semeados em outubro os adubos verdes crotalária juncea e sorgo forrageiro e uma parcela permanecia apenas com a vegetação espontânea. Em janeiro eram semeadas as culturas gergelim, girassol e amendoim.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Nas entrelinhas das árvores, os tratamentos consistiram das combinações de adubos verdes mais pousio com as culturas principais e, nas linhas, consistiram das espécies arbóreas (Quadro 1).

Tratamento	SSA	SPE
Entrelinhas das árvores		
1	Crotalária/Milho	Sorgo/Gergelim
2	Feijão de porco/Feijão	Pousio/Girassol/Amendoim
3	Guandu/Milho	Pousio/Girassol/Amendoim
4	Sorgo/Feijão	Crotalária/Gergelim
5	Feijão de porco/Milho	Crotalária/Gergelim
6	Guandu/Feijão	Sorgo/Girassol/Amendoim
7	Crotalária/Feijão	Sorgo/Girassol/Amendoim
8	Pousio/Milho	Crotalária/Girassol/Amendoim
9	Sorgo/Milho	Pousio/Gergelim
10	Mucuna preta/Milho	Sorgo/Gergelim
11	Pousio/Feijão	Crotalária/Girassol/Amendoim
12	Mucuna preta/Feijão	Pousio/Gergelim
Linhas das árvores		
1	Angico/Baru	Angico/Baru
2	Aroeira/Baru	Aroeira/Baru
3	Aroeira/Cagaita	Aroeira/Cagaita
4	Cagaita/Angelim	Cagaita/Angelim
5	Angelim/Pequi	Angelim/Pequi
6	Pequi/Farinha seca	Pequi/Farinha seca
7	Ingá	Ingá

Quadro 1. Tratamentos avaliados nos sistemas agroflorestais voltados para a segurança alimentar (SSA) e para a produção de energia (SPE), em Santo Antônio de Goiás, GO.

As amostras de solo foram retiradas na profundidade de 0,0-0,20 m, em todos os tratamentos, entre e nas linhas de árvores, em todas as repetições, em outubro de 2009 (análise inicial utilizada como referência), novembro de 2012 e abril de 2015, no SSA, e em 2009 e 2015 no SPE. Os atributos químicos avaliados foram o pH do solo e os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, P, K, Cu^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} e matéria orgânica. Todas as análises foram realizadas segundo EMBRAPA (1997). O pH foi determinado em água. O Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} foram extraídos em solução de KCl a 1 mol L⁻¹, sendo os dois primeiros determinados por espectroscopia de absorção atômica e o último por titulometria. A acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) também foi determinada por titulometria, usando solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ para sua extração. O potássio, o fósforo e os micronutrientes foram extraídos com a solução de Mehlich 1 e determinados por espectroscopia de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente. A matéria orgânica foi determinada por oxidação por solução sulfocrômica seguida de determinação por espectrofotometria. A classificação dos teores de nutrientes no

solo, bem como do pH e acidez potencial, foi feita com base nos trabalhos de Souza *et al.* (2008) e Freire (2003).

Para cada ano de amostragem, os dados relativos aos tratamentos, entre e nas linhas de árvores, foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Os tratamentos, em cada ano de amostragem, foram também comparados com a análise inicial do solo (2009), utilizada como referência, pelo teste de Dunnett a 0,05 de probabilidade. Além disso, no SSA realizou-se análise de componentes principais, para cada uma das posições de amostragem, envolvendo todos os anos e atributos em estudo, a partir da qual foi reduzido o conjunto de dados em combinações lineares, gerando escores dos componentes principais que explicam em torno de 80% da variação total, conforme recomendado por Cruz & Regazzi (1994). Adicionalmente, efetuou-se a análise de agrupamento pelo método de Ward, utilizando como medida de dissimilaridade a distância euclidiana média. As análises foram feitas com o auxílio do Programa R versão 3.0.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sistema agroflorestral voltado para a segurança alimentar

- Entrelinhas das árvores

Os tratamentos não diferiram entre si quanto aos atributos químicos do solo nas amostragens feitas em 2012 e 2015, com exceção do teor de potássio na amostragem de 2012, em que o solo sob o tratamento pousio/feijão apresentou maior teor que o sob crotalária/milho (Quadro 2).

Com relação à análise inicial do solo (2009), em 2015 todos os tratamentos condicionaram menores teores de acidez potencial e cobre e maiores teores de matéria orgânica. Em alguns tratamentos verificaram-se maiores valores de pH e de magnésio e menores teores de ferro e manganês. Em 2012, todos os tratamentos também condicionaram maiores teores de matéria orgânica e, a maioria deles, condicionou maiores valores de pH. Em alguns tratamentos verificaram-se maiores teores de magnésio, potássio, ferro e manganês e menores teores de acidez potencial.

O aumento do valor do pH e do teor de magnésio, bem como a redução da acidez potencial são, possivelmente, resultados da aplicação de calcário após a análise inicial do solo e da complexação do alumínio pela matéria orgânica. Nas entrelinhas das árvores, o aumento dos teores de matéria orgânica está associado à deposição de resíduos vegetais sobre o solo, provenientes principalmente da fitomassa dos adubos verdes cultivados antes das culturas alimentares. Nos solos do Cerrado, os adubos verdes são uma importante fonte de adição de matéria orgânica ao solo (Alcântara *et al.*, 2000). Apesar de o teor de matéria orgânica, principal fonte de micronutrientes nos sistemas estudados ter aumentado, houve redução nos teores de cobre, ferro e manganês com o tempo. Possivelmente, isso ocorreu pelo fato de a liberação de micronutrientes pela mineralização da matéria orgânica ter ficado aquém da exportação dos mesmos pelas culturas do feijoeiro e do milho. De toda forma, os teores dos micronutrientes podem ser classificados como médio (Fe), médio a alto (Cu) e alto (Zn e Mn).

O teor de fósforo no solo em todos os tratamentos, após seis anos, não diferiu do teor inicial, mas vem diminuindo em valor absoluto e se encontra nas faixas "muito baixa" e "baixa". Segundo Sanches (1995), a habilidade para suprimento de P nos SAF's é muito limitada. Soma-se a isso o fato de que os solos altamente intemperizados da região do Cerrado apresentam, normalmente, teores muito baixos desse nutriente na solução do solo, bem como alta capacidade de retenção do P na fase sólida (Sousa & Lobato, 2003). O cálcio se encontra na faixa "média", o magnésio nas faixas "média" e "alta" e o potássio na faixa "alta", provavelmente, no caso de Ca e Mg, ainda como efeito da calagem realizada em 2009.

As diferenças entre os anos de amostragem e a análise inicial podem ser visualizadas de maneira global na Figura 1. Pela análise do dendrograma, observa-se a formação de dois grupos: um formado por todos os tratamentos na data de amostragem de 2015 (números 1 a 12) e outro formado por todos os tratamentos na data de amostragem de 2012 (números 13 e 24) mais a referência de 2009 (número 25). Constata-se, assim,

que após seis anos, todas as combinações de adubos verdes e culturas principais afetaram os atributos químicos em relação à análise inicial, de forma mais evidenciada pelo aumento do teor de matéria orgânica e pela diminuição da acidez potencial e do teor de cobre.

Tratamento	pH ¹	Ca	Mg	Al	H+Al	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	MO
Entrelinhas das árvores												
2015												
Crotalária/Milho	5,7	12,2	7,7	0,8	31,8*	3,0	109,5	0,9*	4,9	23,3	24,2	35,1*
Feijão de porco/Feijão	5,7	12,2	7,0	0,0	27,8*	5,3	104,3	1,0*	3,6	22,1	22,5	32,2*
Guandu/Milho	5,7	11,7	7,3	0,5	29,0*	3,2	100,0	0,8*	3,3	17,0*	19,5*	31,2*
Sorgo/Feijão	5,7	12,3	7,3	0,8	32,5*	3,2	114,5	0,8*	2,9	19,0*	19,7*	31,9*
Feijão de porco/Milho	5,7	12,5	8,2	0,5	32,8*	4,5	104,0	0,9*	4,0	22,9	20,7	34,0*
Guandu/Feijão	5,8*	12,9	8,8	0,3	26,8*	4,5	120,0	0,8*	3,1	21,1	20,1*	32,3*
Crotalária/Feijão	5,7	12,3	8,1	0,5	35,5	4,1	110,3	0,8*	3,4	19,9*	19,6*	33,8*
Pousio/Milho	5,9*	13,9	9,8*	0,0	26,3*	5,0	138,0	0,9*	4,8	24,3	22,4	33,6*
Sorgo/Milho	5,8*	14,9	9,7*	0,3	30,5*	2,9	123,8	0,8*	3,4	22,2	21,7	35,8*
Mucuna preta/Milho	5,7	14,4	8,7	0,3	30,8*	2,6	108,0	0,8*	4,0	22,7	22,1	35,1*
Pousio/Feijão	5,7	14,1	8,0	0,3	32,5*	2,4	133,8	0,7*	3,0	20,9	20,2*	36,0*
Mucuna preta/Feijão	5,7	14,1	7,5	0,5	34,8*	3,3	101,8	0,7*	3,9	20,2*	20,1*	33,5*
Média	5,7	13,1	8,2	0,4	30,9	3,7	114,0	0,8	3,7	21,3	21,0	33,7
2012												
Crotalária/Milho	5,6	12,9	6,5	0,5	46,5	4,6	84,0b*	1,9	4,3	33,3*	27,2*	27,1*
Feijão de porco/Feijão	5,8*	12,7	6,6	0,0	38,5	3,9	145,0ab	2,0	3,7	28,5	23,8	24,6*
Guandu/Milho	5,9*	14,2	7,6	0,3	32,8*	4,1	113,8b	1,8	3,7	27,6	26,0*	26,2*
Sorgo/Feijão	5,9*	14,4	7,8	0,0	37,8	4,1	137,3ab	1,8	3,7	27,4	25,4	24,5*
Feijão de porco/Milho	6,0*	12,7	7,1	0,0	34,8*	4,6	122,5b	1,8	3,8	29,4	23,1	24,4*
Guandu/Feijão	5,8*	12,8	7,5	0,5	40,0	4,2	125,3b	1,7	3,3	26,7	20,5	25,6*
Crotalária/Feijão	5,7	13,3	7,5	0,5	41,0	4,7	158,8ab*	1,7	3,9	26,3	23,7	27,0*
Pousio/Milho	6,0*	14,9	8,6*	0,3	39,5	4,9	116,5b	1,8	5,0	29,2	23,9	27,2*
Sorgo/Milho	6,0*	16,5	9,5*	0,0	36,3*	4,4	130,8ab	1,7	3,8	32,4	24,8	28,9*
Mucuna preta/Milho	6,0*	16,7	8,9*	0,0	37,5*	4,7	150,5ab*	1,9	5,1	29,7	23,9	28,7*
Pousio/Feijão	6,1*	14,3	8,4*	0,0	35,5*	3,0	226,3a*	1,6	4,3	24,5	21,1	26,1*
Mucuna preta/Feijão	5,8*	16,5	7,8	0,0	41,8	3,5	149,0ab	1,7	5,4	26,9	24,9	28,0*
Média	5,9	14,3	7,8	0,2	38,5	4,2	138,3	1,8	4,1	28,5	24,0	26,5
Linhas das árvores												
2015												
Angico/Baru	5,4	12,1	8,7*	1,0*	28,5*	3,2	144,0	1,1*	3,8	25,6	25,8	34,0*
Aroeira/Baru	5,5	13,2	9,2*	1,0*	24,5*	3,0	161,0	1,1*	4,4	24,6	24,5	33,8*
Aroeira/Cagaita	5,7	14,9	10,3*	0,5	26,5*	4,0	178,0	1,2*	3,9	27,7	25,7	35,9*
Cagaita/Angelim	5,6	13,3	9,0*	1,0*	25,8*	3,3	121,5	1,2*	3,3	26,5	22,7	35,9*
Angelim/Pequi	5,7	15,1	10,7*	0,5	24,5*	3,9	166,3	1,2*	4,0	27,8	25,4	35,0*
Pequi/Farinha seca	5,6	16,0	10,9*	0,8	27,5*	2,7	143,5	1,0*	3,7	24,0	24,0	41,9*
Ingá	5,5	17,2	11,1*	1,0*	27,5*	3,1	127,5	1,0*	5,0*	23,9*	27,6	39,2*
Média	5,6	14,5	10,0	0,8	26,4	3,3	148,8	1,1	4,0	25,7	25,1	36,5
2012												
Angico/Baru	5,7	11,3	6,5	0,4	44,0	4,2	87,9	1,9	3,4	27,7	27,1*	27,2*
Aroeira/Baru	5,9	12,9	7,8	0,5	37,8	4,4	91,0	2,0	3,6	27,0	25,3	26,5*
Aroeira/Cagaita	5,8	12,7	6,9	0,5	41,1	4,7	78,5	1,8	3,3	26,8	24,7	30,0*
Cagaita/Angelim	5,8	11,6	6,3	0,4	43,3	4,7	101,1	1,8	3,1	26,7	23,3	28,8*
Angelim/Pequi	6,0*	15,0	9,0*	0,3	41,3	5,5	127,8	1,7	4,3	27,0	26,9	30,2*
Pequi/Farinha seca	5,8	14,4	8,2	0,3	42,3	4,1	116,3	1,7	3,8	26,2	25,7	30,3*
Ingá	5,7	15,9	7,5	0,3	50,8	5,0	99,5	1,6	6,0	25,4	31,3*	25,8*
Média	5,8	13,4	7,5	0,4	42,9	4,6	100,3	1,8	3,9	26,7	26,3	28,4
2009												
Análise inicial	5,5	15,5	6,3	0,3	43,5	5,2	120,5	2,0	3,4	26,5	23,3	17,0

Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade e as médias seguidas de * diferem significativamente da referência (análise inicial), pelo teste de Dunnett a 0,05 de probabilidade.

¹pH: potencial hidrogeniônico; Ca, Mg, Al e H+Al: cálcio, magnésio, alumínio e acidez potencial, em mmol dm⁻³; P, K, Cu, Zn, Fe e Mn: fósforo, potássio, cobre, zinco, ferro e manganês, em mg dm⁻³, MO: matéria orgânica, em g kg⁻¹.

Quadro 2. Média dos atributos químicos na camada de 0-0,20 m do Latossolo Vermelho ácrico submetido a diferentes usos no sistema agroflorestal voltado para a segurança alimentar.

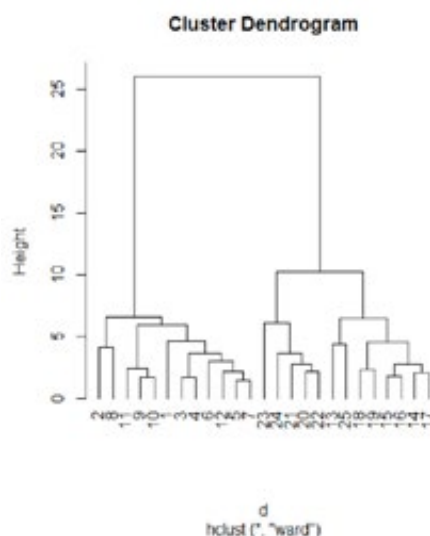


Figura 1. Dendrograma de agrupamento dos tratamentos. 1 a 12: Crotalária/Milho, Feijão de porco/Feijão, Guandu/Milho, Sorgo/Feijão, Feijão de porco/Milho, Guandu/Feijão, Crotalária/Feijão, Pousio/Milho, Sorgo/Milho, Mucuna preta/Milho, Pousio/Feijão, Mucuna preta/Feijão, amostras coletadas nas entrelinhas das árvores no sistema voltado para a segurança alimentar, em 2015; 13 a 24: mesmos tratamentos, amostras coletadas em 2012; 25: referência, coleta em 2009.

As produtividades de grãos de feijão e milho, cultivados nas entrelinhas das árvores após os diferentes adubos verdes e considerando todos os anos de experimento, foram, em média, 1.040 t/ha e 5.555 t/ha, respectivamente, o que representa bons rendimentos em sistemas agroecológicos no Cerrado.

- Linhas de árvores

Os tratamentos não diferiram entre si quanto aos atributos químicos nas amostragens feitas em 2012 e 2015 (Quadro 2). Com relação à referência (2009), em 2015 todos os tratamentos condicionaram menores teores de acidez potencial e cobre e maiores teores de magnésio e matéria orgânica. Em 2012, todos os tratamentos também condicionaram maiores teores de matéria orgânica.

Como discutido anteriormente, o aumento do pH e do teor de magnésio e a redução da acidez potencial são possíveis resultados da aplicação de calcário após a amostragem inicial e da complexação do alumínio pela matéria orgânica.

O aumento da matéria orgânica está associado aos resíduos vegetais adicionados ao solo, principalmente pela deposição de folhas e galhos das árvores. A formação dessa camada de restos vegetais, a serapilheira, e sua decomposição, são responsáveis pela transferência dos nutrientes para o solo, possibilitando sua reciclagem e retorno ao sistema (Schumacher *et al.*, 2004). A redução do teor de cobre com o passar dos anos, possivelmente foi consequência de a liberação desse micronutriente pela mineralização da matéria orgânica estar aquém de sua absorção pelas árvores.

As diferenças entre os anos de amostragem e a análise inicial do solo podem ser visualizadas de maneira global na Figura 2. Pela análise do dendrograma observa-se a formação de dois grupos, um formado por todos os tratamentos na data de amostragem de 2015 (números 1 a 7) e outro formado por todos os tratamentos na data de amostragem de 2012 (números 8 a 14) e mais a referência (número 15), constatando-se que, após seis anos, todos os arranjos arbóreos proporcionaram modificações nos atributos químicos do solo em relação à análise inicial. Os atributos mais diretamente responsáveis por esse agrupamento foram os teores de magnésio, acidez potencial, cobre e matéria orgânica.

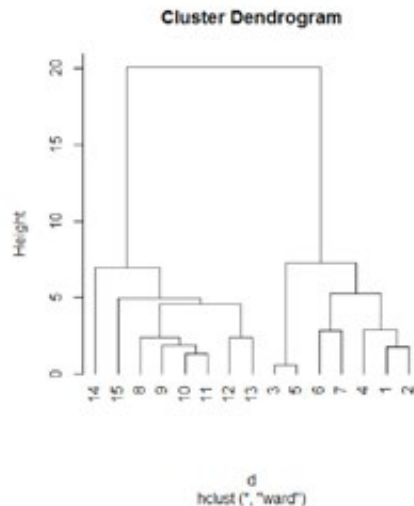


Figura 2. Dendrograma de agrupamento dos tratamentos. 1 a 7: Angico/Baru, Aroeira/Baru, Aroeira/Cagaita, Cagaita/Angelim, Angelim/Pequi, Pequi/Farinha seca, Ingá, amostras coletadas nas linhas das árvores no sistema voltado para a segurança alimentar, em 2015; 8 a 14: mesmos tratamentos, amostras coletadas em 2012; 15: referência, coleta em 2009.

Sistema agroflorestal voltado para a produção de agroenergia

- Entrelinhas das árvores

Os tratamentos não diferiram entre si quanto aos atributos químicos do solo, com exceção do teor de manganês, em que as amostras sob o tratamento sorgo/gergelim apresentaram maior teor do que aquelas sob crotalária/girassol/amendoim (Quadro 3).

Treatment	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	MO
Entrelinhas das árvores												
2015												
Sorgo/Gergelim	5.6	11.4	7.2	0.5	27.8*	3.5*	117.0*	1.2*	4.0	19.6*	26.7a	35.8*
Pousio/Girassol/Amendoim	5.6	11.4	7.1	0.5	25.5*	3.1*	89.5	1.4*	4.0	17.3*	24.4ab	35.0*
Pousio/Girassol/Amendoim	5.6	10.6	6.5	0.8	27.0*	2.7*	80.0	1.5*	3.4	17.2*	24.0ab	32.0*
Crotalária/Gergelim	5.6	11.5	7.7	0.5	27.8*	3.1*	98.0	1.3*	3.6	17.6*	25.3ab	36.1*
Crotalária/Gergelim	5.6	10.9	7.2	0.5	30.3*	2.8*	87.0	1.2*	3.3*	17.7*	25.1ab	34.2*
Sorgo/Girassol/Amendoim	5.7*	10.2	6.6	0.5	29.3*	2.1*	84.5	1.6*	3.0*	18.7*	22.7ab	32.1*
Sorgo/Girassol/Amendoim	5.5	9.1*	5.8	0.8	30.5*	2.3*	86.0	1.6*	2.6*	17.1*	22.4ab	33.8*
Crotalária/Girassol/Amendoim	5.4	7.1*	4.8*	1.0	25.0*	2.2*	91.0	1.7*	2.5*	16.9*	18.9b*	32.2*
Pousio/Gergelim	5.4	8.3*	5.7	1.0	28.3*	2.7*	86.0	1.3*	3.2*	18.3*	23.4ab	34.8*
Sorgo/Gergelim	5.4	9.2*	5.9	1.0	26.5*	3.0*	103.0	1.3*	3.7	19.2*	22.9ab	35.0*
Crotalária/Girassol/Amendoim	5.5	9.6*	6.1	1.0	25.0*	2.4*	106.8	1.3*	3.6	12.6*	21.4ab	34.3*
Pousio/Gergelim	5.5	11.4	6.8	0.5	31.0*	3.1*	101.0	1.1*	4.0	16.7*	25.1ab	36.2*
Média	5.5	10.1	6.4	0.7	27.8	2.7	94.1	1.4	3.4	17.4	23.5	34.3
Linhas das árvores												
2015												
Angico/Baru	5.4	9.7*	7.0	1.0	29.5*	2.9*	108.8	1.3*	3.8	18.7*	29.1*	31.3*
Aroeira/Baru	5.6	12.0	8.8	0.3	25.3*	2.9*	164.3*	1.2*	3.4*	16.3*	26.0	31.4*
Aroeira/Cagaita	5.7*	13.5	9.1*	0.3	25.3*	2.4*	128.0	1.2*	3.5	17.3*	29.1*	33.3*
Cagaita/Angelim	5.7*	10.5	7.1	0.3	31.3*	2.1*	146.5*	1.2*	2.7*	18.9*	25.0	30.3*
Angelim/Pequi	5.6	10.2*	7.6	0.8	28.5*	3.0*	144.0*	1.2*	3.3*	19.6*	25.2	33.4*
Pequi/Farinha seca	5.4	10.9	7.4	0.8	24.5*	2.8*	123.0	1.1*	3.6	17.2*	25.6	33.2*
Ingá	5.6	11.9	8.1	0.8	32.8*	3.4*	164.0*	1.2*	4.2	18.1*	25.7	33.6*
Média	5.6	11.2	7.9	0.6	28.1	2.8	139.8	1.2	3.5	18.0	26.5	32.4
2009												
Análise inicial	5.4	13.3	6.3	0.5	44.0	5.2	85.5	2.3	4.2	28.3	23.3	16.5

Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade e as médias seguidas de * diferem significativamente da referência (análise inicial), pelo teste de Dunnnett a 0,05 de probabilidade.
 pH: potencial hidrogeniônico; Ca, Mg, Al e H+Al: cálcio, magnésio, alumínio e acidez potencial, em mmol dm⁻³; P, K, Cu, Zn, Fe e Mn: fósforo, potássio, cobre, zinco, ferro e manganês, em mg dm⁻³; MO: matéria orgânica, em g kg⁻¹.

Quadro 3. Média dos atributos químicos na camada de 0-0,20 m do Latossolo Vermelho ácrico submetido a diferentes usos no sistema agroflorestal voltado para a produção de energia.

Com relação à análise inicial do solo (2009), todos os tratamentos condicionaram menores teores de acidez potencial, fósforo, cobre e ferro, e maiores teores de matéria orgânica. Em alguns tratamentos, verificaram-se maiores valores de pH e potássio e menores teores de cálcio, magnésio, zinco e manganês.

O aumento do valor do pH e a redução da acidez potencial possivelmente são decorrentes da aplicação de calcário após a análise inicial do solo e da complexação do alumínio pela matéria orgânica. O aumento da matéria orgânica está associado aos resíduos dos adubos verdes adicionados ao solo. A redução no teor de fósforo é consequência da não reposição do fósforo retirado pelas culturas nos experimentos ao longo dos anos, visto que não houve aplicação de nenhum fertilizante orgânico ou organomineral durante o período do estudo. Infere-se que a ciclagem de nutrientes realizada pelos adubos verdes não foi suficiente para compensar a exportação do fósforo pelos grãos das culturas e sua adsorção ao solo. Da mesma forma, a redução dos teores de cálcio e magnésio em alguns tratamentos se deve, provavelmente, ao desequilíbrio entre sua ciclagem pelos adubos verdes e sua exportação pelos grãos das culturas.

Após seis anos, o teor de fósforo no solo se encontra nas faixas "muito baixa" e "baixa", o cálcio se encontra na faixa "baixa", o magnésio na faixa "média" e o potássio na faixa "alta".

A redução nos teores dos micronutrientes possivelmente foi consequência de sua liberação pela mineralização da matéria orgânica ter permanecido aquém de sua exportação pelas culturas girassol, gergelim e amendoim, apesar de o teor de matéria orgânica, principal fonte desses micronutrientes, ter aumentado. O teor dos micronutrientes pode ser classificado como baixo a médio (Fe) e alto (Cu, Zn e Mn).

Nos sistemas agroecológicos, o manejo do solo prioriza práticas de rotação, sucessão e consórcio de culturas que adicionem matéria orgânica ao solo, por meio do uso de plantas de cobertura ou adubos verdes, associando-se essas práticas ao uso de fertilizantes orgânicos, ou mesmo organominerais, que forneçam nutrientes de forma adequada aos cultivos (Alcântara & Madeira, 2007). Exatamente essa associação de práticas, a adubação verde com a adubação orgânica, por meio de esterco, compostos ou biofertilizantes, é que deve ser feita nos SAFs, tanto para segurança alimentar quanto para culturas produtoras de energia, a fim de garantir a reposição dos nutrientes exportados pelas colheitas de grãos. No presente estudo, detectou-se a necessidade de proceder a essa associação nos anos vindouros.

Apenas a título de informação, as produtividades de grãos de gergelim, girassol e amendoim, cultivados nas entrelinhas das árvores após os diferentes adubos verdes e considerando todos os anos de experimento, foram, em média, 1.071 t/ha, 1.065 t/ha e 888 t/ha, respectivamente, o que respresenta bons rendimentos em sistemas agroecológicos.

- Linhas de árvores

Os tratamentos não diferiram entre si quanto aos atributos químicos (Quadro 3). Com relação à análise inicial do solo, todos os tratamentos condicionaram menores teores de acidez potencial, fósforo, cobre e ferro, e maiores teores de matéria orgânica. Em alguns tratamentos verificaram-se maiores valores de pH, magnésio, potássio e manganês e menores teores de cálcio e zinco.

O aumento do valor do pH e do teor de magnésio e a redução da acidez potencial são, como dito anteriormente, possíveis efeitos da aplicação de calcário após a análise inicial do solo e da complexação do alumínio pela matéria orgânica. A deposição de resíduos vegetais ao solo está associada ao aumento do teor de matéria orgânica. A redução no teor de fósforo é consequência da não adubação dos experimentos ao longo dos anos, inferindo-se que a ciclagem pelas plantas espontâneas e serapilheira nas linhas não foi suficiente para compensar a absorção do fósforo pelas árvores e sua adsorção ao solo. Como dito anteriormente, o P é um nutriente que apresenta baixos teores e baixa disponibilidade nos solos intemperizados do Cerrado. A redução nos teores de cálcio em alguns tratamentos provavelmente deve-se ao desequilíbrio entre sua ciclagem pelas plantas espontâneas e pela serapilheira e sua absorção pelas árvores. As árvores nativas do Cerrado são adaptadas à baixa fertilidade dos solos da região. No entanto, a ciclagem via serapilheira, dependendo das condições do solo, pode não ser suficiente para garantir o máximo potencial de desenvolvimento das árvores (Haridasan, 2000).

A redução nos teores dos micronutrientes possivelmente foi consequência de uma liberação pela mineralização da matéria orgânica aquém da absorção pelas árvores, apesar de o teor de matéria orgânica, principal fonte desses micronutrientes, ter aumentado.

CONCLUSÕES

1. De maneira geral, após seis anos de cultivo, as diversas combinações de adubos verdes e culturas principais, bem como os diversos arranjos arbóreos, não diferiram entre si quanto aos seus efeitos nos atributos químicos do solo, tanto no sistema agroflorestal voltado para a segurança alimentar, quanto no sistema voltado para a produção de energia.

2. As diversas combinações de adubos verdes e culturas principais e os arranjos arbóreos elevaram o teor de matéria orgânica em relação à condição inicial, nos dois sistemas agroflorestais estudados.

3. Em geral, a ciclagem dos nutrientes pelos adubos verdes não foi suficiente para a manutenção do teor dos macro e micronutrientes do solo, com exceção do magnésio e do potássio. Isto demonstra a necessidade de associar a adubação verde com a aplicação de fertilizantes orgânicos ou organominerais, de forma a repor nutrientes ao solo, exportados pela colheita dos grãos das diferentes culturas estudadas.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela concessão de auxílio financeiro para participação no "XII Congresso SEAE - Sociedad Española de Agricultura Ecológica/ Agroecología".

REFERÊNCIAS

- Alcântara FA, Furtini Neto AE, Paula M, Mesquita H, Muniz JA. 2000. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35, 277-288.
- Alcântara FA, Madeira NR. 2007. Manejo do Solo. In: GP Henz, FA Alcântara, FV Resende (Eds). *Produção orgânica de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 99-112.
- Altieri MA. 1989. *Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa*. 2. ed. Rio de Janeiro: PTA- FASE. 240 p.
- Altieri MA. 2000. *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 114 p. (Síntese universitária, 54).
- Cruz CD, Regazzi AJ. 1994. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa. 390p.
- Dias BFS. 1992. Cerrados: uma caracterização. In: BFS Dias (Ed). *Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis*. Brasília: FUNATURA/IBAMA, 11-25.
- Doran JW, Parkin TB. 1994. Defining and assessing soil quality. In: JW Doran, DC Coleman, DF Bezdicek, BA Stewart (Eds.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: Soil Science Society of America, 3-22. (Publication Number, 35)
- Eiten G. 1994. Vegetação do cerrado. In: MN Pinto (Org.). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. 2.ed.rev. ampl. Brasília: Universidade de Brasília/SEMATEC, 17-73.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1997. *Manual e métodos de análise de solo*. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA. 212p.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1999. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: EMBRAPA. 412p.
- Engel VL. 1999. *Introdução aos sistemas agroflorestais*. Botucatu: FEPAF. 70p.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1974. *Soil map of the world: 1:5.000.00 legend*. Paris: UNESCO. v1. 59p.
- Freire FM. 2003. *Interpretação de resultados de análise de solo*. Sete Lagoas: EMBRAPA. 4p. (Comunicado Técnico, 82).
- Gliessmann SR. 2001. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 658 p.
- Haridasan M. 2000. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12, 54-64.
- Macedo J. 1996. Os Solos da Região dos Cerrados. In: VH Alvarez, LE Fontes, MP Fontes (Eds.) *O Solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa: SBSCS; UFV, 135-156p.
- May PH, Trovatto CMM. 2008. *Manual agroflorestal para a Mata Atlântica*. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário. 196p.

- Portal Brasil. Governo Brasileiro. Publicado em 25/11/2015. <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/cerrado-brasileiro-tem-54-5-da-vegetacao-preservada>. Acesso em 09/06/2016.
- Sanches PA. 1995. Science in agroforestry. *Agroforestry System* 30, 5-55.
- Schumacher MV, Brun EJ, Hernandes JI, König FG. 2004. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. *Revista Árvore* 28, 29-37.
- Sousa DMG, Lobato E. 2003. Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado. Piracicaba: POTAFOS. 16p. (Informações agronômicas, 102)
- Sousa DMG, Lobato E, Goedert WJ. 2008. Manejo da fertilidade do solo no cerrado. In: ACS Albuquerque, AG Silva. *Agricultura Tropical*, vol. 2. Utilização Sustentável dos recursos naturais. Brasília: EMBRAPA. 203-206p.

LOS "PRADOS DE REGA": UN PATRIMONIO CULTURAL Y NATURAL EN PELIGRO DE DESAPARICIÓN

Castro J*, López J*, Rodríguez MA**, Álvarez V***

*Centro Investigaciones Agrarias de Mabegondo (INGACAL_CIAM)

** IBADER

*** Consellería do Medio Rural

RESUMEN:

Los prados de regadío de montaña, llamados en Galicia prados de rega ou lameiros, representan uno de los mejores ejemplos de agricultura y ganadería de alto valor natural en Europa, que deben su existencia a conocimientos ancestrales originados por la convivencia del hombre en armonía con la naturaleza, creando un paisaje de gran belleza.

El sistema de manejo consiste en distribuir el agua directamente de los manantiales por una red de canales que van regando la hierba con una fina lamina de agua uniformemente repartida, con el fin de evitar su congelación al aprovechar la mayor temperatura del agua recién salida de la tierra en invierno. El limo y los nutrientes disueltos sirven de abono y mantienen estable el pH del suelo, para lo que son más valiosos los manantiales sobre sustratos calizo. Los prados se pueden aprovechar en pastoreo o siega, obteniéndose una alta producción forrajera sin necesidad de utilizar abonos químicos ni pesticidas.

Este sistema de manejo exige unas prácticas agrícolas especializadas y de gran demanda de mano de obra para el mantenimiento de los canales para lo que se requiere experiencia y gran destreza.

Constituyen un hábitat agrario de alto valor natural, del cual dependen numerosas especies de plantas, insectos, anfibios, aves, etc. También constituyen un paisaje cultural de gran belleza, por eso ya están siendo protegidos en otros países como Inglaterra, Austria, Portugal etc.

A pesar de su alto valor de conservación, se dispone de escasa información en Galicia, y no ésta está fácilmente disponible.

Urge estudiar y dar a conocer el valor de los prados de rega para poder protegerlos e intentar que no se pierda este legado cultural ancestral, por lo cual debería ser prioritario que dentro del PDR 2014-2020 recibieran el apoyo que le corresponde.

Palabras clave: agricultura de alto valor natural, biodiversidad agraria, lameiros, paisajes culturales.

INFLUENCIA DEL RIEGO EN VIÑEDOS ECOLÓGICOS DE LA RIBEIRA SACRA

Fandiño M, Rey BJ, Teijeiro MT, Cancela JJ

GI-1716 Proyectos y Planificación. Dep. Ingeniería Agroforestal. Escuela Politécnica Superior (USC), Campus Universitario s/n, 27002. Lugo. javierjose.cancela@usc.es

RESUMEN:

En la DO Ribeira Sacra se realizó el seguimiento del comportamiento de una nueva plantación de viñedo en transición a ecológico, en relación a la aplicación de riego deficitario controlado (dos dosis) y un control en seco. El estudio se realizó en un viñedo comercial 'Lar de Ricobao', (42°28'03"N, 7°16'39"O), localizado en Quiroga (España). La plantación fue realizada en el año 2011 con la variedad 'Mencia'. Las viñas estaban orientadas NS, y dispuestas en espaldera. El año de estudio fue el 2014, regándose durante el mes de agosto. El riego fue controlado determinando el contenido de agua en el suelo (TDR) y el potencial hídrico foliar a mediodía solar, con una cámara de presión Scholander. Se determinaron además las producciones medias por planta y el número de racimos.

Los resultados muestran que el efecto del riego no se observó en los parámetros foliares, si bien el contenido de agua en el suelo fue superior en los tratamientos regados, al igual que la producción media por planta, frente al tratamiento seco. Un riego continuado durante una mayor parte del ciclo vegetativo potenciaría las diferencias entre tratamientos.

Palabras clave: contenido de agua en el suelo, potencial hídrico foliar, producción

INTRODUCCIÓN

La viña es uno de los cultivos que ha ido aumentando la superficie en producción ecológica durante los últimos años (Gascón, 2003), en particular en regiones como la DO Ribeira Sacra, donde sus condiciones climáticas permiten una aceptación del manejo en ecológico, debido a las ya de por sí bajas producciones de la viticultura convencional. En el año 2007, Galicia estaba a la cola a nivel nacional en cuanto a superficie en ecológico (García y Mudarra, 2008), por lo que parece que el recorrido a andar es muy amplio en este sentido. El presente trabajo persigue obtener información sobre las mejoras que el riego puede generar en un viñedo ecológico, incentivando así la transformación a ecológico de viñedos gallegos. Para ello se valorarán los efectos del uso del riego en un viñedo en transición a ecológico aplicándose diferentes dosis de riego contrastando los mismos con un tratamiento seco. Para ello se determinarán parámetros en el suelo, planta, así como la producción y la calidad de los mostos obtenidos en cada tratamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un viñedo comercial de la Bodega 'Lar de Ricobao', (42°28'03"N, 7°16'39"O), localizado en Quiroga (Lugo). La plantación fue realizada en el año 2011 con la variedad 'Mencia'. Las viñas estaban orientadas NS, y dispuestas en espaldera con un marco de 1 x 1,8 m. El año de estudio se centra en el mes de julio y agosto del 2014, regándose durante el mes de agosto, la información climáticas ha sido obtenida de la estación de Conchada (Quiroga) disponible en Meteogalicia. Los tratamientos de riego implementados costean de emisores autocompensantes con caudales de 2,1 (DI-2,1) y 1,3 (DI-1,3) L h⁻¹, con un gotero por planta, contrastados con el tratamiento seco. En total se aplicaron 40 riegos, un riego diario de una hora de duración, con una dosis total de 46,7 mm (DI-2,1) y de 28,9 mm (DI-1,3), entre finales de julio y principios de septiembre.

Las aportaciones del riego fueron controladas determinando el contenido de agua en el suelo con un TDR-100 (CampbellScientific), el cual opera en el campo empleando un conector flexible (Souto *et al.*, 2008),

demostrándose su utilidad en Cancela *et al.* (2015) para el estudio del agua en el suelo en el cv. Mencía. Las observaciones fueron realizadas a 40 cm de profundidad, siendo esta la profundidad en la que se encuentran las raíces activas en el viñedo joven en estudio. Para la determinación del contenido final de agua en el suelo en cada medida fue empleada la ecuación de Topp *et al.* (1980), tras comprobar su utilidad en los suelos en estudio (Robinson *et al.*, 2003). Se tomaron un total de 4 mediciones por tratamiento.

Además de los parámetros de suelo, fue realizado el seguimiento de la dinámica del potencial hídrico foliar a mediodía solar, con una cámara de presión (Scholander *et al.*, 1965) modelo PMS 600 (Albany, OR, USA), para este parámetros se determinaron igualmente cuatro medidas por tratamiento. De igual forma se determinó el valor del contenido relativo en clorofila, empleando el equipo CCM-300 (OptiSciences), con un total de tres medidas por planta en cada una de las cuatro plantas controladas por tratamiento. Se tomaron muestras foliares en dos momentos diferentes del ciclo vegetativo, floración y envero, para cada uno de los tratamientos, analizándose los contenidos en peciolo y limbo de los siguientes elementos: C, N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn y Zn. Por último se determinaron las producciones medias por planta y el número de racimos, tomándose muestras de uva, con las que se obtuvieron los parámetros básicos de calidad (grado alcohólico probable, pH, y acidez total).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El año 2014, se presenta como un año en términos generales lluvioso con presencia de precipitaciones durante la práctica totalidad del ciclo vegetativo, con temperaturas medias para el período abril-vendimia (20 septiembre) de Tmax med: 22,7°C y Tmin med: 10,6°C (Figura 1).

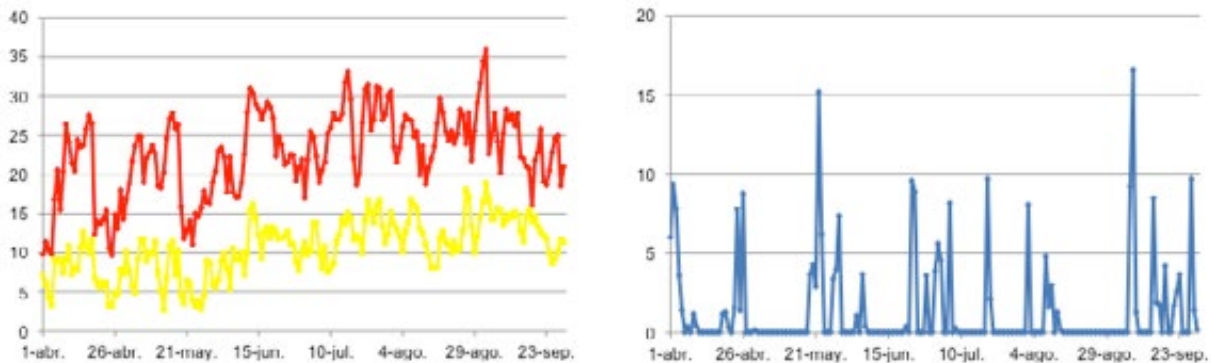


Figura 1. Dinámica de temperaturas (°C)(a) y precipitaciones (mm)(b). 2014.

Las pequeñas aportaciones de riego, no han modificado el contenido de agua en el suelo existente previo al inicio del riego, debido a las importantes precipitaciones caídas durante el mes de julio (Figura 2), mostrándose valores inferiores para el tratamiento DI-2,1 aún a pesar de una mayor aportación de riego. De igual forma, el potencial hídrico foliar de mediodía no mostró valores inferiores a -0,9 MPa, establecidos por van Leuwen *et al.* (2009) como dato de referencia para la existencia de déficit hídrico, tal y como se expone en el presente estudio (Cuadro 1). En el tratamiento DI-1,3 se observan valores en vendimia de potencial de -0,87 MPa, lo cual está ligado no a un déficit hídrico sino a otros factores abióticos y de otra índole (carencias nutricionales, enfermedades,...).

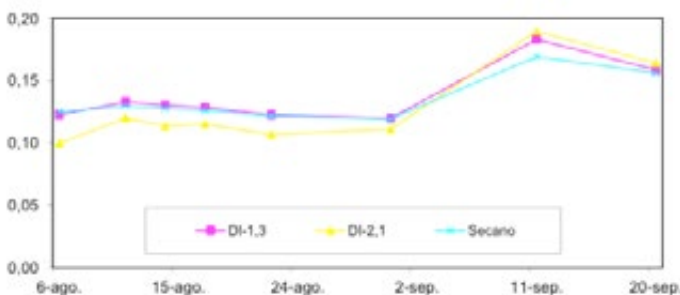


Figura 2. Evolución del contenido de agua en el suelo (cm³ cm⁻³). 2014.

Tratamientos	06/08/2014	17/08/2014	22/08/2014	11/09/2014
DI-1,3	-0,63	-0,85	-0,75	-0,87
DI-2.0	-0,48	-0,73	-0,53	-0,82
Secano	-0,76	-0,84	-0,54	-0,75

Cuadro 1. Evolución del potencial hídrico foliar (mediodía)(MPa). 2014

Cabe destacar que el seguimiento del contenido relativo en clorofila (Figura 3) ha mostrado una tendencia a un descenso del mismo en todos los tratamientos, con especial incidencia en el tratamiento secano, lo que puede estar relacionado con un efecto positivo del riego en los tratamientos regados. En cuanto a los análisis foliares, tanto en floración como en envero, se puede observar en los Cuadros 2 y 3 que existe una tendencia a mayores contenidos en K, Mn y Zn en el tratamiento secano, frente a los tratamientos regados. Situación que se invierte para el Mg, determinándose contenidos superiores en los tratamientos regados frente al secano, igualmente en las dos fechas muestreo. Estas variaciones son generadas por el comportamiento fisiológico de la planta en presencia de mayor disponibilidad de agua.

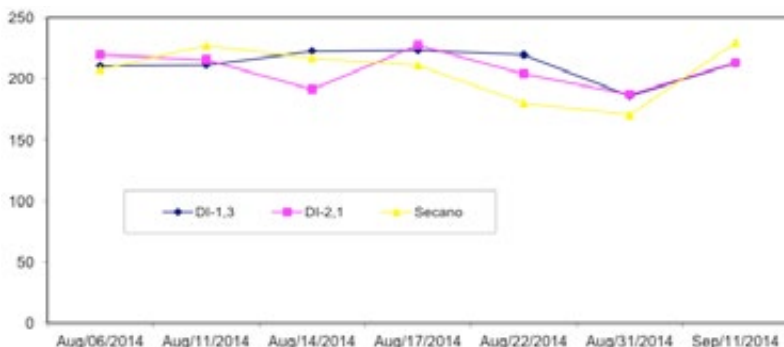


Figura 3. Evolución del contenido relativo en clorofila (mg m-2). 2014.

Composición Mineral Foliar						
Compuestos	Limbo			Peciolo		
	DI-1,3	DI-2,1	Secano	DI-1,3	DI-2,1	Secano
K (%)	0,61	0,65	1,29	0,42	0,50	3,76
Ca (%)	1,44	1,58	1,31	1,20	1,07	1,01
Mg (%)	0,41	0,38	0,19	1,77	1,29	0,45
Cu (mg L-1)	10,18	8,51	11,89	7,66	5,43	11,46
Mn (mg L-1)	467,79	439,54	573,65	1330,74	1062,38	1446,09
Zn (mg L-1)	14,32	16,59	23,10	31,83	28,97	61,78
B (mg L-1)	21,25	30,88	32,33	17,73	17,33	20,02
Fe (mg L-1)	98,11	115,39	109,00	11,79	12,65	13,83
N (%)	2,08	1,89	2,38	0,60	0,47	0,75
P (%)	0,14	0,13	0,17	0,32	0,18	0,32

Cuadro 2. Composición mineral foliar (limbo y peciolo). Floración 2014

Composición Mineral Foliar						
Compuestos	Limbo			Pecíolo		
	DI-1,3	DI-2,1	Secano	DI-1,3	DI-2,1	Secano
K (%)	0,68	0,67	1,26	0,35	0,49	3,50
Ca (%)	1,37	1,42	1,22	0,92	0,97	0,86
Mg (%)	0,39	0,39	0,18	1,68	1,49	0,42
Cu (mg L-1)	9,12	8,36	11,14	9,49	9,81	12,17
Mn (mg L-1)	399,30	402,67	545,56	1102,53	1011,06	1630,92
Zn (mg L-1)	14,27	15,45	23,19	32,74	40,03	60,79
B (mg L-1)	20,69	27,43	28,80	16,47	20,66	20,55
Fe (mg L-1)	106,96	122,40	129,34	18,46	21,08	24,66
N (%)	1,98	1,90	1,94	0,74	0,74	0,80
P (%)	0,17	0,16	0,16	0,37	0,36	0,27

Cuadro 3. Composición mineral foliar (limbo y pecíolo). Enero 2014

En relación a los parámetros productivos, al tratarse de plantas en inicio de producción se observan producciones de 200 g por planta para los tratamientos regados, frente a los 150 g por planta en el secano (Cuadro 4). Estas diferencias son generadas por la diferencia de peso del racimo, donde aquellos tratamientos con mayor dosis de riego, obtuvieron los pesos medios por racimo superiores. Además han existido pequeñas diferencias en cuanto al número medio de racimos por planta, que se sitúa entorno a 1,6 racimos por planta. Los parámetros cualitativos del mosto han mostrado que los tratamientos regados muestran un grado alcohólico probable ligeramente superior al tratamiento secano, así como una menor acidez total. Estos valores contrastan con lo expuesto por Cancela *et al.* (2016) para variedades blancas regadas en Galicia, en las DO Rías Baixas y Valdeorras.

Tratamientos	Kg planta	Nº Racimos planta	Peso medio Racimo	GAP (%)	pH	AT 8,2 (g AcT/L)
DI-1,3	0,199	1,727	114,947	12,9	3,4	4,2
DI-2,0	0,190	1,438	132,130	12,7	3,2	4,1
Secano	0,157	1,536	101,994	12,6	3,5	5,2

Cuadro 4. Parámetros productivos y cualitativos. Vendimia 20 Septiembre 2014

En términos generales la falta de homogeneidad de la parcela quedó demostrado por Cancela *et al.* (En prensa), empleando el índice NDVI para evaluar la misma, lo cual se corresponde con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde no se obtienen diferencias en relación con los tratamientos de riego, lo que hace pensar en la importancia de otros factores, no contemplados en el estudio como la presencia de enfermedades y plagas en el viñedo, y su manejo en viñedos ecológicos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos han mostrado que en plantaciones jóvenes, la aplicación de un riego deficitario en la parte final del ciclo vegetativo para el cv. 'Mencía', suponen una ligera mejora productiva sin afectar a las

condiciones cualitativas del mosto. El planteamiento de un riego continuado durante una mayor parte del ciclo vegetativo potenciaría las diferencias entre tratamientos, con el inconveniente de aumentar los costes energéticos requeridos para el bombeo del agua de riego. Diferentes estrategias de uso de energías limpias deberían ser estudiadas, para completar los efectos del riego sobre los costes totales del viñedo y la sostenibilidad del mismo.

AGRADECIMIENTOS

A la Adegas Lar de Ricobao por la cesión de la parcela de ensayo.

REFERENCIAS

- Cancela JJ, Fandiño M, Rey BJ, Martínez EM. 2015. Automatic irrigation system based on dual crop coefficient, soil and plant water status for *Vitis vinifera* (cv Godello and cv Mencía). *Agricultural Water Management*, 151, 52-63.
- Cancela JJ, Rey BJ, Fandiño M, Martínez EM, Lopes CM, Egipto R, Silvestre JM. En prensa. Tools to irrigation vineyard management: an approach to farmers. *Acta horticulturae*.
- Cancela JJ, Trigo-Córdoba E, Martínez EM, Rey BJ, Bouzas-Cid Y, Fandiño M, Mirás-Avalos JM 2016. Effects of climate variability on irrigation scheduling in white varieties of *Vitis vinifera* (L.) of NW Spain. *Agricultural Water Management*, 170, 99-109.
- García R, Mudarra I. 2008. Buenas prácticas en agricultura ecológica. Cultivo de la Vid. Edita: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 34 pp.
- Gascón JC. 2003. Situación actual de la Viticultura Ecológica: Técnicas de producción de la uva y productos autorizados. *Vida rural*, (171), 41-45.
- Robinson DA, Jones SB, Wraith JM, Or D, Friedman SP. 2003. A review of advances in dielectric and electrical conductivity measurement in soils using time domain reflectometry. *Vadose Zone J.* 2, 444-475.
- Scholander PF, Hammel HJ, Bradstreet A, Hwemmingsen EA. 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* 148:339-346.
- Souto FJ, Dafonte J, Escariz M. 2008. Design and air-water calibration of a wave-guide connector for TDR measurements of soil electric permittivity in stony soils. *Biosyst. Eng.* 101 (4), 463-471.
- Topp GC, Davis JL, Annan AP. 1980. Electromagnetic determination of soil water content: measurement in coaxial transmission lines. *Water Resour. Res.* 16, 574-582.
- van Leeuwen C, Tregoat O, Choné X, Bois B, Pernet D, Gaudillère JP. 2009. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 43(3), 121-134.

EFFECTO DA ESPECIE, DO PRESECADO E DO USO DE INOCULANTE SOBRE A CALIDADE NUTRICIONAL E FERMENTATIVA DE ENSILADOS DE LEGUMINOSAS ANUAIS

Pereira-Crespo S*, Valladares J**, Fernández-Lorenzo B**, Díaz-Díaz N**, Resch C**, Botana A**, Veiga M**, Flores-Calvete G**

*Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite (LIGAL), Mabegondo, 15318 Abegondo, A Coruña.

**Instituto Galego de Calidade Alimentaria. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (INGACAL-CIAM). Apdo. 10, 15080 A Coruña.

RESUMO:

Recentes traballos mostraron que as novas especies de leguminosas anuais sementadas como cultivo de inverno en explotacións leiteiras de Galicia presentan bos rendementos de materia seca e alto valor nutritivo cando se colleitan para ensilar en primavera. Sen embargo a súa inclusión nas rotacións forraxeiras podería estar limitada pola baixa ensilabilidade destas especies. A fin de estudar a mellor estratexia de ensilado para asegurar una correcta fermentación no silo, no presente traballo avalíouse o efecto do presecado (24h vs. 48h) e o uso dun aditivo biolóxico (un inoculante comercial a base de *Lactobacillus plantarum* vs. un control sen aditivo) sobre a calidade nutricional e fermentativa de ensilados de catro especies de leguminosas anuais. As especies estudadas foron: trevo persa, trevo migueliano, trevo encarnado e serradella francesa e seguiuise un deseño factorial (especie x presecado x aditivo) con cinco repeticións, en silos de laboratorio que foron abertos aos 120 días. Os resultados confirman que as catro leguminosas estudadas mostran un excelente valor nutricional en base ao seu elevado contido enerxético (alta dixestibilidade da materia orgánica), nitroxenado (alta proteína bruta) e inxestibilidade (baixa fibra neutra deterxente). O presecado da forraxe mostrouse máis efectiva que o uso de inoculante para conseguir unha boa calidade de conservación do ensilado, observándose que cando a materia seca acadaba valores do 25% e superiores, a calidade de fermentación podía considerarse aceptable incluso para os ensilados control. O uso do inoculante mellorou lixeiramente a calidade do ensilado pero mostrouse infectivo para promover unha aceptable conservación con valores de materia seca por baixo de dito umbral.

Palabras clave: ensilabilidade, serradella, silos de laboratorio, trevos anuais, valor nutritivo.

INTRODUCCIÓN

Nos últimos anos está renovándose o interese pola recuperación do cultivo de leguminosas forraxeiras en Europa, debido á necesidade que teñen os agricultores de adaptar os seus modelos de manexo ás novas condicións económicas e políticas que recollen as demandas dos axentes sociais relativos ao desenvolvemento dunha agricultura produtora de alimentos de calidade, seguros, con prezos asequibles e con modelos de produción cun menor impacto sobre o medio ambiente (Peeters *et al.*, 2006).

A introdución de leguminosas nos sistemas forraxeiros das explotacións son unha vía para conseguir encaixar as necesidades do produtor, dos consumidores e da sociedade en xeral polo seu efecto positivo sobre tres aspectos da produción: a redución do custo de inputs (fertilizante e concentrado), o efecto positivo sobre a calidade do produto (leite) e a diminución das emisións de gases efecto invernadoiro e a polución causada pola actividade agraria (Frame, 2005).

Recentemente avaliáronse en Galicia diversas leguminosas anuais, sementadas como cultivo de inverno monofito, mostrando unha elevada produtividade e un alto valor nutritivo (Pereira-Crespo *et al.*, 2012a). O aproveitamento do cultivo invernal destas leguminosas anuais realizase mediante ensilado, polo tanto, é importante coñecer a capacidade destas especies para producir ensilados correctamente fermentados.

A calidade fermentativa dun ensilado está determinada por factores inherentes á propia forraxe que determinan a súa aptitude para fermentar correctamente (ensilabilidade) e pola correcta execución da técnica de ensilado. A súa vez, a ensilabilidade dunha forraxe depende fundamentalmente de seu contido en materia seca (MS), a concentración de carbohidratos solubles e a capacidade tampón ou resistencia á acidificación. As leguminosas anuais recén segadas presentan unha baixa ensilabilidade derivada do seu baixo contido en MS, relativamente reducida concentración de azucres e alto poder tampón, polo tanto, é necesario estudar estratexias para asegurar unha boa conservación destas forraxes ensiladas, coa finalidade de preservar o seu alto valor nutricional.

O presecado dunha forraxe no campo é a técnica empregada habitualmente para reducir de maneira natural o seu contido en humidade e así incrementar a súa ensilabilidade e evitar as perdas por efluente. O uso de aditivos biolóxicos, como os inoculantes a base de bacterias lácticas, propónse como unha estratexia para favorecer unha correcta fermentación dos ensilados (Kung *et al.*, 2003).

O obxectivo do presente traballo é avaliar o efecto da especie, do presecado e do uso de inoculante sobre a calidade nutricional e fermentativa de ensilados de leguminosas anuais colleitadas entre mediados de abril e principios de maio, en condicións de secanos húmidos da zona costeira de Galicia.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios realizáronse durante os anos 2010 e 2011, na finca experimental do Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (A Coruña), na zona costeira de Galicia con clima atlántico a unha altitude 100 m, en condicións de secano. Avaliáronse catro especies de leguminosas anuais: trevo persa (*Trifolium resupinatum* L. ssp. *resupinatum* cv. Kyambro); trevo migueliano (*T. michelianum* Savi. cv. Bolta); trevo encarnado (*T. incarnatum* L. cv. Viterbo) e serradella francesa (*Ornithopus sativus* Brot. cv. Margurita). A sementeira das diferentes especies realizouse en outubro, con sementes inoculadas, cunha dose de 30 kg ha⁻¹ para a serradella e o trevo encarnado e de 10 kg ha⁻¹ para os restantes trevos. Non se realizaron achegas de fertilizante nitroxenado ni se aplicaron herbicidas en ningún momento do cultivo das leguminosas.

O aproveitamento da forraxe realizouse o 12 abril de 2010 e o 3 de maio de 2011, mediante un corte cunha motosegadora de barra oscilante, deixando a forraxe sobre o terreo durante 2 períodos de presecado: 24 e 48 horas. O picado da forraxe presecada realizouse cunha picadora de forraxes VIKING. Para cada combinación de presecado x especie tomáronse dúas alícuotas de aproximadamente 12 kg cada unha sobre as cales se aplicou con un pulverizador manual, respectivamente, unha solución do inoculante P-11H50 (Pioneer, a base de bacterias homolácticas *Lactobacillus plantarum*) á dose recomendada polo fabricante e un volume igual de auga como tratamento control. Posteriormente, de cada combinación de factores (especie, presecado e inoculante), elaboráronse 5 silos de laboratorio (repeticións) en bolsas de polietileno, dentro dun tubo de PVC de 2,2 L de capacidade útil e con sistema de control de efluente, segundo o deseño e procedemento descrito por Flores *et al.* (1997). Foron confeccionados un total de 80 silos de laboratorio en cada ano (160 en total) sendo rexistrado o peso neto da forraxe ensilada aos cero e 120 días e do efluente (EFLU) producido durante o almacenamento. Sobre a mostra fresca de forraxe de cada silo determinouse o contido en MS mediante secado en estufa de aire forzado a 80 °C durante 16 horas e, sobre a mostra seca e moída a 1 mm, determinouse mediante modelos de predición NIRS desenvolvidos no CIAM (Pereira-Crespo *et al.*, 2012b), os contidos de carbohidratos solubles en auga (CSA) e capacidade tampón (CT). A partir dos valores de MS, CSA e CT realizouse o cálculo do coeficiente de fermentabilidade (CF) definido por Weissbach *et al.* (1974), segundo a ecuación: $CF = MS + 8 (CSA/CT)$. No momento da apertura, aos 120 días, tomáronse mostras de cada silo e determinouse o contido en materia seca das mostras mediante secado en estufa de aire forzado a 80 °C durante 16 h e corrixiuse por perda de volátiles (MSc), aplicando os coeficientes de volatilidade propostos por Dulphy e Demarquilly (1981), sendo posteriormente moídas a 1 mm nun muíño de martelos Christy and Norris. Os contidos en materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra ácido deterxente (FAD), fibra neutro deterxente (FND), dixestibilidade in vivo da materia orgánica (DMO), pH, N amoniacal (N-NH₃), N soluble (Nsol) e os ácidos de fermentación (láctico, LACT; acético, ACT; butírico, BUT e propiónico, PROP) estimáronse mediante espectrofotometría NIRS, utilizando as calibracións desenvolvidas no CIAM por Pereira-Crespo *et al.* (2015). A partir de N-NH₃, Nsol e os ácidos de fermentación obtivéronse 3 índices (Índice de calidade de conservación, I_c;

Índice de valor nitroxenado, I_n e Índice de inestabilidade, I_i) calculados a partir dunha adaptación dos criterios de categorización de calidade fermentativa de ensilados de Dulphy e Demarquilly (1981) realizada no CIAM por Flores *et al.* (2000) para a avaliación de aditivos comerciais en silos de laboratorio. Así, cada ensilado quedou caracterizado polos valores destes índices (rango 0 a 10), en lugar do conxunto de parámetros iniciais, facilitando a análise e a comparación de resultados. Para estes índices considérase que os valores inferiores a 5 denotan unha calidade non satisfactoria.

A análise estatística realizouse mediante ANOVA, utilizando o procedemento PROC GLM do paquete estatístico SAS/STAT v 9.2 (SAS Institute, 2009) considerando como factores fixos especie, presecado e inoculante, e repetición e ano como aleatorios.

RESULTADOS E DISCUSIÓN

As características da ensilabilidade para as catro especies de leguminosas, transcorridos os 2 períodos de presecado, antes de ensilar, móstranse no Cadro 1. Para unha mesma duración do presecado, os valores promedio de MS foron superiores no ano 2010 comparado co ano 2011, observándose, respectivamente, valores promedio de 17,4% e 15,7% para o presecado de 24 h e de 29,3% e 23,8% para o de 48 h. Estas diferenzas atribúense ás distintas condicións meteorolóxicas durante o presecado (Cadro 2). No ano 2011, a pesar de tratarse dunha data de colleita máis avanzada e con maiores temperaturas que o ano anterior, o presecado realizouse cunha menor insolación, menor velocidade do vento e maior humidade relativa, o que ilustra acerca da importancia de extremar as precaucións para realizar o secado da forraxe no campo en condicións favorables.

Cadro 1.- Valores de materia seca, carbohidratos solubles en auga, capacidade tampón e coeficiente de fermentabilidade da forraxe presecada, antes de ensilar.

Ano 2010										
ESP	Serradella		T. encarnado		T. migueliano		T. persa		Promedio	
PRE	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
MS	17,7	32,3	16,2	23,4	18,0	32,8	17,5	28,8	17,4	29,3
CSA	8,3	7,0	12,6	12,2	11,1	11,4	11,0	9,6	10,7	10,1
CT	483	484	436	422	454	421	466	455	460	445
CF	29	41	35	42	33	50	32	42	32	44
Ano 2011										
ESP	Serradella		T. encarnado		T. migueliano		T. persa		Promedio	
PRE	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
MS	17,4	23,9	14,4	22,5	15,2	25,2	15,8	23,5	15,7	23,8
CSA	1,8	2,8	9,3	6,6	6,5	6,9	11,7	10,9	7,3	6,8
CT	416	378	327	308	352	304	389	370	371	340
CF	20	29	32	36	27	40	35	42	28	36

ESP: especie; PRE: presecado; MS: materia seca (%); CSA: carbohidratos solubles en auga (%MS); CT: capacidade tampón (meq/kg MS); CF: coeficiente de fermentabilidade (Weissbach *et al.*, 1979).

Os mencionados baixos valores de MS observados para as distintas especies no ano 2011, unidos ao menor contido de azucres da planta (en especial para a serradella) explican a comparativamente inferior ensilabilidade de todos os tratamentos en dito ano, comparados co ano 2010, a pesar de que os valores de CT foron superiores, en consonancia cun aproveitamento máis precoz. Outros autores sinalaron a diminución da CT da planta co avance da madurez (Martínez-Fernández *et al.*, 2013). Así mesmo, cabe destacar que os valores de CT diminuíron co incremento da duración do presecado, estando este fenómeno relacionado coa oxidación dos ácidos orgánicos durante o secado da forraxe no campo, en concordancia co observado por Martínez-Fernández *et al.* (2010).

Cadro 2.- Condicións meteorolóxicas durante o presecado nos 2 anos do ensaio.

Data	Vel	Tm	Hr	P	Hsol
12/04/2010	16,9	11,0	61,0	0,0	11,1
13/04/2010	15,8	11,7	55,0	0,0	11,4
14/04/2010	12,6	12,9	56,0	0,0	12,1
03/05/2011	4,6	14,3	80,0	0,0	4,0
04/05/2011	5,3	13,8	78,0	0,0	4,7
05/05/2011	10,2	14,4	74,0	0,0	5,3

Vel: velocidade do vento (km/h); Tm: Temperatura media (°C); Hr: Humidade relativa media (%); P: precipitación (mm); Hsol: Horas de sol (h).

Segundo Weissbach *et al.* (1974) as forraxes cun coeficiente de fermentabilidade superior de 45 considéranse fáciles de ensilar. Nas condicións meteorolóxicas do ano 2010, observáronse valores do CF próximos ou superiores a 45 para todas as especies cun presecado de 48 h, mentras que dito valor oscilou entre 29 y 35 para o presecado de 24 h e as especies serradella e trevo encarnado, respectivamente. No ano 2011, en ningún caso o CF superou o umbral indicativo de boa ensilabilidade, o maior valor observado foi de 42 para a especie trevo persa cun presecado de 48 h a pesar de que o contido en MS foi unicamente do 23,5%.

Cadro 3.- Calidade nutricional e fermentativa dos ensilados. Efecto da especie.

	Serradella	T. encarnado	T. migueliano	T. persa	p
MSc	21,9 ^a	18,9 ^c	22,3 ^a	20,3 ^b	***
MO	87,0 ^b	87,5 ^a	86,0 ^d	86,4 ^c	***
PB	18,0 ^c	18,6 ^a	17,5 ^d	19,5 ^a	***
FAD	33,4 ^b	30,5 ^c	34,3 ^a	29,2 ^d	***
FND	39,2 ^b	37,8 ^c	40,8 ^a	36,8 ^d	***
DMO	67,4 ^d	71,2 ^c	72,1 ^b	78,0 ^a	***
EFLU	6,9 ^b	10,6 ^a	5,9 ^b	4,3 ^c	***
pH	4,13 ^d	4,26 ^c	4,39 ^a	4,31 ^b	***
LACT	11,0 ^c	12,8 ^b	11,3 ^c	13,6 ^a	***
BUT	0,83 ^a	0,68 ^b	0,78 ^{ab}	0,17 ^c	***
ACT	4,85 ^a	4,14 ^c	4,45 ^b	3,82 ^d	***
PROP	0,51 ^a	0,16 ^b	0,16 ^b	0,10 ^c	***
N-NH3	17,4 ^a	14,1 ^b	13,5 ^b	10,3 ^c	***
Nsol	65,9 ^a	58,4 ^b	53,9 ^c	49,2 ^d	***
I _c	4,6 ^b	4,5 ^{bc}	4,1 ^c	6,4 ^a	***
I _{vn}	3,0 ^d	5,5 ^c	6,1 ^b	8,1 ^a	***
I _i	3,6 ^c	5,3 ^b	5,0 ^b	6,8 ^a	***

MSc: Materia seca corrixida por perda de volátiles; MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido deterxente (%MS); FND: fibra neutro deterxente (%MS); DMO: dixestibilidade in vivo da materia orgánica (%); EFLU: efluente (%p/p); LACT: láctico (%MS); BUT: butírico (%MS); ACT: acético (%MS); PROP: propiónico (%MS); N-NH3: Nitróxeno amoniacal (% Nitróxeno total); Nsol: Nitróxeno soluble (% Nitróxeno total); I_c: Índice de calidade de conservación; I_{vn}: Índice de valor nitrogenado; I_i: Índice de inxestibilidade. Nivel de significación: *** (p<0,001).

No Cadro 3 móstrase o efecto da especie sobre os parámetros de calidade nutritiva e fermentativa (promedio dos 2 anos) do ensilado. Os valores de DMO foron elevados, variando de 67,4% a 78%, mentres que os restantes parámetros de composición química, expresados sobre MS, oscilaron entre 86,0% e 87,5% para MO; 17,5% e 19,5% para PB; 29,2% e 34,3% para FAD e entre 36,8% e 40,8% para FND, evidenciando o alto valor nutricional das leguminosas estudadas.

As especies máis dixestibles foron o trevo persa (78,0%), migueliano (72,1%) e encarnado (71,2%) e a serradela mostrou a menor dixestibilidade (67,4%). O trevo persa tamén foi a especie que mostrou o maior contido en PB (19,5%MS) seguido do trevo encarnado (18,6%MS), mentres que os contidos máis reducidos observáronse para a serradela (18,0 %MS) e o trevo migueliano (17,5%MS).

En consonancia coa menor ensilabilidade da serradela indicada anteriormente, esta especie mostrou os valores máis baixos dos índices I_c , I_{vn} e I_i denotando unha peor calidade fermentativa, inxestiva e nitroxenada do ensilado. O feito de que os ensilados desta especie presentaron valores elevados de LACT (11,0%MS), que foron non obstante acompañados por unha alta concentración de acético (4,85%MS), butírico (0,83%MS), N-NH₃ (17,3%NT) e Nsol (65,9%NT) demostran que o contido en ácido láctico por si só non é un índice adecuado para xulgar acerca da calidade fermentativa dos ensilados.

Ao realizar a regresión dos valores de MS sobre as perdas de efluente obtívose a ecuación $EFLU (g/100g \text{ materia fresca}) = 23,7 - 0,811 * MS$ ($R^2=0,92$; $p<0,001$), a partir da cal se estima que, nas condicións de ensaio, o nivel mínimo de materia seca da forraxe para o cal se evita a produción de efluente no silo sería do 29%.

Cadro 4.- Calidade nutricional e fermentativa dos ensilados. Efecto do presecado e do uso de inoculante.

PRE	24 h	24 h	48 h	48 h	INOC	PRE	INOC*PRE
INOC	CONTROL	INOC	CONTROL	INOC	p		
MSc	15,9	16,3	25,7	25,5	ns	***	ns
MO	86,1	86,1	87,4	87,3	ns	***	ns
PB	18,2	18,2	18,7	18,5	ns	***	ns
FAD	32,9	32,5	31,1	30,9	ns	***	ns
FND	39,2	38,4	38,8	38,1	***	ns	ns
DMO	71,0	71,3	72,8	73,6	**	***	ns
EFLU	12,7	10,7	1,7	1,8	*	***	**
pH	4,40	4,26	4,27	4,16	***	***	ns
LACT	10,8	11,7	13,1	13,1	***	***	*
BUT	0,85	0,63	0,57	0,40	***	***	ns
ACT	4,94	4,86	3,86	3,58	**	***	*
PROP	0,39	0,32	0,11	0,10	*	***	*
N-NH ₃	17,2	15,8	11,7	10,6	***	***	ns
Nsol	60,6	59,8	54,6	52,4	***	***	**
IC	2,6	3,8	6,0	7,2	***	***	ns
IVN	4,0	4,6	6,6	7,5	***	***	ns
II	3,6	4,1	6,1	6,9	***	***	ns

MSc: Materia seca corrixida por perda de volátiles; ; MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido deterxente (%MS); FND: fibra neutro deterxente (%MS); DMO: dixestibilidade in vivo da materia orgánica (%); EFLU: efluente (%p/p); LACT: láctico (%MS); BUT: butírico (%MS); ACT: acético (%MS); PROP: propiónico (%MS); N-NH₃: Nitróxeno amoniacal (%Nitróxeno total); N_{sol}: Nitróxeno soluble (%Nitróxeno total); I_c: Índice de calidade de conservación; I_{vn}: Índice de valor nitroxenado; I_i: Índice de inxestibilidade; Nivel de significación: *** (p<0,001); ** (p<0,01); * (p<0,05); ns (no significativo).

O efecto da duración do presecado e do uso de inoculante sobre os parámetros de calidade nutritiva e fermentativa (promedio dos 2 anos) do ensilado móstrase no Cadro 4. O uso de inoculante ocasionou un efecto favorable sobre a calidade nutricional dos ensilados, reduciu o contido de FND e incrementou a DMO. Esta diminución no contido de FND relaciónase coa hidrólise parcial da hemicelulosa realizada polas bacterias lácticas (Muck e Kung, 1997). O aumento da DMO do ensilado con inoculante comparado co control tivo un efecto máis marcado para a forraxe presecada 48h. Ellis et al. (2016) sinalan un incremento da DMO coa aplicación dun inoculante do mesmo tipo ao empregado neste ensaio (*Lactobacillus plantarum*).

O presecado de 48 h e a adición de bacterias lácticas á forraxe melloraron significativamente a calidade fermentativa do ensilado con relación ao presecado de 24 h e ao tratamento control, respectivamente, como se deduce da redución dos valores de pH, a concentración de ácidos butírico, acético, propiónico, amoníaco e a porcentaxe de N soluble e aumentando, en paralelo, os valores dos tres índices de calidade considerados no estudo.

Os valores medios I_c , I_{vn} e I_i foron, respectivamente, de 3,1; 4,3 e 3,9 e de 6,6; 7,1 e 6,5 para os presecados de 24 e de 48 h, mentres que os correspondentes valores para os tratamentos control e inoculante foron de 4,2; 5,5 e 4,8 e de 5,5; 6,0 e 5,5, respectivamente. Os valores de I_c , I_{vn} e I_i no presecado de 24 h foron de 2,6; 4,0 e 3,6 para o tratamento control e de 3,8, 4,6 e 4,1 para o inoculante, respectivamente, mentres que para o presecado de 48 h ditos valores foron de 6,0; 6,6 e 6,1 e de 7,2; 7,5 e 6,9 para os tratamentos control e inoculante, respectivamente. Destes resultados dedúcese que o efecto global do aumento da duración do presecado sobre a mellora da fermentación foi considerablemente superior comparado co efecto do uso de inoculante, tendo en conta que todos os valores medios de I_c , I_{vn} e I_i para o presecado de 24 h foron inferiores ao umbral de 5 sinalando unha calidade deficiente, mentres que para o presecado de 48 h mantivéronse en valores superiores a 6 tanto si foran tratados ou non con inoculante. Por outra parte, o aumento da duración do presecado ata conseguir valores de MS lixeiramente superiores ao 25% ás 48 h de permanencia no campo reduciu significativamente a produción de efluente, que cesou completamente no experimento realizado en 2010 cando se alcanzou o 29% de MS. Polo tanto, o uso de inoculante por si só, non foi suficiente para asegurar unha boa calidade de conservación, valor nitroxenado e inxestibilidade, aínda que se observa un certo efecto positivo co aumento dos valores dos índices. Aínda que coincidentes en liñas xerais cos resultados observados por Waldo (1984), en ocasións observouse un efecto máis favorable do uso de inoculantes sobre a calidade do ensilado cando se aplican a forraxeiras leguminosas con valores de MS inferiores ao 20%, como reportan Colombini *et al.* (2007) e Borreani *et al.* (2009). As particulares condicións das leguminosas anuais estudadas no noso caso, con valores de MS na contorna de 15-16% no presecado de menor duración unido á baixa concentración de azucres na MS poden explicar estas diferenzas.

CONCLUSIÓN

As leguminosas avaliadas mostran un alto valor nutricional e que, a pesar de presentar unhas características desfavorables para ensilar, é posible obter ensilados ben conservados nunha data de colleita tan cedo como mediados de abril, se conseguimos elevar o contido en materia seca da forraxe ata valores ao redor de 25-30%, o cal conseguiu mediante un período de presecado no campo de 48 h, con condicións meteorolóxicas favorables. A aplicación de inoculante á forraxe con niveis elevados de humidade resultou inefectiva.

AGRADECEMENTOS

Traballo realizado no proxecto 09MRU012E (INCITE, Xunta de Galicia) e INIA RTA2012-00065-C05-02 (Ministerio de Economía, Goberno de España). Adrián Botana é beneficiario dun contrato predoutoral FPI-INIA.

REFERENCIAS

- Borreani, G.; Revello Chion, A.; Colombini, S.; Odoardi, M.; Paoletti, R. e Tabacco, E. 2009. Fermentative profiles of field pea (*Pisum sativum*), faba bean (*Vicia faba*) and white lupin (*Lupinus albus*) silages as affected by wilting and inoculation. *Animal Feed Science and Technology*, 151: 316-323.

- Colombini, S.; Odoardi, M.; Paoletti, R.; Tabacco, E. e Borreani, G. 2007. Effects of wilting and lactic acid bacteria inoculation on fermentation quality of white lupin and fababean silages. *Ital. J. Anim. Sci.*, 6: 286-288.
- Dulphy, J.P. e Demarquilly, C. 1981. Problèmes particuliers aux ensilages. In: *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, INRA Public., 81-104.
- Ellis, J.L.; Bannink, A.; Hindrichsen, I.K.; Kinley, R.D.; Pellikaan, W.F.; Milora, N. e Dijkstra, J. 2016. The effect of lactic acid bacteria included as a probiotic or silage inoculant on in vitro rumen digestibility, total gas and methane production. *Animal Feed Science and Technology* 211:61-74.
- Flores, G.; González-Arráez, A. e Castro, J. 1997. Evaluación de la utilidad de dos tipos de silos a pequeña escala para experimentación en calidad de ensilados. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP)*. Los pastos extensivos: Producir conservando, pp. 373-378.
- Flores, G.; González-Arráez, A.; Castro, J.; Cardelle, M.; Brea, T.; Castro, M.P. e Amil, G. 2000. Evaluación de aditivos comerciales para el ensilado de hierba. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes (XI Reunión Científica de la SEEP)*, pp. 621-626.
- Frame, J. 2005. Forage legumes for Temperate Grasslands. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Roma) e Science Publishers, Inc. (EEUU e Reino Unido) 309 pp.
- Kung, L. JR; Stokes, M.R. e Lin, C.J. 2003. Silage additives. En: D.R. Buxton, R.E. Muck, J.H. Harrison (Eds.) *Silage Science and Technology*. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc. Publications, Madison.
- Martínez-Fernández, A.; Soldado A.; De La Roza-Delgado B.; Vicente F.; González-Arrojo, M. A. e Argamenteria, A. 2013. Modelling a quantitative ensilability index adapted to forages from wet temperate areas. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11 (2): 455-462.
- Martínez-Fernández, A.; Soldado, A.; Vicente, F.; Martínez, A. e De La Roza-Delgado, B. 2010. Wilting and inoculation of *Lactobacillus buchneri* on intercropped triticale-fava silage: effects on nutritive, fermentative and aerobic stability characteristics. *Agricultural and Food Science*, 19: 302-312.
- Muck, R.E. e Kung, L. Jr. 1997. Effects of silage additives on ensiling. En: *Silage: field to feedbunk*. Ithaca: Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 99: 187-199.
- Peeters, A.; Parente, G. e Le Gall A. 2006. Temperate Legumes: key-species for sustainable temperate mixtures. En: J. LLOVERAS *et al.* (Eds) *Sustainable Grassland Productivity*. European Grassland Federation, 11: 205-219.
- Pereira-Crespo, S.; Valladares, J.; Flores, G.; Díaz, N.; Fernández-Lorenzo, B.; Resch, C.; González-Arráez, A.; Bande-Castro, M.J. e Rodríguez-Diz, X. 2012a. Rendimiento y valor nutritivo de nuevas leguminosas anuales como cultivo de invierno en rotaciones forrajeras intensivas en Galicia. *Pastos*, 42 (1): 29-50.
- Pereira-Crespo, S.; Valladares, J.; Flores, G.; Fernández-Lorenzo, B.; Resch, C.; Piñeiro, J.; Díaz, N., González-Arráez, A.; Bande-Castro, M.J. e Rodríguez-Diz, X. 2012b. Prediction of the nutritive value of annual forage clovers and serradella by near infrared spectroscopy (NIRS). *Options méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars*, 102: 241-244.
- Pereira-Crespo, S.; Fernández-Lorenzo, B.; Resch-Zafra, C.; Valladares-Alonso, J.; González, L.; Dagnac, T.; Botana, A. e Florez-Calvete G. 2015. Predicción de la calidad fermentativa de ensilados de hierba mediante NIRS sobre muestras secas y molidas. En: Cifré P. *et al.* (Eds). *Pastos y Forrajes en el siglo XXI*, pp. 169-176. Palma de Mallorca, España: SEEP LIV Reunión Científica de la SEEP, Mallorca, España.
- SAS Institute. 2009. SAS/STAT USER'S GUIDE, V.9.2, SAS INSTITUTE INC., CARY, NC, USA.
- Waldo, D.R. 1984. Nutritional value of legumes preserved as silage. En: *Forage legumes for energy-efficient animal production*. USDA-ARS Proceedings of a Trilateral Workshop, 220-224. Ed: R. F. Barnes. Washington, DC, EEUU e Palmerston North, Nueva Zelanda.
- Weissbach, F.; Schmidt, L. e Hein, E. 1974. Method of anticipation of the run fermentation in silage making, based on the chemical composition of the green fodder. *Proceedings of the 12th International Grassland Congress Section 2, Moscow*, p. 663-673.

EFECTO DA ALIMENTACIÓN CON ENSILADOS DE TREVO VIOLETA E RAIGRÁS INGLÉS E DA SUPLEMENTACIÓN CON ACEITES VEXETAIS SOBRE A PRODUCCIÓN E COMPOSICIÓN DO LEITE DE VACÚN

Veiga M*, Resch C*, Dagnac T*, Fernández-Lorenzo B*, Pereira-Crespo S**, Valladares J*, Botana A*, Flores-Calvete G*

*Instituto Galego de Calidade Alimentaria. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (INGACAL-CIAM). Apdo. 10, 15080 A Coruña.

**Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite (LIGAL), Mabegondo, 15318 Abegondo, A Coruña.

RESUMEN:

Neste traballo avalíouse o efecto da alimentación de ensilados de trevo violeta (*Trifolium pratense* L.) e raigrás inglés (*Lolium perenne* L.) e a suplementación con dous tipos de concentrado en cuxa composición figuraba un 5% de aceite vexetal de distinta fonte (aceite de liño ou aceite de soia), achegando uns 250 gramos de aceite por vaca e día, sobre a produción e a composición do leite de vaca nun estado de lactación avanzada (7^o-8^o mes). A dieta consistiu nunha ración unifeed ofrecida ad libitum, da que o 50 % da materia seca (MS) eran os ensilados de pradeira respectivos, o 25 % ensilado de millo (33-37 % MS) e o 25 % restante un concentrado do 25 % de proteína bruta (PB). Os ensilados presentaron unha boa calidade de conservación, e en canto ao valor nutricional, os valores de PB do ensilado de raigrás inglés foi inferior ao da leguminosa, que case duplicaron a concentración proteica da gramínea. A dixestibilidade da materia orgánica do trevo violeta (70,5%) foi superior á de raigrás inglés (67,5%). As producións medias de leite (corrixida ao 3,5% de materia graxa) foron 19,7 e 21,2 kg/vaca e día para os tratamentos con ensilados de raigrás inglés e trevo violeta, respectivamente. O consumo de ensilado de trevo violeta tivo un efecto positivo no incremento da concentración de ácidos graxos (AG) poliinsaturados, e na redución da relación omega-6/omega-3 do leite. Cando se suplementou o concentrado con aceites vexetais o leite das vacas que consumiron ensilados de trevo violeta mostrou unha concentración de AG omega-3 total do 1,5 % ácidos graxos totais (AGT), aproximadamente un 80 % superior á do leite do ensilado de raigrás inglés, e a porcentaxe de AG saturados respecto do total reducíase desde o 69 % AGT no tratamento de raigrás ao 65 % AGT para o trevo violeta.

Palabras clave: dieta, forraxes ensiladas, perfil lipídico, vacún leiteiro.

INTRODUCCIÓN

A produción de vacún leiteiro é unha actividade estratéxica en Galicia tanto polo valor económico xerado, directa e indirectamente, como pola súa contribución á ocupación no rural e á vertebración do territorio.

Existe interese crecente dos consumidores polo dispor de leite enriquecido de maneira natural cun perfil de ácidos graxos máis acorde coas recomendacións dietéticas da Organización Mundial da Saúde (WHO, 2003). A composición de ácidos graxos do leite depende, entre outros factores, do xenotipo da vaca e do estado de lactación, pero sobre todo da dieta inxerida pola vaca (Givens e Shingfield, 2006). Nas condicións agroclimáticas nas que se desenvolve a produción leiteira en Galicia, a dispoñibilidade de pastos se limita ao período de inicio de primavera ata xullo e ao período de outono. Esta estacionalidade do crecemento do pasto obriga a que a alimentación dependa ó redor de 5 a 6 meses das forraxes ensiladas. É coñecido que o consumo de forraxes frescas permite, polo xeral, a mellora da composición de ácidos graxos na graxa do leite comparado con dietas intensivas onde a forraxe predominante é o ensilado de millo (Elgersma *et al.*, 2006), pero o efecto da inxesta de ensilados de herba, a este respecto, é moito máis variable e depende, entre outros factores, das especies vexetais que compoñen o pasto, do momento de corte e do tratamento postcolleita que condiciona a calidade de conservación e o valor nutricional da forraxe fermentada. Dewhurst e King (1998) estudaron o efecto do ensilado sobre o contido de ácidos graxos, observando que o presecado da forraxe previo ó ensilado provoca unha redución de case o 30% no contido de AG totais. Este descenso na concentración

de AGT entre a sega da forraxe e o ensilado resultante, require a suplementación da ración con aceites vexetais ricos en ácidos graxos poliinsaturados, coa finalidade de lograr un perfil lipídico máis saudable, acorde cos requirimentos actuais.

O obxectivo do presente traballo é avaliar o efecto da alimentación de ensilado de trevo violeta e raigrás inglés e da suplementación con dous tipos de aceites vexetais ao concentrado sobre a produción e a composición do leite de vaca nun estado de lactación avanzada.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio realizouse entre os meses de outubro e decembro de 2010 na finca experimental do Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM), situada na provincia de A Coruña (43° 15' N, 8° 18' W), zona costeira de clima atlántico a 100 m de altitude. Os tratamentos avaliados foron dous tipos de ensilados: trevo violeta (*Trifolium pratense* L. cv. Lemmon) e raigrás inglés (*Lolium perenne* L. cv. Heraut), combinados con dous tipos de concentrado en cuxa composición figuraba un 5% de aceite vexetal de distinta fonte (aceite de liño ou aceite de soia), achegando uns 250 gramos de aceite por vaca e día. Utilizáronse ensilados colleitados no primeiro corte realizado a finais de abril, estando a pradeira de raigrás fertilizada con 50 kg/ha de nitróxeno a finais de febreiro, mentres que a de trevo violeta non recibiu achega nitroxenada algunha. A herba foi presecada durante 48 horas e posteriormente recollida cunha rotoempacadora-picadora de cámara variable, sen utilización de aditivos. As rotopacas foron encintadas con 5 capas de filme estirable e almacenadas ata a realización do ensaio de alimentación.

Foron seleccionadas 24 vacas da raza Holstein do rabaño experimental do CIAM que se encontraban nun estado de lactación avanzada (7°-8° mes), das que un 40% eran primíparas. Os animais seleccionáronse, buscando a necesaria homoxeneidade entre os grupos dos distintos tratamentos, en canto a produción de leite, días en leite, número de parto e peso vivo de cada animal. O deseño estatístico utilizado foi un cadrado latino completo (4x4), con catro tratamentos, catro períodos de ensaio e seis repeticións (vacas) por tratamento.

O experimento desenvolveuse entre a primeira semana de outubro e a terceira semana de decembro, con catro períodos de tres semanas por período, precedido por unha etapa de adaptación (21 días) das vacas ó sistema de alimentación do ensaio, tras o cal seguiron os correspondentes períodos experimentais. Durante o ensaio as vacas permaneceron estabuladas nunha nave dotada do sistema de portas electrónicas Calan-Broadbent (American Calan, Northwood, NH, USA) para o control individual de alimentación. As vacas foron muxidas dúas veces ó día, ás 8:00 h e ás 20:00 h. A dieta consistiu nunha ración unifeed ofrecida ad libitum, da que o 50% da materia seca (MS) eran os ensilados de pradeira respectivos, o 25% ensilado de millo (33-37% MS) e o 25% restante un concentrado do 25% de proteína bruta (PB).

A toma de mostras de leite realizáronse na última semana de cada período. A produción de leite de cada vaca foi rexistrada diariamente ó longo de todo o ensaio. Na última semana de cada período (semana de control) tomáronse dúas alícuotas de leite por vaca durante tres días en seis muxiduras consecutivas de mañá e tarde na citada semana. Unha primeira alícuota mantívose refrixerada a 4°C e trasladouse ó Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite (LIGAL), onde se realizou a análise da composición fisicoquímica e contido en urea. A outra alícuota mantívose conxelada a -20°C ata enviarse ó laboratorio de control de calidade da empresa LEYMA para análise do perfil de ácidos graxos (AG) mediante cromatografía de gases. Na semana de control tamén se tomaron mostras dos distintos tipos de ensilados sobre os que se determinou a composición química, dixestibilidade da materia orgánica e pH mediante calibracións NIRS desenvolvidas no CIAM e a composición de AG mediante cromatografía de gases. A estimación da calidade fermentativa dos ensilados realizouse mediante a comparación entre o valor do pH real das mostras e o pH de estabilidade (pHe) obtido a partir da ecuación $pHe = 0,0359 \times MS + 3,44$, proposta por Haigh (1987), sendo MS o contido en materia seca (%) do ensilado. Convencionalmente considerouse que, cando a diferenza entre o pH da mostra e o de estabilidade ($pH_{dif} = pH - pHe$) era inferior a 0,10 unidades, a conservación era adecuada.

A análise estatística realizouse mediante ANOVA, empregando o procedemento PROC GLM do paquete estatístico SAS/STAT v9.2 (SAS Institute, 2009) considerando como factores fixos o tipo de ensilado e o tipo de concentrado, mentres que animal (repetición) e período como factores aleatorios.

RESULTADOS E DISCUSIÓN

As características da composición química, dixestibilidade e calidade fermentativas dos ensilados utilizados durante o ensaio móstranse na Táboa 1. En canto á composición química, o ensilado de raigrás mostrou un valor de proteína bruta máis baixo do agardado (9,1% MS), sensiblemente inferior ó de TV, que case duplicou ese valor (18,0% MS).

Ensilado	MS	MO	PB	FAD	FND	DMO	pH	pHdif
RG	50,8	92,2	9,1	33,2	53,0	67,5	5,10	-0,17
TV	43,4	88,4	18,0	35,2	45,4	66,4	4,58	-0,42
ZM	33,3	96,9	6,4	22,0	41,3	70,7	3,89	-0,75

RG: ensilado de raigrás inglés; TV: ensilado de trevo violeta; ZM: ensilado de millo; MS: Materia seca; MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido deterxente (%MS); FND: fibra neutro deterxente (%MS); DMO: dixestibilidade *in vivo* da materia orgánica (%); pH: pH medido; pHdif=pH-(0,0359 x MS+3,44) (Haigh, 1987)

Táboa 1. Valores medios da composición química, dixestibilidade e calidade fermentativa dos ensilados.

O ensilado de RG mostrou unha concentración máis elevada de parede celular (FND) na MS en comparación co ensilado de TV (53,0 vs. 45,4% MS, respectivamente). A dixestibilidade (DMO) do RG foi superior á de TV (67,5 vs. 66,4% MS, respectivamente). En canto o contido en materia seca (MS) o ensilado de raigrás inglés alcanzou un valor máis elevado (50,8%) en comparación co ensilado de trevo violeta (43,4%). A calidade fermentativa estimado polo pHdif foi boa en todos os casos, xa que o valor de pHdif foi sempre inferior a 0,10, que se considera o límite para unha boa calidade de conservación (Haigh, 1987).

	Ensilado		
	RG	TV	ZM
C12:0	0,074	0,144	0,040
C16:0	1,112	1,586	1,250
C18:0	0,131	0,167	0,221
C18:1n9c	0,176	0,160	2,390
C18:2n6c	0,876	1,049	3,574
C18:3n3c	3,68	6,13	0,27
AGT	6,36	9,78	8,02

RG: ensilado de raigrás inglés; TV: ensilado de trevo violeta; ZM: ensilado de millo; AGT: ácidos graxos totais

Táboa 2. Valores medios da composición dos ácidos graxos (g/kgMS) dos ensilados utilizados no ensaio.

En relación á composición dos ácidos graxos dos ensilados, na Táboa 2 compáranse os valores medios das forraxes ensiladas utilizadas na alimentación das vacas durante o ensaio. Pódese comprobar o contraste entre o ensilado de millo, onde predominan maioritariamente os AG linoleico (C18:2n6c) e oleico (C18:1n9c), que representan aproximadamente o 45 e 30% do total de AG (AGT), respectivamente, mentres que nos ensilados de especies pratenses, o AG maioritario é o alfa-linolénico (C18:3n3c), que representa aproximadamente o

60% AGT. Saliéntase a maior concentración de AGT no ensilado de TV (9,78 g/kg MS) comparado co de RG (6,36 g/kg MS), con valores de alfa-linolénico de, respectivamente, 6,13 e 3,68 g/kg MS.

Os resultados de inxestión voluntaria da ración unifeed, produción e composición do leite móstranse na Táboa 3. A inxestión media de materia seca (MSI) da ración completa foi de 17,1 kg MS/vaca e día, a dieta con ensilados de leguminosas mostraron unha MSI significativamente superior en comparación coa de ensilados de raigrás inglés, o que concorda coa menor concentración de parede celular na leguminosa. Os valores medios de MSI foron de 16,86 e 17,32 kg MS/vaca e día para os ensilados de raigrás inglés e trevo violeta. A dieta suplementada con aceite de liño presentou unha MSI significativamente superior respecto á de aceite de soia (17,28 vs. 16,91 kg MS/vaca e día, respectivamente). As producións medias de leite (corrixida ó 3,5% de materia graxa) foron de 21,12 e 22,04 kg/vaca e día para os tratamentos con ensilados de raigrás inglés e trevo violeta, respectivamente. A eficiencia de conversión foi significativamente superior para TV en comparación con RG (1,23 vs. 1,18, respectivamente), mentres que non mostraron diferenzas significativas para o tipo de aceite no concentrado. Saliéntase o reducido consumo de concentrado en todos os tratamentos do experimento, cun valor medio de 210 g/kg de leite.

En canto á composición fisicoquímica do leite, a dieta con ensilado de trevo violeta produciu un leite cunha concentración de graxa significativamente inferior ao da dieta de raigrás (valores medios de 3,72% para TV e 3,94% para RG), probablemente reflectindo o menor contido en fibra do ensilado de leguminosa, mentres que a concentración de urea en leite foi significativamente máis baixa para o ensilado de RG (90,02 mg/L) en comparación co ensilado de TV (218,94 mg/L), consecuencia do baixo contido en proteína no ensilado de gramínea, se ben isto non se viu reflectido na concentración proteica do leite, que foi similar en ambos tratamentos (3,17% para RG e 3,13% para TV).

	Tipo de ensilado			Tipo de concentrado		
	RG	TV	p	AS	AL	p
Inxesta de materia seca (kg MS/vaca e día)						
MSI	16,86	17,32	***	16,91	17,28	**
Eficiencia (FEL, kg leite/kg MSI)						
FEL	1,18	1,23	*	1,23	1,18	ns
Produción de leite (PL, kg/día)						
PL non corrixida	19,76	21,29	***	20,79	20,26	ns
PLMG corrixida ó 3,5% de graxa	21,12	22,04	ns	21,62	21,55	ns
PL corrixida ó 3,5% de graxa e 3,2% de proteína	20,79	21,76	*	21,33	21,22	ns
Composición fisicoquímica do leite						
Materia graxa (%)	3,94	3,72	***	3,77	3,89	*
Materia proteica (%)	3,17	3,13	ns	3,13	3,17	ns
Lactosa (%)	4,74	4,77	ns	4,77	4,74	*
Extracto seco magro (%)	8,68	8,62	ns	8,65	8,65	ns
Urea (mg/L)	90,0	218,9	***	153,5	155,4	ns
Produción de graxa e proteína (kg/día)						
Materia graxa	0,78	0,79	ns	0,78	0,79	ns
Materia proteica	0,63	0,66	ns	0,65	0,64	ns
Extracto seco magro	1,72	1,83	*	1,80	1,75	ns

RG: raigrás inglés; TV: trevo violeta; AS: concentrado co 5% de aceite de soia; AL: concentrado con 5% de aceite de liño; Nivel de significación: *** (p<0,001); ** (p<0,01); * (p<0,05); ns (non significativo).

Táboa 3. Efecto do tipo de ensilado e tipo de concentrado sobre a inxestión voluntaria, a eficiencia de conversión, a produción diaria e calidade fisicoquímica do leite producido.

Os resultados mostran, por unha banda, a posibilidade de producir leite con consumos reducidos de concentrado cando se utilizan ensilados de boa calidade, e por outra indican claramente a superioridade nutricional dos ensilados de leguminosas comparados cos de raigrás. A resposta, en termos de produción de compoñentes maioritarios do leite (graxa, proteína e extracto seco magro) seguiu, en liñas xerais, o modelo descrito para a produción e composición fisicoquímica do leite.

O tipo de ensilado e o tipo de concentrado afectaron significativamente ó perfil de AG do leite, indicándose na Táboa 4 os valores medios máis relevantes. O tratamento de ensilado de TV, comparado co de RG, mostrou un perfil graxo máis saudable, con valores significativamente superiores de AG poliinsaturados (AGPI), ácido alfa-linolénico (C18:3n3), ácido linoleico (C18:2n6c), ácido linoleico conxugado (CLA), total de AG da serie omega-3 (cuxo cabeza de serie é o alfa-linolénico) e total de AG da serie omega-6 (cuxo cabeza de serie é o ácido linoleico), en paralelo a valores inferiores de AG saturados totais e do seu compoñente maioritario ácido palmítico (C16:0) e unha relación omega6/omega3 máis baixa.

(% sobre AG totais)	Tipo de ensilado			Tipo de concentrado		
	RG	TV	<i>p</i>	AS	AL	<i>p</i>
C16:0	35,27	32,89	***	33,86	34,31	ns
C18:0	11,61	10,96	*	11,39	11,17	ns
C18:1n9t	1,89	2,92	***	2,66	2,15	***
C18:1n9c	22,12	23,05	***	23,10	22,08	***
C18:2n6t	0,21	0,30	***	0,23	0,28	***
C18:2n6c	1,80	2,34	***	2,22	1,93	***
C18:3n3	0,67	1,33	***	0,84	1,16	***
CLA	0,49	0,81	***	0,70	0,60	***
OMEGA3	0,84	1,54	***	1,02	1,36	***
OMEGA6	2,39	3,05	***	2,85	2,60	***
OMEGA6/OMEGA3	3,00	2,05	***	3,02	2,03	***
AGS	68,94	65,35	***	66,35	67,95	***
AGMI	27,24	29,16	***	28,99	27,41	***
AGPI	3,79	5,47	***	4,64	4,63	ns

RG: raigrás inglés; TB: trevo branco; TV: trevo violeta; AS: concentrado co 5% de aceite de soia; AL: concentrado con 5% de aceite de liño; CLA: ácido linoleico conxugado; OMEGA3: ácidos graxos totais da serie omega-3; OMEGA6: ácidos graxos totais da serie omega-6; OMEGA6/OMEGA3: relación omega6/omega3; AGS: ácidos graxos saturados; AGMI: ácidos graxos monoinsaturados; AGPI: ácidos graxos poliinsaturados; Nivel de significación: *** ($p < 0,001$); ** ($p < 0,01$); * ($p < 0,05$); ns (non significativo).

Táboa 4. Efecto do tipo de ensilado e tipo de concentrado sobre o perfil de ácidos graxos do leite do leite.

Ao respecto da suplementación do concentrado con aceites vexetais, a suplementación con aceite de liño produciu un leite cunha maior concentración de alfa-linolénico, omega-3 total e unha menor relación omega-6/omega-3 en comparación coas dietas suplementadas con aceite de soia, pero estas mostraron unha superior concentración de CLA e unha redución na porcentaxe de AG saturados.

O consumo de trevo violeta promoveu unha clara mellora media da calidade do perfil graxo do leite. Estes resultados confirman as observacións de diversos estudos (por exemplo Dewhurst *et al.*, 2006) que indican que a introdución de leguminosas forraxeiras nas racións do gando vacún leiteiro mellora a calidade da leite desde o punto de vista da saúde humana.

CONCLUSIONES

Unha suplementación moderada con aceites vexetais (soia ou liño) a dietas de ensilados de herba permite producir leite cun saudable perfil graxo. As dietas con ensilado de trevo violeta incrementaron a inxesta voluntaria da ración e a produción de leite e melloraron a composición dos ácidos graxos do leite, en comparación co ensilado de raigrás.

AGRADECEMENTOS

Traballo realizado no proxecto 09MRU012E (INCITE, Xunta de Galicia) e INIA RTA2012-00065-C05-02 (Ministerio de Economía, Goberno de España). Adrián Botana é beneficiario dun contrato predoutoral FPI-INIA.

BIBLIOGRAFÍA

- Dewhurst, R.J. e King P.J. 1998. Effects of extended wilting, shading and chemical additives on the fatty acids in laboratory grass silages. *Grass and Forage Science*, 53: 219-224.
- Dewhurst, R.J.; Shingfield, K.J.; Lee M.R.F. e Scollan, N.D. 2006. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Animal Feed Science and Technology*, 113: 168-206.
- Haigh, P.M. 1987. The effect of dry matter content and silage additives on the fermentation of grass silage on commercial farms. *Grass and Forage Science*, 42: 1-8.
- Elgersma, A.; Wever, A.C. e Nalecz-Tarwacka T. 2006. Grazing versus indoor feeding: Effects on milk quality. Invited key note. *Grassland Science in Europe*, 11: 419-427.
- Givens, D.I. e Shingfield, K.J. 2006. Optimising dairy milk fatty acid composition. En: *Improving the Fat Content of Foods*. (Eds) C. Williams. J. Buttriss. Woodhead Publishing Limited, Cambridge (UK), p. 252-280.
- World Health Organization (WHO) 2003. *Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases*. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series 916, Canada.

USO SOSTENIBLE DEL AGUA A NIVEL DE CUENCA POR MODELACIÓN DE ESCENARIOS EXTREMOS PARA ESPAÑA Y MÉXICO

Rangel R, Dafonte J, Neira XX

Dpto. Enxeñaría Agroforestal. Escola Politécnica Superior (EPSO), Campus de Lugo, Universidade de Santiago de Compostela (USC)

RESUMEN:

El manejo sostenible del agua es un tema de interés desde nivel local hasta internacional. La importancia de la sostenibilidad de una cuenca hidrográfica es fundamental para el presente y futuro de una región en todos sus aspectos. En este trabajo se presenta la idea conceptual para desarrollar la gestión del uso del agua en dos escenarios extremos, uno de escasez y otro de abundancia. Se ha considerado un caso de cuenca para México en la zona norte la cual es árida en su mayoría, la cual se ubica en el Río Colorado entre México y EUA. El otro caso de cuenca en el norte España, Galicia, en la demarcación hidrográfica Miño-Sil, en donde las condiciones climáticas proveen de una mayor abundancia de recursos hídricos que en la primer caso. Se presentan los softwares WEAP y AQUATOOL+ con los cuales se ejecutaran los modelos y se compararán los cambios en elementos de la cuenca como son las tecnologías agroecológicas, reflujos entre el sistema, tratamientos descentralizados, entre otros.

Esta es una presentación introductoria a encuadrada en una investigación, en la que se presentan las características de estos escenarios de gran contraste, así como los usos que se le da al agua y el impacto que tiene el recurso hídrico en la economía en cada cuenca. Se espera obtener un modelo de gestión robusto que permita facilitar la toma de decisiones debido al hecho de unir el análisis para dos cuencas en dos países de continentes diferentes, en los que se trabaja para cumplir con los requerimientos de gestión integrada de recursos hídricos, para cumplir los objetivos de mejorar la eficiencia para reducir el uso de los recursos hídricos, equidad en la disposición del recurso hídrico entre los diferentes grupos socioeconómico y sostenibilidad ambiental para proteger los recursos hídricos y los ecosistemas que ellos dependen.

Palabras clave: cuenca hidrográfica, gestión integrada de recursos hídricos, manejo sostenible, modelos de gestión de agua.

INTRODUCCIÓN

El agua es tanto un derecho como una responsabilidad. Tiene un valor económico, social y ambiental, por lo que cualquier actuación pública y privada está obligada a tener en cuenta esta triple dimensión. No es un bien ilimitado, ni su disponibilidad en cuantía y calidad adecuada es gratuita. Hay que tener en cuenta tanto los costes reales como el beneficio económico que genera su utilización, respetando al mismo tiempo la exigencia de un caudal mínimo para mantener los ecosistemas (INE, 2008).

Tanto en México como en España, la estructura de la gobernanza del agua surge a nivel nacional o central mediante un órgano gubernamental que se va jerarquizando hasta llegar a los niveles locales. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para el caso de México y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) para el caso de España. En ambos países existe una división territorial de cuencas, en donde el siguiente nivel administrativo es denominado "Organismos de cuenca". Ya a nivel de cuenca, cada región cuenta con alguna institución que se encarga de administrar y atender las situaciones a niveles locales y específicos de cada una de ellas.

El agua es empleada de diversas formas en todas las actividades humanas, ya sea para subsistir o producir e intercambiar bienes y servicios. Nuestra existencia, así como las actividades económicas dependen totalmente de este precioso recurso. De hecho, los recursos hidráulicos se ven afectados por múltiples usos como son los de la agricultura, la industria y el consumo doméstico (INE, 2008).

En México y España, el mayor volumen concesionado para usos consuntivos lo representa el uso agrupado agrícola, principalmente para riego. Estos porcentajes se mantienen en proporción similar en las cuencas del Río Colorado y en la del Río Cabe. En la Fig.1 y 2 se muestran los usos del agua en las cuencas principales de las áreas de estudio de España y México respectivamente.

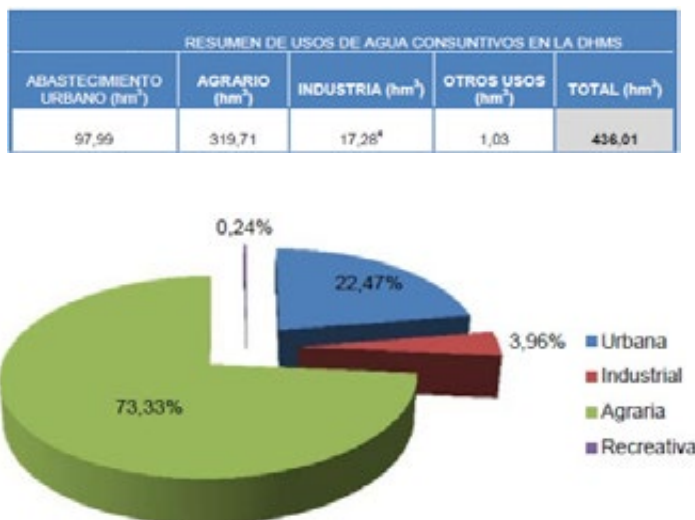


Figura 1- Uso del agua en la Demarcación hidrográfica Miño-Sil, (CHMS, 2015)

Las cuencas que se proponen en este trabajo tienen una gran diferencia en sus características climáticas. Por un lado la cuenca del Río Colorado en México presenta un clima árido con niveles de precipitación extremadamente bajos. El flujo que presenta el río llega a la parte mexicana proveniente desde una cuenca en los Estados Unidos de América (EUA). La cantidad de agua ha sido establecida por un tratado internacional en 1944 entre México y EUA. La aportación al Río Colorado por precipitación es mínima o casi nula. Debido a esta situación, la disponibilidad de agua en la cuenca está limitada prácticamente a este flujo establecido en el tratado internacional. Por otra parte la cuenca del Río Cabe en España se encuentra dentro de un área geográfica con altas precipitaciones durante casi todo el año. Esto brinda a la cuenca una alta disponibilidad de agua renovable por entrada de la precipitación.

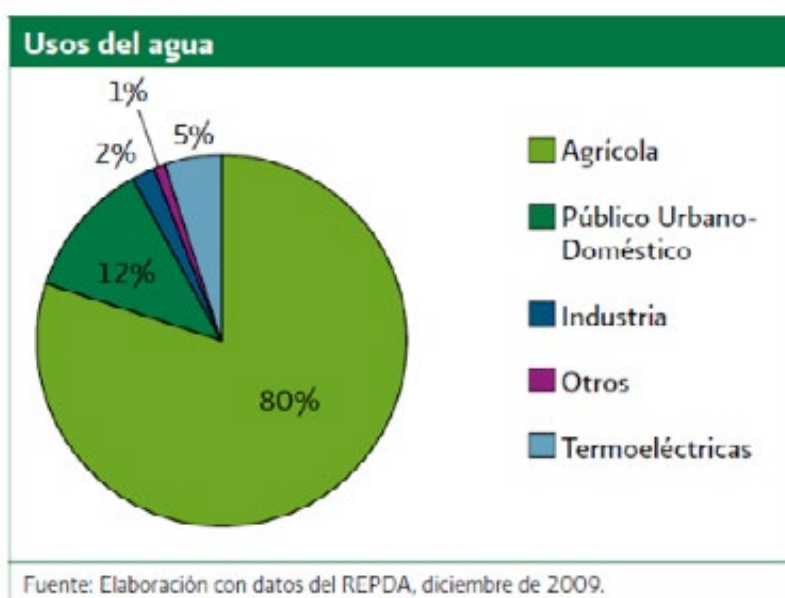


Figura 2- Usos del agua en la Región Hidrológica de Baja California, México, (CONAGUA, 2012)

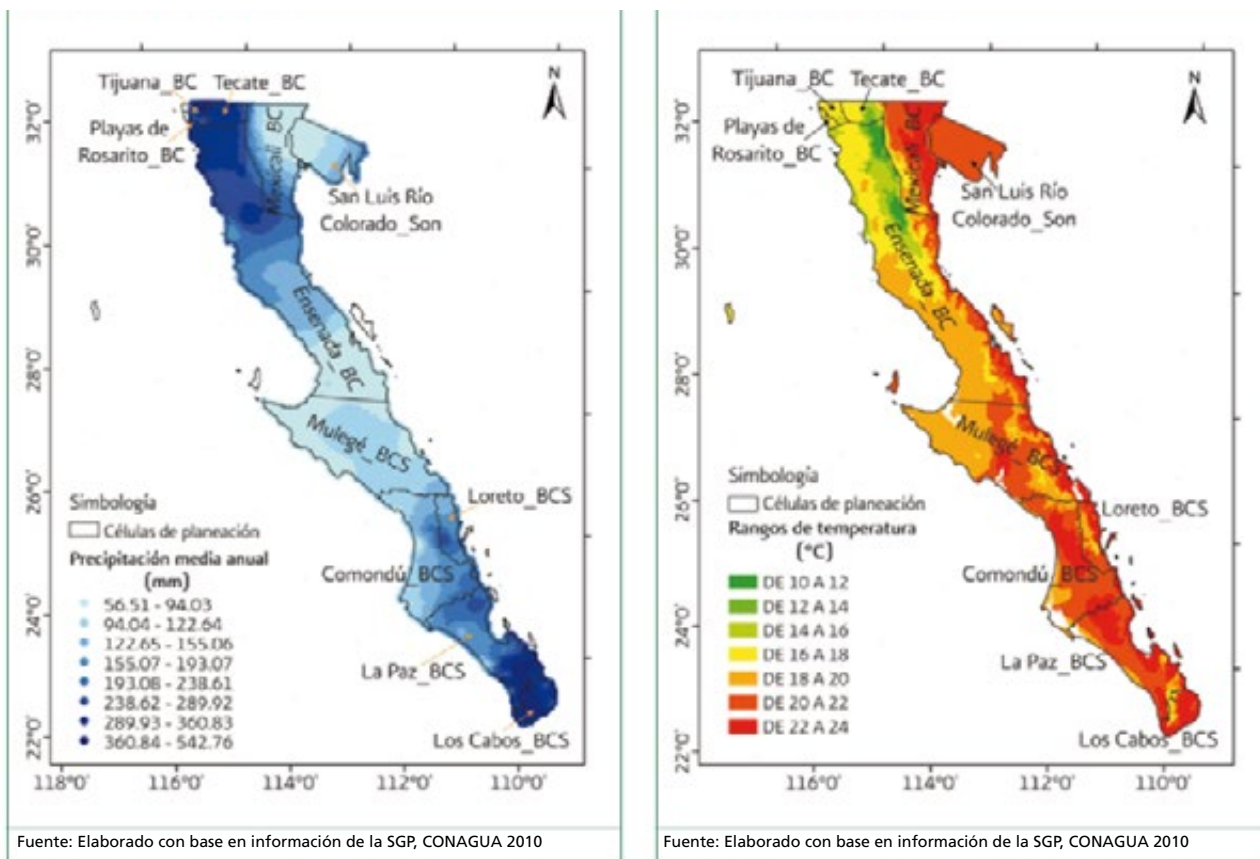
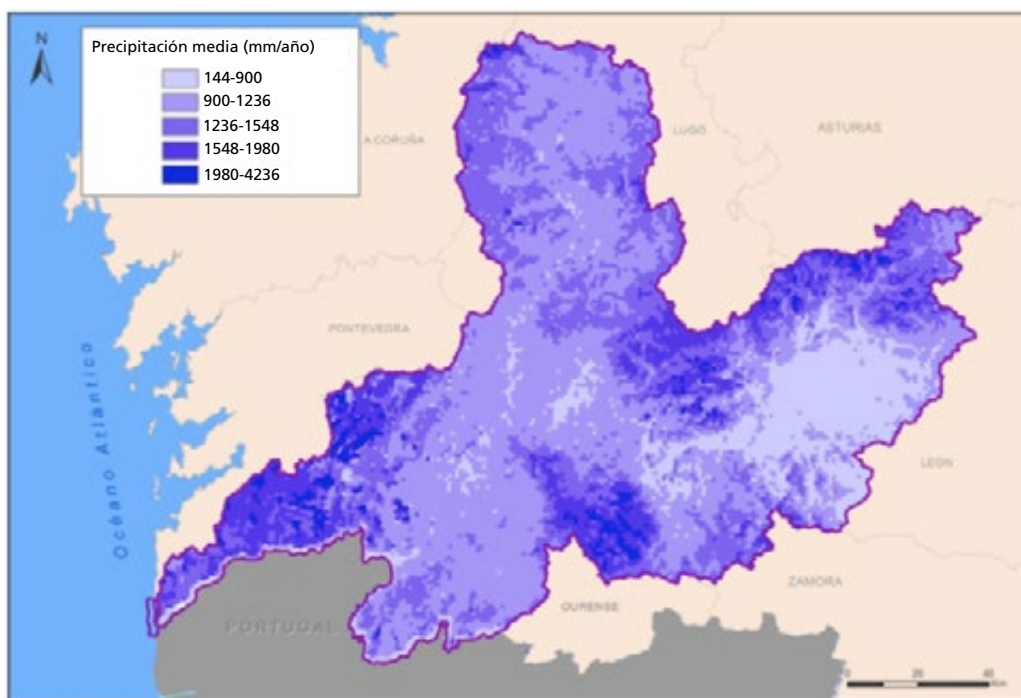


Figura 3- Precipitación y temperatura media anual en Baja California, (CONAGUA, 2015)

En la figura 3 se muestran las precipitaciones y temperaturas medias anuales de la cuenca en Baja California. En la figura 4 se muestra la contraparte de la cuenca del Miño-Sil.



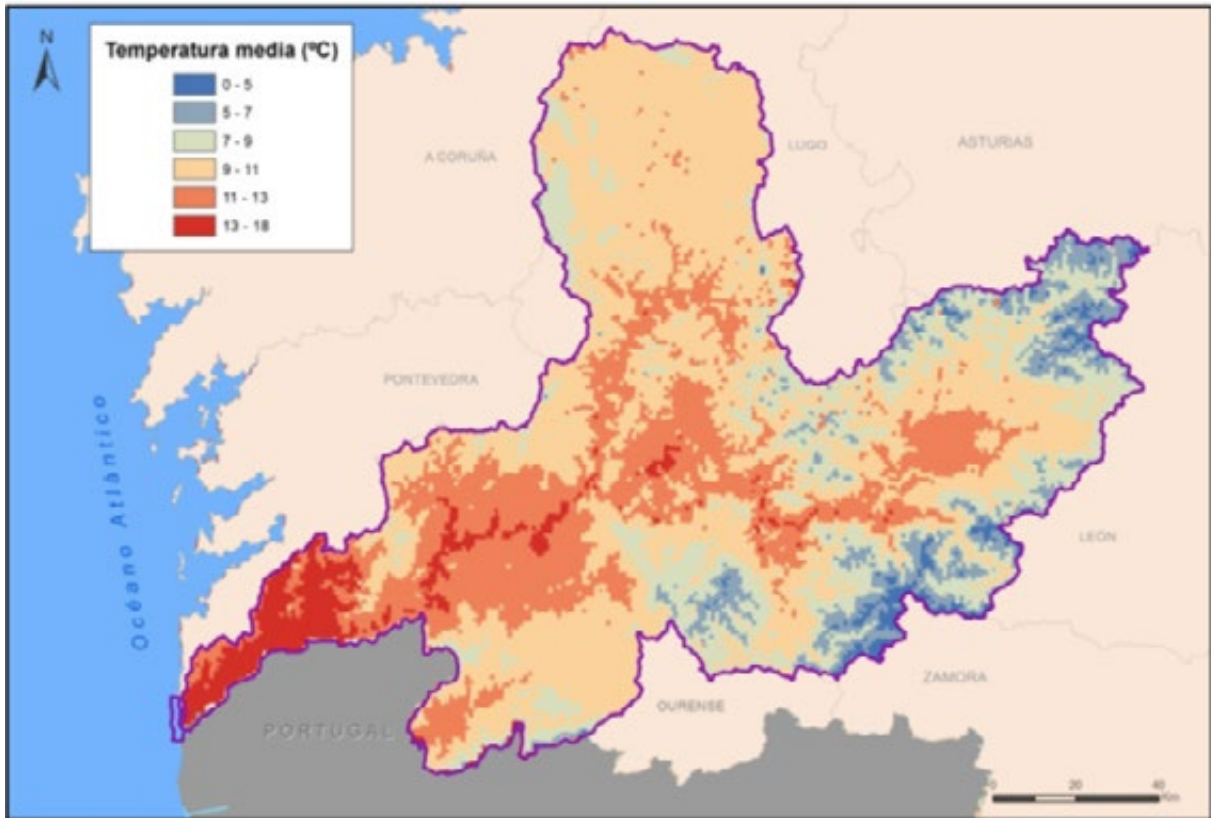


Figura 4- Precipitación y temperaturas medias anuales en la DHMS, (CHMS, 2015)

Sin embargo, aunque se pueden notar de esta manera las diferencias entre las cuencas en prácticamente todos sus aspectos, los usos del agua se mantienen prácticamente en las mismas proporciones con la gran mayoría en el sector agrícola.

Existen varios tipos de riego agrícola con diferentes niveles de eficiencia. Básicamente se pueden clasificar entre tipos, gravedad, aspersión y goteo. En la siguiente figura 5 se muestran las eficiencias de cada tipo de riego. En cada una de las cuencas se utilizan diferentes tipos de riego en la agricultura.

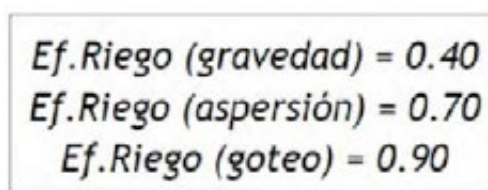


Figura 5- Efectividad aproximada en las técnicas de riego,

El agua utilizada en el sector agrícola se puede expresar en también en términos económicos. Cada metro cúbico utilizado aporta un valor al Producto Interno Bruto (PIB) en este sector económico. En cada una de las cuencas se ha calculado el valor que el agua representa al PIB. También cabe destacar que el valor del agua en el sector agrícola es menor en comparación con otros sectores económicos como el industrial o el de servicios.

Para la DHMS, teniendo en cuenta el VAB y el empleo en las actividades agrarias en la DHMS, se obtiene el índice de importancia agraria en unidades de VAB/m³ y VAB/Empleo para el total de la DHMS, (CHMS, 2015). En la figura 6 se muestran las cantidades.

La distribución del PIB en la Región Hidrológico-Administrativa de Baja California (RHA-1BC), México, por sector es la siguiente: el sector primario tiene sólo una aportación de 3% respecto al PIB total regional, el secundario 32% y el terciario 65%. La entidad federativa que más aporta al PIB de la Región es Baja California con 83%. El valor del uso del agua para el distrito de riego de la cuenca del Río Colorado, fue de 2.01 pesos por m³ de agua, debido a que se utilizaron 2,573.7 millones de m³ de agua con ingresos totales por 5,198 millones de pesos. Para el DR066 Santo Domingo fue de 6.03 pesos por m³ de agua, ya que se utilizaron 160.8 millones de m³ de agua con un ingreso total de 971.2 millones de pesos. (CONAGUA, 2012). En la figura 7 se muestran los valores de la productividad regional del agua en la RHA-1BC.

VAB (€)/m ³	VAB (€)/Empleo
2,22	31.270,68

Figura 6- Valor del PIB (VAB) por m³ de agua en la DHMS, (CHMS, 2015).

Productividad regional del agua (2008)			
Sector	PIB (millones de pesos) Precios 2003	Volumen de agua utilizada (hm ³)	Productividad \$/m ³
Primario	10 584.6	2 892.7	3.66
Secundario	82 263.5	290.8	282.89
Terciario	200 287.0	43.6	4 593.74
Total	293 135.1	3 277.1	90.84
Generación de energía eléctrica	14 874.0	199.0	74.74

Fuente: Elaborada con base en la información de México en Cifras y Censos Económicos 2009, INEGI, 2011 y Estadísticas del Agua en México, CONAGUA, 2010.

Figura 7- productividad regional del agua en la RHA-1BC, (CONAGUA, 2012).

MÉTODO

La productividad del agua se estima como la relación del beneficio económico que se obtiene en cualquier actividad en relación a la cantidad de agua utilizada menos los costos ambientales.

$$\begin{aligned}
 & \text{Productividad del agua} \left(\frac{\$}{m^3} \right) \\
 &= \frac{\text{Beneficio económico}(\$)}{\text{Cantidad de agua utilizada}(m^3)} - \text{costo ambiental} \left(\frac{\$}{m^3} \right)
 \end{aligned}$$

La Fig. 1 representa la idea con la cual se pretende obtener un incremento del PIB. El principio se basa en mantener una cierta producción agrícola para mantener el mismo ingreso económico, pero utilizando una menor cantidad de agua. La optimización del PIB se supone en aumentar la disponibilidad de agua para destinarla a otra actividad de otro sector que tenga un mayor valor equivalente por cada metro cúbico de agua.

$$\text{Agua extra disponible}(m^3) \times \text{Valor del agua} \left(\frac{\$}{m^3} \right) = \text{Incremento económico}(\$)$$

$$\text{Agua utilizada}(m^3) \times \text{Valor del agua} \left(\frac{\$}{m^3} \right) = \text{Producción económica}(\$)$$

Por una parte el valor del agua utilizada en el sector agrícola aumentaría por el hecho de utilizar menos agua para obtener el mismo ingreso económico. Si bien este fenómeno no aumenta el valor del PIB, pero proporciona una cantidad de agua extra que se puede destinar a una actividad en otro sector que tenga un mayor valor para el agua.



Figura 8- Idea de la propuesta para incremento del PIB al disponer más recurso hídrico. Elaboración propia.

Para calcular el PIB extra que se sumaría al actual, es por medio del cociente entre el incremento económico por el hecho de tener más agua para producir actividades económicas entre la población existente que sería constante al momento del cálculo.

$$\text{PIB extra} = \frac{\text{Incremento económico}(\$)}{\text{Población (Cápita)}}$$

El software de gestión del agua WEAP cuenta con herramientas de análisis y diseño para estudiar las variables relacionadas con el agua en la cuenca.

Se necesitan ciertos datos de las cuencas para iniciar las simulaciones de las cuencas en el software. Dentro de estos datos se encuentran climatológicos como precipitación y temperatura y otros de tipo sistema de información georreferenciada, la forma en la que se utiliza el agua dentro de la cuenca, los tipos de regadío en el sector agrícola y cuáles son los indicadores económicos como el PIB. Una vez que se conoce el estado actual de la cuenca, se puede iniciar con WEAP una serie de cambios en los tipos y eficiencias de los regadíos y entonces conocer los nuevos resultados en cuanto a la nueva eficiencia del uso del agua y las variaciones en los valores del PIB.

La información necesaria para iniciar el análisis ha sido buscada en los planes hidrológicos de cada cuenca que esta presentados en las secretarías correspondientes en cada gobierno así como en sus bases de datos (de México y España).

El método para lograr obtener una cierta cantidad de agua disponible para destinarla a una actividad de mayor valor para el agua, es por medio de una optimización en el riego agrícola. WEAP nos permite crear escenarios alternativos a partir de un escenario base. De esta manera podemos simular en tiempo y espacio variaciones de flujos de agua y actividades. A partir de un mapa con distritos de riego como uso del agua, sus consumos y variables climáticas a lo largo del año, se pueden modificar los coeficientes de riego para (ahorro de agua) y crear nuevas actividades de uso de agua (valor extra del agua ahorrada) y calcular así el incremento económico.



Figura 9- Proceso de análisis global. Elaboración propia.

RESULTADOS

En la siguiente figura se muestra un esquema similar al que WEAP utiliza. Se muestra el Río y en el escenario base los usos agrícolas iniciales. Después en el escenario alterno, se aplica una optimización en el riego a dos de los usos agrícolas con lo que se genera una cantidad de agua extra que es utilizada para generar dos nuevas actividades económicas que tienen un mayor valor monetario por cada metro cubico de agua que requieren, un uso industrial y uno de generación eléctrica. Se supone también que la cantidad de agua es constante en ambos escenarios y la producción agrícola también.

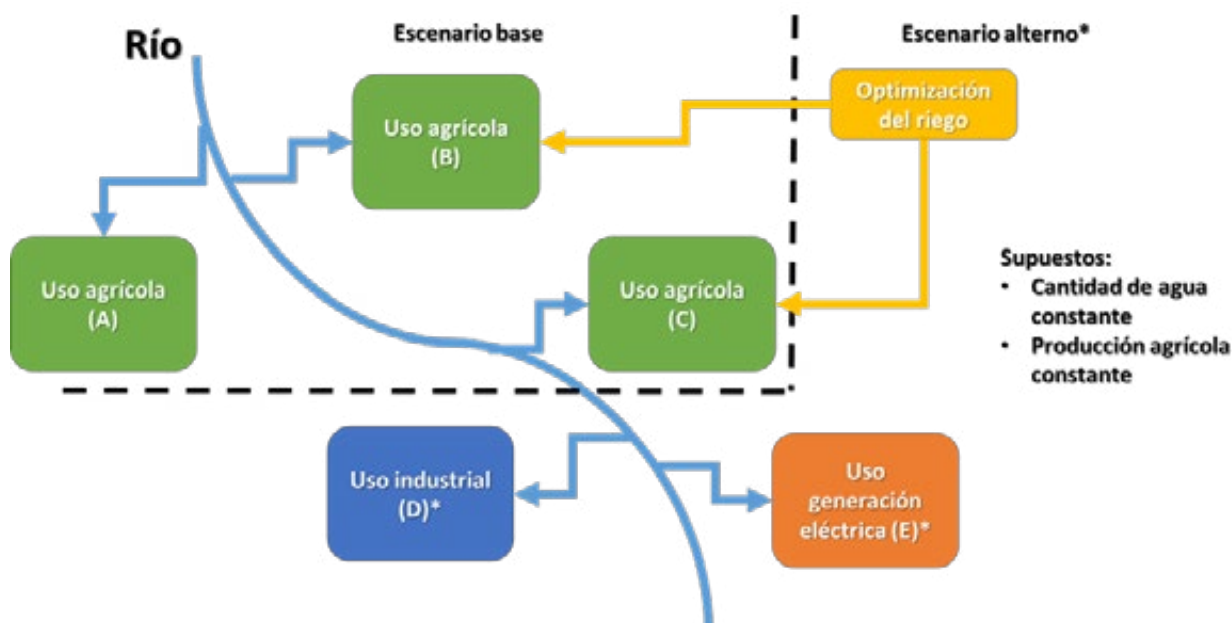


Figura 10- Esquema resultante entre el escenario base y el alterno. Elaboración propia.

El valor de la producción económica final del escenario alterno se calcula como la producción económica de los usos agrícolas iniciales (las cuales deberían mantenerse constantes) más los incrementos económicos surgidos de las dos nuevas actividades económicas.

$$\text{Producción económica final} = A + B^* + C^* + D + E$$

* Las actividades B y C tienen un decremento en la cantidad de agua utilizada, pero un aumento equivalente en el valor del agua. Estos cambios deberían mantener estable la producción económica.

DISCUSIÓN

La intención de este tipo de simulaciones es la de encontrar nuevas alternativas para aprovechar de manera sostenible los recursos naturales. En esta propuesta, se busca aumentar el valor del PIB que es el indicador con el que se mide la situación económica de una sociedad. Se entiende que una sociedad con un alto valor de PIB puede tener mayores recursos para desarrollar contribuciones y mitigaciones al medio ambiente.

También se puede ver este tipo de propuestas como una motivación para incentivar los recursos destinados a la eficiencia en el riego, pues en ambos países (México y España), los estudios previos del valor del agua en el sector agrícola muestran que es la actividad económica que menor valor al agua aporta y menor contribución al PIB genera. En la siguiente figura se muestra el resultado que se busca obtener, maximizar el valor del agua y con ello la economía general con el uso mínimo del agua.

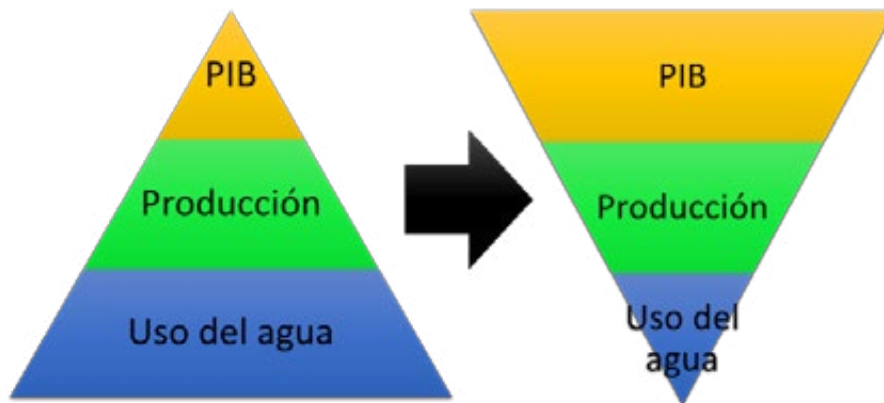


Figura 11- Resultado que se busca obtener. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

El sector agrícola es el mayor usuario de agua tanto en México como en España y también es el sector que tiene menor contribución al PIB. Esto motiva a buscar alternativas de solución para este uso del agua, que de manera social tiene una gran importancia pues es en donde se produce la alimentación para la sociedad. Por esto el manejo sostenible en cuencas se convierte en una preocupación de primera línea.

Las cuencas propuestas para la investigación representan el contraste entre la abundancia y escasez de agua. Se busca realizar este tipo de comparaciones entre cuencas por que se pueden presentar variaciones interesantes al momento de aplicar una misma solución al manejo del agua. De esta manera se podría generar un modelo robusto que nos permita tener una gama amplia en el análisis y toma de decisiones.

En el esquema resultante entre el escenario base y el alterno, se destinó el agua extra generada a un uso industrial que tenga como materia prima el agua para su producción y a un uso de generación hidroeléctrica que supone un uso no consuntivo. Ambas actividades extras propuestas suponen un mayor valor del agua por cada m³ y por lo tanto una mayor contribución al PIB.

Los escenarios alternos se pueden ajustar a las circunstancias de cada cuenca y de cada sociedad.

REFERENCIAS

- CHMS. (2015). Plan hidrológico del ciclo 2015-2021. Madrid: Confederación Hidrográfica del Miño-Sil.
- Comisión Nacional del Agua. (2015). Numeragua México, 2015. México, D.F.: Subdirección General de Planeación.
- CONAGUA. (2012). Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa I Península de Baja California. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAGUA. (2015). Estadísticas del Agua en México. México, D.F.: Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Planeación.
- INE. (2008). Cifras INE, Estadística del agua. Instituto Nacional de Estadística.
- INE. (2015). España en cifras 2015. Madrid: Instituto Nacional de Estadística.
- MAGRAMA. (2015). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Recuperado el 04 de 08 de 2016, de Sistema español de gestión del agua: <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/sistema-espaniol-gestion-agua/>

CARTELES/PÓSTERS RELACIONADOS

AVALIACIÓN DA CAPACIDADE DE CONSERVACIÓN DA VEXETACIÓN FORESTAL REMANENTE PARA A FAUNA EDÁFICA

Liñares V, Rodríguez T, Carral E, López E

Escola Politécnica Superior (EPS) Lugo. Campus Terra. Universidade de Santiago de Compostela (USC)
teresa.rodriguez@usc.es

RESUMEN:

Os cambios na composición e na estrutura da paisaxe, provocan a perda de especies, declinación das poboacións dalgunhas delas, e cambios na composición das comunidades bióticas. Sendo os agropaisaxes menos diversos que as paisaxes de bosques, poden reter una porción considerábel de diversidade biolóxica orixinal, particularmente se inclúe hábitats remanentes. Neste senso, as sebes cumpren un papel ecolóxico fundamental como refuxio de flora e fauna silvestre, ademais de ser imprescindible no manexo ecolóxico de calquera tipo de produción agraria.

O obxectivo desta investigación foi a avaliación da contribución á conservación mediante o estudo dos invertebrados do solo, ademais de determinar a capacidade de conservación das sebes respecto a dous factores: sebes rodeadas por cultivos de hortas e de praderías e sebes rodeadas por cultivos con diferentes manexos. Realizando diferentes índices de diversidade e equitatividade, así como analizando a diversidade β , chegouse a conclusión da importancia das sebes na conservación da fauna invertebrada, e que é posíbel unha avaliación inicial da diversidade mediante o nivel taxonómico de familias. A correlación dos parámetros físicoquímicos coa fauna invertebrada desvela que é esencial o estudo desta última, por tratarse dunha relación demasiado débil para poder empregar ambas variables como medidas subrogadas da capacidade de conservación dos hábitats estudados.

Palabras chave: conservación, diversidade biolóxica, sebes.

ENTOMOFAUNA AUXILIAR EN AGROECOSISTEMAS Y ECOSISTEMAS NATURALES

Vercher R, González-Cavero S, Domínguez-Gento A*

Instituto Agroforestal del Mediterráneo (IAM), ETSIAMN, Universidad Politécnica de Valencia; * Estació Experimental Agrària de Carcaixent (IVIA).

RESUMEN

Hay muy pocos estudios que analicen la presencia y abundancia de entomofauna auxiliar en los ecosistemas naturales y los comparen con los existentes en los agroecosistemas. Sin embargo, estos conocimientos son muy necesarios para avanzar en las estrategias de Control Biológico de Conservación de Enemigos Naturales.

Para profundizar en este tema se llevó a cabo un estudio, durante tres años, en un típico bosque mediterráneo que conserva aún, marginalmente, cítricos de antiguos cultivos (Paraje Natural de La Murta, Alzira, Valencia) y en fincas ecológicas situadas en la misma comarca (Alzira y Alcudia, Valencia).

El estudio se realizó sobre cítricos y setos mixtos compuestos de especies mediterráneas, tales como lentisco, aladierno, murta, madroño y durillo, recolectando los artrópodos mediante trampas cromáticas amarillas pegajosas, tanto en el agroecosistema cítrico y como en el ecosistema natural.

Los resultados indican que, en general, en los grupos estudiados, las especies mayoritarias son las mismas en ambos ecosistemas, lo que revela que dichas especies han sido capaces de adaptarse bien a especies vegetales y plagas introducidas, como es el cítrico y gran parte de sus plagas. Este es un bonito ejemplo de la resiliencia y capacidad de adaptación de los artrópodos a entornos nuevos y cambiantes.

Palabras clave: Entomofauna auxiliar, agroecosistema, cítricos, ecosistema forestal, setos mediterráneos, cítricos



COOPERATIVA MONTE CABALAR: ORGANIZACIÓN COOPERATIVA Y USOS GANADEROS TRADICIONALES PARA LA MEJORA DEL MONTE GALLEGO

Barreiro XL, Gantes M, Cano A

Asociación Estela Medioambiental, Escola de Capataces Forestais de Lourizán, Pontevedra. Arzobispo Malvar, 7, 1c, Pontevedra; acano.academic@gmail.com

RESUMEN:

En el año 2006 se constituyó la cooperativa Monte Cabalar, se unen 3.600 propiedades, de más de 1.000 propietarios. Un modelo de explotación silvopastoral de ganadería extensiva, compatible con el mantenimiento de la micro-propiedad de la tierra. La cooperativa Monte Cabalar agrupa más de 700 ha de monte, y se ubica en el municipio de A Estrada, interior de Pontevedra. Esta zona está muy afectado por el despoblamiento rural, en gran parte debido al régimen de minifundio, de baja rentabilidad. El abandono de tierras incrementa el número e incidencia de los incendios forestales, la secular emigración y el envejecimiento de la población rural.

Monte Cabalar es una referencia. Se crea, desarrolla y difunde el modelo cooperativista para la gestión de montes. Esta alternativa de Economía Social frena el deterioro ambiental, que tiene una manifestación clara en la ausencia de incendios forestales desde el cambio de modelo de explotación.

Los técnicos se han adaptado a la mentalidad de sus gentes, respetando y fomentando su identidad, experiencia y conocimientos, para el fomento del desarrollo rural endógeno. En Monte Cabalar el protagonismo lo asume la comunidad rural, con sus usos y conocimientos ancestrales. Monte Cabalar produce embutidos elaborados tradicionalmente, de razas autóctonas altamente adaptadas al medio, como el cerdo celta, caballo gallego de monte y la ternera caldelá.

Palabras clave: agrosilvopastorales, caballo gallego de monte, economía social, ganadería extensiva, incendios forestales.

AGROECOSISTEMAS Y PRÁCTICAS CULTURALES TRADICIONALES EN LAS MONTAÑAS SEPTENTRIONALES DE GALICIA, PERSPECTIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Calvo MS*, Díaz RA**

*Facultade Ciencias, Campus Lagoas-Marcosende s/n. Universidade Vigo
silvia.calvo@uvigo.es, paisaxe@gmail.com

**Escola Politécnica Superior (EPS) Lugo, Universidad de Santiago de Compostela (USC)
ramon.diaz@usc.es

RESUMEN:

Gran parte de los paisajes son culturales, puesto que su configuración, ecosistemas y comunidades son resultado de la interacción entre el ser humano y el medio a lo largo de los siglos. Dentro de la acepción de paisajes culturales, resultan de interés desde el punto de vista de la conservación, los paisajes agrarios "tradicionales", puesto que suelen albergar una mayor diversidad biológica, numerosos elementos culturales y son más heterogéneos que los intensivos. Así, en los últimos años se está promoviendo el reconocimiento y conservación de las denominadas zonas agrarias de alto valor natural (HNVF) caracterizadas por mantener una elevada proporción de vegetación semi-natural, formando mosaicos con tierras agrícolas de uso extensivo y elementos estructurales semi-naturales (e.g. "cómbaros" y "sebes"). En este estudio, caracterizamos los paisajes agrarios tradicionales de las montañas septentrionales, estudiamos su evolución reciente y sus principales direcciones de cambio y amenazas, así como analizamos los tipos de manejo que pueden contribuir a conservar la biodiversidad de este espacio de alto valor natural y cultural.

Palabras clave: biodiversidad, manejo de agroecosistemas, patrimonio cultural y natural.

INTRODUCCIÓN:

Gran parte de los paisajes del territorio europeo, de sus ecosistemas y comunidades, son resultado de la interacción continuada a lo largo de los siglos entre el ser humano y el medio. En épocas previas a la industrialización, la supervivencia humana dependía de su capacidad de adaptación a su entorno inmediato y de aprovechamiento de los recursos naturales inmediatos. La co-evolución del ser humano y su entorno supuso que en gran parte de Europa fuesen desapareciendo progresivamente los paisajes naturales y su sustitución por paisajes culturales. Esta culturización de los paisajes ha sido gradual, evolucionando en un principio lentamente y de forma más rápida en épocas más recientes en función del desarrollo tecnológico. Previo a la aparición de la agricultura, puede afirmarse que la existencia humana dependía del devenir de las fuerzas naturales, siendo escasa su capacidad de transformación del territorio. Al iniciarse la actividad agraria en el neolítico, el ser humano comienza influir de forma determinante en el medio para poder adaptarlo a sus necesidades. En consecuencia, la composición, estructura y dinámica de muchos ecosistemas, resultan de la interacción de fuerzas naturales y culturales. Durante los procesos de deforestación mediante el uso del fuego se trató de crear y mantener espacios abiertos, en un principio para facilitar la caza, y posteriormente para la ganadería y los cultivos agrícolas. Así fueron creándose paisajes muy heterogéneos que incluían hábitats tales como prados, campos de cultivo en los que se incluía el cultivo de cereales como el trigo (*Triticum* spp.) y Centeno (*Secale* spp.), viñedos (*Vitis* spp.), matorrales y pastizales. En estos paisajes culturales, el grado de intervención humana es tan influyente que determina la naturaleza de muchos de sus hábitats y por tanto la supervivencia de sus especies características (Krzywinski, 2007). Estos paisajes previos al periodo industrial, reciben la denominación de paisajes agrarios tradicionales, suelen ser más heterogéneos y albergar una rica diversidad biológica. A partir de la segunda mitad del siglo XX se ha generalizado la expansión de paisajes agrarios de carácter intensivo, así como nuevos paisajes como por ejemplo los de carácter industrial, propios de las sociedades industrializadas. En estos últimos, los avances tecnológicos permiten nuevos usos independientes de la vocación del territorio y de la durabilidad de los recursos naturales, poniendo en evidencia la capacidad transformadora del medio del ser humano.

Por su interés para la conservación de la biodiversidad y del patrimonio cultural, es importante conocer, proteger e incluso recuperar paisajes agrarios tradicionales. Este tipo de paisajes pueden caracterizarse desde una perspectiva holística a partir de los siguientes aspectos (Antrop, 1997; Calvo Iglesias, 2005):

- La composición, configuración espacial y funciones del ecosistema agrario
- Las técnicas tradicionales de manejo (técnicas de cultivo y explotación)
- La presencia de elementos estructurales vertebradores del espacio (muros, terrazas, setos)
- La configuración espacial de los asentamientos humanos y de la trama de infraestructuras asociadas
- El patrimonio cultural material e inmaterial (historia, conocimiento local, tradiciones orales, microtoponimia...)

En cuanto a su carácter de ecosistemas agrarios o agro-ecosistemas, se definen por la presencia constante de la intervención humana sobre el medio, si bien ésta puede presentar diferentes pulsaciones en su intensidad dependiendo de las circunstancias históricas y ambientales. Pueden definirse como una asociación dinámica de cultivos, pastos, ganadería, fauna y flora asociada, atmósfera, suelos y agua (<http://glossary.eea.europa.eu>). Desde la óptica ecológica de los flujos de materia y energía, los agro-ecosistemas pueden recibir aportes de energía derivada de combustibles fósiles, como es el caso de la mecanización de las tareas agrícolas o de la energía procedente del trabajo animal o humano. Esto contrasta con los ecosistemas naturales donde la energía procede exclusivamente del sol de forma directa o indirecta, lo que puede ser empleado como criterio para determinar el grado de naturalidad de los agro-ecosistemas en función del tipo e importancia de los aportes energéticos externos. La biodiversidad en estos ecosistemas está determinada en buena parte por procesos de selección artificial modulados por procesos de selección natural. La consecuente evolución artificial persigue la obtención de un reducido número de especies dominantes en el agro-ecosistema, de interés económico y que constituyen el foco de la mayoría de flujos de nutrientes y energía, sin excluir una rica diversidad específica y genética acompañante. Así, la diversidad biológica dentro del agro-ecosistema depende no sólo de sus características intrínsecas, sino que también depende del paisaje del cual forma parte, identificándose cuatro factores condicionantes (Altieri, 1999):

- La diversidad de vegetación dentro y alrededor del agro-ecosistema
- La existencia de diferentes tipos de cultivo dentro del agro-ecosistema
- La intensidad de manejo
- El grado de aislamiento del agro-ecosistema respecto a los ecosistemas naturales

Por otra parte, los paisajes agrarios tradicionales se caracterizan por un uso integral del territorio, bien mediante usos agrarios extensivos o de bajos aportes de nutrientes, como es el caso de los sistemas agro-silvopastorales extensivos, o mediante usos de carácter más intensivo (Bignal e McCracken, 1996, Sancho Comíns *et al.*, 1993, Plieninger *et al.*, 2006), si bien por su origen pre-industrial el nivel de recursos tecnológicos es bajo y su eficiencia productiva es limitada. Se trata de sistemas con una elevada sostenibilidad ecológica al demandar relativamente pocos aportes de materia y energía, que se emplean y reciclan de forma muy eficiente, siendo escasos los residuos generados (Bignal e Mc Cracken, 1996). Por lo general su eficiencia económica ha sido escasa, si bien teniendo en cuenta su valor ambiental y la calidad de sus productos, en la actualidad podrían integrarse en sistemas productivos que promuevan la sostenibilidad como la producción integrada o la producción ecológica, lo que podría mejorar este aspecto.

En cuanto a su configuración espacial, el paisaje agrario tradicional mantiene típicamente una estructura con un elevado porcentaje de elementos naturales y seminaturales, junto a otros elementos antrópicos organizándose en patrones complejos, permitiendo una diversidad de condiciones ambientales en territorios reducidos y en última instancia una elevada diversidad de hábitats y especies. En este sentido, en muchos casos los paisajes agrarios tradicionales se corresponden con los denominados sistemas agrarios de alto valor natural (High Nature Value Farmland, HNVF) por compartir características tales como una actividad agraria de baja intensidad, diversidad de usos del suelo, abundancia de elementos naturales y seminaturales y en definitiva por albergar hábitats y especies de gran valor para la conservación (Keenleyside *et al.*, 2014). Constituyen además un claro ejemplo de paisajes multifuncionales, que suministran diversos servicios ecosistémicos, tanto de provisión como de regulación y culturales (sensu CICES, Haines-Young y Potschin, 2013).

Uno de los ejemplos más claros de paisaje agrario tradicional con un alto valor para la conservación de la biodiversidad es el bocage (Bouhier, 1979) en ámbito de las Sierras Septentrionales de Galicia. Constituye además un ejemplo de paisaje amenazado por diferentes factores de cambio que cuestionan su continuidad. En este estudio, caracterizamos este paisaje desde una perspectiva holística, analizando los tipos de manejo que pueden contribuir a conservar la biodiversidad de este espacio de alto valor natural y cultural. Así mismo, se propondrán una serie de medidas de manejo agronómico y forestal basadas en las prácticas culturales identificadas en este estudio como beneficiosas para la sostenibilidad de los agroecosistemas de las Montañas Septentrionales de Galicia.

MATERIAL Y MÉTODOS:

El área de estudio se centra en las Montañas Septentrionales de Galicia, localizadas en el cuadrante NW de la Península Ibérica, próximas al litoral Cantábrico en tierras de la Mariña lucense (Fig. 1). Estas Montañas agrupan sistemas montañosos como la Serra do Xistral, Serra da Carba, Serra da Toxiza y Macizo de Monseibane que en algunas cumbres alcanzan los 1000 m de altitud y que son cabecera de ríos Cantábricos (Masma, Ouro, Landro y Sor) así como del río Miño y Eume. En la figura nº1 se muestra la localización del área de estudio, así como los límites de los espacios incluidos en la Red Natura 2000: los ZEC Sierra del Xistral, Río Landro, Río Ouro y ría de Foz-Masma.

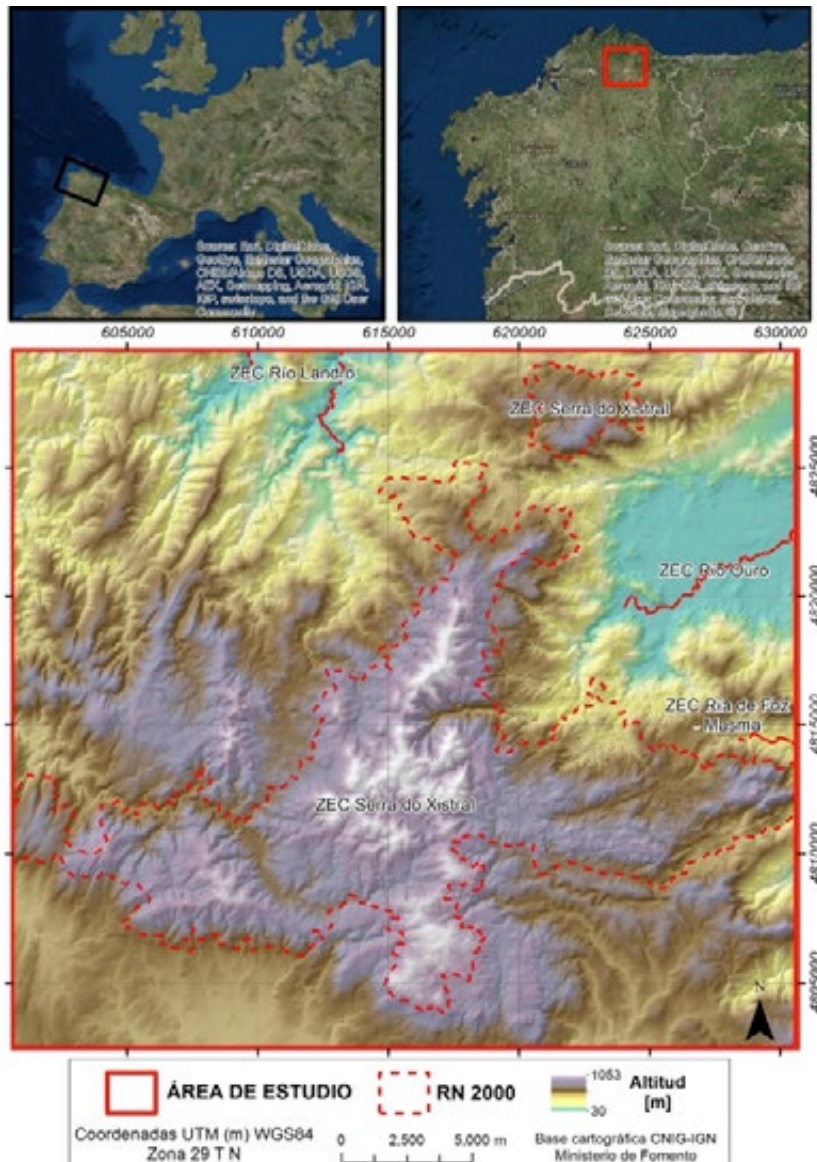


Figura 1. Localización del área de estudio, altimetría y límites de los espacios de la Red Natura 2000

A diferencia de otros territorios de la región, en las que la vegetación potencial son los bosques de roble y otras frondosas, el límite del bosque en estas montañas no supera los 600-700 m de altitud, debido a la exposición a vientos y condiciones climáticas hiper-húmedas. Los condicionantes ambientales han propiciado la ocurrencia en sus cumbres de las turberas de cobertor más meridionales en Europa, siendo también destacable la presencia de otros hábitats de carácter marcadamente oceánico como son los brezales húmedos y otros tipos de turberas ácidas (Izco Sevillano *et al.* 2001).

Partiendo de una aproximación holística a la caracterización del paisaje, en este estudio se integran información histórica consultada en el Catastro de Ensenada (MEC, 2016), una revisión bibliográfica de estudios históricos y ambientales en esta área, y trabajos previos realizados por los autores que aportan datos concretos sobre el conocimiento local y con un análisis cartográfico de imágenes aéreas recientes e históricas, así como de imágenes de satélite (Calvo Iglesias, 2005 y Díaz Varela, 2005). Esto nos ha permitido caracterizar el paisaje de bocage, en cuanto a su configuración espacial y funcional, sus prácticas de manejo tradicionales, la relevancia ambiental de su agro-ecosistema y su dinámica reciente. A partir de estos resultados hemos discutido las perspectivas de conservación de sus valores ambientales y culturales en el marco legislativo actual.

RESULTADOS:

El agro-ecosistema de bocage en las Montañas Septentrionales de Galicia y su evolución

Desde el punto de vista de la organización del sistema agrario Bouhier (1979) caracterizó principalmente como "bocage" la configuración del paisaje agrario tradicional en las Sierras Septentrionales de Galicia, señalando su semejanza con los paisajes de la Bretaña francesa. Este paisaje agrario o agro-ecosistema, se caracteriza por ocupar un territorio poco poblado, con entidades de población de pequeño tamaño o caseríos muy dispersos, cuyas casas, hórreos y huertos anexos ("eixidos" o "circundados") están rodeados por setos que les protegen del viento, conformando el denominado "curral". El territorio aparece muy compartimentado, conformando un mosaico de teselas de parcelas de labradío, praderas, zonas arboladas más o menos dispersas y amplias extensiones de matorral y otras formaciones no forestadas. Los setos constituían un elemento estructural fundamental en este paisaje, pues además de proteger el espacio habitado, separaban el espacio agrícola del monte, y delimitaban parcelas de labradío, prados e incluso parcelas dentro de las vastas áreas de matorral. Con frecuencia los setos tenían como especies principales *Salix* sp. y *Crataegus* sp., en menor medida *Betula* sp., *Quercus* sp., *Alnus* sp. y *Fraxinus* sp., y también *Cytisus* sp., *Genista* sp., *Ulex* sp. en las áreas de monte. Los setos entorno a las viviendas incluían también especies perennifolias como *Prunus laurocerasus* o *Buxus sempervirens*. De forma similar a otras áreas de Galicia también se empleaban muros de piedra con frecuencia para delimitar propiedades. En el monte había parcelas cerradas unas veces con setos de matorral o incluso con cierres de piedra, que en el Catastro de Ensenada (siglo XVIII) figuran como montes cerrados de particulares, y que nuestros informantes locales relatan en algunos casos leyendas sobre su cierre para así hacer efectivo su apropiación del monte común. Según el Catastro de Ensenada, en este territorio había también sotos, bosques y fragas del común, así como dehesas de particulares y dehesas reales.

Si bien es difícil datar la antigüedad de este paisaje agrario tradicional, mediante el Catastro de Ensenada es posible confirmar esta configuración en algunas parroquias de esta área en el siglo XVIII puesto que a las preguntas del interrogatorio nº6 a nº8 sobre la presencia de árboles frutales, tipos y su localización, aparecen reflejados entre otros, sauces, abedules y robles, señalándose su presencia en huertas, tierras de sembradura, montes, prados, y que se plantaban "en la inmediación de las casas, márgenes de las tierras y extendidos en ellas".

Manejo tradicional del agro-ecosistema

El agro-ecosistema de bocage, se caracterizaba por un uso integral del territorio aprovechando los recursos disponibles, pudiendo distinguirse tres grandes tipos de áreas, desde una perspectiva funcional según los recursos empleados y su manejo, y que siguiendo la nomenclatura clásica recibían la denominación de ager, saltus y silva (Whited *et al.* 2005).

El ager correspondía a los espacios dedicados a cultivo de forma más o menos permanente, incluyendo huertas, "cortiñas", "liñeiras", "nabais", prados y en general el labradío. El Catastro de Ensenada indica la predominancia de rotaciones bienales de centeno barbecho en el siglo XVIII, evolucionando en el siglo XIX a rotaciones de cereal (trigo o centeno) con patatas y nabos según los datos del Diccionario Madoz (Bouhier, 1979). Esta última rotación todavía estaba presente en la década de 1950-60 según los informantes locales (Calvo Iglesias *et al.*, 2007). En algunos casos, con el fin de recuperar la fertilidad de la tierra se alternaba la producción de cereal con el cultivo de tojo y retamas, que posteriormente se cortaban para leña. Estas especies también eran objeto de cultivo único en sí mismas en las denominadas toxeirias y xesteiras, pero la localización de estos cultivos solía ser en parcelas próximas al monte o en el monte. La importancia del tojo como cultivo ha pervivido hasta épocas recientes, siendo significativa la venta de su semilla a precio elevado en los mercados de la zona.

El saltus, terreno inculto que en Galicia se conoce como monte, correspondía al área principalmente dominada por vegetación herbácea y arbustiva, con presencia o no de arbolado. Este ha sido un elemento fundamental en el sistema agrario pues proporcionaba pasto, leñas, cama para el ganado y material para la elaboración de estiércol, carbón vegetal y cultivos esporádicos de cereal (Bouhier, 1979). La ganadería extensiva, es un uso tradicional de estas montañas que se mantiene desde tiempos ancestrales (Saavedra, 1985). En los años 1950-60 cada hogar solía podía tener una o dos vacas (o más dependiendo de las tierras disponibles), cerdos, ovejas, cabras y caballos.

La mayoría de la cabaña equina pastaba libremente en el monte todo el año, siendo agrupada para su rapa, marcaje y venta en el verano (Saavedra, 1985). Esta práctica ancestral se ha recuperado como fiesta turística "A rapa das bestas" en lugares como Candaoso (Viveiro) y Campo do Oso (Mondoñedo). Reflejo de la importancia de la cabaña ganadera equina en estas montañas, desde el siglo XII se celebra en Mondoñedo una feria ganadera y fiesta conocida como "As San Lucas". A diferencia de la cabaña equina, el resto de ganado no solía pacer en libertad. De hecho, una práctica consistía en conducir al ganado para que aprovecharse el pasto en los caminos y lindes de las fincas, y su presencia en el saltus solía ser mediante vigilancia organizada entre los vecinos o con pastores.

En lo que respecta al cultivo de cereal en el monte, su obtención implicaba la roza de la vegetación que se dejaba secar varios meses, la cava y formación de terrones que después eran quemados en verano para servir de fertilizante y así proceder a sembrar el cereal en septiembre-octubre. Según la calidad de la tierra se podían obtener una o dos cosechas de cereal, generalmente centeno en las zonas más altas, pero también en combinación con trigo y avena. Transcurridos uno o dos años se dejaba regenerar el matorral un cierto periodo de tiempo. Esta práctica conocida como "roza" o "estivada" era frecuente en toda Galicia y su origen se remonta por lo menos al periodo medieval (Balboa, 1990, Ríos Rodríguez, 1997, Saavedra, 1985). El monte podía ser también ser objeto de quema para la regeneración del pasto, en cuyo caso los informantes locales decían que había que realizar dicha práctica en el periodo invernal. En la década de los 1950-60 todavía era una práctica muy frecuente, pero a finales de esa década se prohibió coincidiendo con las primeras repoblaciones del Patrimonio Forestal. Esta prohibición afectó también al uso ganadero, al provocar restricciones en el acceso a los montes para que el ganado no dañase las repoblaciones.

Según los datos del Catastro de Ensenada los montes cerrados de particulares proporcionaban pasto y tojo, y con frecuencia se quemaban y cavaban (denominándose "roza" o "estivada") para obtener un cultivo temporal de centeno en función de su calidad, "rompiéndose" cada 20 o 30 años, periodos orientativos que difieren por parroquias. Los montes abiertos según Ensenada se aprovechaban por su pasto, se obtenían cultivos temporales de centeno por "roza" cada 30, 40 o 60 años, y en algunos casos por su baja calidad para la producción se identificaban como "inútiles por naturaleza", declarando a continuación que no producían ningún fruto.

En las montañas septentrionales, sotos y masas boscosas más o menos manejadas configuraban el área denominada como silva. Los sotos de castaño han estado muy presentes en esta zona, al igual que en el resto de Galicia, hoy han prácticamente han desaparecido en esta área debido a las enfermedades de la tinta y el chancro, y a su sustitución por otras especies forestales de crecimiento rápido. Los informantes locales,

recuerdan su uso en la década de los años 1950-60, principalmente para fruto, aunque también se empleaba para obtener madera de carpintería, leña, carbón e incluso sus hojas se podían emplear para cama del ganado (Calvo Iglesias *et al.*, 2007). Los bosques eran también objeto de aprovechamiento, fundamentalmente leña y madera. Estos usos tradicionales aparecen recogidos en los interrogatorios del Catastro de Ensenada, por ejemplo, cuando se indica que los bosques y fragas del común eran podados cada doce años para extraer leña.

Importancia ambiental del agro-ecosistema de bocage

Una significativa parte del territorio de las Sierras Septentrionales de Galicia ha sido incluida en diferentes espacios protegidos (cf. Figura 1) merced a la presencia de importantes elementos (hábitats y especies) de importancia para la conservación de la biodiversidad (Izco Sevillano *et al.*, 2001; Rodríguez Guitián *et al.*, 2009; Ramil Rego *et al.*, 2008; Ramil-Rego *et al.*, 2011; Ferreiro da Costa *et al.*, 2013).

Así, el saltus o monte, definido por los espacios no cultivados (o antiguamente cultivados ocasionalmente) constituyen un elemento de suma relevancia. Dadas las particulares condiciones ambientales y actividad humana histórica en las Sierras Septentrionales de Galicia, gran parte de la superficie localizada en los terrenos de monte se configura como un complejo mosaico de matorrales (tanto secos como húmedos) y humedales de carácter turbófilo de gran valor para la conservación de la biodiversidad. Así, varias de las formaciones de matorral más características del área se corresponden con hábitats de interés (e.g. brezales secos europeos) o de interés prioritario (e.g. brezales húmedos atlánticos de zonas templadas de *Erica ciliaris* y *Erica tetralix*) según la Directiva 92/43/CEE (Directiva Hábitats) e incluidos en espacios de la Red Natura 2000 en Galicia. Igualmente, una importante superficie estaría ocupada por hábitats de carácter turbófilo como turberas altas, mires de transición o turberas de cobertor, constituyendo las Sierras Septentrionales de Galicia la más amplia representación de estas últimas en la Península Ibérica. Muchas de estas formaciones albergan una elevada diversidad de especies dependientes de medios abiertos (particularmente aves, como señala Wilson *et al.*, 2009) o bien vinculadas a las condiciones higró-turbófilas que caracterizan los citados mosaicos como los musgos del género *Sphagnum*, anfibios como la lagartija de turbera (*Lacerta vivipara*) o mariposas endémicas de estas sierras del género *Erebia*.

Dentro de las formaciones arbóreas aprovechadas e integradas en los esquemas agro-silvo-pastorales de aprovechamiento de este paisaje se encuadran también hábitats y especies de gran interés para la conservación. Se ha citado anteriormente el declive y la práctica desaparición de los bosques de castaño, considerados como hábitats de interés por parte de la Directiva Hábitats, sin embargo se conservan amplias superficies de otros tipos de bosques igualmente considerados de interés para la conservación, como los robledales galai-co-portugueses con *Quercus robur* y *Quercus pyrenaica* de los cuales se conservan aún importantes masas forestales distribuidos por muchos de los fondos y laderas de valles de las Sierras. De forma más puntual aparecen otros bosques secos con requerimientos ambientales más específicos, como las acebedas (bosques de *Ilex aquifolium*) consideradas como hábitat de interés o los bosques de laderas, desprendimientos o barrancos del Tilio-Acerion considerados como de interés prioritario. En ambientes húmedos son frecuentes los bosques de ribera (bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior*) y con carácter más puntual aparecen representaciones de turberas boscosas, considerados ambos como de hábitats interés prioritario por la Directiva. Estos medios forestales tienen un papel clave en la supervivencia de diversas especies de gran interés para la conservación, desde plantas consideradas como reliquias de periodos de clima tropical (e.g. los helechos *Woodwardia radicans* o *Vandenboschia speciosa*) a especies de invertebrados como la babosa *Geomalacus maculosus* o diferentes especies de quirópteros y aves.

En el ager, los prados de siega seminaturales, integrados por especies autóctonas y con una escasa aportación de fertilizantes, son considerados como hábitats de interés para la conservación por la Directiva 92/43/CEE. Estas formaciones constituyen el hábitat de especies vegetales de interés para la conservación, como determinadas especies de narciso (e.g. *Narcissus pseudonarcissus* ssp. *nobilis*) u orquídeas (E.g. *Spiranthes aestivalis*). También cabe destacar que el espacio cultivado sometido a determinados sistemas de rotaciones de cultivo, es también un elemento vital para la conservación de poblaciones de determinadas especies, particularmente

aves como la codorniz (*Coturnix coturnix*), incluidas en diferentes anexos de la Directiva Europea 79/409/CEE relativa a la conservación de las aves silvestres. En este sentido, otras especies de aves esteparias, así como aves granívoras en general, dependen directamente de la existencia de campos de cultivo de cereales.

La presencia de una red o entramado de setos arbustivos y arbóreos en el paisaje, posee no sólo valor cultural sino ambiental, ya que éstos son importantes elementos de conectividad funcional para las diferentes especies, proporcionando refugio a polinizadores y siendo el hábitat de muchas especies depredadoras de plagas. Igualmente, los setos y bosquetes son claves para la nidificación de especies de aves amenazadas y para la supervivencia de invertebrados como los lepidópteros. Desde el punto de vista de los servicios ecosistémicos proveen servicios de aprovisionamiento (e.g. leña), servicios de regulación (e.g. regulación del ciclo del agua, control de la erosión del suelo) y culturales (e.g. apreciación estética).

Evolución reciente del agro-ecosistema de bocage

Se observa que el paisaje actual mantiene los setos como elementos estructurales característicos, conservándose además la configuración espacial en mosaico y los diferentes hábitats. Su carácter más extensivo de manejo, en comparación con otros paisajes tradicionales, ha sin duda contribuido a amortiguar los efectos del intenso proceso de despoblación rural de la segunda mitad del siglo XX. En términos generales, el envejecimiento demográfico, la intensificación de la actividad agraria, y los nuevos usos industriales de producción energética (parques eólicos) son sus principales factores de cambio. Los problemas ocasionados por los incendios catastróficos son menos frecuentes que en otras áreas y de menor impacto, pero su riesgo no se debe obviar.

En cuanto a la presencia de setos, se observa que con frecuencia son de mayor tamaño y grosor, respecto a los años 1956-57, lo que puede ser explicado por un abandono o menor intensidad de gestión de los mismos (Calvo Iglesias *et al.*, 2009). Se encuentran también ejemplos de creación de nuevos setos, así como su total eliminación por reforestación con especies de crecimiento rápido, por conversión a cultivos forrajeros y praderas artificiales de mayores dimensiones, o por abandono de la parcela que en primera instancia es colonizada por matorral y posteriormente evoluciona a arbolado (Calvo Iglesias *et al.*, 2006, Calvo Iglesias *et al.*, 2010). Además, se han añadido otros sistemas de cerramiento además de los tradicionales setos o muros, como alambradas con pastores eléctricos. De forma puntual en algunas zonas se han realizado cierres con setos de coníferas alóctonas.

En cuanto a las prácticas de manejo, el ager mantiene su configuración y vocación de producción de cultivos, si bien se observa abandono de tierras agrícolas y prácticamente han desaparecido las rotaciones de cultivo tradicionales con cereal en los últimos años, simplificándose a la alternancia de patatas y nabos, y con frecuencia siendo sustituida por pasto y cultivos forrajeros, para proporcionar alimentación al ganado. Estos últimos cultivos son reflejo del cambio de orientación productiva hacia una especialización e intensificación de la producción ganadera frente a un sistema autárquico de subsistencia con agricultura de autoconsumo y ganadería extensiva. La continuidad puntual de las rotaciones tradicionales podría estar relacionada con el apego a las tradiciones, perpetuando además otras prácticas ancestrales como el manejo y aprovechamiento de los árboles en seto. El cultivo de tojos y más frecuentemente de retamas puede encontrarse de forma puntual para obtención de leñas, si bien estas especies siguen estando muy presentes como matorral de forma espontánea.

El abandono de los prados de siega se traduce en cambios en su estructura y composición específica, con el incremento de inestabilidad y desencadenamiento de procesos erosivos en las zonas de fuerte pendiente y, en muchos casos eventualmente su forestación con especies alóctonas de crecimiento rápido o bien simplemente su evolución hacia formaciones de matorral o arboladas merced a la sucesión natural. En los medios agrícolas las poblaciones de las aves se ven amenazadas por fenómenos tales como la intensificación e industrialización de los cultivos, la eliminación de los períodos de barbecho en las rotaciones, el empleo de fertilizantes inorgánicos y biocidas, etc. (García *et al.*, 2007).

En cuanto al manejo del saltus o monte, todavía se realiza, a pequeña escala, la siega o roza de matorral para elaborar estiércol, y el aprovechamiento ganadero sigue siendo de gran importancia en el área. No

obstante, existe una tendencia a la intensificación de esta última actividad, incrementándose el número de cabezas de ganado, transformando tierras de labradío y áreas de matorral en praderas artificiales. Su extensión se ha ampliado en algunos casos por el abandono de las áreas de cultivo, y en otros reducido, por la comentada transformación a pastizales, pero también por su forestación con especies productoras y la implantación de parques eólicos (Calvo Iglesias *et al.*, 2009). La persistencia de los matorrales y humedales turbófilos con alto valor para la conservación de la biodiversidad se ve además amenazada por factores como el cambio climático global, que actúan a largo plazo y de consecuencias difícilmente previsibles. Existen además otros factores de consecuencias inmediatas tales como el abandono de la actividad agraria, el incremento de riesgo de incendio, el sobrepastoreo, la implantación de praderas artificiales, las repoblaciones forestales o los parques eólicos. Estas actividades derivadas de cambios radicales en los esquemas de aprovechamiento del territorio degradan, fragmentan y mismo destruyen estos elementos del paisaje (Izco Sevillano *et al.*, 2001; Izco Sevillano *et al.*, 2006; Ramil Rego *et al.*, 2008; Ramil-Rego *et al.*, 2011; Ferreiro da Costa *et al.*, 2013; Gómez-Orellana *et al.*, 2014) y contrastan fuertemente con actividades tradicionales sostenibles como el pastoreo extensivo que permitieron su persistencia hasta tiempos recientes.

El manejo de la silva o espacio arbolado actual supone principalmente su aprovechamiento para leña y extracción de madera, puesto que el aprovechamiento de fruto en sotos de castaño y otros bosques se ha reducido drásticamente. Por otra parte, las formaciones arboladas con *Quercus* spp. se han visto también reducidas en extensión por el efecto de talas y su sustitución por otras especies de crecimiento más rápido como *Pinus* spp. y *Eucalyptus* spp. Igualmente, se ha incrementado la superficie arbolada con este tipo de especies por forestación de tierras agrarias y de monte (Calvo Iglesias *et al.* 2007). En los últimos años, con el fin de evitar la desaparición de los robledales, se han incrementado las restricciones sobre su explotación forestal.

Discusión y conclusiones: Perspectivas para la conservación

Anteriormente, hemos intentado resumir las principales características del agro-ecosistema de bocage, de las prácticas ancestrales de manejo, su interés para la conservación de la biodiversidad, así como su dinámica reciente. Nos encontramos pues ante un agro-ecosistema de gran valor natural y cultural, y que hasta el momento presenta cierta resiliencia a los factores de cambio, pero es necesario tomar medidas para asegurar su continuidad en un futuro.

En este sentido, la progresiva incorporación de aspectos medioambientales en las diferentes políticas, constituye un marco favorable hacia su conservación. Destacaremos, que en los últimos años desde el ámbito europeo se promueve la conservación de sistemas agrarios de alto valor natural (High Nature Value Farming), por crear y mantener hábitats de importancia para la biodiversidad en Europa, desde hábitats seminaturales (típicamente con elevada diversidad de especies y comunidades únicas de especies) y hábitats menos naturales pero que sirven de refugio a especies que necesitan hábitats agrícolas. Muchos de estos hábitats y especies son escasos o están en declive, por lo que también son objeto de medidas de conservación en cumplimiento de la Directiva Hábitat y de Aves (IEEP y EFNCP, 2014). Dirigidos a la conservación de sistemas agrarios de alto valor natural se está desarrollando en el ámbito europeo un indicador agro-ambiental de HNV para el seguimiento de los efectos de la Política Agraria Común, y también se han comenzado a promover medidas de financiación de acciones para la conservación y gestión de estos sistemas HNV en los Programas de Desarrollo Rural 2007-2013 y 2014-2020, con el fin de restaurar, preservar y mejorar la biodiversidad, los sistemas agrarios de alto valor natural, así como el estado de los paisajes europeos. En su implementación en la comunidad gallega, el PDR 2014-2020 incluye en sus prioridades restaurar, conservar y mejorar los ecosistemas relacionados con la agricultura y la silvicultura. Dentro de las medidas propuestas encontramos el desarrollo de proyectos para la mejora del paisaje rural tradicional y mantenimiento de las condiciones ambientales necesarias dirigidas a la conservación o recuperación de especies relacionadas con el medio agrario y sus hábitats (...), así como la conservación y puesta en valor del patrimonio natural y cultural de las zonas rurales (...).

El desarrollo de medidas efectivas en este sentido, exige en primer lugar, comenzar por promover el estudio de las características del paisaje rural tradicional, identificando sus valores y servicios ecosistémicos, y en particular fomentar la investigación sobre el funcionamiento del agro-ecosistema y la influencia de las prácticas

culturales sobre el mismo. Este conocimiento necesita además ser divulgado a todos los niveles, no solamente en el ámbito político y de la administración, pero también en el sector agrario, puesto que los agricultores han sido y son actores fundamentales en la gestión del territorio, y por lo tanto en la conservación del agro-ecosistema.

Además, sería deseable que las medidas de desarrollo rural pudiesen ser específicas a nivel de agro-ecosistema, y así diseñar estrategias de conjunto para los agentes implicados en la gestión del paisaje. Esto permitiría por ejemplo agrupar a agricultores y selvicultores que contribuyan a la conservación de un determinado agro-ecosistema bajo un mismo sello o denominación, favoreciendo la visibilidad y reconocimiento de su papel en la gestión ambiental.

Finalmente, teniendo en cuenta los valores ambientales y culturales del agro-ecosistema de bocage sería necesario plantear una serie de actuaciones que promuevan su continuidad, y por ende, la preservación y restauración de su patrimonio natural y cultural, articuladas en cinco grandes ejes (Calvo Iglesias *et al.*, 2010):

- Conservación de la estructura espacial en mosaico, que mantenga una elevada proporción de elementos naturales y seminaturales.
 - Continuidad y recuperación de los setos arbustivos y arbolados de especies autóctonas.
 - Recuperación y difusión del conocimiento local sobre prácticas sostenibles (pastoreo extensivo, producción de estiércol, aprovechamiento de leñas...)
 - Investigación y aplicación sobre las técnicas de manejo tradicional más adecuadas, y el grado de manejo asumible (e.g. pastoreo extensivo) para aunar criterios productivos y de conservación de la biodiversidad, según el tipo de hábitat.
 - Restauración de áreas degradadas por procesos erosivos derivados de una gestión deficiente del territorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Altieri, M. A. 1999: The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74: 19-31.
- Antrop, M. 1997. The concept of traditional landscapes as a base for landscape evaluation and planning. The example of Flanders Region. *Landscape and Urban Planning*, 55 (3): 163-173.
- Balboa, X., 1990. O monte en Galicia. Edicións Xerais de Galicia, Vigo.
- Bignal, E.M., McCracken, D.I. 1996. Low-Intensity Farming Systems in the Conservation of the Countryside. *The Journal of Applied Ecology*, 33: 413-424.
- Bouhier A. 1979. La Galice : Essai géographique d'analyse et d'interprétation d'un vieux complexe agraire. La Roche sur Yon: Imprimerie Yonnaise, Université de Poitiers.
- Calvo Iglesias, M.S. 2005. Characterization and dynamics of the cultural landscapes in Galicia with GIS and remote sensing for planning and management. Application in a northern area of the province of Lugo (NW Spain). Tesis doctoral Cd-rom, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Santiago de Compostela.
- Calvo-Iglesias, M. S., Fra-Paleo, U., Crecente-Maseda, R., & Díaz-Varela, R. A. 2006. Directions of change in land cover and landscape patterns from 1957 to 2000 in agricultural landscapes in NW Spain. *Environmental Management*, 38(6), 921-933.
- Calvo-Iglesias, M. S., Fra-Paleo, U., & Diaz-Varela, R. A. 2009. Changes in farming system and population as drivers of land cover and landscape dynamics: The case of enclosed and semi-openfield systems in Northern Galicia (Spain). *Landscape and Urban Planning*, 90(3-4), 168-177.
- Calvo Iglesias, M.S., Díaz Varela, R.A., Díaz Varela, E.R. 2010. Understanding the dynamics of Rural Areas in Northern Spain and the Preservation of Cultural landscape values. In Radecki-Pawlik, A., Hernik, J. (Eds): *Cultural landscapes of River Valleys*. Krakow: Publishing house of the University of Agriculture, pp. 85-98.
- Calvo Iglesias, M.S., Díaz Varela, R.A., Méndez Martínez, G., 2010. As paisaxes culturais galegas. Perspectivas actuais de conservación e xestión. En: Simón Fernández, S., Copena Rodríguez D. (Coord.) *Soberanía alimentaria e agricultura ecolóxica, propostas de acción*. Vigo: Universidad de Vigo, pp. 677-692.
- Díaz Varela, R. A. 2005. Aplicación de Sistemas de Información Geográfica y teledetección a la identificación y seguimiento de hábitats en la Red Natura 2000. Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela.

- Ferreiro da Costa, J., Ramil-Rego, P., Hinojo Sánchez, B., Cillero Castro, C., Rubinos Román, M., Gómez-Orellana, L., & Díaz Varela, R. A. 2013. Diagnóstico y caracterización de los Brezales Húmedos (Nat-2000 4020*) de las Sierras Septentrionales de Galicia a partir de Criterios Científicos: Importancia para su Conservación. *Recursos rurales*, 9, 65–77.
- Gómez-Orellana, L., Hinojo Sánchez, B.H., Rubinos Román, M., Ramil-Rego, P., Ferreiro da Costa, J., & Cillero Castro, C. 2014. El sistema de turberas de la sierra de O Xistral como reservorio de carbono, valoración, estado de conservación y amenazas. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 108, 5–17.
- Haines-Young, R. y Potschin, M. 2013. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003.
- IEEP y EFNCP 2014. High Nature Value farming throughout EU-27 and its financial support under the CAP. Executive summary. Acceso 08/2014. Disponible en: http://www.ieep.eu/assets/1385/HNV_and_CAP_Executive_Summary.pdf
- Izco Sevillano, J., Díaz Varela, R. A., Martínez Sánchez, S., Rodríguez Guitián, M. A., Ramil Rego, P., & Pardo Gamundi, I. M. 2001. Análisis y Valoración de la Sierra de O Xistral: un Modelo de Aplicación de la Directiva Hábitat en Galicia. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia. Consellería de Medio Ambiente. Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental.
- Izco, J., Amigo, J., Ramil-Rego, P., & Díaz, R. 2006. Brezales: biodiversidad, usos y conservación. *Recursos rurales*, 1(2), 1–16.
- Keenleyside, C., Beaufoy, G., Tucker, G. y Jones, G. 2014. High Nature Value Farming throughout EU-27 and its financial support under the CAP. Report Prepared for DG Environment, Contract No ENV B.1/ETU/2012/0035. Institute for European Environmental Policy, London.
- Krzywinski 2007. Unity in diversity: the concept and significance of cultural landscapes for the heritages of Europe. En Krzywinski, O'Connell and Küster (eds). *Cultural landscapes of Europe. Fields of Demeter Haunts of Pan*. Aschenbeck & Holstein, Delmenhorst-Germany.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MEC), 2016. Catastro de Ensenada. Portal de Archivos Españoles. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Gobierno de España. Acceso 08/2016. Disponible en <http://pares.mcu.es/Catastro/servlets/ServletController>.
- Ramil Rego, Pablo; Rubinos Román, Marco Antonio; Hinojo Sánchez, Boris Alejandro;
- de Nóvoa Fernández, Belén; Ferreiro da Costa, Javier; Lorenzo Fernández, Miguel &
- Caracuel Jiménez, Miguel 2011. Plan Director da Rede Natura 2000 de Galicia. Anexo V. Espazos de Humidais e Corredores Fluviais. Dirección Xeral de Conservación da Natureza. Consellería do Medio Rural. Xunta de Galicia.
- Ríos Rodríguez, M.L., 1997. Transformación agraria. Los terrenos de monte y la economía campesina, siglos XII–XIV. In: Torres de Luna, M.P., Lois González, R., Saavedra, P. (Eds.), *Semata*, vol. 9. Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, pp. 145–171.
- Rodríguez Guitián, M. A., Ramil-Rego, P., Real, C., Díaz Varela, R., Ferreiro da Costa, J., & Cillero, C. 2009. Caracterización vegetal de los complejos de turberas de cobertor activas del SW Europeo. In F. Llamas & C. Acedo (Eds.), *Botánica Pirenaico-Cantábrica en el siglo XXI* (pp. 633–653). León: Área de Publicaciones. Universidad de León.
- Saavedra, P., 1985. Economía, política y sociedad en Galicia: La provincia de
- Mondoñedo, 1480–1830. Consellería de Presidencia Xunta de Galicia, Santiago
- de Compostela.
- Whited, B., Engels, J.I., Hoffmann, R.C., Ibsen, Hh. Verstegen, W. 2005. Northern Europe, an environmental history. ABCCLIO's nature and human society series, 274 pp.

INFLUENCIA DE LAS PRÁCTICAS ECOLÓGICAS EN EL PERFIL LIPÍDICO DE ACEITES VEGETALES DESTINADOS A LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

Medeiros J* , García MD** , Raigón MD**

*Instituto Fed Educação Ciência Tecnologia Paraíba – IFPB. Campus Picuí (BR)

jemartins@hotmail.es

**Dpto. Química. Escola Técnica Superior Ingeniería Agronómica y M Natural (ETSIAMN). Universitat Politècnica València (UPV). Cami de Vera, s/n. E-46021 Valencia; magarma8@qim.upv.es; mdraigon@qim.upv.es

RESUMEN:

La búsqueda de energías renovables que disminuya la dependencia del petróleo en el momento actual y para el futuro es un objetivo estratégico. El biodiesel es un combustible obtenido a partir de aceites vegetales o grasas animales (utilizadas o no) que funciona en cualquier motor Diesel. En la elaboración de biodiesel, el 78% del coste de producción del biodiesel se debe al aceite. La obtención de materias primas más económicas y la composición de las mismas es fundamental para mejorar la rentabilidad del proceso.

El principal objetivo de este trabajo es valorar la calidad de los aceites de girasol, ricino y algodón, en función del perfil lipídico y el potencial de los mismos en la reacción de transesterificación para obtención de biodiesel, cuando los cultivos se producen bajo técnicas de fertilización ecológica y convencional. El cultivo se llevó a cabo durante las campañas agrícolas de 2009 y 2010. El estudio se realizó en la región de Mato Grande en el distrito de Pedro Avelino (Brasil).

La transesterificación de los aceites de ricino, girasol y algodón se ha optimizado en cada caso, para obtener los correspondientes ésteres metílicos, generando el biodiesel o biocombustible, menos contaminante, tanto en su proceso como en su uso. Las semillas procedentes del cultivo ecológico, generan aceites que favorecen la transesterificación a biodiesel, algo más manifiesto en el caso de los aceites de algodón, con un 94.33% de aceite transesterificado. Los mejores rendimientos en biodiesel se alcanzan con aceites que presentan mezclas de diferentes perfiles de ácidos grasos.

Palabras clave: algodón, girasol, rendimiento, ricino, transesterificación.

INTRODUCCIÓN

El descubrimiento del petróleo y de todo su potencial energético desencadenó, en el inicio del siglo XX una nueva revolución industrial, representada principalmente por el nacimiento de los primeros vehículos movidos por motores de combustión de compresión interna, desarrollados por Rudolf Diesel. Con el paso de los años se realizaron investigaciones que dieron lugar a mejoras tanto en los combustibles derivados del petróleo, como en los motores que los utilizan (Kucek, 2004), y desde entonces la mayor parte de la demanda energética global ha sido atendida por derivados del petróleo o combustibles fósiles siendo el diesel una de sus principales fracciones.

Con respecto a la dependencia del petróleo, se conoce que según la International Energy Agency (IEA) el 80% del petróleo que se consume en el mundo proviene de pozos descubiertos en la década de 1970. La extracción diaria de petróleo es del orden de los 75 millones de barriles, y se espera una demanda creciente de 2% anual para los próximos años; por lo que en 2020, según esas proyecciones, se necesitarán unos 100 millones barriles/día. Para el 2025, el 82% de la población del planeta consumirá el 45% de la energía, mientras que en los países industrializados, el 14% de la población consumirá el 43%. Por otro lado, el petróleo es una fuente de crisis global, generándose cambios en los precios, que afectan a la balanza comercial de muchos países y a diversos sectores de la economía y en consecuencia, del consumidor final (Rochester, 2007).

Además de estas alteraciones que preocupan cada vez más al sector del mercado petrolífero y que tienen serias implicaciones sociales, el empleo de combustibles fósiles a gran escala, en el sector de transportes, es uno

de los principales agentes de contaminación atmosférica, causando daños a través de los gases emitidos por los motores, que afectan la calidad del aire, provocan lluvias ácidas y alteran ecosistemas (Sher, 1998). Efectos como el aumento de la temperatura media global, las alteraciones en el perfil de las precipitaciones pluviométricas y la elevación del nivel de los océanos pueden ser catastróficos, ante la continua tendencia del aumento de la población mundial y su dependencia del petróleo (Bindraban *et al.*, 2009). Como consecuencia hay una significativa disminución de la calidad de vida y un crecimiento del índice de pobreza de las poblaciones que habitan las regiones afectadas del planeta. Por ello, la creación y manutención de programas fijados en investigación de fuentes alternativas de energía han sido fuertemente incentivadas en varios países (Kucek, 2004).

Los cultivos energéticos son cultivos de plantas cuyo crecimiento es rápido y son destinadas exclusivamente a la obtención de energía o como materia prima para la obtención de otras sustancias combustibles. Con frecuencia su desarrollo va acompañado del desarrollo de la industria de transformación de la biomasa en combustibles (Álvarez Suárez y Granado Mongil, 2007). Dentro de los cultivos energéticos destinados a la producción de biomasa se distinguen los cultivos de semillas oleaginosas como la colza, soja, girasol, etc. empleados en la obtención de aceites para ser empleados como carburantes en automoción.

La denominación de biocombustibles líquidos se aplica a una serie de productos de origen biológico utilizables como combustibles de sustitución de los derivados del petróleo o como complementos de éstos para su uso en motores. Los principales biocombustibles son el biodiesel y el bioetanol (Fortman *et al.*, 2008), pero existen una serie de derivados que presentan la misma la misma propiedad carburante (Demirbas, 2011). El biodiesel es un éster metílico que se obtiene principalmente a partir de aceites vegetales como el de colza, girasol, palma, soja; aceites de fritura usados y las grasas animales a los que se aplican operaciones de esterificación y refinado (Shay, 1993). Puede utilizarse como un sustituto del diesel convencional, reduciendo la contaminación y alargando la vida del motor en los vehículos (Meher *et al.*, 2006).

Las propiedades de un combustible biodiesel son determinadas por la estructura de sus ésteres (y por tanto de la composición de ácidos grasos) e incluyen la calidad de ignición, el calor de la combustión, flujo en frío, estabilidad oxidativa, viscosidad y lubricidad (Knothe, 2005). Estas cuestiones se pueden agrupar en dos, el tipo de aceite utilizado como materia prima en la obtención del biodiesel y la tecnología empleada en la transesterificación.

OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo es valorar la calidad de los aceites de ricino (*Ricinus communis* L.), girasol (*Helianthus annuus* L.) y algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en función del perfil lipídico y el potencial de los mismos en la reacción de transesterificación para obtención de biodiesel, cuando los cultivos se producen bajo técnicas de fertilización ecológica y convencional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las semillas para la obtención de los aceites para la transesterificación proceden de cultivos de ricino, girasol y algodón bajo diferentes manejos fertilizantes (empleo de fertilizantes químicos de síntesis, AQ, fertilización orgánica AE y no fertilización SA), que se llevaron a cabo durante las campañas agrícolas de 2009 y 2010 en la base experimental de la Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) en la región del Mato Grande en el distrito de Pedro Avelino (Brasil).

Después de la recolección de las semillas se realizó el pre-tratamiento, consistente en la separación y limpieza de la fracción de semillas susceptibles de obtención de grasa. Para ello, las semillas se pesaron y limpiaron, especialmente las de algodón, donde hay que eliminar el linter. Una vez limpiadas, las semillas se trituran y homogeneizan, hasta obtener un polvo fino que se empleará en la extracción del aceite con un equipo Soxhlet (AOAC, 2000) manual, empleando hexano como extractante.

La transesterificación para el caso de los aceites de algodón y girasol se empleó la reacción catalizada en medio básico. En este caso se utilizó 3 g de aceite, que se mezclaron con 0,9 g de KOH con metanol,

agitándose los reactivos de forma suave para evitar la formación de una emulsión. Posteriormente se deja reposar durante 24 h, en un embudo de decantación, para facilitar la separación. El biodiesel resultante se traspa a una probeta de 10 mL para medir el volumen de biodiesel obtenido. Los resultados del rendimiento en biodiesel se expresan en porcentaje (m/v).

Para el caso del ricino la transesterificación se realiza por microdestilación a reflujo en medio básico y extracción del biodiesel mediante hexano. Para ello, se pesaron entre 500 y 800 mg de aceite de ricino y se introducen en un balón de destilación de 50 mL, añadiendo mL de una disolución metanólica de KOH 0,5 M y se pone en ebullición a reflujo durante 3 minutos, pasado este tiempo, se deja enfriar, y se añaden 5 mL de una disolución de NH₄Cl y se repite la ebullición. Una vez enfriada la reacción, se pasa esta mezcla a un embudo de decantación de 100 mL. Posteriormente se enjuaga el resultado con agua destilada (hasta el volumen de 50 mL) y se añaden 25 mL de n-hexano dejándolo reaccionar durante 5 minutos, pasado el tiempo se separa la fase acuosa, manteniendo la fase orgánica, sobre la que se realizan 3 lavados consecutivos. La mezcla orgánica se separa mediante evaporación del n-hexano en el rotavapor, quedando en el balón el biodiesel de aceite de ricino, que se pesa para obtener el rendimiento (m/v).

La determinación de la composición de ácidos grasos de los aceites de ricino, girasol y algodón, se realiza mediante cromatografía de gases, empleando una columna capilar, a partir de los ésteres metílicos obtenidos mediante la transesterificación, en frío del aceite, con una disolución metanólica de hidróxido potásico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ácidos grasos cuantificados en los aceites han sido, mirístico, palmítico, palmitoleico, heptadecanoico, heptadecenoico, esteárico, oleico, linoleico, aráquico, linolénico, eicosanoico, behénico, erucico y lignocérico. De todos los ácidos grasos, los que se presentan de forma mayoritaria son el ácido oleico, el linoleico, linolénico, palmítico y esteárico, estos dos últimos varían en función del tipo de aceite. Y los que se encuentran en concentración minoritaria son mirístico, palmitoleico, eicosanoico, aráquico y heptadecanoico. Del resto las concentraciones son tremendamente bajas $\pm 0,01\%$ o no se detectan.

El cuadro 1 muestra los valores promedios obtenidos del contenido individual en los ácidos grasos mayoritarios, en los tres aceites (ricino, girasol y algodón), para los tres tratamientos fertilizantes y en las dos campañas de estudio.

El perfil lipídico podría interpretarse como la huella de identificación de los aceites, ya que de forma mayoritaria los aceites de ricino se corresponden con un valor aproximado de un 30-33% de ácido oleico, 37-41% de linoleico, 3.5-4% de linolénico, 8-9% de palmítico, 7,4-8,8% de esteárico. Los aceites de girasol presentan aproximadamente entre un 51 y un 54% de ácido oleico, entre un 35 y 38% de linoleico, valores muy bajos de linolénico (0,04% aproximadamente), entre un 5 y un 9% de palmítico y alrededor de un 3% de esteárico. En el aceite de algodón entre el 17-18% es de ácido graso oleico, del 52 al 54% de linoleico, del 0,12% al 0,15 de linolénico, del 23 al 24% de palmítico y el 2,4% de esteárico.

En la literatura (Karleskind, 1996) se reporta un porcentaje aproximado en la composición en ácidos grasos del aceite de ricino del 1% de ácido palmítico, 1% de ácido esteárico, 3% de ácido oleico, 3-4% de ácido linoleico y un 89-90% de ácido ricinoleico (C18:1(OH)). Esta composición difiere significativamente de la obtenida en el presente trabajo, debido a las condiciones del programa cromatográfico empleado. Por otro lado, los estudios de Lang *et al.* (2001) indican que la fracción lipídica mayoritaria del aceite de ricino es un 67,2% de ácido oleico, un 18,9% de ácido linoleico, un 7,4% de ácido linolénico, un 4,2% de ácido palmítico y un 2,2% de ácido esteárico. Teniendo en cuenta la variabilidad de resultados, la fracción de ácidos grasos obtenida en el presente estudio es considerada válida, para la comparación con el resto de aceites estudiados.

La composición en ácidos grasos del aceite de girasol también es variable en función principalmente de las características de cultivo y del material genético (Díaz Gómez *et al.*, 2009). Ramos *et al.* (2008) aportan concentraciones de ácido oleico para el aceite de girasol del 20 al 25%, del 6,5% en ácido palmítico, del 3

al 5% en ácido esteárico y del 68% en ácido oleico. La composición obtenida en el presente trabajo difiere de la obtenida por estos autores, pero se asemeja a la presentada por Díaz Gómez *et al.* (2009), posiblemente debido al material vegetal empleado.

Para el caso de la composición lipídica del aceite de algodón, los datos bibliográficos (Demirbas, 2003) no difieren significativamente de los encontrados en el presente trabajo, así, se cita que el contenido en oleico oscila entre el 13%, un 28-29% para el ácido palmítico, para el esteárico un 1% aproximadamente, entre el 57 y el 57,4% para el contenido en ácido graso linoleico y del resto se indican concentraciones despreciables.

Campaña	Cultivo	Tratamiento	Oléico (C18:1)	Linoleico (C18:2)	Linolénico (C18:3)	Palmítico (C16:0)	Esteárico (C18:0)
2009	Ricino	AE	31,10%	37,89%	3,42%	8,77%	8,45%
		AQ	30,71%	39,02%	3,56%	8,10%	7,62%
		SA	30,83%	38,80%	3,07%	7,81%	7,44%
	Girasol	AE	51,96%	38,46%	0,031%	4,97%	2,83%
		AQ	53,87%	36,44%	0,035%	5,01%	2,85%
		SA	54,84%	35,38%	0,040%	5,04%	2,81%
	Algodón	AE	18,13%	51,85%	0,12%	24,78%	2,48%
		AQ	17,24%	54,12%	0,12%	23,49%	2,47%
		SA	17,65%	52,23%	0,12%	24,93%	2,38%
2010	Ricino	AE	33,32%	40,65%	4,19%	8,78%	8,56%
		AQ	33,54%	40,72%	3,84%	8,53%	8,35%
		SA	32,37%	41,13%	3,44%	9,28%	8,78%
	Girasol	AE	53,93%	36,00%	0,034%	5,15%	3,08%
		AQ	53,58%	35,76%	0,06%	5,50%	3,28%
		SA	54,16%	35,94%	0,05%	5,30%	2,81%
	Algodón	AE	17,12%	53,26%	0,13%	24,24%	2,47%
		AQ	17,35%	53,41%	0,13%	24,03%	2,40%
		SA	18,12%	53,46%	0,15%	23,68%	2,38%

Cuadro 1. Composición (%) de los ácidos grasos mayoritarios en los aceites de ricino, girasol y algodón, en los tres tratamientos fertilizantes y las dos campañas.

La figura 1 muestra los niveles promedio del rendimiento en la obtención de biodiesel en función del tratamiento fertilizante y del cultivo. Aunque las diferencias globales obtenidas no son significativas, hay que destacar los rendimientos individuales en cada caso. Así, se observa que las semillas procedentes del cultivo ecológico (AE), generan aceites que favorecen la transesterificación a biodiesel, algo más manifiesto en el caso de las semillas y aceites de algodón, con un 94,33% de aceite transesterificado.

De los ácidos grasos encontrados en los aceites de ricino, girasol y algodón, el linoleico, oleico, palmítico y esteárico, en conjunto, representan más del 90% del total. Destacando el linolénico entre los ácidos grasos secundarios, con algo de significación para el cultivo del ricino, independientemente del sistema de fertilización y para el girasol, únicamente cuando se fertiliza en condiciones de agricultura ecológica.

Los rendimientos en la transesterificación de los aceites de algodón de fertilización orgánica son un 2,48% superiores a los que se obtienen con la transesterificación del aceite de algodón obtenido de las semillas de plantas sin fertilizar, y un 13,5% superior al que se obtienen con el aceite de algodón obtenido de semillas de plantas fertilizadas convencionalmente. Para el caso del aceite de girasol el rendimiento en biodiesel que se obtienen de las semillas de plantas de fertilización ecológica es un 2,6% superior al rendimiento en biodiesel de los aceites de semillas de girasol procedentes de un tratamiento sin fertilizar, y un 9,42% superior al rendimiento en biodiesel obtenido de los aceites procedentes de semillas de plantas fertilizadas químicamente. Para el caso del aceite de ricino, el rendimiento a biodiesel más alto se alcanza con el tratamiento de fertilización química,

obteniéndose un 5% más que en el caso de los aceites procedentes de fertilización orgánica, y un 3,4% más que los correspondientes aceites obtenidos de las plantas sin fertilizar.

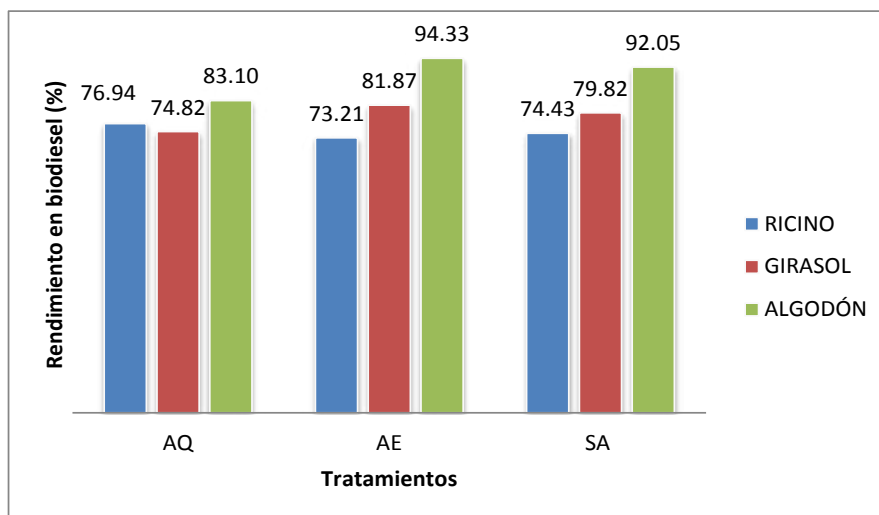


Figura 1. Valores promedio del rendimiento en biodiesel (%) de los aceites, en función del cultivo y del tratamiento.

Los ésteres formados durante la reacción de transesterificación en la obtención del biodiesel, tienen el mismo perfil de ácidos grasos de aceite vegetal de origen (Knothe, 2007), ya que el proceso de transesterificación no afecta a la composición de ácidos grasos.

A través de un estudio de regresión múltiple, se evalúan los parámetros relacionados con la composición del aceite, que más influyen en la obtención de altos contenidos en biodiesel.

No ha sido posible encontrar una única ecuación para el conjunto de los tres tipos de aceites en función de la especie, por lo que se ha optado por un análisis individual para cada tipo de aceite.

Los resultados para el caso del ricino, se ajustan a un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre el contenido en biodiesel sintetizado y siete variables. La ecuación del modelo ajustado es:

Rendimiento en la obtención de biodiesel del aceite de ricino = $9,791 + 3,027 \cdot \text{oleico} + 1,048 \cdot \text{linoléico} - 0,898 \cdot \text{linoleico} - 0,547 \cdot \text{esteárico} + 1,001 \cdot \text{eicosanoico} - 27,835 \cdot \text{behénico} + 0,11 \cdot \text{aceite}$.

Existe una relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 95%. El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 74,05% de la variabilidad de la cantidad de biodiesel sintetizado.

Los resultados para el caso del girasol, se ajustan a un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre el contenido en biodiesel sintetizado y cinco variables. La ecuación del modelo ajustado es:

Rendimiento en la obtención de biodiesel del aceite de girasol = $94,249 - 5,77 \cdot \text{esteárico} - 0,95 \cdot \text{linoléico} - 2,81 \cdot \text{behénico} + 189,58 \cdot \text{aráquico} + 372,99 \cdot \text{mirístico}$.

Existe una relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 90%. El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 20,26% de la variabilidad de la cantidad de biodiesel sintetizado en los aceites de girasol.

Los resultados para el caso del algodón, se ajustan a un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre el contenido en biodiesel sintetizado y ocho variables. La ecuación del modelo ajustado es:

Rendimiento en la obtención de biodiesel del aceite de algodón=792,109-10,81*linoleico-563,37*eicosanoico-212,469*behénico-45,85*esteárico+527,197*linolénico-1,13*oleico+3,04*aceite-107,89*mirístico.

Existe una relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 95%. El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 58,61% de la variabilidad de la cantidad de biodiesel sintetizado en los aceites de algodón.

Atendiendo a los resultados, los mejores rendimientos en biodiesel y por tanto las mejores propiedades de los mismos, se alcanzan con aceites que presenten mezclas de diferentes perfiles de ácidos grasos. Moreira Santos (2012) recomienda la mezcla de aceites para la mejor transformación de transesterificación y por tanto del rendimiento de biodiesel.

CONCLUSIONES

Se pueden obtener altos contenidos de biodiesel procedente de las semillas de ricino cuando los contenidos en aceites sean elevados, pero también los aceites dispongan una fracción de alto contenido en oleico, linolénico y eicosanoico, y bajos niveles de linoleico, esteárico y behénico.

Se pueden obtener altos contenidos de biodiesel procedente de las semillas de girasol cuando los aceites dispongan una fracción de alto contenido en mirístico y aráquico, y bajos niveles de linoleico, esteárico y behénico, no siendo significativo la cantidad de aceite obtenida de la semilla.

Se pueden obtener altos contenidos de biodiesel procedente de las semillas de algodón cuando los contenidos en aceites sean elevados y dispongan altos niveles de linolénico y bajos en oleico, linoleico, eicosanoico, esteárico, mirístico y behénico.

Para los tres tratamientos fertilizantes ensayados, a medida que aumenta la concentración en ácido graso oleico, disminuye la del rendimiento en biodiesel. Los mejores rendimientos en biodiesel y por tanto las mejores propiedades de los mismos, se alcanzan con aceites que presenten mezclas de diferentes perfiles de ácidos grasos.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Suárez ME., Granado Mongil D. 2007. Cultivos energéticos: biodiésel. *Ambiociencias-Revista de divulgación científica*, 0: 15-25.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists) (2000). *Official methods of analysis of AOAC international*. Editor, Dr William Horwitz. 17ª edición. Publicado por AOAC internacional. Gaithersburg, Maryland USA.
- Bindraban PS., Bulte EH., Conijn SG. 2009. Can large-scale biofuels production be sustainable by 2020?. *Agricultural Systems*, 101(3): 197-199.
- Demirbas A. 2003. Biodiesel fuels from vegetable oils via catalytic and non-catalytic supercritical alcohol transesterifications and other methods: a survey. *Energy Convers Manage*, 44: 2093-109.
- Demirbas A. 2011. Competitive liquid biofuels from biomass. *Applied Energy*, 88(1): 17-28.
- Díaz Gómez MF., Ledea Lozano OE., Gómez Regüerferio M., Garcés Mancheño R., Alaiz Barragán MS., Martínez Force E. 2009. Estudio comparativo de la ozonización de aceites de girasol modificados genéticamente y sin modificar. *Quím. Nova*, 32 (9): 2467-2472.
- Fortman JL., Chhabra S., Mukhopadhyay A., Chou H., Lee TS., Steen E., Keasling JD. 2008. Biofuel alternatives to ethanol: pumping the microbial well. *Trends in biotechnology*, 26(7): 375-381.
- Karleskind A. 1996. *Oils and fats manual: a comprehensive treatise: properties, production, applications*. Ed. Lavoisier Publishing. Paris. Volumes 1 & 2: 807-1572.
- Knothe G. 2005. Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters. *Fuel Processing Technology*, 86: 1059-1070.
- Kucek KT. 2004. Otimização da transesterificação etílica do óleo de soja em meio alcalino. Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de mestre em química orgânica. Universidade Federal do Paraná UFPR. Curitiba-PR. 123 pp.

- Lang X., Dalai AK., Bakhshi NN., Reaney MJ., Hertz PB. 2001. Preparation and characterization of bio-diesels from various bio-oils. *Bioresource technology*, 80(1): 53-62.
- Meher LC., Vidya Sagar D., Naik SN. 2006. Technical aspects of biodiesel production by transesterification-a review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 10(3): 248-268.
- Moreira Santos, E. 2012. Principales características de las materias primas utilizadas en la producción de biodiesel: la influencia del contenido y la concentración de los ácidos grasos. *Ingenium*, 13(25): 53-61.
- Ramos MJ., Casas A., Rodríguez L., Romero R. Pérez Á. 2008. Transesterification of sunflower oil over zeolites using different metal loading: a case of leaching and agglomeration studies. *Applied Catalysis A: General*, 346(1): 79-85.
- Rochester IJ. 2007. Nutrient uptake and export from an Australian cotton field. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 77: 213-223.
- Shay EG. 1993. Diesel fuel from vegetable oils: status and opportunities. *Biomass and Bioenergy*, 4: 227-242.
- Sher E. 1998. Handbook of air pollution from internal combustion engines. Pollutant formation and control. Academic Press. San Diego. 665 pp.

PASADO, PRESENTE Y FUTURO DEL ACEBUCHE EN LA SIERRA DE GRAZALEMA

Sarabia JF, Rucabado T, Pretel MT

Dpto. Biología Aplicada. Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Universidad Miguel Hernández, Ctra Beniel-Orihuela, Km 3.2, 03312 Orihuela (Alicante) Spain
sarabia.ceis@gmail.com

RESUMEN:

Dentro de la Sierra de Grazalema (Cádiz) pueden reconocerse numerosas formaciones vegetales de gran valor como el pinsapar, encinares, alcornoques, quejigares o acebuchales. El aprovechamiento que tradicionalmente se ha realizado de estos recursos vegetales, y concretamente del acebuche, ha sido el sustento económico y social de la zona, favoreciendo la conservación de la misma. Sin embargo, los cambios que se están produciendo en los últimos años, como el auge del turismo, la disminución de la rentabilidad del olivar tradicional frente al superintensivo y la relevancia de la ganadería, junto al cambio climático, obligan a orientar los usos del acebuche y del olivo hacia otras formas de aprovechamiento más adecuadas a las nuevas tendencias, como la dehesa y la reforestación, entre otros. Este trabajo pretende mostrar los usos tradicionales del acebuche (*Olea europaea* var. *silvestris*) y contribuir al mantenimiento y recuperación del patrimonio cultural tradicional de esta especie. Para el conocimiento de sus usos tradicionales se realizaron entrevistas semiestructuradas dirigidas a 32 informantes de Villamartín, Prado del Rey, Olvera, Grazalema y el Bosque. Nuestros resultados muestran que el acebuche es la especie más popular en la sierra de Grazalema. Sus usos tradicionales más destacados son artesanales y como alimento para el ganado. Además, muchos de estos usos tradicionales se podrían potenciar para el desarrollo rural de la zona, en este trabajo también se proponen otros usos futuros para esta especie.

Palabras clave: acebuche, olivo, Sierra de Grazalema, usos tradicionales.

INTRODUCCIÓN

El acebuche u olivo silvestre (*Olea europaea* var. *silvestris*) es un arbusto que crece de forma natural en varias de las formaciones vegetales de los Pisos Termomediterráneo y Mesomediterráneo Inferior de la Península Ibérica (Rivas-Martínez, 1987). Vive en todo tipo de suelos y aguanta bien el calor, aunque es sensible al frío, especialmente a las heladas. Su distribución en la Península Ibérica coincide con la mitad sur (Rodríguez-Ariza y Montes, 2007). El olivo, en su forma silvestre, existía ya en las riberas del Mediterraneo desde la Prehistoria, y es probable que se consumiera su fruto (acebuchina) desde cuando menos la Edad del Bronce (Belgiorno, 2007). Desde comienzos del II milenio a.C. se utilizó con fines alimenticios, cosméticos, medicinales, rituales y mortuorios. En algunos yacimientos de Andalucía (cueva de Nerja) aparecen huesos de acebuchina fechados científicamente diez mil años antes de Cristo. Posteriormente se tiene constancia que también se utilizó para leña, y para secar y comer la acebuchina, o bien obtener algún tipo de aceite rudimentario con el que iluminarse (Rodríguez-Ariza y Montes, 2007).

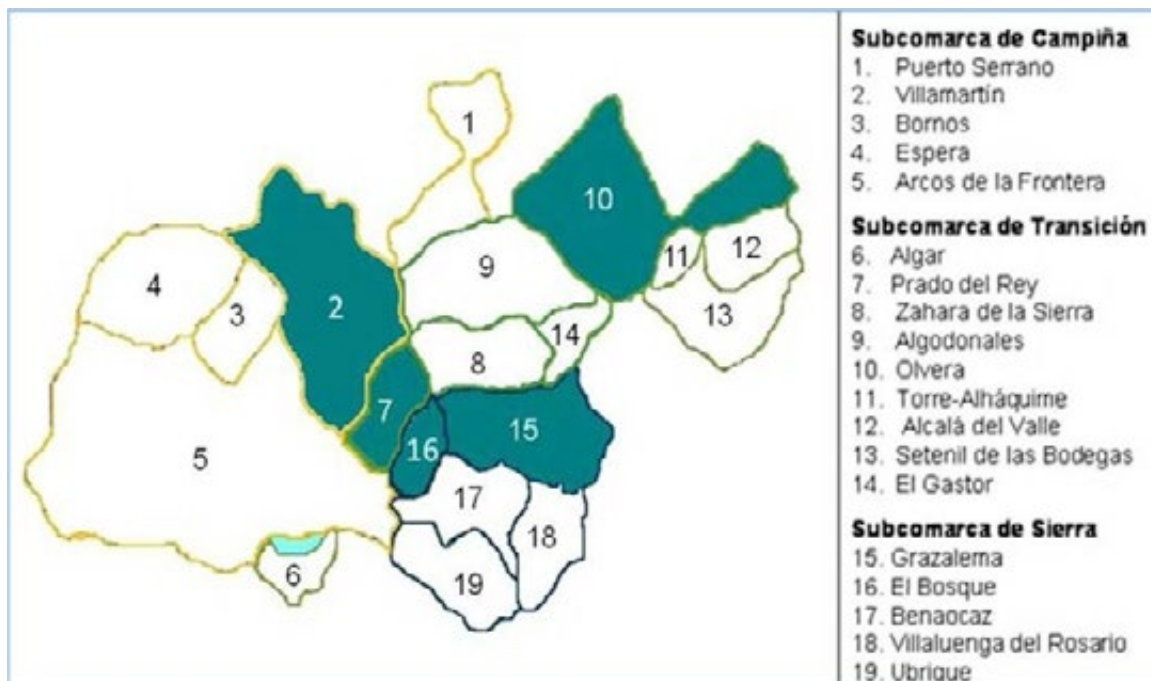
La Sierra de Grazalema se encuentra en el noreste de la provincia de Cádiz. Comprende un territorio heterogéneo de 196.299 ha, constituido por 19 municipios y representa el 27% de la superficie provincial. El aprovechamiento que tradicionalmente se ha realizado de sus recursos vegetales silvestres ha sido el sustento económico y social de la zona, favoreciendo la conservación de la misma. Sin embargo, los cambios que se están produciendo en los últimos años como el auge del turismo, la disminución de la rentabilidad del olivar tradicional frente al superintensivo (López-Fernández, 2011) y la relevancia de la ganadería, junto al cambio climático (Fernández-Cancio *et al.* 2012), obligan a orientar los usos del acebuche y del olivo hacia otras formas de aprovechamiento más adecuadas a las nuevas tendencias, como la dehesa y la reforestación, entre otros. Este trabajo se muestran los usos tradicionales y potenciales del acebuche (*Olea europaea* var. *silvestris*) en la Sierra de Grazalema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del trabajo se realizaron entrevistas semiestructuradas dirigidas a 32 personas conocidas y respetadas por poseer un alto conocimiento empírico de las plantas silvestres y que además han vivido y/o trabajado en el medio rural. Las entrevistas se hicieron según la metodología clásica usada en etnobotánica ya descrita por otros autores (Tardío *et al.*, 2005; González *et al.*, 2011). Para este estudio, la información recogida sobre los usos populares se agrupó en diferentes categorías. Dentro de la categoría de uso ganadero se incluyen tanto las plantas silvestres del medio aprovechadas para la alimentación animal, como las plantas que provocan intoxicación en los animales y que la población reconoce como tal. Las plantas incluidas en el grupo de uso técnico incluyen aquellas especies empleadas para perfumar estancias y decorar; las utilizadas para la construcción como elementos que forman parte de la estructura de viviendas u otras edificaciones; como combustible, es decir, utilizadas para leña o carbón; usos domésticos, empleadas en algún tipo de menester del hogar, para la limpieza o para elaboración de colchones.

Dada la diversidad de características físicas, biológicas y climáticas del área de estudio, se seleccionaron informantes de tres zonas (Figura 1), Villamartín (Subcomarca de Campiña), Prado del Rey y Olvera (Subcomarca de Transición), Grazalema y el Bosque (Subcomarca de Sierra). La información etnobotánica se registró realizando entrevistas abiertas con un pequeño guión de puntos a tratar, aunque sin orden prefijado con la intención de no crear situaciones forzadas y aprovechar al máximo la información. En la mayoría de los casos las entrevistas se realizaron en el campo en compañía de uno o varios informantes. Toda la información resultante de las encuestas realizadas se introdujo en una base de datos acerca de las plantas silvestres comestibles de la Sierra de Grazalema, para en una fase posterior estudiar y analizar los resultados obtenidos. Para este fin se utilizó el programa Microsoft Office Access 2000. Para la nomenclatura de las diferentes especies se utilizó la base de datos The Plant List (2016).

Figura 1: Municipios donde se realizaron las encuestas en la Sierra de Grazalema. 2-Villamartín, 7-Prado del Rey, 10-Olvera, 15-Grazalema y 16-El Bosque.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas de la Sierra de Grazalema han sido durante muchos siglos, la materia prima empleada en la fabricación de herramientas básicas y fundamentales para el desarrollo de la actividad cotidiana de la comunidad. El estudio etnobotánico realizado, muestra que los usos técnicos son los más conocidos por los informantes con 325 registros (Rucabado y Pretel, 2014). Hoy en día, con el avance de las tecnologías y la aparición y comercialización masiva de nuevos materiales tales como el plástico, hormigón y otros elementos utilizados en la construcción, estos usos y conocimientos están quedando en el olvido, no obstante todavía se pueden observar muchos de ellos en el quehacer diario de la zona.

Las cinco plantas más populares en la zona de estudio según el número de veces que los y las informantes las mencionaron se muestran en la tabla 1. Destaca el acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*) con 70 registros. El acebuche es una especie muy adaptada a la zona, se sitúa tanto en valles, como en zonas altas y barrancos. Es muy frecuente en estado silvestre, aunque en la región también es abundante en su variedad cultivada. Hoy en día su utilización tradicional ha disminuido considerablemente, ya que estos elementos han ido sustituyéndose paulatinamente por otros materiales más resistentes y/o que son más fáciles encontrar en el mercado, por lo que la recolección de las diferentes partes de esta especie para su utilización tradicional está disminuyendo. Esto mismo ocurre con la pita (*Agave americana*) y el palmito (*Chamaerops humilis*) cuya recolección en el territorio es puramente anecdótica a pesar de que antiguamente era un elemento fundamental en la cotidianidad de las personas de la zona. El poleo (*Mentha pulegium*) y la manzanilla (*Helichrysum stoechas*, *H. italicum*), aún se utilizan aunque ya no se suele recolectar la variedad silvestre, sino que se prefiere utilizar el formato comercial.

Tabla 1. Identificación de las cinco plantas silvestres o tradicionalmente recolectadas útiles más populares en la Sierra de Grazalema.

Nombre científico	Nombre local	Número de registros ^a
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> (Mill.) Lehr.	Acebuche	70
<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G.Don; <i>H. stoechas</i> (L.)	Manzanilla	55
<i>Mentha pulegium</i> L.	Poleo	45
<i>Agave americana</i> L.	Pita	43
<i>Chamaerops humilis</i> L.	Palmito; palma	39

a: número de veces que los informantes nombran algún uso.

Uso artesanal del acebuche

Del 42.9% de los registros artesanales del acebuche (Figura 2), el 20% (datos no mostrados) hacen referencia a utensilios relacionados con las tareas del hogar (escobas, estropajos u otros útiles). La utilización de las plantas en artesanía viene determinada fundamentalmente por su aprovechamiento en cestería. Según los informantes, en las casas y cortijos de la Sierra de Grazalema es muy común encontrar varetas de acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*) junto a otras plantas como cañas (*Arundo donax*), mimbre (*Salix alba*, *Salix fragilis*, *Salix purpurea*), esparto (*Stipa tenacissima*) o palmito (*Chamaerops humilis*) para elaborar estos utensilios, e incluso existen varias personas en el territorio dedicados a su fabricación para posterior venta. Son numerosas las referencias bibliográficas que constatan este uso como algo frecuente en la península ibérica (Fernández-Ocaña, 2000; Benítez, 2009).

Los habitantes de la Sierra de Grazalema usan la madera del acebuche y del olivo, ya sea del tronco, raíz o ramas, para la elaboración de distintos utensilios artesanales como mazas para majar las aceitunas o el esparto, cucharas para remover la comida, garrotes, etc. Con las varetas o chupones que se eliminan en la poda (finales de invierno) se realizan canastos, canastitas y otros trabajos de cestería, con técnicas similares a las del mimbre (Fotografía 1). Generalmente se trabajan en verde, aunque a veces también se cuecen previamente en sal durante 30 min a para obtener mayor resistencia.



Fotografía 1: Usos artesanales del acebuche en la Sierra de Grazalema.

Es importante destacar que el acebuche se encontraba entre las especies empleadas para realizar la techumbre de los "chozos". Esta construcción típica de la zona, servía antiguamente de vivienda y/o resguardo para el ganado. Consta de una techumbre a dos aguas cuya estructura se basa en una serie de troncos paralelos que actúan a modo de vigas y que se apoyan en la parte más alta sobre otro tronco perpendicular que recorre la estancia en su sentido longitudinal. En la parte baja, estas vigas se apoyan sobre el muro de piedra que limita los laterales del chozo. Las varetas gruesas y tallos rectos de acebuche se usaban como vigas (zunchos) que servían de soporte y a partir de las cuales se enramaba el techado de los chozos. Hoy en día son pocos los chozos tradicionales que quedan en la zona (Fotografía 2).



Fotografía 2: Distintas perspectivas de un "chozo" de la Sierra de Grazalema.

Dada la importancia que tradicionalmente ha tenido el acebuche en la zona de estudio, como manifiestan los informantes, es conveniente proponer otros posibles usos artesanales más adaptados a las tendencias actuales. Por ejemplo, la adecuación de esta especie a las podas topiarias (Fotografía 3), lo hacen idóneo para ser utilizado en jardinería y ornamentación, medianería en las carreteras y autopistas, etc., por lo que sería recomendable su utilización en donde el agua fuera un factor limitante.



Fotografía 3: Diferentes formaciones topiarias del olivo y acebuche.

Uso del acebuche como combustible

En la Sierra de Grazalema y especialmente en la parte de sierra, los inviernos son fríos siendo frecuentes las nevadas, por lo que la recolección de madera para su combustión, o bien para su transformación en carbón o cisco era muy frecuente, suponiendo el 40% de los registros para esta especie (Figura 2). En el municipio de Olvera, los/las informantes de mayor edad recuerdan como se producía carbón con las encinas de sus sierras y se comercializaba a otros municipios de la provincia. Hecho que provocó en gran medida la drástica disminución de la población de esta especie y sustitución por cultivos de olivo. Antiguamente se hacía carbón con los troncos más grandes de acebuche, cubriéndolos con retama y tierra y realizando una semicombustión lenta que podía durar varios días. Con los chupones más grandes de las podas también se hacía "cisco" que se utilizaba fundamentalmente para el brasero. Para obtenerlo se hacía una "ciscada", es decir, se amontonaban las ramas limpias (sin hojas) y se les prendía fuego, cuando estaba en su apogeo se apagaba rápidamente con agua y/o ramas de retama.

Hoy en día no se fabrica carbón y la recolección de madera está muy controlada, aprovechándose los restos de la tala y poda del olivo. La leña de olivo y de acebuche es la que más se emplea en esta zona debido a la disponibilidad del recurso. Se considera buena leña, aunque por lo general se prefiere la de chaparro (*Quercus coccifera*) o encina (*Quercus ilex*).

Uso ganadero del acebuche

En la Sierra de Grazalema ha existido tradicionalmente un aprovechamiento ganadero agrosilvopastoral, que ha originado diferentes agroecosistemas de extraordinario valor ecológico. Las prácticas tradicionales conjuntas de la agricultura y ganadería, han permitido integrar el funcionamiento del ecosistema en el modelo productivo, resultando un estilo de gestión agroganadero sostenible que ha mantenido el equilibrio

medioambiental durante el paso de los siglos, conservando el patrimonio cultural y rentabilizando los recursos disponibles.

En la Subcomarca de la Campiña predomina el uso agrícola cerealístico extensivo e industrial, con escasa presencia de la ganadería mientras que en la Subcomarca de la Sierra, la escasez de suelo cultivable y la presencia de mayor superficie forestal determinan el predominio de la ganadería extensiva sobre la agricultura (Rucabado *et al.*, 2016). Se aprovecha el ramón del olivo y los frutos no recolectados para la alimentación animal, así como la cubierta vegetal en algunas explotaciones. Los principales recursos alimenticios del monte proceden del pastoreo de gramíneas y leguminosas silvestres, matorral (lentisco, coscoja, acebuche o ardivieja) y frutos arbóreos como las bellotas y acebuchinas. Los tallos tiernos y los restos de poda (ramón) son aprovechados sobre todo por las cabras, aunque ovejas y vacas también los consumen. El uso de esta especie para alimentación del ganado supone el 8.6% de los registros (Figura 2). Es un recurso forrajero con valor nutricional no muy alto pero de gran utilidad en épocas en las que pasto es más escaso. El consumo de acebuchina supone un aporte energético muy importante para cabras, ovejas, vacas y cerdos en época invernal. Los ganaderos comentan que al ingerirlas, las cabras incrementan los niveles de ácidos grasos en leche, hecho que resulta muy positivo. No obstante en cerdo ibérico, su ingestión puede ocasionar problemas a la hora de obtener la calificación "ibérico de bellota" ya que modifica el perfil de ácidos grasos requerido.

Aunque el acebuche ha tenido y tiene una gran relevancia en la zona de estudio, es un árbol que curiosamente ha pasado desapercibido como especie forestal, aun a pesar de ser la climax de varias series de vegetación termomediterráneas. Sin embargo, esta perspectiva podría cambiar, ya que la variabilidad climática, las sequías y el aumento de temperatura parecen estar derivando hacia un cambio de la vegetación. (Fernández-Cancio *et al.* 2012). Debido a la alteración del régimen de lluvias y el aumento de las temperaturas, las dehesas de alcornoque, actualmente muy abundantes en la Sierra de Cádiz se verán afectadas (Costa *et al.*, 2006). Si aumentan los periodos de estrés hídrico, el proceso puede ser brusco y alcanzar límites insospechados e impredecibles en el supuesto de que no funcionen mecanismos de adaptación. El proceso afectará al alcornocal de la zona suroccidental de la península. Es posible que en algunas zonas sea incluso necesario realizar sustituciones de las especies principales. En este sentido, aunque en la zona de estudio ya existen dehesas mixtas de acebuche, alcornoque y encina (Fotografía 4), el incremento de la presencia del acebuche se perfila como una alternativa muy recomendable, que podría preservar la biodiversidad autóctona (Fernández-Cancio *et al.*, 2012).

Otra cuestión que se debate hoy día es la de resolver de manera eficiente los graves problemas de erosión que presentan ciertos olivares. En algunos lugares llega a hipotecar el futuro de este cultivo por la pérdida de suelo que se produce. Una posible solución, sería sembrar gramíneas o leguminosas en las calles del olivar para producir un cultivo de cobertura con lo que se evitaría que el suelo permanezca siempre desnudo además de producir alimento para el ganado. Esta práctica ha sido retomada desde hace años y es muy recomendado para el control de la erosión el empleo de cubiertas vegetales vivas (López-Fernández, 2011).



Fotografía 4: Dehesa mixta de alcornoque, encina y acebuche. Finca el Abadin. Arcos de la Frontera. Cádiz.

Otros usos del acebuche

Dentro de esta categoría, que supone el 8.5% de los registros (Figura 2) se incluyen usos del acebuche en festividades y los usos como linderos de fincas y campos. Gran parte de la Sierra de Grazalema se muestra como un mosaico de parcelas y fincas. Sus habitantes han sabido aprovechar los recursos disponibles del entorno para delimitar estas parcelas. Según manifiestan los informantes, se utilizan ramas rectas de acebuche como poste para la sujeción de mallas o cable en las lindes. Se recolectan en cualquier época del año, preferiblemente finales de invierno. Este tipo de linderos, en los que también se utilizan otras plantas como pino, quejigo, pitas o chumberas es bastante frecuente en los entornos rurales quedando reflejado en otros estudios como Fernández-López y Amezcúa-Ogayar (2007), Martínez-Lirola *et al.*, (1996), Fernández-Ocaña *et al.* (2000), o Benítez (2009).

Además de los usos tradicionales que los habitantes de la sierra de Grazalema nos han mencionado, el acebuche puede formar setos naturales muy útiles para el control de plagas en agricultura ecológica. Los setos silvestres de esta especie sirven de refugio y alimento a la entomofauna (González y Rodríguez, 2015). Algunas especies de insectos se alimentan de su polen, piezas florales, almendra del hueso, pulpa del fruto, brotes tiernos, se reproducen y se refugian en el olivo y acebuche. Otros, en cambio, se alimentan del néctar de la flor del acebuche, y su larva (como las crisopas), de estos insectos fitófagos (Pajarón, 2003).

Por otro lado, el acebuche es una de las principales especies capaces de dar lugar espontáneamente a montes altos de frondosas en el medio mediterráneo junto con la encina, el alcornoque, el quejigo o roble andaluz entre otros. Al ser una especie con buena capacidad de rebrote (Fotografía 5), se podría potenciar su uso en reforestaciones de la Sierra de Grazalema.



Fotografía 5: Rebrote de acebuche tras 10 años desde el incendio que afectó al municipio de Benaocaz en el año 2006.

La elaboración de aceite ecológico de acebuchina es otro uso del acebuche que se podría potenciar, ya que se existen diferencias significativas con respecto al aceite de oliva, en cuanto al contenido de determinados ácidos grasos, como el alto contenido en ácido palmítico y palmitoleico. El aceite de acebuchina también tiene un elevado contenido en tocoferoles (Espejo, 2005).

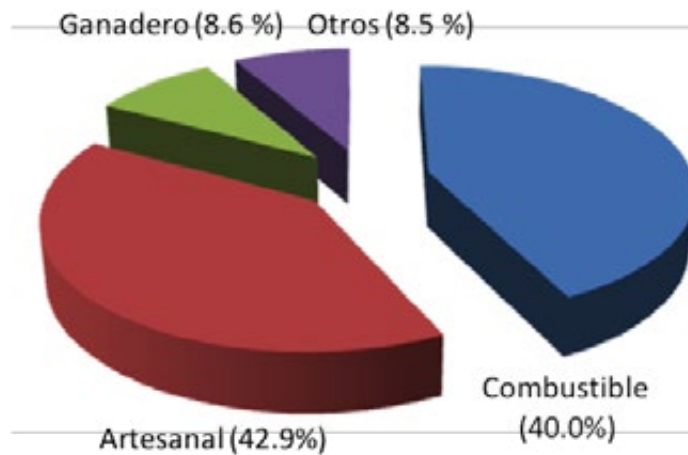


Figura 2. Importancia relativa de los usos tradicionales del acebuche en la Sierra de Grazalema.

BIBLIOGRAFÍA

- Belgiorno, M. R. 2007. El aceite de oliva en la prehistoria mediterránea: el caso de Chipre»; en AAV: Tierras del olivo. Sevilla, catálogo de la exposición, 34-49.
- Benitez, G. 2009. Etnobotánica y etnobiología del poniente granadino. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Costa, J.C., Martín, A., Fernández, R. y Estirado, M. 2006. Dehesas de Andalucía. Caracterización ambiental. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Espejo, J. 2005, Estudio analítico comparado entre el aceite de acebuchina y el aceite de oliva virgen. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- Fernández-Cancio, A., Sánchez-Salguero, R., Gil, P.M., Manrique, E., Fernández, R, Navarro-Cerrillo, R.M. 2012. Efectos del cambio climático sobre la distribución de los almorceales españoles. Una aproximación fitoclimática para la futura gestión. Ecosistemas. Revista científica de ecología y medio ambiente, 50-62.
- Fernández-López, C. y Amezcúa-Ogayar, C. 2007. Plantas medicinales y útiles en la península Ibérica 2.400 especies y 37.500 aplicaciones. Herbario Jaén.
- Fernández-Ocaña, A. M. 2000. Estudio etnobotánico en el Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas. Investigación química de un grupo de especies interesantes. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén.
- González, M. y Rodríguez, E. 2015. ¿Será una realidad el control biológico por conservación en los invernaderos de Almería? interempresas.net.Horticultura.
- González, J.A., García-Barriuso M, Amich F. 2011. Ethnoveterinary medicine in the Arribes del Duero, western Spain. Veterinary Research Communications Online First™, Springer.
- López Fernández, A. 2011. El olivar: entre la dehesa y la erosión. Real Academia de Córdoba de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes.
- Martínez-Lirola, M. J., González-Tejero, M. R., Molero-Mesa J. 1996. Ethnobotanical Resources in the Province of Almería, Spain: Campos de Nijar. Economic Botany. Vol. 50, Nº 1. Ed. Springer, 40-56.
- Pajarón, M. 2003. Insectos habituales en el olivar (I). Fertilidad de la tierra: Revista de agricultura ecológica, 11:20-23.
- Rivas-Martínez, S. 1987. Memoria del mapa de series de vegetación de España 1:400.000. I.C.O.N.A, Madrid.
- Rodríguez-Ariza, M. O. y Montes, E. 2007. Origen y domesticación del olivo en Andalucía (España) a partir de los hallazgos arqueológicos de Olea Europea L. I Congreso de Cultura del Olivo. Jaén, 221-243.
- Rucabado, T. y Pretel, M.T. 2014. Etnobotánica en la Sierra de Grazalema y su potencial en el desarrollo rural. VI Congreso Internacional de Etnobotánica. Córdoba. S12 P3, 180.
- Rucabado, T., Sarabia, J.F. y Pretel, M.T. 2016. Usos ganaderos tradicionales de plantas silvestres en la sierra de Grazalema. Mundo ganadero Marzo/Abril 38-42.
- San Miguel, A., Roig, S. y Cañellas, I. 2002. Las prácticas agroforestales en la Península Ibérica. Cuad. Soc. Esp. Cien. For. 14. Actas de la I Reunión sistemas agroforestales-I Reunión espacios naturales.
- Tardío J, Pascual H, Morales, R. 2005. Wild food plants traditionally used in the province of Madrid, Central Spain Economic Botany, 59 (2): 122-136. Springer.
- The Plant List. 2016

9. ASESORÍA, DIVULGACIÓN, FORMACIÓN E INVESTIGACIÓN

HORTICULTURA ECOLÓGICA E VIVEIRO EDUCATIVO DE MUDAS NATIVAS NA ESCOLA CASTRO ALVES

Bertazzo CJ

Faculdade Pedagogia da Fundação de Ensino Superior de Llhares. FACELL.
cbertazzo@gmail.com

RESUMEN:

*Foi desenvolvido um Programa de intervenção pedagógica ancorado na real situação de crise em que se encontra o meio ambiente, na qual todos os cidadãos podem sentir seus efeitos devastadores, porém, de forma desigual, pois os menos favorecidos são as maiores vítimas dos danos ambientais. Promoveu-se ações e atividades práticas com a finalidade de estabelecer relações harmoniosas entre o ser humano e a natureza, a partir do cotidiano do aluno, assumindo o compromisso social de articular a discussão da relação entre sustentabilidade e desenvolvimento, sensibilizando-os para desenvolverem consciência ecológica e ao resgate da sustentabilidade e redesenho de paisagens em perspectivas ecológico-sustentáveis. Compreende-se que a escola tem papel importante na formação de novos conceitos, sendo necessário que proponha atividades ultrapassem informações e saberes trabalhados em sala. Entende-se necessário que realize dinâmicas e Projetos mobilizadores que motive seus alunos na descoberta de novos valores e mudanças atitudinais em relação ao meio ambiente. Assim, promoveu-se oficinas e, finalizando-as, construiu-se um viveiro para a produção de mudas nativas e também uma horta. Antes de iniciar a horta foi necessário recuperar o solo pois estava muito compactado e enfraquecido. Realizou-se a reabilitação do solo por meio do cultivo de leguminosas, como por exemplo, crotolária (*Crotalaria juncea*), mucuna preta (*Mucuna aterrima*), feijão-guandú (*Cajanus cajan*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*). Após o ciclo das leguminosas, gradeou-se a área incorporando a biomassa ao solo e passou-se a construir os canteiros da horta, semeando, principalmente, couve, brócolis, rabanete, acelga pimentão, berinjela e alface.*

Palabras clave: leguminosas, hortas, reabilitação, viveiros.

HUERTOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE MÁLAGA

Pérez-Lara J, Matas AJ, Quesada MA

Dpto Biología Vegetal, Univ Málaga, Campus Teatinos s/n, E-29071 Málaga
quefe@uma.es

RESUMEN:

El desarrollo de iniciativas de horticultura urbana en Andalucía ha sido importante en el último decenio. Los huertos urbanos se empezaron a implantar un poco antes en Andalucía occidental, especialmente en los municipios del valle del Guadalquivir que presenta una estructura de la propiedad rural distinta de la de Andalucía oriental donde predomina más el minifundio. Aún así, cada vez más municipios de las provincias orientales, tanto pequeños como grandes, cuentan con la presencia de huertos urbanos.

La ciudad de Málaga se incorpora a este movimiento, especialmente en los últimos 5 años, coincidiendo con el pinchazo de la burbuja inmobiliaria que propició una ventana de oportunidad en el uso del suelo urbano. Así, la necesidad del ayuntamiento de mantener en buen estado de salubridad solares urbanos sin uso y la existencia de recursos económicos para este fin facilitaron la existencia de un cierto apoyo institucional a las iniciativas (Plan PROTEJA). También, la presión de algunos colectivos ciudadanos relacionados con del movimiento 15M y/o con un importante componente reivindicativo han contribuido a esta realidad, como en el caso del "Huerto del Caminito". Esta diversidad de causas también se ha reflejado en los tipos de huertos urbanos presentes en la ciudad y en su modo de gestión. Unos más institucionales y otros más comunitarios con un importante componente de auto-gestión y de movimiento social. Esto último se ha concretado en la promoción y reciente existencia de la Red de Huertas Urbanas de Málaga (RHUMA).

Aún siendo una realidad muy dinámica, en este trabajo nos hemos propuesto caracterizar y describir la situación actual en la ciudad de Málaga, enfocando las fortalezas y debilidades de estas iniciativas. Lo hemos hecho atendiendo tanto a la gestión de los recursos naturales implicados en la actividad, como a las características socioeconómicas de las personas que habitan y dan vida a estos espacios comunales.

Palabras clave: horticultura urbana, huertos urbanos, Málaga.

INTRODUCCIÓN

Con frecuencia los conceptos rural y urbano se contraponen, como si una cosa excluyera la otra y no existiese una transición entre ambos mundos. A nivel global, es un hecho que en el año 2014 un 54% de la población residía en áreas urbanas, mientras que en el año 1950 sólo lo hacía un 30%. Además, las previsiones son que para el 2050 ese porcentaje sea del 66% (UN, 2014). En esta urbanización global, por lo general, la tendencia ha sido desterrar la producción de alimentos del ámbito de influencia de la ciudad en favor del sector servicios. Sin embargo, históricamente se constata la existencia de huertos incluidos en el seno de las ciudades en patios vecinales, por ejemplo, o como jardines de los que una parte de lo cultivado era comestible. Además, había un área de transición hacia lo caracterizado como rural que completaba la demanda de alimentos urbana de un modo localizado, lo que en la actualidad se conoce como agricultura periurbana. Un ejemplo serían nuestras "vegas". Esto en buena parte era debido a la falta de redes de transporte masivo de mercancías que permitiesen una deslocalización de la producción de alimentos como la que predomina actualmente potenciada por la globalización económica. De todos modos, diferenciar entre agricultura urbana y periurbana es complejo. Como indica Zaar (2011), nos encontramos con distinciones que usan como criterios diferenciadores las características de la actividad, por ejemplo la superficie de cultivo, el nivel de profesionalización de los actores o el destino de la producción (FAO, 1999). En otros casos, los criterios son más territoriales definiendo unos radios mayores o menores en torno al núcleo urbano en función de su población que facilitan la distinción entre lo urbano y lo periurbano, como en el caso de la OCDE (1979).

La presencia de huertos urbanos también ha estado relacionada históricamente con los periodos de crisis económica y guerra. Un ejemplo serían los "Poor's Gardens" que proliferaron durante la revolución industrial en las islas británicas y, en Estados Unidos, el fomento estatal de este tipo de agricultura durante la primera y segunda guerra mundial con lemas para su promoción como "Dig for Victory" o "Sowing the Seeds of Victory" (Hayden-Smith, 2014). Más tarde, en los años 60, con el movimiento hippie, la agricultura urbana incorporó también elementos reivindicativos que pretendían la protección y mejora del medio ambiente urbano. Un ejemplo serían las "Green Guerrillas" (Reynolds, R. (2008). Más recientemente, desde finales del siglo XX hasta la fecha, la agricultura urbana y periurbana han constituido la base de la estrategia de la FAO para proveer seguridad alimentaria y promover una economía de subsistencia tanto en África como en América Latina y el Caribe (FAO, 2012 y 2014).

En un contexto socioeconómico diferente, de país occidental, la agricultura urbana también ha ganado importancia en nuestro estado. En ciudades como Sevilla, Valencia, Barcelona, Bilbao y Madrid se lleva desarrollando este tipo de iniciativas hace más de 10 años. Incrementándose su número con la crisis económica en la que todavía nos encontramos (Puente-Asuero, 2015) y dando lugar a diversas jornadas y congresos científicos que abordan su análisis, como el II segundo Congreso de Agricultura Ecológica Urbana y periurbana celebrado en la ciudad de Utrera el año 2014 (<http://www.agroecologia.net/ii-congreso-ae-urbana-2014/>). La ciudad de Málaga se incorpora con retraso a este movimiento. Prácticamente coincidiendo con el pinchazo de la burbuja inmobiliaria empiezan a desarrollarse los primeros huertos, es decir estamos hablando de los últimos 4-5 años. Ese pinchazo dio lugar indirectamente a que el ayuntamiento empezara a valorar menos negativamente esta actividad al tener que afrontar el mantenimiento en buen estado de salubridad de solares urbanos. A ello habría que añadir la candidatura fallida a Capital Europea de la Cultura 2016 que pretendió la ciudad (Fernández, 2012). También, ha sido importante la presión de algunos colectivos ciudadanos relacionados con del movimiento 15M, como ha ocurrido en otras urbes (Puente-Asuero, 2015).

El objetivo general de este proyecto ha sido caracterizar la situación actual, así como las fortalezas y debilidades de estas iniciativas en la ciudad de Málaga. Atendiendo tanto a los recursos naturales implicados en la actividad como a las características socioeconómicas que afectan a los actores que habitan y dan vida estos espacios comunales. Los objetivos específicos del trabajo fueron:

- Identificar los huertos urbanos presentes en el municipio de Málaga.
- Conocer el momento y el motivo por el que nacen estas iniciativas.
- Describir qué tipo de parcelas y métodos de cultivo se están empleando.
- Caracterizar preliminarmente los perfiles sociales que presentan.

MATERIAL Y MÉTODO

La realidad que intentamos caracterizar en este trabajo es muy dinámica y lo que presentamos es un fotograma de la misma. La obtención de datos mediante formulario y el trabajo de campo se realizaron durante el año 2015 y es a ese año al que corresponden los mayoría de los resultados que se presentan. En algún caso hemos incluido datos adicionales que corresponden al presente año 2016, lo que se indica específicamente cuando ocurre.

Identificación y selección de iniciativas para el estudio

En el momento de iniciar el trabajo no existía un inventario o información reglada disponible sobre huertos urbanos en nuestra ciudad. Cosa que ya no ocurre en el presente, gracias a la Red de Huertas Urbanas de Málaga. En ese contexto aprovechamos el trabajo de Nieves Fernández (2012), arquitecta en el Ayuntamiento de Málaga, y contactos en huertos que sí teníamos localizados para rastrear las iniciativas existentes y otras más recientes. Además, a nivel del Ayuntamiento seguimos un periplo que consistió en:

- Acudir a un centro de atención al ciudadano para solicitar información, tras constatar la ausencia de información en la página web del Ayuntamiento.

- Nos dirigimos también a la Gerencia de Urbanismo, al ser ellos los que en primera instancia se encargaron de las obras de adecuación de algunos huertos.
- De ahí se nos derivó a las Juntas de Distrito donde fue complicado establecer contacto con los encargados.
- De nuevo nos derivaron esta vez a asociaciones de voluntarios y, en el caso del distrito Palma-Palmilla (Huerto el Vergel), a los servicios sociales del distrito.

Acabamos identificando en principio 7 iniciativas relacionadas con la agricultura urbana, de las cuales 6 eran huertos y la séptima incluía el cultivo en la ciudad pero con un objetivo de formación específica no reglada (Aula Vivero la Salvia). Todas estas iniciativas estaban ubicadas en el núcleo urbano principal de la ciudad. No se incluyeron diseminados, ni barriadas separadas del núcleo urbano principal, como la de Campanillas, en la que existe actualmente una iniciativa. Tampoco se consideraron para este estudio los huertos escolares existentes.

Recopilación de datos

Una vez localizadas las iniciativas, se procedió a su visita, recopilación de información gráfica y a concretar una entrevista inicial para solicitar apoyo para la recopilación de datos mediante la cumplimentación de un formulario que desarrollamos usando las herramientas disponibles en el entorno de Google Drive. Este entorno facilita la difusión de los formularios, la toma de datos on-line y el procesamiento inicial de las respuestas. A pesar de esta idea inicial, acabamos rellenando el formulario presencialmente con la ayuda de alguno de los actores que participaban activamente en cada huerto. En el caso de Palma Palmilla fueron los técnicos de los servicios sociales quienes nos ayudaron y en otros casos los presidentes o presidentas de las asociaciones de vecinos involucradas en las iniciativas.

El formulario se estructuró en tres bloques de preguntas:

- Perfil básico del huerto incluyendo aspectos como tiempo de funcionamiento de la iniciativa, forma de contacto, promotor actividad, programas sociales/educativas vinculados y apoyo institucional recibido.
- Perfil técnico del huerto incluyendo aspectos como superficie total, área cultivable, tamaño y tipo de parcelas, producción, manejo de la diversidad, gestión del agua, compostaje, uso de insumos, presencia de semilleros, presencia de zonas de uso común y de almacenaje.
- Perfil social del huerto incluyendo datos de edades, ocupación, formación académica, experiencia previa, tamaño unidad familiar, distancia de residencia respecto al huerto y horas semanales de trabajo en el huerto.

En la siguiente dirección se puede acceder al formulario que empleamos para conocer sus detalles: <http://goo.gl/GvSPHG>

Tratamiento estadístico de los datos

Se procedió a la realización de un análisis de componentes principales (PCA de las siglas en inglés) con el conjunto de datos correspondientes al perfil social que nos facilitara la interpretación de los resultados obtenidos. Este análisis se realizó en el entorno R (R Core Team, 2016) y lo hicimos siguiendo el tutorial disponible de la STDHA (2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructuraremos la presentación de los resultados en los tres bloques diferenciados de cuestiones que planteaba el formulario.

1.- Cuestiones básicas abordadas en la encuesta y el trabajo de campo

1.1 En lo que se refiere a los promotores y duración de las iniciativas (Tabla 1), nos encontramos con bastante diversidad. Las reivindicaciones de activistas, colectivos sociales con preocupación ambiental y asociaciones de vecinos están presentes en general pero su papel es más evidente en tres casos: "El Caminito", "Huerta la Dignidad" y "Huerta La Yuca". Además, atendiendo al tiempo que lleva en marcha la iniciativa y al desarrollo de actividades en el huerto, destaca entre los tres "El Caminito". En las otras tres iniciativas de huertos estudiadas, el Ayuntamiento con sus servicios sociales en algunos barrios y la gerencia de urbanismo han tenido un papel más relevante a la hora de la implantación. Se trata de huertos con mayor carácter de asistencia social dirigidos preferentemente a ciertos perfiles de edad y/o a personas excluidas socialmente o en peligro de estarlo. Como ejemplos de este tipo podemos citar los huertos de Molière y de "Palma-Palmilla", respectivamente. Además, independientemente de su carácter más o menos reivindicativo o social las cuatro iniciativas que llevan más tiempo cultivando en la ciudad son las que se beneficiaron circunstancialmente del plan PROTEJA de 2011 (Fernández, 2012), que entendemos facilitó inicialmente que estas iniciativas cuajaran. Los huertos que se iniciaron en ese contexto contaron con una infraestructura inicial suficiente a nivel de parcelación, riegos y zonas de almacenaje.

Nombre del Huerto	Tiempo que lleva la iniciativa en marcha	Apoyos puntuales institucionales o privados a las iniciativas
El Caminito	Alrededor de 4 años o poco más	Plan Proteja 2011 (Ayto. de Málaga)
Huerto El Vergel-Palma-Palmilla	Alrededor de 4 años o poco más	Plan Proteja 2011 (Ayto. de Málaga). Servicios Sociales distrito
Jardín Bailén-Miraflores	Alrededor de 4 años o poco más	Plan Proteja 2011 (Ayto. de Málaga)
Huerta La Yuca	Entre 2 - 3 años	Proyecto europeo
Aula Vivero la Salvia (Ecohuerto el Rabanito)	Entre 2 - 3 años	Diputación de Málaga-Obra social La Caixa
Huerta La Dignidad	Entre 1-2 años	-----
Huerto de Moliere	Alrededor de 4 años o poco más	Plan Proteja 2011, Ayto de Málaga

Tabla 1: Años en funcionamiento de los huertos urbanos sujetos a estudio y apoyos institucionales o privados recibidos. Datos actualizados a fecha de Septiembre de 2016

No obstante, en el caso de "El Caminito" hay que indicar que los hortelanos que iniciaron la actividad optaron por no delegar y diseñar ellos las parcelas y su ejecución, manteniendo un alto nivel de autogestión en todas las fases de la iniciativa. Sustentada en un proceso de reivindicación, diálogo y negociación con el Ayuntamiento continuo en el tiempo. Otros casos, como el de la "Huerta Dignidad", al ser una iniciativa posterior, han requerido bastante lucha vecinal para conseguir algo de apoyo institucional y unas infraestructuras mínimas. Creemos que hay que ser, de todos modos, bastante críticos con las políticas del gobierno municipal en los últimos dos mandatos. A fecha de este documento, no existe una normativa del ayuntamiento que regule la concesión, uso y disfrute de estos espacios. A diferencia de lo que ocurre en otros municipios de la comunidad autónoma andaluza (Puente-Asuero, 2013) o del resto del estado. Por otro lado, conviene destacar que aunque el Plan PROTEJA 2011 surge del ayuntamiento no responde a un plan de ordenación que desde la institución apostara con convencimiento por la agricultura urbana. No fue una opción decidida por el fomento de espacios verdes que produzcan alimentos y mejoren el metabolismo urbano, disminuyendo la huella ecológica de nuestras ciudades y facilitando una relocalización de la producción de alimentos. Más bien, se barajó esta posibilidad, entre otras alternativas, por la situación de crisis de la construcción y porque abarataba los

costes de mantenimiento de solares abandonados. Se aprovechó y facilitó que los vecinos y otros colectivos se encargaran de dar un uso a esos espacios difíciles y caros de mantener que, de otro modo, acababan siendo basureros.

Además, de los huertos mencionados quisiéramos también destacar el papel del "Aula Vivero la Salvia" o Huerta la Salvia, que es una propuesta de las personas que conforman la iniciativa agroecológica "Ecohuerto el Rabanito" que cuenta ya con una larga trayectoria temporal de actividad en la ciudad de Málaga. Este aula vivero es un proyecto educativo centrado en la horticultura urbana que se desarrolla en el Centro de Innovación Social "La Noria" y está parcialmente financiado por la fundación de la "Obra Social la Caixa" con participación de la Diputación provincial. Las mujeres que consiguieron ponerlo en marcha han difundido con gran éxito la horticultura urbana en la ciudad durante los dos últimos años consiguiendo la financiación para ello, además de organizar y dinamizar las dos Jornadas de Huertas Urbanas celebradas en la ciudad, la última en Mayo 2016 (Aula Vivero la Salvia a, 2016). También durante este último año se ha creado la Red de Huertas Urbanas de Málaga (RHUMA) que mantiene una actividad constante desde sus inicios apoyando las distintas iniciativas, especialmente aquellas que requieren más atención para su consolidación (Huertasurbanasmalaga, 2016).

Además de los 7 huertos estudiados con más detalle en este trabajo, queremos mencionar un huerto muy dinámico que está funcionando en el barrio del Palo, al que sus hortelanos llaman Tunesia y que, en breve, contará con dos años de actividad. Las parcelas que se usan se ubican en al antiguo jardín de la villa familiar del músico malagueño Eduardo Ocón Rivas. Sus dueños actuales reciben una compensación económica por permitir el uso del espacio con este fin. Por último, también destacar el apoyo que desde el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) del Vicerrectorado de Smart Campus de la Universidad de Málaga se está dando a la horticultura urbana. Contando la institución en la actualidad con dos espacios distintos que desarrollan horticultura urbana: el proyecto Jaulas Abiertas y el huerto Docente de la Facultad de Ciencias (SGAUMA, 2016).

1.2 Formación *in situ* de nuevos actores (hortelanos) en los huertos de la ciudad

Los resultados del formulario muestran que en la totalidad de los huertos urbanos estudiados son los propios hortelanos con experiencia que participan en la iniciativa, los que también se encargan de acompañar en los primeros pasos a los nuevos participantes que se incorporan sin conocimientos del cultivo de frutas y verduras.

Cabe destacar, sin embargo, que desde entonces hasta ahora el proyecto Aula Vivero la Salvia Aula (Vivero la Salvia b, 2016) también ha contribuido significativamente a esta formación y su oferta educativa agroecológica ha sido muy bien acogida en la ciudad, así como algunas actividades promovidas desde la Universidad de Málaga (Andalucía TECH, 2015 y SGAUMA, 2016).

1.3 Fines, actividades de divulgación y otros programas asociados al huerto

En el caso de la ciudad de Málaga, ya hemos mencionado que una de las razones del Ayuntamiento para promover huertos tuvo que ver con el mantenimiento de solares sin uso pero eso no es óbice para que la gran mayoría de huertos se asuma en primer lugar que tienen un fin social. Los huertos son un lugar de encuentro que puede contribuir a incrementar las relaciones y la cohesión entre vecinos. También destaca su papel como espacio no reglado para desarrollar actividades educativas relacionadas con la concienciación socio-ambiental y, ¿por qué no?, para reivindicar que otro modelo de ciudad es posible. Cabe destacar este papel social en Palma-Palmilla donde el Vergel contribuye a la inclusión social, consiguiendo que algunos vecinos se sientan responsables con su barrio y capaces de producir alimentos para paliar la situación de pobreza y de exclusión que se vive allí. En este sentido, conviene aprender de iniciativas como la de los verdes del Sur en Sevilla que nacen y se nutren de barrios considerados marginales y problemáticos. En datos conjuntos, queda en tercer lugar el objetivo de producir para el autoconsumo. Aunque en el caso de Palma-Palmilla la producción sí es importante y conlleva una dedicación mayor de los hortelanos. En cambio, lo que cultiva preferentemente el huerto del Jardín de Bailén-Miraflores son plantas ornamentales diversas, suculentas y aromáticas.

De manera específica, más de la mitad de los huertos (57%) organizan actividades de divulgación, charlas y talleres muchas veces asociados a programas sociales (programa HOGAR, talleres de pintura y creativos).

1.4 Visibilidad en redes y formas de contactar

Alrededor de la mitad de los huertos dispone de páginas web a través de las cuales es posible contactar, aunque no en todos los casos están actualizadas. Algunos enlaces se pueden encontrar en RHUMA (Huertasurbanasmalaga, 2016). Esto, como veremos en la siguiente sección, está estrechamente relacionado con el perfil de hortelano presente en el huerto. En algún caso, para contactar hay que hacerlo a través de los servicios sociales del Ayuntamiento y/o personándose en el huerto cuando hay gente.

2. Aspectos técnicos: Tipos de parcela y manejo de recursos en los huertos

En este apartado aportamos algunos datos en relación a las características de las parcelas y al tipo de manejo que se hace de los recursos naturales: suelo, agua, y biodiversidad además de identificar algunos de los insumos que se emplean.

2.1 Tamaño de los huertos y características de parcelas.

Los resultados muestran que, por lo general, la superficie de los huertos estudiados supera 1.000 m². La superficie media por huerto es de 1100 m², siendo el área del huerto más pequeño próxima a los 500 m². En lo que se refiere al tamaño de las parcelas dedicadas al cultivo, la mayoría tienen un tamaño pequeño, comprendido entre los 10 y 15 m² (Figura 1A). Aquellas parcelas cuya superficie supera los 40 m², reflejan que se ha optado por no parcelar o por hacerlo escasamente, siendo la parcela de uso comunitario. El diseño o tipo parcela varía pero predomina el bancal elevado, aunque es posible encontrar variaciones que se aproximan al sistema "Parades en Crestall" propuesto por Gaspar Caballero de Segovia (2002).

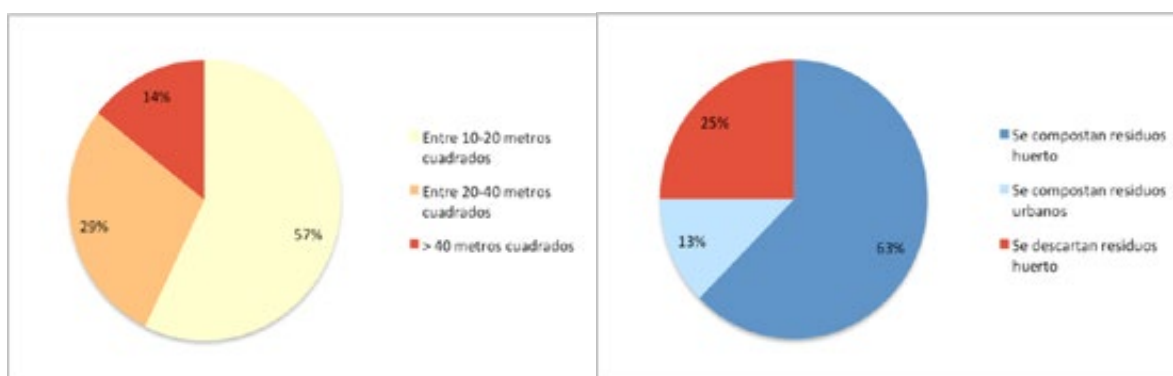


Figura 1: (A) Distribución de tamaños de las parcelas y (B) uso del compostaje en de los huertos urbanos de Málaga (datos año 2015).

En un mismo huerto es posible encontrar distintas geometrías de parcela, aunque mayoritariamente son rectangulares. La excepción la hemos encontrado en el huerto de la Yuca, que cuenta con parcelas con forma de media luna (diseño basado en propuestas de la permacultura) y en el Caminito donde se cultiva en parcelas grandes de forma irregular que se adaptan al espacio creado y a un uso compartido.

2.2 Manejo del suelo, nutrientes y compostaje

El suelo de los bancales elevados con una geometría rectangular y un ancho de 1,2 a 1,5 metros no se suele pisar por los hortelanos. En el caso de las parcelas de gran tamaño se delimitan vías de paso internas para alcanzar las distintas zonas de la parcela. Lo que consideramos que complica el manejo de este recurso. No nos consta la existencia de analíticas del suelo al inicio de la actividad.

En lo que se refiere a la reposición de los nutrientes extraídos se realiza mediante compostaje pero no se emplea en todos los casos (Figura 1B). Un 75% de los huertos compostan sus propios residuos para cerrar los ciclos de materia pero sólo un 13% incorpora a este proceso residuos domésticos, lo que consideramos un porcentaje bajo. Los huertos que no compostan y algunos de los que compostan poco, están usando abonos orgánicos comprados y/o estiércol mayoritariamente obtenidos de cuadras de caballos que lo suelen dar o vender a bajo precio. No se utilizan fertilizantes inorgánicos en ninguno de los huertos urbanos estudiados. Algo que de cualquier modo no está permitido por el Ayuntamiento que al ceder la parcela impone la obligación de llevar un manejo ecológico que impide el uso de fertilizantes químicos y plaguicidas sintéticos.

2.3 Gestión del agua: Origen del agua y tipo de riego utilizado

Se puede apreciar en la Figura 2A que el sistema de riego más empleado es el goteo, con un 50% de implantación, seguido del riego manual con un 30%. Sin embargo, resulta importante resaltar que en un mismo huerto pueden emplearse dos o más sistemas de riego, ya sea con el objetivo de suplir carencias de uno o por complementar el riego de determinadas zonas que carecen de las instalaciones adecuadas. Esto se puede visualizar de un modo más sencillo en la Figura 2B. En la gráfica se puede observar como en 4 huertos se usan más de un sistema de riego. Usualmente es el riego manual el que complementa aunque en el caso del Huerto Jardín de Bailén-Miraflores era la norma.

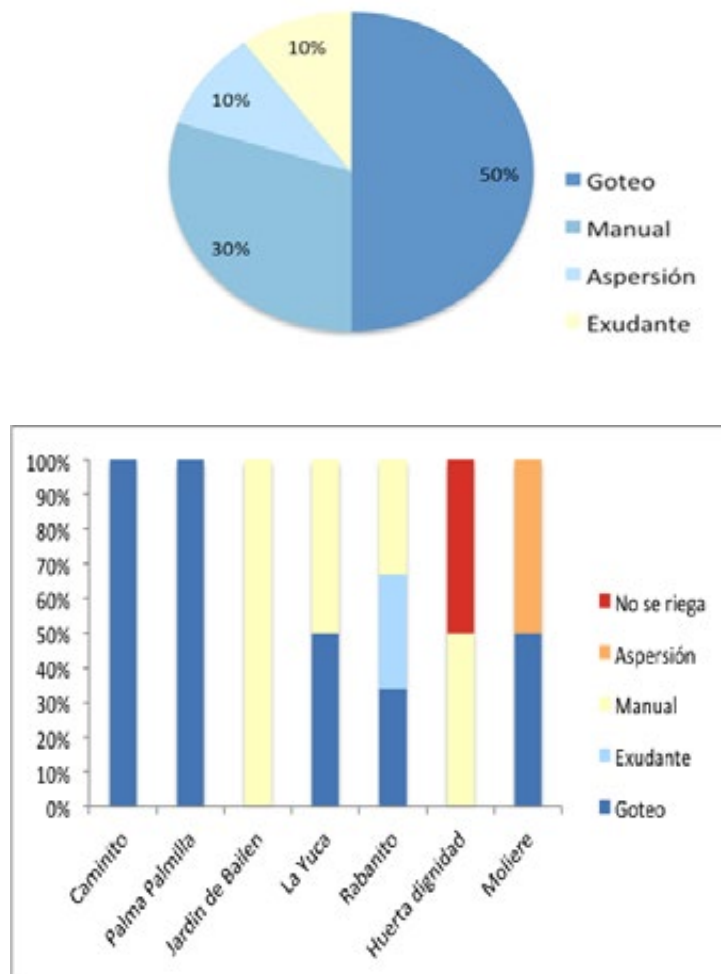


Figura 2: (A) Sistemas de riego empleados en los huertos urbanos de Málaga. (B) Diversidad de sistemas usados en un mismo huerto (Datos año 2015).

Un aspecto negativo que sí es común a la totalidad de los huertos es el uso del agua potable de red para el riego. El ayuntamiento impide el uso de agua no potable para riego en los huertos por asegurar que no se riegue con agua contaminada. Sólo la mitad de los huertos pagan por el consumo de agua de red, los demás huertos están exentos gracias a acuerdos con el Ayuntamiento. Por último, la encuesta muestra también que ninguno de los huertos conoce su consumo real de agua aunque la mitad afirmaba que podrían investigarlo pero no hemos podido obtener estos datos para este trabajo.

2.4 Manejo de la biodiversidad en los huertos y producción

Los resultados de la encuesta indican que prácticamente la totalidad de los huertos de Málaga cultivan más de 8 cultivos distintos y que, a excepción de uno, todos realizan rotaciones de cultivos. Los cultivos citados con más frecuencia fueron: zanahorias, tomates, lechuga, patatas, calabacines, cebollas, ajos, berenjenas, garbanzos, lentejas y remolacha, entre otros mencionados. En algunos huertos también se cultivan plantas con flores y aromáticas. En los huertos urbanos estudiados se dispone de semilleros en los que germinan semillas y se obtienen plántulas para el cultivo, aunque también se usan plantones comercializados. Si se considera el conjunto de los huertos, llama la atención que a lo largo de un año se pueden cultivar hasta 40 especies distintas. Pero aún más importante es el hecho de que muchas de ellas son variedades locales por lo que están contribuyendo a la conservación in situ de este importante patrimonio genético en peligro. En ningún caso los huertos contaban con datos de producción y este sería un dato importante para poner en valor esta horticultura en espacios reducidos también desde el punto de vista productivo. De hecho, se ha estimado que en los huertos urbanos intensivos cubanos se pueden alcanzar producciones de hasta 12 kg por m² (Altieri *et al.*, 1999).

2.5 Manejo de plagas

El control fitosanitario es escaso, no se suelen usar plaguicidas, a excepción de un huerto que emplea azufre y algún horticultor que identificamos empleando nicotina suspendida en agua proveniente de cigarrillos.

2.6 Otros aspectos relacionados con la gestión de los huertos

En lo que se refiere a pagos por el uso del espacio, no se están pagando al Ayuntamiento alquileres. Sí se suele pagar una cuota de socio que normalmente se usa para cubrir un seguro de responsabilidad civil. Otros huertos cuentan con una pequeña cuota mensual próxima a 25€. Todos los huertos poseen una normativa interna de uso y la mayoría presentan zonas no cultivadas comunes de encuentro y/o uso recreativo.

Respecto al almacenamiento de herramientas, una amplia mayoría posee un cuarto de herramientas que es de uso común. Sólo hemos encontrado un caso en el que no hay almacén de herramientas (debido a que el huerto está en fase inicial) y otro caso en el que existe almacén pero las herramientas son de uso particular. Respecto a la accesibilidad de los huertos, la mitad de los casos estudiados están adaptados para personas de movilidad reducida, y más de la mitad disponen de zonas de aparcamiento próximas al huerto.

3. Aspectos sociales

A continuación presentamos y comentamos datos que permiten una cierta caracterización socio-económica de las personas que cultivan en los distintos huertos.

3.1 Distribución de edades de los hortelanos

En términos generales, en el conjunto de los datos hay un predominio de clases de edades medianas y avanzadas pero los histogramas de edades son muy distintos en cada huerto (Figura 3). En La Yuca están representadas todas las clases de edad, en el Caminito y la huerta Dignidad hay una buena presencia de la clase 18 a 35 mientras que en Bailén-Miraflores, Molière y Palma-Palmilla, los histogramas están sin duda sesgados hacia hortelanos de edades avanzadas. El barrio de Palma-Palmilla presenta un elevado número de desempleados y es considerado relativamente marginal, mientras que el distrito de carretera Cádiz, donde se ubica el Huerto

de zona de la Avenida de Molière, es más diverso en cuanto a su composición social y pueden coincidir en él desde obreros no cualificados hasta personas de clase media, incluyendo el espectro intermedio.

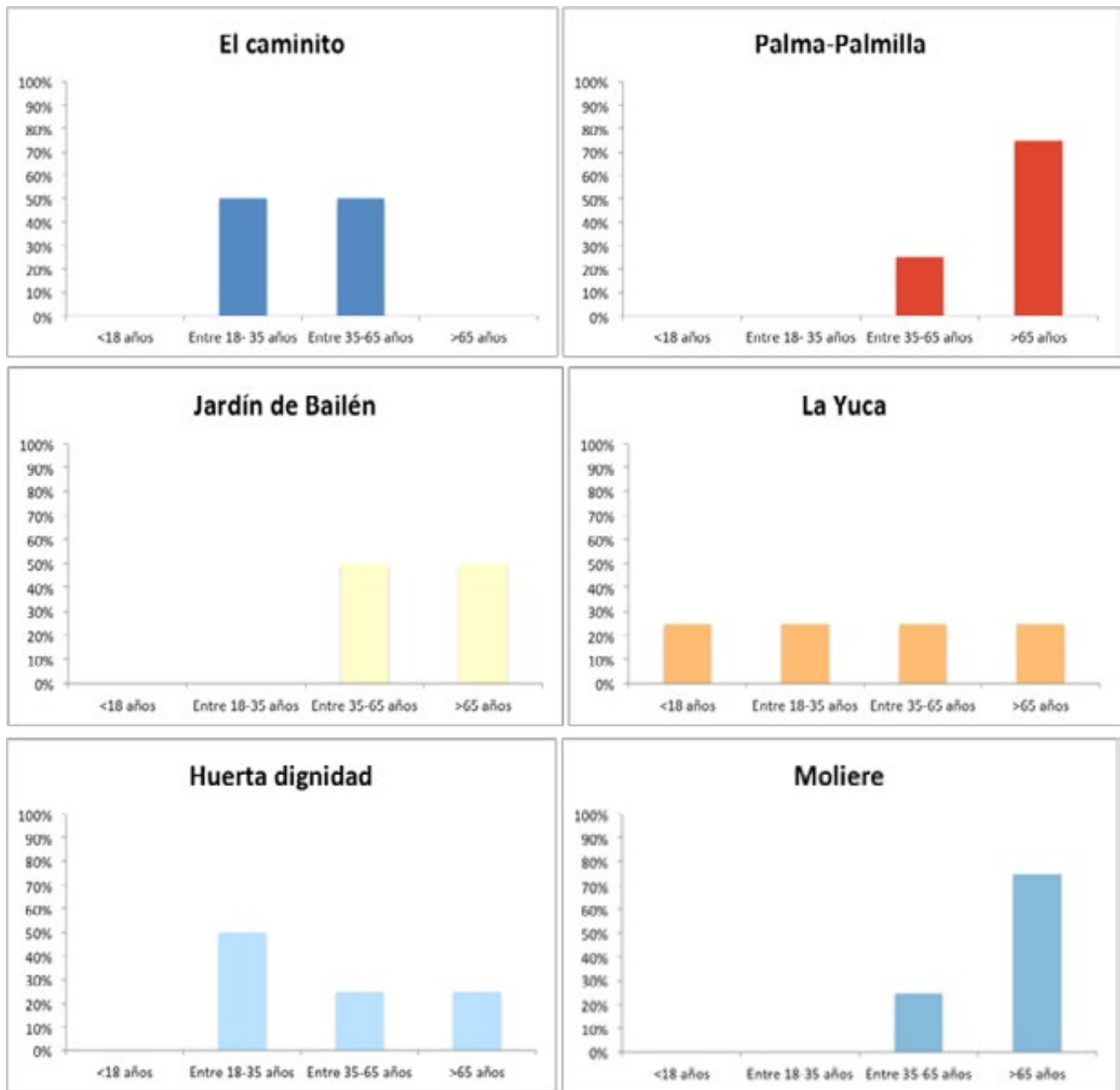


Figura 3: Perfiles de edad de actores en los distintos huertos estudiados. Datos del año 2015.

3.2 Experiencia previa en agricultura urbana

En la Figura 4 puede observarse como los huertos autoevalúan su nivel de conocimientos previos en horticultura. Las figuras representan en diagramas de barras los porcentajes de hortelanos en cada una de las 5 categorías definidas. Donde 1 suponía nada de experiencia y 5 mucha experiencia. Llama la atención la distribución obtenida en Palma-Palmilla donde un 70% de los hortelanos manifiestan poseer mucha experiencia previa en agricultura. El otro extremo lo encontramos en la huerta Dignidad, con un perfil de edades relativamente joven y muy escasa presencia de hortelanos experimentados. El Caminito y La Yuca presentan una distribución bastante

homogénea de conocimientos. Si atendemos a que en Molière la suma de "Bastante" y "Mucho" experiencia alcanza el 75% parece existir una correlación con la edad media de los hortelanos y la experiencia que poseen en horticultura.

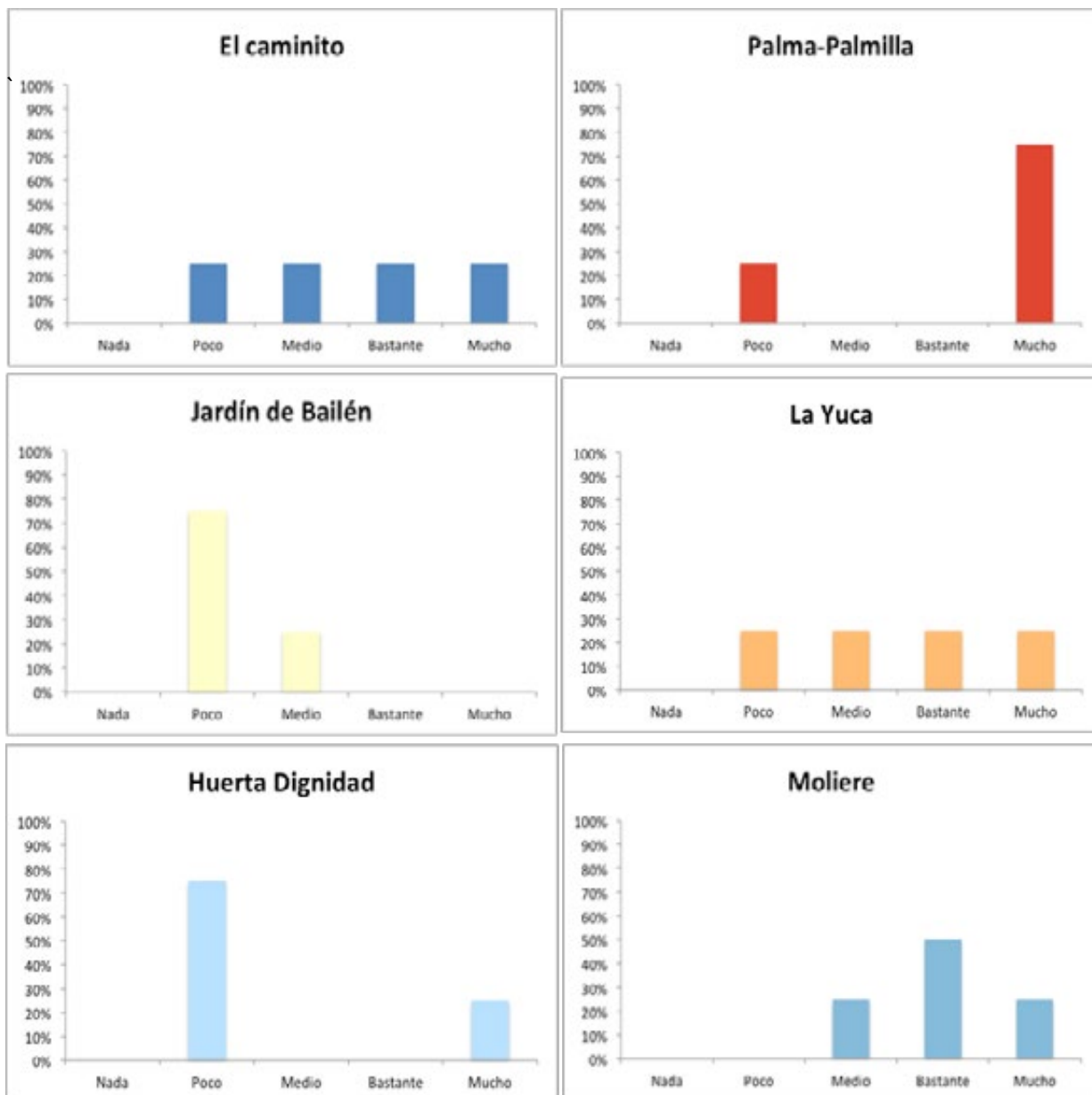


Figura 4: Experiencia previa de los hortelanos urbanos con la agricultura. Datos año 2015.

3.3 Perfil de ocupación laboral

También hemos preguntado por la ocupación actual de los hortelanos en los distintos huertos urbanos estudiados y los resultados se muestran en la Figura 5. Los datos de nuevo ponen de manifiesto que la tipología de cada huerto es diferente. Lógicamente, los jubilados son más abundantes en el perfil de los dos huertos más sesgados hacia una composición de hortelanos con edades avanzadas. Aunque en el caso del huerto el Vergel de Palma-Palmilla, él que no está jubilado está desempleado y algo parecido ocurre en Jardín de Bailén-Miraflores pero en proporciones distintas. El Caminito destaca por su abundante composición de estudiantes.

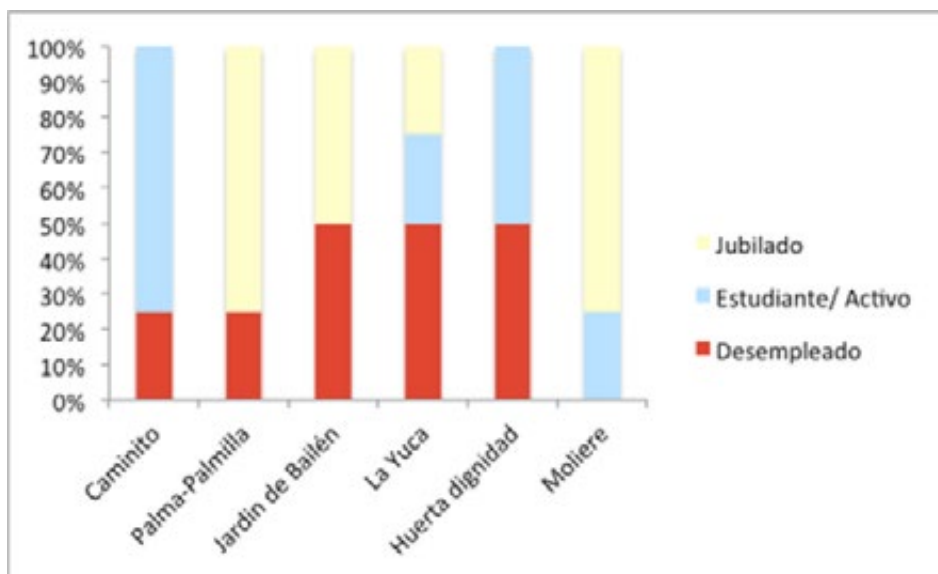


Figura 5: Perfil de ocupación laboral de los hortelanos presentes en los huertos de Málaga. Datos año 2015.

3.4 Nivel de estudios

En la Figura 6 se representan las frecuencias relativas en cada caso de los 5 niveles de formación reglada sobre los que hemos preguntado. La categoría de estudios básicos está presente en los 6 casos. Llama la atención de nuevo la singularidad de Palma-Palmilla con prácticamente un 50% de los hortelanos sin formación reglada, muy por encima del 20% que aparece en otros dos huertos, Huerta dignidad y Molière, en los que hay personas sin formación reglada. Algo que está de nuevo relacionado con los perfiles de edad de estos tres huertos. Entre el Caminito y la Yuca igualmente existen similitudes, ya que en ambos casos no existe gente sin formación pero el Caminito destaca por la mayor proporción de Universitarios. Finalmente, en Jardín de Bailén, abunda la educación básica con algo de presencia de formación universitaria.

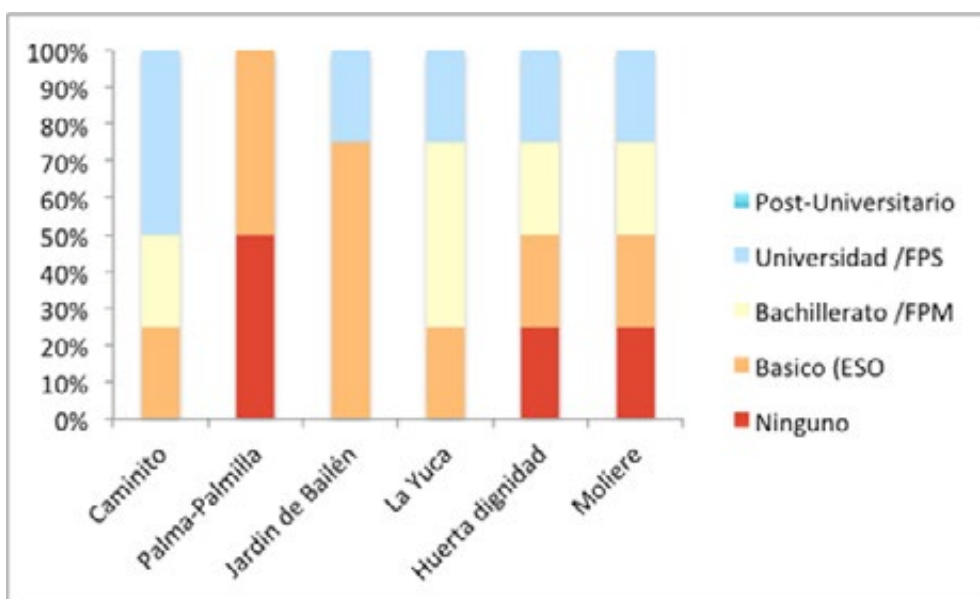


Figura 6: Nivel de estudios de los actores en los diferentes huertos de Málaga. Datos año 2015.

3.5 Distancia entre lugar de residencia y el huerto

En la Figura 7 pueden observarse las circunferencias que incluyen las distancias que deben recorrer los hortelanos para acercarse al huerto. La práctica totalidad de los actores que participan en los huertos del municipio residen a no más de 15 minutos andando, lo que aproximadamente nos da un rango de radios de desplazamientos que va desde los 750 metros al kilómetro.

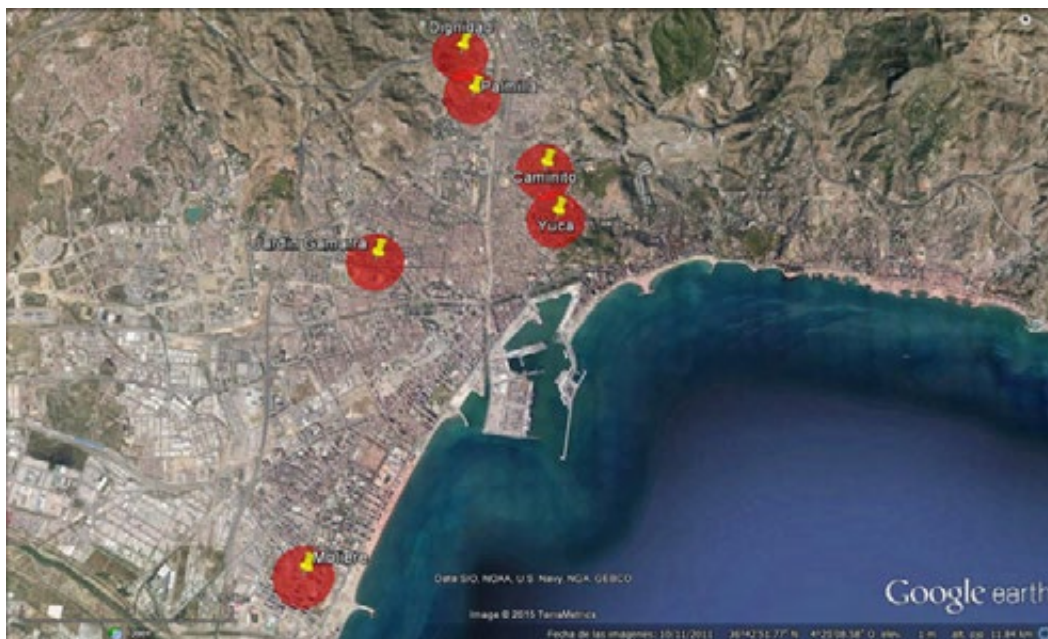


Figura 7: Estimación del área de influencia de los huertos de Málaga. Datos año 2015

Esta distancia media baja que permite desplazamientos sin locomoción y es deseable cuando se apuesta por modelos urbanos compactos.

3.6 Tamaño unidad familiar

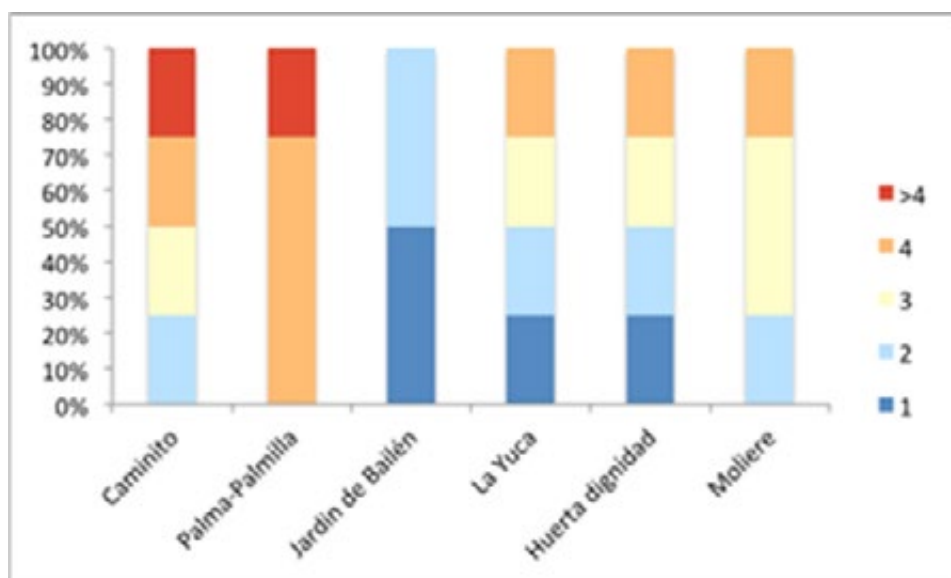


Figura 8: Tamaño de la unidad familiar de los hortelanos en los huertos urbanos de Málaga. Datos año 2015

Aunque no sea el primer objetivo de los huertos en nuestro municipio, sí que entre los fines que estos espacios tienen en nuestro contexto socioeconómico está el de proveer de frutas y verduras frescas para el autoconsumo a nivel familiar. Ello nos llevó a incluir una pregunta en el formulario sobre el tamaño de las unidades familiares de los hortelanos en los distintos huertos. Los resultados se muestran en la Figura 8.

El tamaño de la unidad familiar de los actores es bastante diverso, como puede apreciarse al observar las barras que caracterizan esta composición en cada huerto. La Yuca, la Huerta Dignidad y Molière parecen no contar con familias numerosas (más de 4 miembros) mientras que éstas sí existen en el Caminito y en el huerto de Palma-Palmilla donde esta categoría y la de cuatro miembros supone prácticamente el 100%. En el otro extremo nos encontramos con el Jardín de Bailén-Miraflores, con un tamaño unidad familiar muy reducido constituido por personas que viven solas o, a lo sumo, en parejas.

3.7 Número de horas por persona dedicadas al huerto durante la semana

La Figura 9 muestra que, en términos generales, lo más frecuente es que los participantes en los huertos de nuestra ciudad ocupen entre tres y seis horas semanales al cuidado y/o estancia en el huerto. De nuevo Palma-Palmilla presenta un perfil singular con dedicaciones semanales que superan las 14 horas. Sólo la Yuca se le acerca con más de un 60% de los participantes dedicando entre 7 y 14 horas.

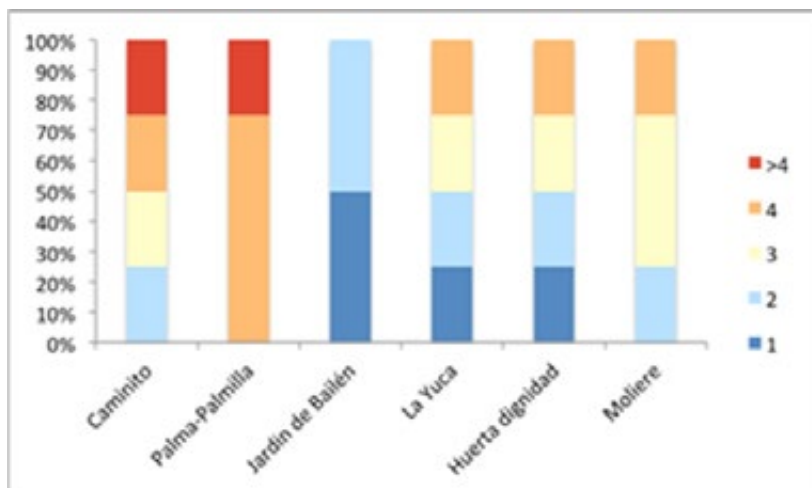


Figura 9: Horas semanales por persona dedicadas al huerto urbano. Datos año 2015

3.8 Participación de hombres y mujeres en los huertos

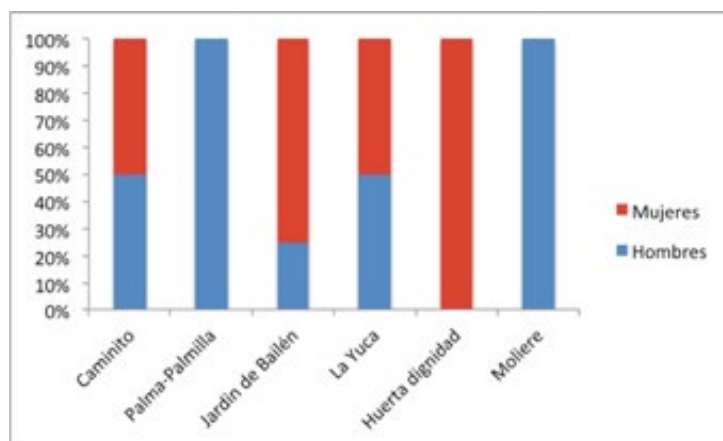


Figura 10: Distribución de género en los huertos estudiados. Datos año 2015.

En la Figura 10 se puede observar como solo en los casos del Caminito y La Yuca encontramos una distribución de géneros próxima a la presente en la población.

Tenemos dos huertos donde el género masculino predomina absolutamente, Molière y Palma-Pamilla. En ellos, aunque puede participar alguna mujer su presencia es absolutamente minoritaria. En cambio, en el año 2015, la incipiente iniciativa de la Huerta Dignidad era eminentemente femenina y este género es el que predomina también en Jardín de Bailén-Miraflores.

Análisis de componentes principales (PCA) de los resultados del apartado socioeconómico.

La dificultad para interpretar de forma integrada este volumen de datos, nos ha llevado a plantearnos la necesidad de aplicar un análisis de componentes principales. Esta aproximación nos permite ponderar cuáles de los aspectos sociales evaluados diferencian más entre sí las distintas iniciativas. El análisis distinguió 5 componentes de los cuales los dos primeros explicaban un 63,4% de la varianza de los datos. El primer componente explicaba un 38,9% y el segundo un 24,5%. Cuando representamos espacialmente como se distribuyen los huertos estudiados con respecto a esto dos componentes se obtiene la Figura 11.

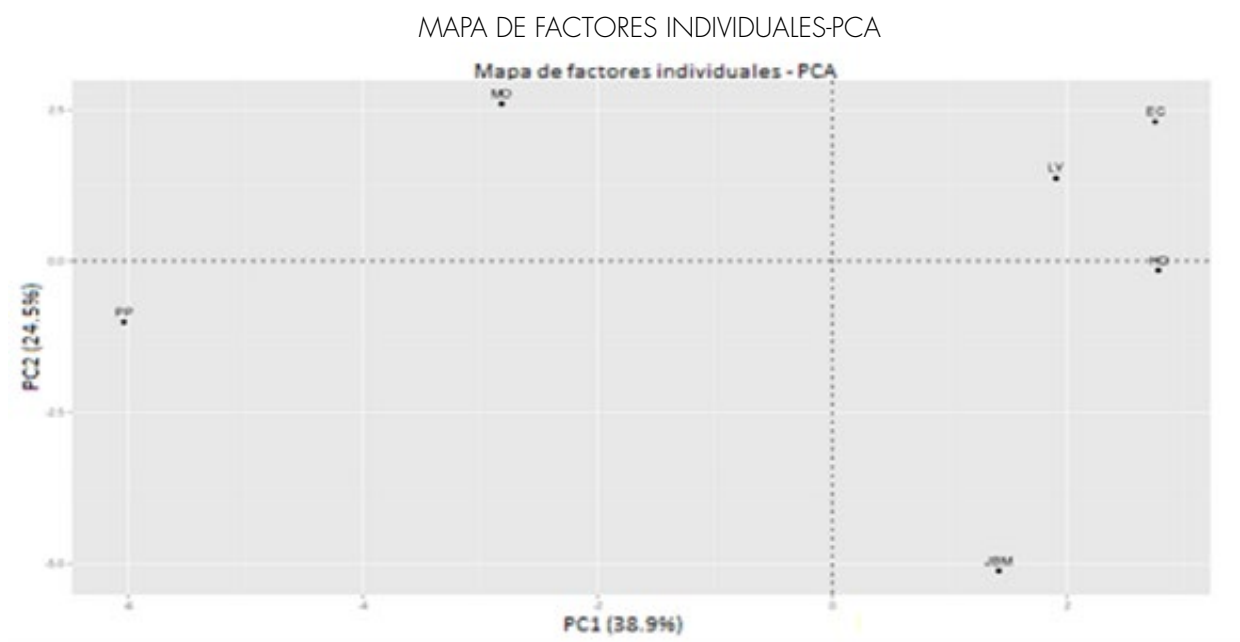


Figura 11: Visualización de los huertos según las coordenadas PC1 y PC2. El Caminito (EC), La Yuca (LY), La Huerta Dignidad (HD), Palma-Palmilla (PP) y Jardín de Bailén Miraflores (JBM) y Molière (MO).

Esta visualización pone de manifiesto que Palma-Palmilla, totalmente a la izquierda de la representación, se distingue de Bailén-Miraflores, la Dignidad, el Caminito y la Yuca, los cuatros ubicados a la derecha, en función del primer componente. En la posición de Palma-Palmilla tienen peso variables como nivel educativo muy bajo, alta experiencia como hortelano, muchas horas de dedicación semanales y la predominancia del género masculino. Esta última variable también tiene que ver con la posición hacia la izquierda de Molière. La Dignidad, Caminito y la Yuca son bastante similares en su comportamiento con respecto a las dos componentes principales. Entre las variables que se agrupan en el primer cuadrante donde se encuentra estos tres huertos destacamos: un nivel de experiencia medio-alto, participación de jóvenes, pocas horas semanales de dedicación, nivel educativo alto con presencia predominante de estudiantes y participación de personas activas no jubiladas.

El huerto del Jardín de Bailén-Miraflores se distingue de estos tres por el segundo componente que parece estar influido por una educación formal básica, un nivel de experiencia básico, por la variable tamaño de la unidad familiar (personas solas o en pareja) y por la preponderancia del componente femenino.

CONCLUSIONES

La ciudad de Málaga ha incorporado los huertos a su estructura urbana más tarde que otras ciudades andaluzas y del estado español. Al igual que en otros momentos históricos y ciudades esto ha venido propiciado por la profunda crisis económica y del ladrillo que nos afecta desde hace más de 5 años y que ha permitido la ocupación y la reivindicación de suelo urbano no construido para producir alimentos.

En un periodo de 5-6 años han surgido varias iniciativas que se han consolidado y se ha formado una red de huertas urbanas en la ciudad. La tipología de los huertos de la ciudad es diversa e incluye desde huertos con un componente reivindicativo y vocación activista hasta iniciativas más relacionadas con la asistencia social. También han surgido iniciativas agroecológicas urbanas con vocación de formación tanto desde instituciones como de fuera de ellas que han recibido una buena acogida ciudadana.

La gestión de recursos naturales como el suelo, el agua y la biodiversidad en estos espacios puede ser más eficiente. Entre los retos que se deben enfrentar están la implementación de una analítica de suelo incluyendo metales pesados al inicio de la actividad, el uso de agua no potable para regar y la realización de analíticas de aguas de pozo para que se puedan usar.

Los huertos están cultivando variedades locales lo que supone una interesante contribución a la conservación in situ de este recurso amenazado.

El compostaje en los huertos y en el resto de la ciudad debe ser reivindicado, potenciado y realizado. Los huertos pueden ser lugares de concienciación donde aprendamos a hacerlo.

Convendría implicar a los huertos en la toma de datos sencillos relativos al consumo de agua y la producción que sirvan para poner en valor a la horticultura urbana también desde un punto de vista productivo y de eficiencia en el uso de los recursos.

AGRADECIMIENTOS

Por su valiosa colaboración y participación activa a todos los hortelanos y hortelanas de los huertos que hemos visitado y en los que hemos realizado el trabajo. Muchas gracias por el tiempo y la atención que nos habéis dedicado a la hora de realizar los formularios y por dejarnos aprender de vuestras experiencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri M.A., Companioni N., Cañizares K., Murphy C., Rosset P., Bourque M. y Nicholls C.I., 1999. The greening of the "barrios": Urban agriculture for food security in Cuba. *Agriculture and Human Values* 16: 131-140.
- Andalucía TECH, 2015. En <http://www.andaluciatech.org/sites/default/files/JAUPU-UMA2015-3.pdf> (consultado 03/09/2016).
- Aula Vivero la Salvia a, 2016. En <http://aulavivero.ecohuertoelrabanito.com/cronica-ii-jornadas-de-huertas-urbanas/> (consultado 03/09/2016).
- Aula Vivero la Salvia b, 2016. En <http://aulavivero.ecohuertoelrabanito.com/cronica-ii-jornadas-de-huertas-urbanas/> (consultado 03/09/2016).
- Caballero de Segovia, G. 2002. "Parades en Crestal" el huerto ecológico fácil para Familias, Escuelas, Espacios públicos, Fincas agrícolas.
- FAO, 1999. La agricultura urbana y periurbana. En <http://www.fao.org/unfao/bodies/COAG/COAG15/X0076S.htm> (consultado 05/09/2016).
- FAO, 2012. Growing greener cities in Africa. En <http://www.fao.org/docrep/016/i3002e/i3002e.pdf>
- FAO, 2014. Ciudades más verdes en América Latina y el Caribe. En <http://www.fao.org/ag/agp/greencities/es/>

CMVALC/downloads.html (consultado 05/09/2016).

- Fernández, N. (2012). Huertos urbanos en Málaga como alternativa sostenible a los solares en desuso En Greencities 2012 disponible en http://aulagreencities.coamalaga.es/wp-content/uploads/2013/12/19.-Greencities2012-Comunicaciones_Nieves-Fern%C3%A1ndez-Huertos-urbanos.pdf
- Hayden-Smith, R. (2014). Sowing the Seeds of Victory.
- Huertasurbanasmalaga, 2016. En <https://huertasurbanasmalaga.wordpress.com/> (consultado 03/09/2016).
- OCDE , 1979. Agriculture in the planning and management of peri-urban areas).
- Puente-Asuero, R. 2015. Los huertos Urbanos comunitarios en Andalucía. Conceptualización, Identificación y Claves de su gestión. Tesis doctoral. Universidad de Pablo Olavide (Sevilla).
- R Core Team, 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. En URL <http://www.R-project.org/>.(consultado 05/09/2016).
- Reynolds, R. 2008. On Guerrilla Gardening: A Handbook For Gardening Without Boundaries.
- SGAUMA, 2016. <http://www.sga.uma.es/index.php/dimension-social/huertos>
- STHDA, 2015. En <http://www.sthda.com/english/wiki/ade4-and-factoextra-principal-component-analysis-r-software-and-data-mining> (consultado 05/09/2016).
- UN, 2014. World Urbanization prospects (revision 2014). En <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf> (consultado 05/09/2016)
- Zaar, Miriam-Hermi, 2011. Agricultura urbana. Biblio 3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales Vol. XVI, nº 944. Disponible en <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-944.htm> (consultado 05/09/2016).

EL PAPEL CLAVE DE LOS MAYORES EN LA TRANSMISIÓN DE CONOCIMIENTOS: LA ASOCIACIÓN CIUDADES COMESTIBLES: HUERTOS ESCOLARES

García C, Pereira MC

Asociación cultural "Ciudades comestible: Huertos escolares", Alcorcón. Centro de Mayores Adolfo Suarez, C/ Guipuzkoa nº4. E-28921 ALCORCÓN Madrid. Dinamizadora Agroecológica C/ Berlin nº 4-4ºE 28922 Alcorcón mcpuceda@gmail.com

RESUMEN:

Ciudades Comestibles es una Asociación Cultural sin ánimo de lucro compuesta en su mayoría por personas jubiladas Tiene como fines:

- *Promocionar acciones a favor de la progresiva implantación de la agricultura urbana*
- *Estimular el conocimiento mutuo utilizando metodologías participativas en sus procesos de actuación*
- *Potenciar la utilización de tecnologías para el desarrollo humano*

En la actualidad tiene como proceso de desarrollo, la transmisión de sus conocimientos

Tienen a su cargo 16 huertos en colegios de Primaria, 1 en un Instituto, 2 en guarderías, 1 en el Centro de Mayores Salvador Allende y 1 Centro Ocupacional (Castilla del Pino de Alcorcón).

La labor que se realiza es fundamental en una educación ambiental y de respeto a la naturaleza y por ente, a conocer de donde viene la comida.

Por todo lo expuesto, es necesaria la visualización de las acciones realizadas para su comprensión por la sociedad fuera del ámbito de Alcorcón.

Palabras clave: agricultura Ecológica, huertos escolares, transmisión de conocimientos.

INTRODUCCIÓN

La Asociación empezó su andadura en el 2007, creando un huerto en el Centro de Mayores Isabel Allende de Alcorcón. En dicho centro, se les impartió formación y fueron tutorad@s para la obtención de fondos.

En la página web de la red de huertos de Madrid se puede leer:

"Nos gusta no sólo poner en práctica nuestra experiencia y conocimientos, por nuestra procedencia y formación en el medio rural, sino que tenemos el deseo de que como personas mayores podamos ser útiles y valoradas por el resto de la sociedad. Así, nos ponemos al servicio de colegios públicos, centros de personas con discapacidades, y los colectivos que nos lo soliciten, para trabajar juntos en sus huertos, siempre que sea en la zona por la que nos movemos, Alcorcón.

Disfrutamos viendo como los discapacitados y los niños viven con interés lo que les enseñamos, y por eso nos esforzamos por conocer más, a través de la comunicación con los demás, formándonos en temas de agricultura ecológica que no conocemos o conocemos poco" (ver referencia 1).

En Abril del 2011, Ciudades Comestibles organiza un encuentro en Alcorcón denominado "El huerto como escuela" Agricultura entre generaciones. En la que intervienen Mariana Ponce (Relaciones Internacionales) y Raúl Terrile, (Ingeniero Agrónomo) técnicos del Programa Municipal de Agricultura Urbana de Rosario, Argentina y Carlos Ramón, (Ingeniero Técnico Agrícola y Maestro), autor del libro "Guía del Huerto Escolar", proyecto "La lombriz del foro" de Madrid . Un evento que recuerdan con cariño y del que dicen aprendieron mucho (referencia 2).

Coincidiendo con la recogida de los tomates, se ha estado celebrando en años sucesivos desde su creación, la tomataada en el Centro Salvador Allende. Una jornada lúdica en la que en su tercera edición se les agradeció la labor que estaban realizando (referencia 3).



Figura 1: Tercera tomatada en el Centro de Mayores Salvador Allende

Dada la predisposición, en el 2012 ya estaban trabajando en el Centro de Formación Ocupacional Carlos Castilla del Pino de discapacitados intelectuales. En dicho centro, colaboraban cinco miembros de la asociación con la profesora del taller de Jardinería María Torres. (referencia 4).



Figura 2: Trabajando en el Castilla del Pino

La asociación tiene un espíritu abierto y quieren que toda la sociedad participe de sus acciones y así también organizan una jornada en la que exponen todas las actividades y difunden la cultura del huerto (referencia 5).

**LOS HORTELANOS DE
SALVADOR ALLENDE TE
INVITAMOS A**



**“UN HUERTO LLENO DE CULTURA
POPULAR”**

VIERNES 25 DE MAYO-17.30 H.

Entrada gratuita hasta completar aforo

Centro Municipal de Mayores Salvador Allende

- **Recetas del huerto: taller de cocina libanesa con el maestro Elias.**
- **El reto de las semillas... ¿cuál es cuál?**
- **Exposición de fotos.**
- **Sabiduría popular: completa los refranes si te atreves...**

Y a continuación... Concierto en directo

“Aires de Otoño”

COLABORA



Consejería de Mayores, Salud y Mercados

Figura 3: Actividad realizada 2012

Desde entonces, la asociación ha seguido avanzando y en la actualidad están en 20 huertos (en su mayoría colegios de primaria) y a pesar que los años han pasado, siguen manteniendo ese espíritu. Así, el fin del curso del año pasado se finalizó con un viaje a la finca de Joaquín Araujo (Premio Global 2000) en Extremadura y este año se organizó una jornada sobre transgénicos y salud (referencia 6).



Figura 4: Presentación de la conferencia sobre transgénicos

Tiene especial relevancia la presencia de ciudades comestibles el pasado 7 de mayo de 2016 en el que quedó constituida la "Plataforma por una Alimentación Responsable en la Escuela", que trabaja por un cambio de modelo en la gestión de los comedores escolares y de otras colectividades. La reunión tuvo lugar en la sede de la CEAPA, Puerta del Sol, 4 – Madrid (referencia 7)

MÉTODO

Desde hace dos años, me he hecho socia de Ciudades Comestible. He participado de sus reuniones semanales (los jueves de 17 a 19 aprox durante todo el curso escolar).

La metodología seguida ha sido:

- La entrevista tanto a todos los miembros como a la mayoría de los directores de los colegios y cuando ha sido posible a las AMPAS
- La recopilación de antecedentes mediante la búsqueda de datos en internet
- La dinamización de actividades
- Recopilación de material fotográfico para visualizar la evolución de los huertos

RESULTADOS

Entrevistas a los componentes de la asociación:

- A pesar de las diferencias profesiones que ha realizado en su vida laboral, tod@s ell@s tienen el medio rural como referente de valores y aprendizaje
- La mayoría tienen fincas que llevan ell@s. Las semillas que se utilizan en los huertos provienen de sus fincas
- La mayoría están concienciad@s de la no utilización de insumos
- Se preocupan de llevar sus labores con el calendario lunar y/o el zaragozano
- El huerto les/las ha ayudado a superar la pérdida de sus compañer@s
- Están ilusionad@s con seguir aprendiendo
- Creen que el aprendizaje en los colegios va a producir un cambio en l@s niñ@s y que algun@s van a volver al campo

Entrevista a l@s director@s

- Se muestran satisfech@s con los componentes de la asociación
- Destacan la profesionalidad, la correcta transmisión de conocimientos
- En general, no quieren entrar en el tema del comedor escolar y aseguran estar contestos con sus empresas.
- Desconocen en la mayoría de los casos lo que es la certificación ecológica
- No quieren hacer actividades para profesor@s fuera del horario escolar. La excepción es el colegio concertado
- No harían actividades para los padres pero si apoyarían a las AMPAS. La excepción es el colegio concertado
- Desconocen la normativa de utilización de insumos en espacios públicos y no se plantean en principio hacer averiguaciones

Entrevista a las AMPAS

No es posible hacer una valoración ya que únicamente un AMPA accedió a hacer una entrevista y esta fue a final del curso

En internet aparecen diversas referencias de Ciudades Comestibles pero la mayoría de ellas son locales

Dinamización de las actividades

La predisposición a salir a aprender ha sido muy positiva.

Hemos resuelto algunos problemas que han surgido en las reuniones habituales.

Hemos ido a ver fincas y a escuchar conferencias del proyecto life crop (referencia 8).

Hemos asistido a las conferencias organizadas por Caixaforum con motivo de la semana sin pesticidas.

Hemos estado en la reunión de constitución de la plataforma por una alimentación responsable en la escuela y estamos pensando en realizar unas jornadas y una comida con legumbre por el Año Internacional de las Legumbre si se encuentra financiación.

Recopilación de fotografías

Hay una gran recopilación de fotografías que serán evaluadas a medida que avancen los años.

Discusión

La Asociación está cumpliendo con creces sus objetivos de transmisión de conocimientos. No obstante sería necesario que en las metodologías curriculares estuviera el huerto considerado como método y por lo tanto sirviera como soporte para todo tipo de materias.

En este sentido hay que destacar que según las inquietudes de los equipos directivos este es más o menos aprovechado para la enseñanza. Así el colegio público Fuente del palomar, ha utilizado el huerto no sólo como productor de hortalizas si no también como superficie para la plantación para su conocimiento de árboles frutales (referencia 9).

CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES

Es necesario, la clarificación a nivel nacional de los reglamentos de utilización de los espacios públicos para poder utilizar los residuos generados en los centros para hacer compost.

Sería necesario que los espacios pudieran albergar animales que enriquecieran los huertos así como los árboles frutales y las plantas medicinales.

Se debe concienciar a los equipos directivos de la importancia de utilizar el huerto de un modo amplio en los proyectos curriculares y por extensión a los organismos competentes (educación, agricultura y medio ambiente) Dada la voluntariedad de la actividad, esta no debería costar dinero a los participantes.

Debería estar apoyada y financiada por los organismos competentes.

El hecho de que en la mayoría de los colegios no tiene invernaderos, cuando acaba el curso escolar, todavía hay producción. Es una pena que dicha producción no sea aprovechada y los alumnos no vean el huerto en todo su esplendor.

REFERENCIAS

- <https://redhuertosurbanosmadrid.wordpress.com/ciudades-comestibles-2/>; (Consultado 03/09/16)
- http://www.economiasolidaria.org/files/TRIPTICO_26abril.pdf; (Consultado 03/09/16)
- <http://www.madridiario.es/noticia/212983/municipios/un-huerto-de-lo-mas-especial-en-alcorcon.html>; (Consultado 03/09/16)
- <http://noticiasdealcorcon.com/la-asociacion-ciudades-comestibles-celebra-su-tercera-edicion-de-la-tomatada>; (Consultado 03/09/16)
- <http://alcorconsolidario.blogspot.com.es/search?updated-min=2012-01-01T00:00:00%2B01:00&updated-max=2013-01-01T00:00:00%2B01:00&max-results=16>; (Consultado 03/09/16)
- <http://www.alcorcondia.es/actualidad/noticia/news/transgenicos-alimentacion-salud-comercializacion/>; (Consultado 03/09/16)
- <http://comedoresresponsables.org/reunion-constitutiva/>; (Consultado 03/09/16)
- <http://www.cultivos-tradicionales.com/>(Consultado 03/09/16)
- www.elhuertodelpalomar.blogspot.com(Consultado 03/09/16)

LEGUMBRES, CEREALES INTEGRALES, FRUTAS Y HORTALIZAS ECOLÓGICAS EN LOS COMEDORES ESCOLARES

Galindo P*, Chia M**, Fuentes-Guerra R***, Rodríguez P****

*La Garbancita Ecológica, Soc. Coop. Mad. De Consumo Responsable y PARE

C/Puerto del Milagro, 8 28018-Madrid; juliajara13@yahoo.es

**Ampa "Amor Brujo" del CEIP Manuel de Falla, Peligros-Granada y PARE

*** Grupo Fundador del Eco-comedor escolar del C.E.I.P. Gomez Moreno, Barrio Albaycin, Granada y PARE

**** Plataforma por una Alimentación Responsable en la Escuela (PARE)

RESUMEN:

La proporción correcta de nutrientes en la dieta es condición para nuestra salud. Legumbres, tubérculos, cereales integrales, frutas y verduras, nos proporcionan energía, proteínas de alto valor biológico, minerales, vitaminas y fibra. Además de nutrirnos, alimentan a los microorganismos beneficiosos de nuestra flora intestinal, responsables del 70% de nuestro sistema inmunológico y ayudan a eliminar residuos y tóxicos con las heces. Todo lo contrario de las dietas cargadas de proteína animal, azúcares y harinas refinadas y alimentos procesados que nos enferman.

Los comedores escolares pueden impedir el avance de la alimentación industrializada educando en hábitos alimentarios saludables y proporcionando, en la comida principal del día, legumbres, cereales integrales, frutas y verduras ecológicas frescas y cercanas.

La privatización y externalización del comedor escolar es funcional a una alimentación procesada, industrializada y globalizada, contraria a la salud a la seguridad y la soberanía alimentaria. La gran distribución proporciona alimentos procesados, desvitalizados, más baratos, desplazando al comercio y la producción local; reduce la gestión directa (cociner@s y cocina radicados en el colegio).

La colaboración entre padres-madres, personal docente, cociner@s, agricultor@s ecológic@s y cooperativas de consumo puede -a través de la educación alimentaria y el consumo responsable agroecológico- sustituir hábitos alimentarios enfermantes por saludables y convertir el comedor en un espacio educativo.

Palabras clave: comedor escolar, educación alimentaria, legumbre.

INTRODUCCIÓN: NUTRICIÓN. DESNUTRICIÓN. MALNUTRICIÓN. GLOBALIZACIÓN ALIMENTARIA

Nutrición. La proporción correcta de nutrientes en la dieta es condición para la salud. Legumbres, tubérculos, cereales integrales, frutas y verduras, nos proporcionan energía, proteínas de alto valor biológico, minerales, vitaminas y fibra. En el actual modelo alimentario industrializado y globalizado, comer no es sinónimo de alimentarse bien. Alimentarse es comer bien, comer alimentos sanos. La alimentación es la base de nuestra salud, pero también de nuestra enfermedad. Lo que comemos nos ayuda a estar saludables o enfermos, a pensar bien o con dificultad, a sentirnos fuertes o débiles. Lo que acostumbramos a comer marca nuestra vida, la vida de los demás y la salud o la enfermedad de los ecosistemas.

Desnutrición. Se produce cuando no ingerimos de forma regular la cantidad y diversidad de nutrientes necesarios para realizar nuestras actividades cotidianas y desarrollarnos. Es una de las dos formas que adopta la inseguridad alimentaria. En la infancia dificulta el desarrollo físico e intelectual y conlleva mayor probabilidad de patologías en la edad adulta.

Malnutrición. Aunque se ingiera una cantidad suficiente de alimentos, si éstos carecen de la diversidad, calidad y vitalidad de nutrientes esenciales para la actividad física e intelectual y la salud del organismo, estaremos malnutridos. La malnutrición es la segunda forma de inseguridad alimentaria.

Si la desnutrición se debe a la escasez de alimentos, la malnutrición está vinculada al exceso, toxicidad y falta de vitalidad de los mismos. La malnutrición está asociada a la industrialización y globalización de la producción y distribución de alimentos.

Globalización alimentaria. El libre comercio de alimentos consigue bajar los precios y crear la ilusión de una producción capaz de resolver la desnutrición alimentaria. Es cierto que produce más alimentos, pero lo hace mediante una producción industrial en masa, de distribución mundial que arruina la producción campesina familiar. El libre comercio es el modelo alimentario que más alimentos destruye al arruinar y desplazar cada año a millones de pequeñ@s campesin@s, o bien para evitar que bajen los precios.

La producción industrial y su distribución globalizada, envenena la tierra, el agua y los propios alimentos y, a través de la publicidad, consigue desplazar la dieta tradicional de los pueblos rica en frutas y verduras frescas, legumbres y cereales integrales sustituyéndola por alimentos procesados, envasados, viajados, desnaturalizados y desvitalizados. Es la llamada comida basura, aunque contenga vegetales.

En 1993, Barry M. Popkin formula el Modelo de Transición Nutricional (MTN) en el que describe ese momento como "etapa de preeminencia de enfermedades degenerativas" caracterizado por la difusión de nuevas dietas en las que escasea la fibra y hay un exceso de grasas saturadas, azúcar y carbohidratos, la comúnmente denominada Dieta Occidental. El MTN ha sido problematizado por su eurocentrismo y la consideración del desarrollo económico y la renta como única explicación causal (Nicolau-Nos R y Pujol Andreu J, 2011). No obstante, sigue teniendo fuerza conceptual al incorporar variables como condiciones ambientales, cultura alimentaria, políticas agrarias, nivel de conocimiento científico sobre nutrición, etc.

Los hábitos alimentarios basados en comida basura han calado en la población en general y en nuestros niños y niñas: golosinas, bebidas carbonatadas y otros alimentos con azúcar y harinas refinadas, exceso de carne y grasas de mala calidad, bollería industrial; todos ellos provocan una ingesta sobreaabundante de calorías, proteína animal, grasas saturadas y trans e hidratos de carbono refinados y un déficit de proteína vegetal, grasas insaturadas, hidratos de carbono integrales, vitaminas, minerales y fitonutrientes. La malnutrición es responsable de las epidemias modernas de obesidad, diabetes, cardiopatías, cáncer y enfermedades autoinmunes.

En los países empobrecidos hay, sobre todo, desnutrición. Pero, cuando llega la alimentación globalizada a bajos precios, después de haber arruinado a millones de campesinos en los países ricos sustituyéndolos por "eficientes" empresarios agrarios globalizados, también aparece la malnutrición. En los países ricos hay, sobre todo, malnutrición. Pero, con la crisis, reaparece la desnutrición en las capas sociales más precarizadas y empobrecidas. Malnutrición y desnutrición avanzan juntas en las escuelas de nuestros barrios más desfavorecidos: much@s niñ@s de familias con escasos recursos hacen dos o una comida al día, apenas comen fruta y verdura, pasan hambre e ingieren sobre todo azúcar y harinas refinadas de escaso valor nutricional que no alimentan pero aumentan la obesidad.

¿QUÉ NOS APORTAN LOS VEGETALES?

Hoy en día la carne y la proteína animal a la que se añaden pescados, huevos, embutidos, lácteos- está muy sobrealimentada en nuestra dieta. Sólo hace falta echar un vistazo a los menús de los restaurantes, pero también a los de escuelas, hospitales y residencias de ancianos para comprobarlo.

Los vegetales –hortalizas, frutas, cereales, legumbres- juegan un papel principal en una dieta saludable y, sin embargo, están minusvalorados en los menús. A pesar de que, de ellos podemos obtener casi todos los macronutrientes, muchos de los micronutrientes y, si proceden de cultivo ecológico, casi ninguno de los "ingredientes" que nos intoxican y enferman.

Los vegetales proporcionan:

a) La totalidad de la energía que empleamos en nuestra actividad cotidiana se obtiene de Hidratos de Carbono (65% de la ingesta diaria) que extraemos de arroz, pasta y pan de harinas integrales, patatas y legumbres.

b) La mayoría de las grasas saludables (30% del alimento diario) que necesita nuestro metabolismo para funcionar y asimilar las vitaminas. Estas grasas insaturadas y poliinsaturadas proceden de vegetales (aceite de oliva, semillas de girasol, de calabaza, de lino y frutos secos), aunque también se encuentran en el pescado azul.

c) Las proteínas nos ayudan a construir células, tejidos y órganos. Su función es importante, pero la cantidad necesaria (un 15% de la ingesta) es menor que de HC y grasas. La mitad -como mínimo- de las proteínas deben proceder de vegetales, es decir, el 7,5% de nuestra ingesta. Las legumbres son el alimento vegetal que más proteína nos aporta, seguido de cereales integrales y patatas.

d) Los llamados micronutrientes (necesarios en cantidades muy pequeñas), también los obtenemos, salvo excepciones, de los vegetales: 1) las vitaminas, que colaboran en el correcto funcionamiento del organismo y en la prevención de enfermedades, de frutas y verduras; 2) los minerales y oligoelementos (minerales que se necesitan pero en cantidades más pequeñas aún), que constituyen la esencia de dientes, huesos y sangre, se encuentran en mayor diversidad y riqueza en los vegetales. 3) los fitonutrientes o antioxidantes están presentes en frutas y verduras de temporada desarrolladas al aire libre. Cada día son más necesarios porque evitan la mutación tumoral, desintoxican nuestro organismo de contaminantes ambientales, fortalecen el sistema inmune y protegen de enfermedades degenerativas (cataratas, artritis, hipertensión, diabetes, arteriosclerosis y cardiopatías). Los cultivos ecológicos contienen mayor cantidad de micronutrientes porque dependen de la fertilidad del suelo y del sistema inmunológico de las plantas.

e) La fibra, presente en todos los vegetales pero, sobre todo, en legumbres y cereales integrales, sirve para que el intestino elimine las sustancias tóxicas y de desecho con regularidad. Se ayuda de una ingesta de agua (2 litros diarios en una persona adulta). Sin la presencia de fibra y agua en la dieta en las cantidades apropiadas, las heces no aumentan de volumen ni se hidratan lo suficiente como para provocar los movimientos peristálticos del intestino que ayudan a la evacuación. La dieta escasa en vegetales provoca estreñimiento acumulándose los residuos en el intestino grueso lo que deteriora las paredes intestinales y se degrada el mecanismo de permeabilidad a la sangre. Cada vez se filtran menos nutrientes y se cuelean más tóxicos. La sobrecarga del intestino satura a hígado y riñones, órganos encargados de eliminar tóxicos ingeridos o producidos por nuestro organismo (LGE, 2015).

LA DIETA QUE NOS DA SALUD, CUIDA A LOS MICROORGANISMOS QUE NOS CUIDAN

Al hablar de nutrición, no sólo debemos pensar en alimentar nuestro cuerpo, constituido por 10 billones de células. También hay que alimentar a los 100 billones de microorganismos (levaduras, bacterias y microbios de todo tipo, el microbioma) que pesan unos 2 kg y habitan, fundamentalmente, en nuestro intestino grueso. El microbioma se ocupa de funciones metabólicas (fermentar hidratos de carbono complejos para que podamos asimilarlos, producir algunas vitaminas y hormonas) y defensivas (evitar el crecimiento de bacterias y levaduras dañinas y entrenar a nuestro sistema inmune para detectar y neutralizar microorganismos dañinos). Si lo cuidamos, nuestro microbioma nos acompañará toda la vida en una relación simbiótica (beneficiosa para ambas partes) que regenera nuestro organismo y constituye una barrera frente a virus y bacterias oportunistas (Lazaro y Urederra, 2016).

Las bacterias "amigas" de nuestra salud se alimentan de los vegetales que encuentran en nuestro intestino nutriéndose de aquellas partes que no somos capaces de digerir (fibras, carbohidratos y azúcares complejos procedentes de verduras, legumbres y cereales integrales); mediante la fermentación, los transforman en ácidos grasos esenciales que protegen el epitelio de nuestro intestino constituyendo una barrera protectora y alcalinizando nuestra sangre. Por el contrario, las bacterias "enemigas" de nuestra salud necesitan los restos de carne, azúcares simples y "comida basura" que se pudren en nuestro interior acidificándolo. Si las bacterias amigas, tienen la hegemonía, el conjunto de microorganismos trabajarán para nuestra salud manteniendo a raya a los microorganismos "enemigos". Si, por el contrario, los restos de nuestra digestión fortalecen a las bacterias enemigas, el conjunto de microorganismos fomentará nuestra enfermedad al decaer nuestro sistema inmunológico. Por eso necesitamos una dieta compuesta por frutas, verduras, legumbres y cereales integrales que reduzca la cantidad de carne, porque favorecerá la flora intestinal beneficiosa y, por tanto, nuestro sistema inmunológico que, en un 70%, reside en el intestino (Lázaro y otros, 2014).

LEGUMBRES Y ALIMENTOS ECOLÓGICOS, PROTAGONISTAS EN LA DIETA MEDITERRÁNEA.

En la Dieta Mediterránea Tradicional (DMT) predominan legumbres, cereales integrales, frutas y verduras de temporada y frutos secos; los pescados y carnes mantienen una proporción razonable de proteína animal (la mitad del 15% del total de la ingesta diaria, es decir, el 7,5%, que equivale a 0,4 gr diarios de proteína de carne/pescado/huevos por kg de peso. La otra mitad debe proceder de proteína de origen vegetal¹). En la DMT, el lugar principal de los alimentos que aportan proteínas lo tenían las legumbres: garbanzos, lentejas, alubias, habas, guisantes, etc. Su combinación con cereales integrales aportaba proteínas de alto valor biológico –el cereal aporta la cisteína y metionina faltantes en las legumbres y éstas equilibran a los cereales en lisina-, junto con fibra e hidratos de carbono. Si además, en la misma comida se encontraban frutas y verduras de temporada, el equilibrio en minerales y vitaminas era completo. El pescado y, sobre todo la carne, ocupaban un segundo lugar y en pequeñas cantidades, ilustrando al plato principal, no sustituyéndolo, porque aunque contienen proteína no aportan el resto de nutrientes que contienen las legumbres y contienen grasas saturadas y otros tóxicos responsables del aumento de enfermedades cardiovasculares (Galindo, 2016b).

Los vegetales son fundamentales en la dieta. Si queremos que nos proporcionen salud deben ser ecológicos porque además de aportar nutrientes de alta calidad, carecen de los químicos de síntesis procedentes de abonos, insecticidas y herbicidas empleados en la agricultura industrial mal llamada convencional. Los vegetales ecológicos nos proveen de nutrientes de alta calidad porque: 1) proceden de cultivos en los que se cuida la fertilidad del suelo que garantiza la cantidad y riqueza de vitaminas y minerales. Un suelo es fértil porque está lleno de organismos y microorganismos que convierten el agua y los nutrientes del suelo en biodisponibles para las plantas, y las protegen de patógenos (Restrepo, en Lázaro *et al.*, 2014); 2) contienen más nutrientes (más materia seca) y menor proporción de agua (agua a precio de tomate). Estos son los atributos básicos de la producción ecológica.

Desde el punto de vista de la salud de los ecosistemas, bienestar humano, economía circular y Estrategia Residuos Cero, es importante resaltar otros factores que no garantiza la certificación ecológica como: 1) alimentos de temporada, por su mayor capacidad nutricional, saludable y ecológica; 2) recién recolectadas, porque, según Lázaro y Urederra (2016) contienen mayor vitalidad (energía procedente del sol) y fresca, e implican cercanía, fomento de la economía local, reducción de transporte, menos emisión de CO₂, posibilidad de retorno de envases y menor impacto sobre el cambio climático; 3) de cultivos al aire libre porque, al defenderse de los inconvenientes climatológicos y las plagas, las plantas nos transmiten sus defensas en forma de fitoquímicos naturales o antioxidantes que nos protegen frente al cáncer y provocan menor contaminación al emplear menos plásticos.

La dieta mediterránea está completa si contiene vegetales ecológicos, de temporada, recién recolectados y cultivados al aire libre. (Galindo *et al.*, 2016)

En el otro extremo, según Sussó y Garrabou (2010) está la dieta occidental (que abusa de nutrientes de baja calidad compuestos por: a) hidratos de carbono procedentes de azúcares y harinas blancas y refinadas, con exceso de gluten y ausencia de vitaminas del grupo B; y b) proteínas procedentes de ganadería intensiva, hacinada y alimentada con piensos transgénicos de alto rendimiento a los que se añaden antibióticos y hormonas.

Alimentación saludable es: a) calidad, cantidad y vitalidad de los nutrientes; b) proporción y combinación de los mismos; c) orden de la ingesta y d) hábitos saludables (ejercicio físico, afectos, higiene y descanso). La verdadera alimentación saludable (que combina nutrición, ecosistemas saludables y bienestar humano) es la alimentación ecológica. Salud para nuestro cuerpo y para la tierra que produce los alimentos que cultivamos y comemos y para las relaciones sociales (LGE, 2015).

¹Eso significa, para un chico/a con 50 kg de peso, que la ración diaria de proteína animal no debe rebasar los 100 gr de carne/pescado o 150 gr de huevos y ser complementada con unos 200 gr de legumbre y unos 100 gr de cereal integral (arroz o pan).

En la etapa de su vida en la que deberían afianzar buenos hábitos alimentarios, nuestros niños y niñas están expuestos a la malnutrición por la implantación inducida de hábitos alimentarios enfermantes, al haber abandonado la dieta mediterránea.

EL PANORAMA DE LOS COMEDORES ESCOLARES

Los comedores escolares podrían impedir el avance de la alimentación enfermante educando en hábitos alimentarios saludables y proporcionando en la comida principal del día frutas y verduras ecológicas frescas de temporada y cercanía, combinando legumbres, huevos, carnes y pescados frescos a lo largo de la semana y evitando el uso de harinas y azúcares refinadas, grasas animales, fritos y carne o pescado de baja calidad nutricional. La privatización y externalización del servicio de comedor escolar, funcional a la alimentación procesada e industrializada, dificulta enormemente la tarea del comedor escolar.

La alimentación de los comedores escolares está en manos de empresas cada vez más grandes. Se reduce la gestión directa (cociner@ y cocina radicados en el colegio) y avanza el servicio de catering con la ventaja aparente de contar con más medios para garantizar la seguridad alimentaria, aunque signifique que la comida no se hace en el mismo día que se va a comer y tiene que ser recalentada. En el mercado de la restauración colectiva se ha producido una fuerte entrada de multinacionales que propician la concentración de la oferta desplazando a pequeñas y medianas empresas locales. Gana peso el suministro de alimentos de gran distribución, producidos industrialmente, lejos de donde van a ser consumidos. Tres empresas (Grupo Serunió, Ernest Colectividades y Shodexo) concentran el 27% del volumen de las ventas, las 10 primeras acaparan el 53,85% y las 25 primeras copan el 75% del mercado (Soler, 2011).

Los catering concentran un gran poder de compra para presionar a sus proveedores y conseguir mejores precios. Expulsan del mercado a los agricultores y ganaderos más cercanos y -al sustituir verduras, carnes y pescados frescos por congelados, conservas y precocinados- reducen la calidad y la vitalidad de las materias primas con las que alimentan a nuestros hijos.

La Comunidad de Madrid es ejemplo de ello. Tiene una población escolarizada de 1.140.000 personas repartida en 1634 centros públicos (entre Escuelas Infantiles, Colegios de Primaria e Institutos) y 1656 centros privados y concertados; 860.000 niños y niñas estudian en escuelas infantiles, enseñanza primaria y enseñanza secundaria obligatoria. Se calcula que el 20% se queda a comer en el colegio -se eleva a un 32% en centros de enseñanza primaria- lo que supone unos 220.000 niños y adolescentes, además del profesorado y personal no docente. El negocio de comedor escolar en la Comunidad de Madrid supera los 610 millones de euros anuales (Galindo, 2016).

La Comunidad de Madrid, responsable de regular los comedores escolares en nuestra región, favorece que las empresas más grandes concursen en más centros y se preocupa más de la estabilidad del negocio del catering que de la calidad de la alimentación escolar. Los Pliegos de Prescripciones Técnicas y Administrativas no priman materias primas frescas (1ª gama) sobre las conservas (2ª gama), precocinadas (3ª gama), peladas, cortadas y desinfectadas (4ª gama) o cocinadas, enfriadas y recalentadas (5ª gama). Cada gama tiene peor calidad nutricional y vitalidad que la anterior, pero es más barata y requiere menos manipulación. En la lucha contra la malnutrición de nuestros niños y niñas, las empresas de catering forman más parte del problema que de la solución. La tasa de obesidad infantil en España triplica la de hace 30 años y ya supera a EEUU.

En otras Comunidades Autónomas el panorama no es mejor. La mayoría de los comedores escolares contratan con empresas de "catering" y está en retroceso el modelo de gestión directa llevado a cabo por el centro escolar. En algunas CCAA no se permite que el AMPA autogestione el comedor (Soler, 2011). Los precios que fija la administración para el menú escolar difieren mucho de unas CCAA a otras: de 3€ en Asturias a 6,50€ en Baleares, curso 2015-2016 (Galindo, 2016).

Los comedores escolares son un espacio donde promover el consumo sostenible, integrador de la dimensión ambiental, social y económica (Bastia, 2013) con una repercusión directa sobre el entorno social cercano. Sin

embargo, el servicio de comedores escolares está inmerso en una dinámica de cesión del servicio de restauración colectiva y social a grandes empresas privadas de catering que dispensan una alimentación procesada, industrializada y globalizada, contraria a la salud a la seguridad y la soberanía alimentaria, que nada tienen que ver con el modelo de comedor con productos agroecológicos de agricultores cercanos y cocinados in situ.

MADRES Y PADRES ORGANIZÁNDOSE: PLATAFORMA POR UNA ALIMENTACIÓN RESPONSABLE EN LA ESCUELA

Una alimentación sana y responsable depende del grado de educación alimentaria y nutricional. La capacitación del sistema educativo es condición para una alimentación de calidad en la escuela y la eliminación de alimentos y procedimientos nocivos en los menús escolares.

Veterinarios Sin Fronteras y su campaña "Cortocircuito. Justicia alimentaria global" destaca el papel de la administración en la regulación de la alimentación en la restauración colectiva, facilitando la participación de los consumidores y promocionando la compra pública local -especialmente en los comedores escolares-, donde se auna en mismo espacio mercado, salud, educación, cultura y futuro (García F. 2013).

En esta responsabilidad política debemos involucrarnos las asociaciones de madres y padres del alumnado (AMPA), dado que nuestros hij@s son destinatari@s del servicio educativo y de la alimentación del comedor escolar.

La degradación de la alimentación en los comedores escolares ha ocasionado la contestación de numerosos colectivos relacionados con la alimentación en la escuela por escándalos alimentarios, por las condiciones laborales o las deficiencias de atención de los monitores escolares en horario de comedor escolar.

El pasado 7 de mayo medio centenar de organizaciones de todo el estado nos dimos cita en la sede de la Confederación Estatal de Asociaciones de Madres y Padres de Alumnos (CEAPA) y constituimos la Plataforma por una Alimentación Responsable en la Escuela. Esta plataforma, auspiciada por la CEAPA y organizaciones sociales vinculadas con la agroecología, la educación alimentaria y el consumo responsable, acordó la elaboración, difusión y adhesión a un decálogo para la mejora del servicio, como paso previo a la exigencia de su cumplimiento a responsables políticos y administraciones educativas.

En estas Jornadas Estatales de Comedores Escolares se concentraba mucha experiencia práctica que permitió realizar un análisis de la problemática actual de los comedores escolares que se resume en:

- "Los comedores escolares se están convirtiendo en comederos". El comedor no puede ser un servicio complementario. Nuestros niños comen ahora son el presente, pero también el futuro. La administración debe garantizar una alimentación saludable y de calidad en el comedor escolar y no dejarlo en manos de la voluntariedad de las familias.
- Las guías de las administraciones trabajan, en general, con parámetros nutricionales obsoletos. No se distingue entre verduras frescas, congeladas o envasadas; da igual pescado fresco que congelado o procesado. Las multinacionales de la alimentación ofrecen formación a los colegios adoctrinando en la alimentación que favorece su negocio.
- Avance de las multinacionales de la restauración: en Castilla León se han repartido el territorio desplazando a las pequeñas empresas. Cataluña quiere hacer un Acuerdo Marco para dividir la gestión entre 4 multinacionales. "Estamos sufriendo a las empresas de catering". "Ahorran en calidad, a veces también en cantidad".
- No cabe la salud en el modelo de restauración colectiva basado en multinacionales del catering, aunque afirmen que proporcionan más seguridad alimentaria. Frente a la prevención de la obesidad, las multinacionales subastan tirando precios para eliminar o absorber a las pequeñas empresas de restauración que luego repercuten bajando la calidad de la alimentación. Los ahorros que consiguen por la concentración de la oferta, aumentan sus beneficios y sirven para "sobornar" a los centros con "regalos". Escuelas con elevada pobreza infantil no destinan ese superávit para becas de comedor, sino para otras cosas.
- Importancia de la cocina in situ para la educación alimentaria. Se cierran cocinas en escuelas rurales: "un colegio sin comedor es un colegio muerto; un colegio muerto es un pueblo muerto". La jornada continúa también constituye una amenaza. "Cocina in situ, ni línea fría ni línea caliente".

- "Si apostamos por la calidad alimentaria debemos apostar por la alimentación ecológica". Recuperar una alimentación saludable pasa por introducir en las escuelas frutas y verduras de temporada, recién recolectadas, ecológicas, aumentar el consumo legumbres ecológicas y reducir proteína animal, procesados, congelados y enlatados, etc.
- "Necesitamos recursos didácticos nuevos. La Pirámide de Alimentos, Actividad Física y Afectos" de la Garbancita Ecológica apunta, sobre bases agroecológicas, a la Alimentación de la Dieta Mediterránea que es parte del patrimonio de la humanidad" (LGE, 2012).
- Ignorancia nutricional. A veces, la primera dificultad para una alimentación saludable está en las personas adultas (no nos gustan las verduras o no aceptamos que se reduzca la presencia de carne en los menús). "Lo primero que tenemos que transformar son nuestras cabezas". Educar y hacer programas de una alimentación saludable choca con los hábitos de casa, sobre todo si los adultos no lo estamos haciendo y no estamos dispuestos a cambiar. No siempre reaccionamos cuando vemos descender la calidad de la alimentación de nuestros hijos en la escuela. Nuestra ignorancia nutricional se suma a la dificultad para movilizarnos. Simultáneamente, algunos estamos aprendiendo a marchas forzadas.
- Falta de formación en nutrición de profesores y los mal llamados monitores. "Deberíamos llamarlos instructores, porque no les permiten educar, están sólo para controlar". Los monitores que quieren educar son incómodos para las multinacionales y los echan. Las normas a veces impiden que l@s niñ@s y padres/madres con mayor cultura alimentaria puedan educar a otros. "No me dejan llevar bizcocho casero a los cumpleaños porque no tiene registro sanitario". "Si toca galletas, mi hija no puede llevar manzana aunque sea más saludable".
- Las AMPAs queremos participar en las decisiones sobre el comedor. "Participar es hacer cosas con el centro y no sólo fiestas y chocolatada". A veces, la dirección sólo quiere que apoyemos la línea del centro y no que participemos realmente.
- Autogestión, sí pero voluntaria. Hay experiencias muy positivas de autogestión de las AMPAs, pero eso no siempre es posible. No basta con buena voluntad porque supone una gran responsabilidad. Hay casos en que presionan al AMPA para que se haga cargo de la gestión del comedor y, si no lo hace, cierran la cocina y pasan a gestión indirecta. A otras AMPAs se la conceden, pero por un plazo limitado.
- No hay cabida, hoy por hoy, para las empresas sociales. Los pliegos de condiciones no permiten su entrada. Sin embargo, dan más puntos a las empresas con capacidad para abastecer a muchos colegios, "aunque la comida para los colegios de Valladolid venga desde Granada en línea fría".
- Incongruencias entre las exigencias para los colegios públicos y los colegios concertados. "En Orduña, a una empresa social municipal no nos permiten la venta al colegio público de enfrente porque hay que cruzar una calle y deberíamos tener las exigencias de una empresa de catering, pero los colegios concertados del municipio si pueden beneficiarse de nuestros servicios de restauración".
- Evitar bandejas y envases de plástico en los que viajan los alimentos y se calientan en microondas transfiriendo disruptores hormonales a la comida que contienen. Los niños y las niñas son los más vulnerables y hay que protegerles.
- Año Internacional de las Leguminosas. Los suelos son el estómago de nuestra tierra. Hay que cuidarlos para que nos proporcionen alimentos saludables. Deberíamos aprovechar el Año Internacional de las Leguminosas para fomentar su consumo en la escuela recurriendo a producción ecológica y de cercanía. (Galindo, 2016)

EL COMEDOR ECOLÓGICO DEL C.E.I.P GÓMEZ MORENO

Estas jornadas sobre "Comedores Escolares" expresan el trabajo de largo recorrido de madres y padres. Entre ellos, el AMPA del CEIP Gómez Moreno (Barrio del Albaycin-Granada) que, desde hace una década, autogestiona el comedor del colegio con la participación activa de las familias.

Desde al año 2002 funciona en el Colegio de Educación Infantil y Primaria "Gómez Moreno" de Granada un comedor escolar peculiar. La asociación de padres del colegio tomó la iniciativa y planteó un programa de alimentación ecológica adecuando las instalaciones del antiguo comedor escolar. Contrataron a dos cocineras entusiastas y algunos monitores. El AMPA, elabora un menú ecológico equilibrado, realiza talleres de cocina saludable con escolares y familias y organiza actividades deportivas al aire libre. El comedor ha vuelto a ser un espacio educativo (AMPA Gómez Moreno, 2014-2015).

El AMPA gestiona un comedor ecológico con alimentos de proximidad, fomentando el diálogo entre agricultor@s y consumidor@s y desarrolla espacios educativos sobre el sistema alimentario en coherencia con los Planes y Programas públicos (nutrición, salud y deporte, prevención de la obesidad, etc.)

Los principios que animan al AMPA son:

- La Estrategia Global sobre Dieta, Actividad Física y Salud que afirma: "las políticas y programas escolares deben apoyar la adopción de hábitos alimentarios y de actividad física saludables". Se aprobó en la 57ª Asamblea Mundial de la Salud en mayo de 2004 y anima a los gobiernos a adoptar políticas que apoyen dietas saludables en los colegios limitando la disponibilidad de productos con un alto contenido en sal, azúcares y grasas (OMS, 2004);

- En su punto 43, la Estrategia exhorta a "colegios, familias y autoridades responsables, a contratar el suministro de alimentos para el comedor escolar con productores locales". En el AMPA nos lo tomamos al pie de la letra. Si las autoridades educativas no lo hacen, lo haremos nosotr@s. Y además con alimentos ecológicos de la Vega de Granada, para favorecer el desarrollo sostenible de la economía local y la vinculación del alumnado con el paisaje agrario circundante y el modo de vida campesino.

- El Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría (2008) en su documento "El comedor escolar: situación actual y guía de recomendaciones" destaca: a) en las preparaciones culinarias de los comedores escolares los errores más frecuentes son aportes insuficientes de verduras, hortalizas, frutas y pescados y empleo excesivo de grasas añadidas; b) los comedores escolares desempeñan una función nutricional y educativa: son marco de socialización y convivencia y contribuyen a la adquisición de hábitos alimentarios; b) las políticas reguladoras y las intervenciones ambientales que incorporan modificaciones en la composición de los menús ofertados en los colegios son efectivas para fomentar la adquisición de hábitos alimentarios saludables entre los escolares; d) el comedor escolar forma parte del proyecto educativo de los centros docentes (Aranceta Bartrina J *et al.*, 2008).

- La edad escolar es decisiva para la adquisición de conocimientos y hábitos alimenticios que perdurarán en la vida adulta. El comedor escolar es parte del proyecto educativo y los profesionales de la educación han de tomar partido. El menú escolar debe adecuarse a las necesidades nutricionales de los niños. En el comedor se debe aprender a comer más sano, apreciar la importancia de una alimentación ecológica de calidad frente a la que nos vende la publicidad.

- Los menús escolares equilibrados que priman el consumo de legumbres, fruta, verdura y pescado, crean hábitos alimenticios saludables, mejoran la salud de los escolares y previenen la obesidad infanto-juvenil. En el Gomez Moreno lo hemos comprobado. Vamos por delante de los acontecimientos, ahora que la administración sanitaria andaluza está tramitando una ley contra la obesidad que se prevé entre en vigor en 2017.

- Desde las AMPAs debemos promover la inclusión de criterios de sostenibilidad ecológica para que sean incluidos en las licitaciones del servicio de restauración colectiva para comedores escolares.

Desde que el AMPA asumió la gestión del comedor de nuestro colegio dimos un importancia primordial a la educación alimentaria de los alumnos siguiendo unas pautas claras: a) Diaria o semanalmente se compran alimentos frescos primando verdura y fruta ecológicas de temporada de la Vega de Granada. b) La fuente de grasa es básicamente aceite de oliva. c) Se ofrece pescado con frecuencia. d) Se cocinan en general platos tradicionales, siguiendo las formas y hábitos más sanos de Andalucía, lo que requiere procesos a veces muy elaborados. e) Cuidamos con esmero presentación, textura, colores, pero también la experiencia de mejor aceptación de los platos por los niños, haciendo una evaluación continua en la mejora de los platos y su éxito entre los comensales. Unas formas, artes y técnicas de cocina que, madres, padres y cocineros han volcado en dos libros de recetas en el curso 2014-2015 y en el curso 2015-2016.

Los pediatras del Centro de Salud de Albayzín, realizaron un estudio para evaluar los resultados saludables del comedor escolar del Gomez Moreno que fue presentado en el Congreso de la Asociación Española de Pediatría (Sevilla, Junio-2013). Los profesores de Educación Física del colegio colaboraron registrando altura y el peso del alumnado de 4º y 5º de primaria, chic@s entre 9 y 11 años, que llevaban al menos 3 años en el comedor. Los resultados fueron "espectaculares", en palabras de los pediatras: de 90 niñ@s, 3 presentan obesidad (3,3%) y 5 sobrepeso (5,5%), mientras los restantes 82 (91%) tienen un peso normal para su estatura. Sólo el 8,8% de los niños tienen sobrepeso, cifra muy inferior a la de nuestro entorno. Una investigación para la UE

en 2005 sobre obesidad infantil entre 7 a 11 años concluyó que las cifras de sobrepeso más altas estaban en Malta, Sicilia y España -con más de un 30% de niños con sobrepeso- y las más bajas, en Holanda, con el 10%. En Andalucía, el estudio eKid detectó en 2001 que el 42% de los niños y el 20% de las niñas tenían sobrepeso en la franja de edad de 10 a 13 años, lo que arroja una media del 31% (García Iglesias *et al.*, 2013).

Los hábitos alimenticios adquiridos en el colegio se extienden a la familia y se prolongan a la edad adulta en el alumnado que ha salido ya del colegio. Contribuyen a ello 2 publicaciones: "Comedor ecológico... niños felices." Curso 2014-2015 y "La cocina de nuestro cole" Curso 2015-2016. Actualmente El CEIP Gomez Moreno es considerado un modelo que demandan extender a otros colegios numerosas personas, asociaciones y colectivos sociales.

Tras algo más de una década de autogestión del comedor escolar del CEIP Gómez Moreno, los resultados obtenidos se pueden relacionar con varios factores decisivos en la vida de la comunidad adscrita a dicho centro educativo:

- Consolidación exponencial de la escolarización en el centro
- Refuerzo de la agricultura y ganadería periurbanas
- Alimentación escolar de excelencia. Tasas de sobrepeso y obesidad inferiores a su entorno.
- Refuerzo de la transversalidad educativa
- Empoderamiento de las familias
- Pedagogía familiar. Parentalidad positiva

Expansión de los comedores ecológicos. ¿Cómo superar las limitaciones impuestas por la actual normativa?

La presión social, canalizada a través de las AMPAs es una buena vía para promover cambios, sirviendo para ello iniciativas como la Plataforma por una Alimentación Responsable en la Escuela y campañas como Cortocircuito. El principio es organizarse para tocar la fibra sensible de padres y madres sobre salud de sus hijas e hijos.

Una dificultad es la dispersión normativa autonómica y administrativa, a pesar de existir una norma común en todo el estado que vincula a las administraciones educativas en la contratación del servicio (Ley de contratos del Sector Público -R.D.Leg. 3/2011), que integra las directrices europeas en materia de contratación y determina que, donde existe la prestación de un servicio público a cambio de una contraprestación económica, debe contratarse al amparo de sus determinaciones. Esto impide la formalización de convenios entre administración y asociaciones y significa que la autogestión del comedor del colegio por parte del AMPAs está bloqueada por ley.

A la espera de una improbable modificación de la ley de contratos, debemos empezar por las fases preparatorias de los contratos con las empresas de catering introduciendo cláusulas sociales y medio ambientales en los pliegos de cláusulas administrativas y técnicas que rigen la licitación, adjudicación y posterior ejecución de los contratos. Excede de la extensión de este documento entrar en ejemplos concretos sobre cómo redactar dichos pliegos pero la "Guía práctica para la administración pública" elaborada por VSF es un modelo para influir en los órganos autonómicos de contratación (previa presión social e impulso político). El objetivo es: mejorar el servicio, favorecer la contratación con empresas pequeñas y locales e introducir alimentación ecológica y de cercanía.

CONCLUSIONES

El crecimiento de la obesidad infantil y las enfermedades asociadas a la malnutrición se deben al avance en la sociedad del modelo agroalimentario industrial y globalizado que prima la rebaja de costes sobre cualquier otra consideración.

Debemos aprovechar el Año Internacional de las legumbres para revisar el modelo de transición alimentaria volviendo a una Dieta Mediterránea Ecológica (DME) que aporte salud a los ecosistemas y bienestar humano (Galindo, 2016b). Esta dieta se caracteriza por: a) abundancia de verduras y frutas de temporada, recién

recolectadas y cultivadas al aire libre; b) predominio de proteína vegetal de alto valor biológico (legumbres, cereales y pan integrales) que favorecen la fermentación frente al exceso de proteína animal que favorece la putrefacción para cuidar nuestra flora intestinal y fortalecer nuestro sistema inmunológico (Galindo *et al.*, 2016); c) Complementar estos alimentos con frutos secos, aceite de oliva, sin olvidar el agua como hidratante fundamental de nuestras células, tejidos y órganos.

El avance de la DME en la sociedad depende del consumo responsable agroecológico en las escuelas, con el protagonismo de las AMPAs y de toda la comunidad educativa en un proceso participativo teórico-práctico, orgánico, estético, emocional, divertido y cooperativo en el que l@s más avanzad@s ayudan a los más retrasad@s. En lo relativo a una alimentación a una alimentación agroecológica saludable, sostenible y solidaria, la pedagogía consisten en aprender a disfrutar practicándola (Alimentación Responsable en la Escuela. LGE 2016-2017).

REFERENCIAS COMPLETAS

- AMPA Gomez Moreno 2014-2015 "Comedor ecológico... niñ@s felices. Pequeño recetario del comedor del Colegio Gómez Moreno, Albayzín. Granada. 2014-2015 (edición interna limitada)
- AMPA Gomez Moreno, 2014-2015b ¿Un comedor ecológico en la escuela? [actualizado 5/9/2016]
- AMPA Gomez Moreno 2015-2016 La cocina de nuestro cole. Comedor ecológico del CEIP Gómez moreno, Albayzín. Granada. 2015-2016 (edición interna limitada).
- Aranceta Bartrina J *et al.* Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. El comedor escolar: situación actual, y guía de recomendaciones. An Pediatr (Barc). 2008; 69(1):72-88 [actualizado 5/9/2016]
- Bastia T, 2013. Hacia el desarrollo sostenible: consumo sostenible y comedores escolares. PAPELES de relaciones ecosociales y cambio global, 121, 99-111.
- Galindo P, 2016. Comedores escolares, el negocio de la malnutrición. [actualizado 5/9/2016]
- Galindo P, 2016b. Legumbres, clave en: gestión de los agrosistemas, seguridad y soberanía alimentarias y producción-distribución-consumo de alimentos ecológicos. Comunicación presentada al XII Congreso de SEAE, Lugo, 22-24 septiembre 2016.
- Galindo P *et al.*, 2016. El pan biológico integral artesano con levadura madre, clave para la seguridad y soberanía alimentarias, la nutrición humana y la sostenibilidad de los agrosistemas. Comunicación presentada al XII Congreso de SEAE, Lugo, 22-24 septiembre 2016.
- García F, 2013. Compra Pública en sistemas alimentarios locales. Impactos sociales, ambientales y económicos. Campaña cortocircuito. VSF-Justicia Alimentaria Global.
- García Iglesias F *et al.*, 2013. Una nueva estrategia para prevenir la obesidad. Comunicación al 62 Congreso de la Asociación Española de Pediatría. Sevilla, junio, 2013.
- Jover D, 2012. Territorios socialmente responsables: el trabajo comunitario como estrategia de desarrollo. PAPELES de relaciones ecosociales y cambio global, 119, 145-159.
- La Garbancita Ecológica (LGE), 2015. Alimentación ecológica, consumo y salud en la escuela. Materiales 2015. Publicación interna.
- LGE, 2012. Pirámide de Alimentos, Ejercicio Físico y Afectos
- Lázaro L *et al.*, 2014. Microbiótica. Nutrición Simbiótica y Microorganismos Regeneradores. Ediciones i. Madrid, 386 paginas.
- Lazaro L y Urederra A, 2016. Nutrición simbiótica. Ediciones i. Madrid 222 paginas.
- Nicolau-Nos R y Pujol-Andreu J, 2011 Aspectos políticos y científicos del modelo de la Transición Nutricional. Evaluación Crítica y nuevos desarrollos. Documentos de Trabajo de la Sociedad Española de Historia Agraria. DT-SEHA nº 11-05 Mayo 2011.
- OMS, 2004. Estrategia Global sobre alimentación, actividad física y salud. Resolución WHA57.17. Ginebra.
- Plataforma por una Alimentación Responsable en la Escuela (PARE), 2016. Manifiesto-Decálogo (<http://comedoresresponsables.org/>)
- Restrepo J, 2014. Agricultura regenerativa y microorganismos nativos del bosque. En Lazaro *et al.*, Microbiótica. Nutrición Simbiótica y Microorganismos Regeneradores. Ediciones i. Madrid. Pag. 121-146.
- Soler C, 2011. La soberanía alimentaria en las mesas de los colegios. Amigos de la Tierra.
- Sussó X y Garrabou R, 2010. La globalización de la dieta en la España del siglo XX. X Congreso de Sociología 2010.
- VSF-Justicia Alimentaria Global, 2013 Guía práctica para la administración pública.

RED DE APRENDIZAJE VERDE (GLN); RESULTADOS FINALES

Burriel C*, González V*

*AGROSUP Dijon EDUTER Ingénierie

Instituto Nacional Superior de Ciencias Agronómicas de Alimentación y Medio Ambiente

Bât Champs Prévois. 26 Bd du Dr Petitjean. BP 87 999

21079 DIJON Cedex FR; helene.coche@educagri.fr

** Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)

Camí del Port, s/n km 1. Edif. ECA Portón 1º - (Apdo 397)

E- 46470 Catarroja (Valencia) Telefax: +34 961267122 Móvil: +34 627343399

seae@agroecologia.net; www.agroecologia.net

RESUMEN:

Son muchas las veces en los que existe escasa vinculación entre la teoría que imparten los profesores de formación profesional y la práctica in situ de los alumnos en las temáticas "verdes" (Agricultura, Biodiversidad y Ruralidad). Igualmente muchas veces se confunde el término con la producción ecológica y la agroecología.

Para paliar este problema, tanto el desarrollo de recursos didácticos apropiados, como en poner al alcance de este colectivo de monitores/maestros, recursos didácticos existentes con ayuda de herramientas que faciliten su accesibilidad y su uso, en formato online, se han diseñado escenarios en torno a dichas temáticas generadas alrededor de estudios de casos o intercambio de experiencias y soluciones innovadoras entre los participantes.

Igualmente se ha elaborado una guía sobre el uso de esos recursos didácticos sobre estas temáticas que sea útil para los integrantes de la Red de Aprendizaje Verde (GLN, en inglés) y ayude a poner en común técnicas de enseñanza online y buenas prácticas de aprendizaje, en una Plataforma de uso común que incluya un repositorio, con diversos recursos sobre Agricultura, Biodiversidad y Ruralidad, acompañados de orientaciones pedagógicas útiles a los formadores y alumnos. La base de esa Plataforma repositorio son el propio trabajo de sus integrantes y de estudios de casos de las 10 entidades que lo componen en sus países de origen (Austria, Alemania, África del Sur, Francia, Grecia, España, Italia, Reino Unido y República Checa).

La citada Red está dirigida a profesores y alumnos de formación profesional y universitarios del ramo, profesionales y empresas, contará con financiación del Proyecto Leonardo da Vinci, del Programa Lifelong Learning de la Agencia Nacional Francesa de Educación y de los propios miembros del consorcio hasta octubre de 2016.

Palabras clave: agricultura, aprendizaje permanente, biodiversidad, formación profesional, ruralidad.

I PLA VALENCIÀ DE LA PRODUCCIÓ ECOLÒGICA. ANÁLISIS DEL PROCESO PARTICIPATIVO Y DE LAS PRINCIPALES LÍNEAS ESTRATÉGICAS

Cháfer MT, Roselló J, Gomis I, Garcia A, Amoros F, Rubio A, Mallach M, Domínguez-Gento A

Servei Producció Ecològica, innovació i tecnologia (SPEit), Conselleria d'Agricultura, M Ambient, C Climàtic i D Rural, GVA. C/ Castan Tobeñas, 77. Ciudad Administrativa 9 Octubre. Edif B4-2º. 46018. Valencia. Tf: 961247278, 646260770
spe@gva.es; dominguez_alf@gva.es

RESUMEN:

El I Plan Valenciano de Producción Ecológica (PVPE) nace del Acuerdo del Botánico firmado el pasado 11 de junio de 2015, con el objetivo de atender a las demandas que durante los últimos años han surgido en la sociedad valenciana. Se trata, pues, de una apuesta política de trascendencia considerable para el campo valenciano.

Con el PVPE se pretende dar un impulso a la producción agraria local y ecológica, así como a la transformación de los alimentos de calidad, con un eje diferenciador basado en la agricultura familiar y las PYMEs valencianas, conectándola con las iniciativas que trabajan por un consumo más consciente y responsable. De esta manera se quiere encaminar al territorio valenciano hacia la soberanía alimentaria y convertirlo en ejemplo de actividad agroalimentaria sostenible: económicamente rentable a largo plazo, ambientalmente limpia y socialmente justa.

Coordinados con los representantes del sector ecológico, el objetivo principal del PVPE es conseguir la mejora efectiva de la situación de nuestra agricultura y ganadería, así como de la industria agroalimentaria. Con este fin, se inició en enero de este año un proceso participativo que, tras múltiples reuniones y foros de consulta y trabajo, durante los cuales han aportado sus opiniones más de un millar de interesados y expertos, ha culminado en un documento de consenso. Sus cinco ejes principales cuentan con diferentes medidas y acciones con los que encarar el presente y el futuro inmediato del campo y la industria agroalimentaria ecológica valenciana con decisión y optimismo.

Palabras clave: acuerdo del botánico, agricultura familiar, agroalimentación sostenible, soberanía alimentaria.

LA HUERTA ES UN AULA

Colmenares R

Director
Fundación Triodos
ricardo.colmenares@triodos.es

RESUMEN:

La huerta resulta en nuestros días un elemento innovador y terapéutico en entornos de aprendizaje, para poblaciones que viven embebidas en la actual cultura predominante: urbana y tecnológica. Trabajando con el objetivo de dar visibilidad y refuerzo a estas experiencias, incluido la obtención de fondos de donación, la Fundación Triodos ha podido constatar la heterogeneidad de este tipo de iniciativas en el Estado español, llenas de contenido, y compromiso por parte de las comunidades educativas implicadas. La capacidad de regeneración social que proporcionan sólo es comparable a su capacidad de proporcionar un aprendizaje global y globalizante, basado en valores humanos que armonizan aspectos cognitivos, aptitudes y habilidades dentro del ser humano individual tanto como en el organismo social considerado como un todo. Son fuente de inspiración y esperanza para un futuro con sentido, en común.

Palabras clave: aprendizaje, comunidad, futuro, naturaleza, salud.

RECUPERACIÓN DE SEMILLAS LOCALES Y SU ENTORNO CULTURAL EN COMUNIDADES RURALES DE IBEROAMÉRICA (BIORED)

Del Cura F¹, Sarandón SJ², Bernardi J³, Ortiz CE⁴, Raigón MD⁵, González V⁵, Del Amo S⁶, Sevillano B⁷, Vidal R⁸

¹Univ. Politécnica T Mérida "K Ramírez" (UPTM KR), Venezuela; federico.delcura@gmail.com

²Univ. Nacional de La Plata (UNLP) Argentina; sarandon@agro.unlp.edu.ar

³EMBRAPA, Brasil; juliana.bernardi@ufsc.br

⁴Pontificia Univ Javeriana (PUJ), Colombia; c.ortiz@javeriana.edu.co

⁵Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE); seae@agroecologia.net

⁶Univ. Veracruzana, México; sdelamo@uv.mx

⁷Univ. Nacional La Molina (UNALM), Perú; rblas@lamolina.edu.pe

⁸FAGRO, Uruguay; rvidal@fagro.edu.uy

RESUMEN:

La Biorediberoamericana tiene como propósito lograr la colaboración entre grupos de investigación de países de Iberoamérica, que trabajan actualmente en la temática de la recuperación de la diversidad de semillas locales, ante la erosión genética que amenaza la agricultura. La particularidad especial de este nexo investigador radica en la importancia que se le otorga al elemento cultural cuando se explora y estudian las prácticas agrícolas desde la perspectiva de la complejidad, lo que concede la posibilidad de analizar sus diversas relaciones y contextos.

Este punto de vista atisba en los retos que se plantean a una sociedad para la exploración de modelos apropiados de desarrollo sostenible. Tener conciencia de los diversos niveles de vulnerabilidad (social, ambiental, cultural, etc.), producto del hecho que combina distintos escenarios actuando a la vez, implica trabajar con una suma de amenazas operando al unísono para coartar ese tan deseado desarrollo sostenible, entre estas amenazas figura, por su sensibilidad especial, la concerniente al cambio climático; de tal modo que lo que se requiere de las investigaciones es que deban ser abordadas en mallas integradas que permitan conocer y valorar las experiencias y estrategias utilizadas en los diversos países de la red, lo que incluye también el conocimiento de las metodologías utilizadas.

Con esto se pretende hacer posible una integración de los saberes culturales campesinos en la búsqueda de la recuperación de la diversidad biológica en la agricultura y, a la vez, se brinde un aporte a la seguridad agroalimentaria. La conexión entre grupos con intereses similares fortalecerá, entre otros aspectos, la valoración del capital cultural como variable esencial en la mitigación de la vulnerabilidad de las comunidades rurales, fundamentalmente ante escenarios de cambio climático, en Iberoamérica. Coherentemente articulados en la red los grupos nacionales se fortalecerán, y con ellos, las capacidades locales, pues entendemos que actuando como nodos de vinculación entre variados actores y locaciones, se difundirán y multiplicarán las experiencias que apunten hacia la consecución de objetivos que puedan hacer resilientes los ecosistemas y comunidades a escala local, nacional y regional.

Palabras clave: cambio climático, desarrollo sostenible, ecosistemas, integración, resiliencia, saberes culturales.

ASESORAMIENTO AGROECOLÓGICO A DISTANCIA DE SEAE

Moreno JL, González V

Equipo Técnico

Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)

Cami del Port, s/n. Km 1- Portón 1 Edif ECA. Apdo 397. E-46470 Catarroja (Valencia)

telefax +34 96267122; seae@agroecologia.net

RESUMEN:

Se presente el asesoramiento a distancia que está realizando desde hace ya diez años SEAE en colaboración con sus socios, sobre aspectos relacionados con el desarrollo de la producción agraria ecológica y la agroecología. El trabajo agrupa las preguntas y respuestas realizadas por grupos temáticos y aporta cifras y sugerencias realizadas por los participantes en este servicio y las tendencias de futuro.

Palabras clave: asesoramiento.

DIVULGACIÓN EN PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE SEAE: EL CASO DE LA REVISTA AE

Maixent F, González V, Coronado E

Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)
Cami del Port, s/n. Km 1- Portón 1 Edif ECA. Apdo 397. E-46470 Catarroja (Valencia)
telefax +34 96267122; seae@agroecologia.net

RESUMEN:

Las publicaciones técnicas periódicas (revistas) en agricultura ecológica o agro-ecología en España, era escasa hasta el año 2000. Las pocas existentes estaban orientados a los agricultores ecológicos aficionados y alimentados por la traducción de los artículos de Francia y Alemania, principalmente. Por consiguiente, había una carencia de información para profesionales, asesores y ecológicos. Desde ese año, el volumen de trabajos científicos escritos informando sobre resultados de los estudios sobre la producción ecológica aumentó; pero aún no había una manera de conseguir que la información fluyese de una manera más fácil y sencilla de los operadores ecológicos y su asesores. Por esa razón, SEAE comenzó con este proyecto, la publicación de cuatro veces al año la revista Ae, para proporcionar datos suficientemente probados a todos los en el tema, en particular los operadores y consultores, para que pudieran aplicar en sus propias granjas o en su fincas. La mayor parte de la información de las 24 ediciones publicadas hasta ahora, son el resultado de la experiencia de campo y / o estudios, o de testimonios inspiradores. Esta comunicación tiene como objetivo presentar toda la información publicada hasta ahora en la revista Ae.

Palabras clave: asesoramiento, consultores, experimentación, investigación aplicada, co-generación, transferencia de conocimientos.

FORMACIÓN AGROECOLÓGICA EN SEAE, CON ÉNFASIS EN LOS EVENTOS ONLINE

Cifre H, González V

Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)
Cami del Port, s/n. Km 1- Portón 1 Edif ECA. Apdo 397. E-46470 Catarroja (Valencia)
telefax +34 96267122.
formacion@agroecologia.net

RESUMEN:

Se presenta la evolución que ha tenido la oferta formativa en SEAE, en los últimos años, con especial énfasis en la formación online, apoyado en sus socios. La comunicación detalla estas actividades por temáticas, número de profesores, carga horaria, asistentes y metodologías, etc.

Igualmente se aportan ideas para establecer nuevas líneas que se pretenden poner en marcha en un futuro cercano, para mejorar dicha oferta.

Palabras clave: aprendizaje, módulos, prácticas.

CAPITAL ENDÓGENO: CONSERVACIÓN DEL PAISAJE Y DESARROLLO RURAL EN GALICIA ESPAÑA

Swagemakers P*, Onofa A**, Domínguez MD*, Oostindie H***, Groot JCJ**

*F Ciencias Empresariales e Turismo. Univ Vigo, Campus As Lagoas s/n, E-32004 Ourense;
paul.swagemakers@uvigo.es

**Wageningen Univ, Farming Systems Ecology Group, Plant Sciences Dept, Droevendaalsesteeg 1, N-6708 PB Wageningen

***Wageningen Univ, Rural Sociology Group, Social Sciences Dept, Hollandseweg 1, N-6706 KN Wageningen

RESUMEN:

Desde 1986, cuando España entró en la Unión Europea, el desarrollo rural es uno de los cinco objetivos de la política de cohesión. En 1992, con la reforma MacSharry se puso en marcha una trayectoria con significativos recortes a los precios por parte de la PAC, que se verían compensados por otras medidas de apoyo (y remuneración) que favorecían la contribución de la producción agraria a bienes públicos como la protección del paisaje y la conservación de la naturaleza. Para el programa aprobado para el periodo 2014-2020, las medidas de apoyo a un sector en crisis, nuevamente cambian del primer pilar de la PAC relacionado con la producción al segundo pilar, donde se ofrecen oportunidades a los productores para la mejora de la competitividad de la actividad agraria y la protección del medioambiente. En nuestro estudio de caso en Galicia (España) exploramos como ganaderos de leche y carne perciben la gobernanza agroambiental. La investigación se construye sobre la proposición de que un manejo sustentable del suelo está anclada en una práctica agraria en la que el ganadero valoriza positivamente el medioambiente natural. Para distinguir las diferencias en cómo se optimiza la actividad agraria por parte de productores y gestores, aplicamos un análisis de estilos de agricultura y la metodología Q-sort o técnica Q a los datos obtenidos de 24 entrevistas que están relacionados con o pertenecen, de partida, a organizaciones que consideran la conexión entre la explotación y el medio natural. El análisis ha resultado en cuatro categorías en las cuales los valores sobre protección de la naturaleza y recursos naturales, así como la preocupación sobre temas medioambientales son diferentes. Los resultados de este trabajo ofrecen puntos de partida para la toma de decisiones por parte de los reguladores sobre cómo proporcionar apoyo institucional a los ganaderos, tanto productores de leche como carne, para que a la vez que hacen viable su actividad desde el punto de vista económico, promuevan la protección del medioambiente. Esto contribuiría a la mejora de la calidad de vida en las áreas rurales y potenciaría a diversificación de las economías rurales.

Palabras clave: desarrollo rural, estilos de agricultura, PAC, recursos naturales.

INTRODUCCIÓN

Al igual que en el resto de Europa, las áreas rurales ocupan una gran parte del territorio en Galicia, contando con una gran diversidad: aunque las actividades primarias (agricultura y forestal) todavía determinan el uso del territorio, las actividades secundarias y terciarias (servicios, turismo, empresas, tecnología, e industrias) se han convertido en parte importante de la economía y el empleo. La política europea se adapta a las nuevas características sociales e incluye nuevos objetivos. La financiación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), el Fondo social Europeo (FES), y la Política Agraria Común (PAC) tienen un gran potencial para contribuir cada vez en mayor medida a los objetivos de desarrollo rural, entre los que se encuentra el incremento de la competitividad de la agricultura en relación con la protección del medioambiente. La sustitución del pago único por un nuevo sistema de pagos directos, en parte orientado a jóvenes agricultores y que remunera conductas específicas ('hacer más verdes' o greening las subvenciones a la producción) supone un intento de dirigir de forma más adecuada los pagos del Fondo Europeo de Garantía Agraria (FEOGA) dentro del primer pilar de la PAC. Esto en combinación con el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER), dentro del segundo pilar, es ilustrativo de la gradual desaparición de las subvenciones a la producción y del cambio en los objetivos de las políticas agrarias europeas.

En el periodo de programación actual, las medidas del FEDER, FSE, FEOGA y FEADER están promoviendo una 'cohesión territorial' más equilibrada y sostenible, así como prácticas que son beneficiosas para el medioambiente y el clima. El logro de un equilibrio territorial adecuado está entre los objetivos del reglamento de Desarrollo Rural, aunque las medidas a tal efecto no están especificadas. Una distribución geográfica de los fondos bien definida debería resolver esta aparente carencia. En la puesta en marcha del actual programa, en comparación con los países del norte de Europa que gastan más de la mitad del fondo del FEADER en pagos agroambientales, España por el contrario está apoyando sobre todo la mejora de la cadena productiva y planteando el reto a los productores de desarrollar nuevas oportunidades de mercado más competitivas.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Utilizar un enfoque integrado de desarrollo rural que incluya la provisión de un amplio rango de funciones y su relación con la diversificación de la economía rural, demanda investigación que permita entender la heterogeneidad de las prácticas agrarias en relación con el uso sostenible del suelo. En el contexto de la Política de Cohesión Europea, las prácticas sociales que incluyen el manejo sustentable de la tierra y la innovación social fomentan el fortalecimiento de un modelo de desarrollo rural territorial (Wiskerke 2009) a través de la creación de exportaciones y oportunidades de mercado para los productos (alimentarios) producidos y procesados localmente. El aprendizaje conjunto (joint learning) de este tipo de revitalización rural sostenible (Prager 2010) tiene lugar en los niveles de constitución de vínculos funcionales, a menudo a nivel local y regional (Rodríguez-Pose 2008); lo que hace que tales procesos de desarrollo rural sean dependientes del contexto y del problema específico.

En este pequeño artículo, nuestro objetivo es ofrecer una orientación preliminar a un análisis de las interrelaciones entre estilos de agricultura y provisión de servicios medioambientales, por parte de ganaderos de leche y carne gallegos, que construimos sobre la proposición de que el manejo sustentable de la tierra está ligado a aquellas prácticas en las que los productores tienen una valoración positiva del medio natural (valoran el medio natural positivamente). Los estilos de agricultura delimitan diferentes realidades así como distintas trayectorias de desarrollo que, se asume, son el 'resultado de diferentes patrones subyacentes', entendiendo estos patrones como y se definen como 'modelos/patrones de actuación distintivos a través de los cuales se organiza y desarrolla la producción agraria'.

Los estilos de agricultura conllevan niveles de interdependencia mutua: el nivel de las nociones o ideas de cómo realizar la actividad, la práctica agraria en sí misma, y la red de trabajo (mercado, tecnología, y marcos administrativos y reguladores) en los que se integra la explotación (Van der Ploeg 2003, p. 111). Esto implica que la práctica agraria es una expresión de acciones estratégicas de un actor, que influenciado por sus valores culturales, desarrolla la explotación en una determinada dirección (Domínguez 2007; Swagemakers *et al.* 2012), la producción técnica, dependiente de la orientación del productor, en mayor o menor medida basado en capital endógeno. Desde esta perspectiva, exploramos como ganaderos productores de leche y carne, perciben su medio natural, construyendo nuestro análisis sobre la premisa de Braat y de Groot (2012) de que el manejo sustentable de la tierra está anclado en prácticas agrarias en las que el productor valora en medio ambiente de forma positiva.

Nuestra pregunta de investigación clave es: ¿Incluyen los productores junto con la provisión de servicios ligados a la producción de alimentos, fibras, combustible, también otros servicios medioambientales (como es el caso de dispersión de nutrientes y semillas, biodiversidad), servicios reguladores (prevención de erosión, regulación de la calidad del aire, control del cambio climático, descomposición de residuos) y servicios socio-culturales (beneficios no materiales: valores recreativos, construcción comunitaria, cualidades estéticas) (Bolund and Hunhammar 1999), como motivación para el desarrollo de su práctica agraria? Y si es así, ¿cómo valoran ellos estas funciones?

Dado que los motores de la producción y las motivaciones entre productores difieren (la práctica agraria difiere, hay diferentes estilos de agricultura), hemos desarrollado la hipótesis de que también hay diferentes estilos de provisión de servicios medioambientales.

MÉTODO

Para identificar las percepciones y actitudes entre ganaderos de leche y carne entrevistados en Galicia, hemos aplicado el enfoque de estilos de agricultura combinándolo con la Metodología-Q para el análisis de datos. La Metodología Q fusiona técnicas cualitativas y cuantitativas para el análisis de la subjetividad ('puntos de vista' o 'discursos') (Frantzi *et al.* 2009). El aspecto cuantitativo se refleja en el uso de técnicas estadísticas y matemáticas tanto para la recopilar como para analizar datos. El aspecto cualitativo se basa en el uso de datos subjetivos y cualitativos que recogen las creencias y valores de los encuestados. Las encuestas de 40 minutos aproximadamente se basan en una serie de afirmaciones ordenadas en una escala que va desde estar 'muy de acuerdo' a 'muy en desacuerdo' (Brodt *et al.* 2006).

En nuestro trabajo de investigación se entrevistaron 24 productores de los cuales 21 se dedican a tiempo completo a la actividad. La diversificación estaba presente al combinar actividades hortícolas (cebollas, tomates) con la producción de leche, carne o queso en combinación con circuitos cortos de comercialización. En algunos casos los productores venden su producto directamente al consumidor, en otros a través de una cooperativa. En pocos casos, los productores tenían agroturismo o reciben visitas en la explotación. Cinco de las explotaciones producen leche ecológica (LE), 6 producen carne ecológica (CE), 4 explotaciones son de leche convencional (LC) y 9 de carne (CC). Durante la entrevista se les pidió que organizaran en tres grupos las Q-afirmaciones según estuviesen de acuerdo, fuesen neutrales, o no estuviesen de acuerdo.

A continuación los productores debían organizar en una escala con rango -5 a +5 según estuviesen muy en desacuerdo o muy de acuerdo con el enunciado, respectivamente. A continuación los productores debían explicar porque habían escogido esos valores (-5/+5).

Cuando la puntuación estaba en torno a cero se entendió que los productores eran indiferentes a esa afirmación. Para el análisis de las Q-clasificaciones de los 24 productores, se utilizó el software PQMethod, versión 2.35, disponible en <http://schmolck.userweb.mwn.de/qmethod/>.

Una primera fase del estudio de campo consistió en entrevistas con informantes clave, la participación en un seminario regional sobre el futuro de las áreas rurales en Galicia, así como un estudio documental, que permitió a los investigadores el desarrollo de las afirmaciones. Estas fueron testadas al inicio de la segunda fase de la investigación con la realización de una entrevista piloto.

De esta manera la aplicación de la Metodología Q y las entrevistas a productores permitieron obtener datos adicionales de las explotaciones y de las interrelaciones con la conservación del paisaje. Dado que la aplicación de las medidas agroambientales en España ha sido limitada, la selección de criterios incluidos en este trabajo se centra en las expectativas sobre la capacidad adaptativa de los productores y de su práctica agraria en relación con el medio natural.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de análisis factorial utilizando Componentes Principales y método de rotación Varimax se presentan en la tabla 1. Hemos obtenido cuatro componentes principales que representan el 63% de la varianza total, para una muestra de 21 de los 24 participantes. Los productores ecológicos (tipos LE y CE) han sido clasificados bajo el factor Diversificadores, que también incluyen algunos productores convencionales.

El resto de productores convencionales están distribuidos entre las componentes Convencionales, Empresarios, y Económicos. Por lo tanto no hay un ajuste exacto entre tipos de explotación (ecológica y convencional) y las componentes.

No obstante la diferenciación en la puntuación de las afirmaciones ha dado como resultado cuatro patrones coherentes sobre el valor que los productores dan al medio natural.

Tabla 1. Estilos de agricultura

Tipo de explotación	Asignación de productores a los factores (Estilos de Agricultura)				No clasificado
	Diversificadores	Convencionales	Empresarios	Económicos	
LE	5				
CE	5				1
LC	3	1			
CC	1	1	3	2	2
Total	14	2	3	2	3
Variance explained (%)	32	10	12	9	
Eigenvalue	9,4776	2,9143	1,4550	1,3093	

Fuente: Interpretación de los resultados del trabajo de campo

LE: productores de leche ecológica; **CE:** productores de carne ecológica; **LC:** productores de leche convencional; **CC:** productores de carne convencional

Los productores que pertenecen al grupo Diversificadores expresan de manera más clara las interrelaciones con el medio ambiente, y construyen su estrategia productiva sobre la base de recursos localmente disponibles (el capital ecológico). Combinan actividades como la producción de leche y carne con valores que vienen del medio natural, tanto en términos de comercialización como de productos alimentarios como actividades turísticas. El grupo Convencionales representa a productores relativamente intensivos que necesitan comprar fertilizantes químicos para incrementar la baja productividad de la tierra. El grupo Empresarios representa productores que utilizan razas productivas (para producir leche utilizan vacas que producen hasta un 10.000 kg de leche al año; para carne utilizan animales que tiene un peso elevado en el momento de sacrificarlos) pero tienen problemas para acceder a más tierra, por lo que tienen unos costes variables elevados relacionados con la compra de insumos (fertilizantes, pienso, medicinas) y el alquiler de tierra (tanto cerca como lejos de la explotación). El grupo Económicos incluye productores que valoran vivir en el campo y que por ello buscan vivir de la actividad agraria. A menudo aplican estrategias de reducción de costes, en combinación con una práctica, poco, o menos intensiva que los otros. Las razas que manejan son menos productivas pero más robustas.

En cuanto a la provisión de servicios medioambientales en todos los grupos se reconoce el valor estético del paisaje gallego y la biodiversidad. Los productores del grupo Diversificadores son los que ofrecen una descripción más detallada en este sentido, haciendo referencia no sólo a la producción sostenible de alimentos sino también a otro tipo de servicios socio-culturales (conservación de casas tradicionales, muros y paisaje tradicional). El siguiente cuadro (Caja 1) nos da información sobre como las prácticas agrarias se relacionan con el paisaje y la naturaleza.

Caja 1. Opiniones de los productores de diferentes Estilos Agrarios sobre la provisión de servicios medioambientales

Diversificadores

'Las cembas (muros) y árboles delimitan las parcelas y restringen el acceso del ganado a otras áreas. Funcionan como barreras naturales a la vez que protegen al ganado del viento, creando un microclima.' (LC9)

'Creo que nuestro tipo de producción está más orientada a la mejora de nuestra calidad de vida y a la de nuestros animales, además estamos mejorando nuestra relación con la naturaleza.' (CE12)

'Trabajar con seres vivos es una gran responsabilidad. No se puede comparar con trabajar con cosas inertes. En esta actividad es esencial que los animales vivan en buenas condiciones, hay que tener en cuenta el bienestar animal.' (LE2)

Convencionales

'Una reducción en el uso de químicos sería mejor para la salud tanto de las personas como de los animales, pero en esta área necesitas un montón de fertilizantes (químicos) para producir suficiente forraje. Nosotros nos gastamos un montón de dinero en fertilizantes porque el estiércol no es suficiente para fertilizar todas las parcelas y nuestras vacas están permanentemente en la cuadra, así que no hay oportunidad de recoger el estiércol.' (CC17)

'Las vacas enferman cuando comen pasto donde se ha esparcido pesticidas pero no es rentable pasarse a ecológico.' (LC8)

Empresarios

'Tenemos muchas vacas pero no tenemos suficiente tierra para mantenerlas. Tenemos que alquilar tierra y lo hemos hecho en una zona cerca de León [llamada 'Las Brañas', pastos localizados fuera de Galicia con una altitud entre 1.000 y 1.300 metros donde el ganado puede estar desde finales de abril a finales de noviembre N. del A.]. Son unas 8 horas desde aquí a pie.' (CC16)

'Si tienes un buen ingreso pero no sabes como administrarlo entonces tu granja tendrá problemas financieros y no funcionará. [...] Yo solía llevar mi rebaño a Las Brañas pero está demasiado lejos y lleva demasiado tiempo, así que ahora alquilo cerca de la explotación.' (CC19)

'Es importante reinvertir el dinero que ganas.' (CC20)

Económicos

'Intento no utilizar pesticidas a no ser que sea indispensable. No son buenos ni para el medioambiente, ni para la salud de los animales. Prefiero perder una patata antes que comerla con sulfato. En el caso de los animales es un poco diferente. Si están enfermos hay que darles antibiótico, antes de que muera.' (CC22)

'[La raza Vianesa, una raza autóctona] aguanta mucho mejor nuestras condiciones: no se pone enferma y no necesita tanta atención, ni trabajo extra.' (CC22)

La Caja 1 ilustra como productores de diferentes grupos expresan su relación con el paisaje y la naturaleza, y como valoran los servicios medioambientales. Servicios de soporte como los ciclos de nutrientes cerrados y la mejora de la calidad del suelo se ven afectados negativamente por la actividad de los productores convencionales; en cambio se ven afectados positivamente por la acción de los productores Económicos. Otro servicio de soporte como la conservación de la biodiversidad genética animal proporcionada por algunos ganaderos ecológicos está relacionada con una estrategia de optimización en la que la calidad del suelo y la fertilidad están ligadas a cómo los animales se benefician de por ejemplo las condiciones del pasto, y requiere razas mejor adaptadas a las áreas marginales de montaña.

Un ejemplo de servicio socio-cultural está claramente expresado en la afirmación del ganadero que dice que su estrategia de optimización está inspirada en los procesos de producción natural y sus límites, y relaciona el manejo de su explotación a valores recreacionales, construcción de la comunidad, valores estéticos del paisaje (activos dentro de la categoría de servicios socio-culturales) y que generan un valor añadido dentro de la producción de carne.

Lo mismo ocurre con las barreras naturales creadas por setos y árboles que utiliza otro de los productores que al mismo tiempo que son elementos que representan servicios socio-culturales, prestan también servicios reguladores (reducen el riesgo de erosión, la escorrentía de nutrientes, atraen a los insectos lo que facilita el control de plagas, enfermedades, facilita el trabajo de los polinizadores, y ofrecen protección natural a los animales).

La reflexión sobre estilos agrarios en términos de servicios medioambientales proporciona información y perspectiva sobre como unos estilos favorecen la provisión de estos servicios en mayor medida que que otros, y como esto beneficia al productor que está dando estos bienes y servicios a la sociedad.

Los 24 productores de nuestra muestra reconocen cuales son los elementos del paisaje tradicional, sin embargo, son los Diversificadores, los que ofrecen una descripción más detallada de sus valores. Junto a los servicios de soporte como la fertilidad del suelo y la biodiversidad animal, mencionan también la provisión de servicios socio-culturales como la preservación y restauración de construcciones tradicionales (casas, muros de piedra, y setos) en relación con los servicios de provisión (en este trabajo limitado a la producción de alimentos).

Sin embargo, no hay una distinción estricta entre la provisión de servicios medioambientales y los Estilos Agrarios. De la información contenida en la caja, podemos aprender que la provisión de servicios medioambientales tiene lugar en todos los Estilos Agrarios pero las interrelaciones con paisaje y naturaleza se enfatizan menos en el caso de los productores convencionales.

En las entrevistas notamos una tendencia general de acceso a tierra cercana a la explotación (algo que en el contexto gallego de parcelación excesiva y dispersa no suele ser el caso). Es por ejemplo el caso de uno de los productores de carne convencional que tuvo la oportunidad de alquilar tierra cerca de la explotación, lo que le permitió no tener que llevar su ganado a zonas de monte más alejadas. En este ejemplo, aunque el ganadero está optimizando su estrategia desde la perspectiva empresarial, está por otro lado reduciendo la oportunidad de apoyo/subvención a su actividad, dado que ni está apostando por razas autóctonas (biodiversidad animal), ni contribuye a la preservación o mantenimiento del monte (y reducir riesgos de incendios en estas áreas).

Además, durante las entrevistas los productores expresaron que encontrar el equilibrio entre tierra y cabaña es uno de los factores más importantes para la estabilidad de su actividad. Relacionando esta tendencia con la tendencia general de acceso a tierra cercana a la explotación, el ejemplo de uno de los mayores productores de leche convencional de la muestra es ilustrativo. Afirmaba que iba a reducir el número de cabezas y la producción (de 800,000 kg a 150,000 kg anuales) para adaptarla a la superficie disponible de la explotación (lo que le permitiría ahorrar en el coste de transporte de hierba al establo) y que iba a procesar leche en la explotación (para generar un mayor valor añadido por kilogramo de leche).

Aunque es lógico (y defendible) que los ganaderos optimicen su estrategia de negocio, el abandono de tierras y especialmente de tierras a monte, sigue siendo una cuestión importante. En Galicia, el fuego tiene lugar a menudo en estas áreas, y el uso de éstas para pastos puede reducir este riesgo. A pesar de que la conversión de zonas de monte, y áreas marginales de uso forestal en pasto tiene efectos positivos como la reducción del riesgo de incendio, y puede ser interpretado como un servicio de regulación, el productor sin subvención ve esta estrategia como muy costosa, especialmente en términos de tiempo (el tiempo que invierte en llevar el ganado a esa zona y/o ir a controlar el ganado). Las subvenciones pueden marcar la diferencia. Es por ejemplo el caso de conversión de tierras a monte en pastos, o el caso de recientes medidas políticas en la cual se ha buscado una excepción para que los ganaderos con Cachena pastando en monte puedan recibir una subvención por esta superficie.

En este sentido se observa como poco a poco hay un intento por dar a las funciones de la naturaleza un valor social, que es capitalizado por los productores, ya sea vendiendo productos de calidad (como en algunos casos carne de ternera gallega o en otros casos carne ecológica), o como en el ejemplo del productor convencional de leche en términos de servicios de soporte (el apoyo a la inversión en pequeñas agroindustria). Como en algún otro caso (el de un productor de leche ecológica), se observa la transición del negocio hacia otras actividades como el agroturismo, y/o una combinación de valor añadido de circuitos cortos y pagos públicos para servicios de soporte y socio-culturales.

En una estrategia productiva que combina el mantenimiento de razas autóctonas (aumento de la biodiversidad), el mantenimiento de áreas de monte (lo que reduce el riesgo de incendios, costes asociados, preserva el paisaje y la naturaleza) y la venta de carne ecológica a través de circuitos cortos (alimentos de calidad), es defendible el apoyo público a través de subvenciones. Estas subvenciones favorecen tanto al productor (para compensar sus mayores costes: sus animales con menos peso tienen los mismos costes en matadero que animales convencionales más grandes, por ejemplo), como a la sociedad en su conjunto y al consumidor en particular (la provisión de servicios como la preservación de áreas naturales y alimentos más sanos) que las financian a través de sus impuestos.

Lograr el equilibrio entre costes e ingresos y beneficios privados y públicos es difícil pero se ha conseguido ya en uno de los casos de nuestra muestra: un productor de leche que ha combinado producción de calidad (queso, carne) y agroturismo, con buenos resultados tanto a nivel económico como medioambiental, y de creación de empleo. Esta estrategia de optimización basada en el uso y mejora del capital endógeno precisa de un apoyo político concreto para dar a otros ganaderos la oportunidad de crear una estrategia de negocio (y productiva) alternativa y mejorar las posibilidades futuras para permanecer y vivir en áreas rurales. El equilibrio entre la renta agraria y la provisión de bienes y servicios públicos en base a diferentes indicadores tanto a nivel de la explotación, como grupos de explotaciones (cooperativas) y territorial, deberían ser objetivo de futuros estudios.

IMPLICACIONES POLÍTICAS

Aunque las economías Rurales diversifican y las actividades secundarias y terciarias (servicios, turismo, PyMEs, industrias) se convierten en un factor importante para la economía y el empleo, las actividades primarias (agricultura y monte) todavía determinan el uso de la tierra. Los productores tienen diferentes valores y objetivos que resultan en la constitución de diferentes prácticas. Estas prácticas se desarrollan en base a las ideas y motivación del productor y las relaciones que establecen con los mercados, la tecnología y la administración y marcos reguladores, pudiendo ser clasificadas en diferentes estilos agrarios que a su vez muestran una diferente visión de la provisión de servicios medioambientales.

En un contexto en el que las subvenciones a la producción están reduciéndose y los objetivos de las políticas europeas están cambiando hacia la promoción de desarrollo territorial más sostenible y equilibrado, los productores se enfrentan al reto de desarrollar oportunidades de negocio nuevas y más competitivas. Los primeros resultados de la identificación de las percepciones y actitudes entre productores de leche y carne en Galicia y su habilidad para adoptar estrategias que respondan a esos retos demuestran que los productores valoran positivamente la provisión de servicios medioambientales, especialmente aquellos de tipo socio-cultural como los de tipo recreativo, construcción de la comunidad y cualidades estéticas.

Los programas y proyectos que promueven la provisión de servicios medioambientales como la conservación del paisaje en particular, podrían impulsar el desarrollo de la gestión de la tierra y que tendría como resultado la mejora de oportunidades de mercado para productos (alimentarios) producidos y procesados localmente al tiempo que establecen una economía rural más diversificada. Recientemente, pagos medioambientales también están destinados a áreas de monte que no tienen pastos pero consisten de una vegetación más natural en donde razas autóctonas como la Cachena sobrevive bien, aprovechando este recurso que representa una buena parte del capital endógeno gallego.

Futuras investigaciones sobre las interrelaciones entre los estilos de agricultura y la provisión de servicios medioambientales pueden contribuir a destacar que tipo de productores contribuyen a una función más natural del medioambiente y su oferta a la sociedad: ¿son las explotaciones más grandes, industriales, o las pequeñas las que puede ofrecer mejor estos servicios? o, ¿la provisión de servicios medioambientales depende de otros factores que no sean el tamaño o la escala de la explotación o la producción?

Futuros trabajos deberían ayudar a clarificar cómo la provisión de servicios medioambientales, traducidos en bienes y servicios, contribuyen de manera más amplia a los objetivos de desarrollo rural, o lo que es lo mismo a un equilibrio territorial más adecuado. Otras preguntas que podríamos plantearnos es, ¿cómo contribuye el Reglamento europeo 1305/2013 (que apoya las estrategias de diversificación y mejora de la actuación medioambiental) al desarrollo local, y por lo tanto a la cohesión territorial? ¿En qué medida la regulación europea 1307/2013 (el nuevo sistema dentro del primer pilar con normas aplicables a los pagos directos a productores) podría facilitar cohesión territorial en la práctica? ¿En qué medida el Programa de Desarrollo Rural 2014-2020 de Galicia ofrece puntos de partida para un uso de la tierra más sostenible en relación con el desarrollo de estrategias de negocio más competitivas?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolund, P. and Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29(2): 293-301
- Braat, L. C. and R. de Groot (2012). The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem Services* 1(1): 4-15
- Brodt, S., Klonsky, K. and Tourte, L. (2006). Farmer goals and management styles: Implications for advancing biologically based agriculture. *Agricultural Systems* 89(1): 90-105
- Domínguez García, M. D. (2007). The way you do, it matters: A case study: Farming economically in Galician dairy agro ecosystems in the context of a co-operative (Doctoral dissertation). Wageningen University, Wageningen, the Netherlands
- Frantzi, S., Carter, N., and Lovett, J. (2009). Exploring discourses on international environmental regime effectiveness with Q methodology: A case study of the Mediterranean Action Plan. *Journal of Environmental Management* 90(1): 177-186
- Prager, K. (2010). Local and regional partnerships in natural resource management: the challenge of bridging institutional levels. *Environmental Management* 46: 711-724
- Rodríguez-Pose, A. (2008) The rise of the "city-region" concept and its development policy implications. *European Planning Studies* 16(8): 1025-1046
- Swagemakers, P., Domínguez García, M.D., Símon Fernández, X. and Wiskerke, J.S.C. (2012). Unfolding farm practices: Working towards sustainable food production in the Netherlands and Spain. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development* 2(2): 1-17
- Van der Ploeg, J.D. (2003). The virtual farmer: past, present, and future of the Dutch peasantry. Van Gorcum, Assen
- Wiskerke, J.S.C. (2009). On places lost and places regained: reflections on the alternative food geography and sustainable regional development. *International Planning Studies* 14(4): 369-387

MESAS REDONDAS

MR1. POLÍTICAS AGROECOLÓGICAS Y AGROFORESTALES

UN PLAN PARA LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN CASTILLA Y LEÓN

Llorente J

DG Producción Agropecuaria e Infraestructuras Agrarias
Consejería de Agricultura y Ganadería
Junta de Castilla y León
Tel: 983 419002; area.direccion.paia@jcy.l.es

RESUMEN:

La agricultura ecológica es una realidad social y económica en la que vienen trabajando agricultores y ganaderos de Castilla y León aunque en un número todavía escaso.

Castilla y León posee un gran potencial de producción ecológica, donde se mantienen sistemas agrarios con prácticas muy cercanas a las que caracterizan los sistemas agrarios ecológicos.

Se trata además de una alternativa clara para muchos agricultores y ganaderos y es un método de producción muy adecuado para sustentar las pequeñas y medianas explotaciones familiares. Los retos son la producción de alimentos de alta calidad y la fijación de la población rural incorporando en mayor medida jóvenes y mujeres.

Por todo ello, la Junta de Castilla y León ha elaborado un Plan estratégico de Producción Ecológica.

El Plan constituye un nuevo pilar de la Plataforma de Competitividad Productiva Agroalimentaria de Castilla y León traduciéndose en un modelo de intervención integral en toda la cadena de valor, con medidas dirigidas a la producción, la transformación, comercialización y consumo de productos ecológicos.

Se pretende mejorar la información de los consumidores reales y potenciales, incrementar la formación e información del sistema productivo, optimizar las estructuras de transformación e incrementar la comercialización de sus productos, con el necesario equilibrio en todas las fases de la cadena.

Palabras clave: agricultura ecológica, Castilla y León, estrategia, plataforma de competitividad.

III PLAN ANDALUZ DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA, HORIZONTE 2020

Jauregui J

Servicio Sistemas Ecológicos Producción
Consejería Agricultura, Pesca y D Rural, Junta de Andalucía
Tabladilla s/n, E-41071 Sevilla
Tel: 955 032 110 (332 110). Móv: 697 955 397 (755 397)
juan.jauregui@juntadeandalucia.es

REUMEN:

Se aprobó en Consejo de Gobierno de 26/07/16, con un presupuesto inicial de 301 millones de euros. Viene a dar continuidad a los planes I y II, que han ordenado el crecimiento del sector ecológico en Andalucía desde 2002.

El proceso de elaboración ha contado con la participación del sector y de agentes territoriales de la administración agraria, así como de otras consejerías del gobierno andaluz, sumando un total de 7. Para asegurar el desarrollo participativo, se ha incluido una medida de gobernanza que establece competencias de ejecución y de coordinación, así como responsables provinciales y órganos de participación a nivel regional y provincial.

El respaldo financiero está basado en el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader) y centrará sus prioridades en mejorar la competitividad, la comercialización y la profesionalización; impulsar la incorporación de mujeres y jóvenes; reforzar los sistemas de control y transparencia de la certificación; promover la creación de empleo de calidad, y diseñar un modelo de participación público-privada con marcado carácter territorial.

Palabras clave: fomento, impulso, política, sector.

SITUACIÓN DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN LAS ILLES BALEARS

Ginard M

Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca
Govern Illes Balears
Carrer de la Reina Constança, 4. E- 07006 Palma de Mallorca
Tel: 971 17 66 66. Ext. 77798; mginard@esliceu.com

RESUMEN:

Observando las estadísticas de AE en las Illes Balears detectamos un crecimiento continuo desde sus inicios en 1991, tanto en productores como en elaboradores. Contabilizamos 28.000 ha (13% de la SAU) aunque en 2015 hubo una ligera disminución.

Destaca el incremento del 19% de elaboradores y del 12'5% de comercios inscritos, confirmando el esfuerzo del sector en la mejora de los productos elaborados de calidad, destacando cuatro mercados semanales, en uno de los cuales hay 16 productores.

Desde la Conselleria incidimos en la AE, utilizando básicamente el PDR, en tres ámbitos concretos:

- 1. Programando medidas de ayuda al control, a la promoción y al fomento de la producción, incrementado la dotación presupuestaria inicial en 5.492.677€.*
- 2. Aumentando la intensidad de las subvenciones en medidas de inversión (5% de incremento en las explotaciones agrarias y 10.000€ de incremento en la ayuda a la incorporación).*
- 3. Priorizando los criterios de selección en la mayoría de medidas del PDR.*

Trabajamos conjuntamente con las organizaciones del ámbito agro-ecológico (APAEMA, Associació de Varietats Locals) para posibilitar una planificación agraria que recoja sus aportaciones y mejore el enfoque que la administración tiene de la agricultura ecológica.

Palabras clave: criterios selección, medidas PDR, planificación, priorización.

LA POLITICA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA DE GALICIA

Rivas R

Servizo Promoción Calidade Agroalimentaria
Consellería Medio Rural. Xunta Galicia
Camiño Francés, 10
15703 Santiago de Compostela
tel: 981 54 02 52

RESUMEN:

Las acciones de la administración encaminadas al desarrollo de la agricultura ecológica están, lógicamente, condicionadas por la disponibilidad presupuestaria. En la búsqueda de una mayor eficiencia en el uso de los recursos públicos, la C.A. de Galicia utiliza al máximo las posibilidades de financiación europea que otorga el PDR 2014-2020 para apoyar a la producción ecológica. Esto implica asumir los condicionantes que el reglamento FEADER impone.

Es fundamental que los fondos europeos para agricultura ecológica lleguen para todo el período de programación del PDR de forma que haya un nivel similar de ayuda para todo el período programado.

En lo que respecta a las subvenciones a la promoción de la agricultura ecológica es fundamental incidir en desarrollar unos canales de comercialización diversos que cubran desde los mercados de abastos hasta las grandes superficies comerciales, que pongan al alcance de los consumidores los productos y que generen competencia entre los comercializadores para que los precios más competitivos relancen la demanda y ayuden a consolidar el sector en todos sus aspectos productivos.

Por último es necesario desarrollar acciones de transferencia tecnológica y formación que mejoren las herramientas disponibles por los productores. Este sistema de producción solo será sostenible en el tiempo si el bajo consumo de inputs compensa unas producciones con frecuencia menores de las convencionales. Para que esto suceda es preciso que los agricultores y ganaderos puedan acceder a la mejor información posible que le permita entender los agroecosistemas y aprovechar los conocimientos científicos así como las prácticas tradicionales que favorecen los procesos de resistencia natural de las plantas y una mayor tolerancia de los animales ante plagas y enfermedades y el empleo de variedades adaptadas al medio.

La rentabilidad de una explotación ecológica está marcada tanto por unas acertadas decisiones de comercialización como también por un idóneo manejo agroecológico que potencie unas producciones sanas y de calidad.

En el PDR de Galicia 2014-2020 se contemplan distintas medidas que pueden suponer un importante impulso a la producción ecológica gallega

Palabras clave: comercialización, FEADER, programa de desarrollo rural (PDR), transferencia tecnológica.

AGROECOLOGÍA Y ORGANIZACIÓN DE AGRICULTORES ECOLÓGICOS EN ESPAÑA: SITUACION Y RETOS

Ochoa J, Sanchis J, Calafat A, Rico JA, González V

Grupo Agricultores Ecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)
Cami del Port, s/n. Km 1- Portón 1 Edif ECA. Apdo 397. E-46470 Catarroja (Valencia)
telefax +34 96267122; seae@agroecologia.net; Autor: jesuschoam@hotmail.com

RESUMEN:

Desde hace tres años un grupo de agricultores ecológicos en España, sobre todo aquellos mas abiertos a propuestas de innovación agroecológica, procedentes de áreas o secciones de organizaciones profesionales agrarias generalistas, donde militan, estan desarrollando abriendose a la coordinacion a nivel estatal con sus homólogos de otras entidades, para debatir sus necesidades y plantear demandas y propuestas a las autoridades autonómicas, estatales y europeas, en cuanto a las reglas de produccion ecológica, políticas generales y de investigación a impulsar a nivel europeo para favorecer ese sector. Deido a dos razones: a) en España no existe una organización hegemónica de agriculores ecológicos y b) dentro de la generalistas a veces es dificil defender posiciones a favor de la agricultura ecológica. Este grupo pretende tambien coordinarse con sus iguales europeos organizados en el Grupo de Agricultores europeo de la Federación Internacional de Agricultura Ecológica (IFOAM EU), que aglutina a las principales organizaciones ecológicas de diferetes paises de la Unión Europea, para entablar un dialgo horizontal entre productores, salvando los escollos linguisticos, que favorezca posicionamientos comunes, en los debates europeso. Se presentan aquí los principales hitos de este esfuerzo, asi como los obstáculos encontrados y los retos de futuro.

Palabras clave: ayudas, innovación participativa, reivindicaciones sectoriales.

ECOCOMEDORES ESCOLARES EN CANARIAS

Hernández M

Instituto Canario de Calidad Agroalimentaria (ICCA)
Calle León y Castillo, 35004 Las Palmas de Gran Canaria
Tel: 928 45 83 90; mmhergar@gobiernodecanarias.org

RESUMEN:

El Programa Ecocomedores de Canarias forma parte del Plan de Actuación para el Desarrollo de la Producción Ecológica en Canarias, fruto de un proceso de diagnóstico participativo iniciado en 2010 con la implicación de productores ecológicos, consumidores, profesionales independientes y técnicos de la administración pública.

La Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias, a través del Instituto Canario de Calidad Agroalimentaria y con la colaboración con la Dirección General de Ordenación, Innovación y Promoción Educativa, puso en marcha este programa en el curso 2013-2014 con el Proyecto Piloto Ecocomedores Escolares de Canarias, dirigido a la comunidad educativa y a los productores y productoras ecológicos. En la actualidad participan 43 centros escolares, 2 residencias geriátricas, 120 ecoagricultores, reunidos en 19 grupos de interés común, y 9.850 comensales. Se encuentran en proceso de incorporación otros comedores.

Ecocomedores pretende generar un sistema alimentario más sostenible mediante la incorporación de alimentos ecológicos, locales y de temporada en los comedores escolares y socio-sanitarios de Canarias. Implica un alto nivel de responsabilidad social y ambiental, vinculado a un proceso educativo estrechamente ligado al conocimiento de lo que comemos y supone un respaldo positivo al subsector agrario.

Palabra clave: agricultura ecológica, ecocomedores, sostenibilidad.

MR2. NUEVO REGLAMENTO EUROPEO DE AE: ¿MÁS SOSTENIBILIDAD?

UN PLAN PARA LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN CASTILLA Y LEÓN

Llorente J

DG de Producción Agropecuaria e Infraestructuras Agrarias

Consejería de Agricultura y Ganadería

Junta de Castilla y León

Tel: 983 419002

area.direccion.paia@jcy.l.es

RESUMEN:

La agricultura ecológica es una realidad social y económica en la que vienen trabajando agricultores y ganaderos de Castilla y León aunque en un número todavía escaso.

Castilla y León posee un gran potencial de producción ecológica, donde se mantienen sistemas agrarios con prácticas muy cercanas a las que caracterizan los sistemas agrarios ecológicos.

Se trata además de una alternativa clara para muchos agricultores y ganaderos y es un método de producción muy adecuado para sustentar las pequeñas y medianas explotaciones familiares. Los retos son la producción de alimentos de alta calidad y la fijación de la población rural incorporando en mayor medida jóvenes y mujeres.

Por todo ello, la Junta de Castilla y León ha elaborado un Plan estratégico de Producción Ecológica.

El Plan constituye un nuevo pilar de la Plataforma de Competitividad Productiva Agroalimentaria de Castilla y León traduciéndose en un modelo de intervención integral en toda la cadena de valor, con medidas dirigidas a la producción, la transformación, comercialización y consumo de productos ecológicos.

Se pretende mejorar la información de los consumidores reales y potenciales, incrementar la formación e información del sistema productivo, optimizar las estructuras de transformación e incrementar la comercialización de sus productos, con el necesario equilibrio en todas las fases de la cadena.

Palabras clave: agricultura ecológica, Castilla y León, estrategia, plataforma de competitividad.

OBSERVACIONES A LA PROPUESTA DE LA COMISIÓN EUROPEA DE NUEVO REGLAMENTO PARA LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

González JM

ATP Ecológico

Unión Campesino Castilla y León (UCCL) - Unión de Uniones

C/ Santa Lucía 19, 2º planta, E-47005 Valladolid

Tel: 983217722; valladolid@uniondecampesinos.com

RESUMEN:

Proponemos ampliar el ámbito de aplicación del reglamento para que certifique, también, la aplicación comercial de los insumos usados en producción ecológica.

La propuesta de la comisión tiende a discriminar a los productores de los elaboradores y comercializadores, cuando tendría que tender a equiparar los criterios de certificación entre unos y otros. Al igual que tiende a discriminar entre los productores del norte con respecto a los del arco Mediterráneo.

Se trata de un modelo basado en el producto final, desvinculándose en parte del proceso y de lo ocurrido en los distintos pasos intermedios, algo que sin duda favorece a las grandes compañías de comercialización en contra del pequeño productor.

En los sectores ganaderos es imposible, en muchos casos, cumplir la obligación de que un porcentaje muy alto de la ración alimentaria provenga de la propia explotación o región. Ocurriendo algo similar con la utilización de semillas, cuyo abastecimiento no está garantizado.

Consideramos que el Reglamento de agricultura ecológica debe fomentar el actual modelo de agricultura europeo que se basa en gran parte en las pequeñas y medianas explotaciones familiares.

Palabras clave: discriminación ganadería, explotaciones, modelo producto final.

NUEVO REGLAMENTO ¿MÁS SOSTENIBILIDAD?

Barrera A

Asociación Valor Ecológico (Ecovalia), Sevilla
Tel: 955 018 961; presidencia@ecovalia.org

RESUMEN:

La producción ecológica europea lleva un importante camino recorrido desde que se empezaron a promover políticas sobre ella desde la Unión Europea y sus Estados miembros. El Reglamento Europeo para la producción y el etiquetado de los productos ecológicos ha jugado un papel relevante en la evolución del sector. Ha sido y es la principal herramienta para conducir de manera adecuada el cumplimiento de los principios de la producción ecológica. Pero la clave más que en el contenido está en su aplicación.

En el proceso de revisión al que está siendo sometida la nueva propuesta de regulación se han visto evidenciadas las grandes diferencias de interpretación del mismo, que en el actual reglamento están generando numerosas injusticias, estas afectan sobre todo a los productores. Una de las demandas más repetidas en las discusiones del nuevo reglamento ha sido la homogeneización en su aplicación, esto podría facilitar una sostenibilidad económica derivada de la igualdad de oportunidades en los mercados.

Con el nuevo reglamento se han incorporado algunos cambios como tanto en la definición de su alcance como en la inclusión de conceptos que sólo se aplicaban en los países terceros, como la certificación de grupos. Sin embargo, la inclusión de aspectos "novedosos" no va a afectar a la sostenibilidad social que sigue siendo una de las grandes lagunas en la regulación de la producción ecológica. La sociedad es cada vez más consciente de esta necesidad e incluso hay cierta confusión porque muchos consumidores ecológicos la presuponen porque no entienden que se cuida la sostenibilidad desde un punto de vista ambiental y no desde el social.

Los requisitos de sostenibilidad ambiental deberían asegurarse en la aplicación del reglamento, pero los textos que definirán tanto los detalles de aplicación como los específicos de las distintas producciones aún no han sido abordados. Serán desarrollados a partir de que a final de año se apruebe el acto base que cuenta aún con aspectos importantes pendientes de acordar por el trílogo. Aunque algunos temas muy importantes deberían haber sido ya incluidos en el texto que se está discutiendo, en la última propuesta para el acuerdo no se mencionan, un claro ejemplo es el relacionado con la sostenibilidad de los recursos hídricos.

Palabras clave: producción ecológica, reglamento europeo, sostenibilidad.

NUEVO REGLAMENTO ¿MÁS SOSTENIBILIDAD?

Escutia M

Asociación Vida Sana
Pallars 85, 2º 4º, 08018 Barcelona
Tel: 93 580 08 18
www.vidasana.org; montse.escutia@vidasana.org

RESUMEN:

En 2014 las Instituciones europeas iniciaron el proceso para la modificación del Reglamento que regula la producción agraria ecológica. La modificación parte de un estudio llevado a cabo por la Comisión Europea en el que se propusieron tres posibles enfoques para la modificación: el enfoque de mercado, con unas normas más flexibles que se adapten fácilmente al mercado, el enfoque a partir de los principios para reorientar la producción ecológica y que estos principios se reflejen mejor en las normas y una última opción consistente en continuar con el modelo actual con sólo algunos cambios puntuales. Se decidió que la opción de reforzar los principios era la más adecuada y se empezó a trabajar en este sentido.

Pero la Unión Europea está formada por realidades muy distintas y aquello que es bueno para el norte suele ser difícil de aplicar en el sur y viceversa. El principio general de que la agricultura ecológica ha de adaptarse a las condiciones propias de cada zona y aprovechar los recursos para que sea lo más sostenible posible es difícil de traducir en un conjunto de normas que han de ser comunes para todos. A esto se suman los intereses económicos de cada país. Mejoras como prohibir las fincas mixtas, con agricultura ecológica y convencional simultáneamente, o exigir certificaciones ambientales a las industrias de transformación han sido eliminadas de los borradores con los que se está trabajando actualmente. El camino está siendo difícil y ya veremos si finalmente se consigue que el nuevo Reglamento sea más fiel a los principios que inspiran a la agricultura ecológica.

Palabras clave: agricultura ecológica, modificación, reglamento, Unión Europea.

NUEVO REGLAMENTO EUROPEO DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA ¿MÁS SOSTENIBILIDAD?

Peiteado C

Programa de Aguas y Agricultura
WWF España
Gran Vía de San Francisco, 8. Esc D
28005 Madrid. España
Tf. +34 913 540 578; Fax. +34 913 656 336
cpeiteado@wwf.es; <http://www.wwf.es>

RESUMEN:

No puede haber sostenibilidad sin legalidad, tampoco si producimos sin respetar los límites de los ecosistemas, que son garantías del futuro de la agricultura. Por eso, se necesita un nuevo Reglamento de Agricultura Ecológica que descansa claramente en el principio de quien contamina, paga, basado en el uso legal de los recursos naturales, como suelo y agua. Y que, además, contemple otros aspectos, como el mantenimiento obligatorio de superficies de interés para la biodiversidad en todas las fincas, independientemente del cultivo del que se trate. En caso contrario estaremos hablando de un modelo de producción de alimentos similar al causante de la mayor pérdida de biodiversidad jamás conocida o de emisiones que agravan el ya de por sí alarmante cambio climático. Quizás sea una agricultura certificada, quizás sea de residuo cero, pero se basará en una simple sustitución de insumos y no en los verdaderos principios de la agroecología. Acabará, además, dejando de lado a pequeños agricultores y ganaderos, con las consecuencias territoriales que esto acarrea. Sin olvidar la necesidad de ir más allá de las fincas, abordando temas de distribución y consumo que deben también recoger las normas existentes.

Expertos, organizaciones de productores, de consumidores, ambientales, certificadoras, etc. todos tenemos la responsabilidad de asegurar que el nuevo Reglamento contemple en toda su plenitud los elementos ambientales de los que ahora carece. De otra forma, echaremos a perder una de las principales banderas de la producción ecológica, la sostenibilidad ambiental y desharemos el camino andado. Ahora es el momento.

Palabra clave: agroecología, certificación, límites ecosistémicos, normativa.

LOS AGRICULTORES ECOLÓGICOS EUROPEOS ANTE EL NUEVO REGLAMENTO

Calafat A

Grupo de trabajo Agricultores y Agroecología
Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)
Cami del Port, s/n. Km 1- Portón 1 Edif ECA. Apdo 397
E-46470 Catarroja (Valencia)
Telefax: +34 96267122; www.agroecologia.net; ainarogers@yahoo.com

RESUMEN:

La agricultura y la ganadería son actividades económicas que, desarrolladas siguiendo principios agroecológicos, además de producir alimentos sanos, necesarios y fundamentales, pueden generar bienes y servicios públicos poco reconocidos por la sociedad en general y por las administraciones.

Históricamente, las políticas de fomento agrario y la normativa que viene regulando la producción ecológica en la Unión Europea han reducido la visión del producto agroalimentario ecológico a su calidad, obviando por completo el enfoque social y limitando los criterios ambientales al mínimo.

Por lo que parece, el objetivo principal de la Comisión con su propuesta de nuevo Reglamento para la Producción Ecológica ha sido y sigue siendo la armonización de los criterios para la certificación ecológica con los del nuevo Reglamento para los Controles Oficiales. Reduciéndose aún más la visión del producto ecológico como un mero producto de calidad diferenciada y aumentándose las exigencias respecto a las garantías ofrecidas a los consumidores, tanto por parte de los operadores, como por parte de quien ejerza la supervisión de las producciones.

Diferentes organizaciones agroecológicas, de ámbito local, estatal y europeo (IFOAM UE), trabajan para que se reconozca el papel generador de beneficios públicos (ambientales y sociales) que tiene la producción ecológica. Dicho papel debe ser valorado y reconocido, de manera que las regulaciones y los fondos públicos se dirijan a propiciar y compensar la generación de bienes públicos, a fomentar la sostenibilidad.

Palabra clave: certificación de grupo, contaminación por deriva, finca mixta, producción paralela, reglamento.

COMITÉS

COMITÉ ORGANIZADOR

JC Brea (SEAE), JJ Cancela (USC), A Cervera (SOGA), H Cifre (SEAE), ML De La Calle (USC), MB Díaz (SEAE), ME Díaz (SEAE), MS Gabriella (USC), V González (SEAE), M Illera (USC), ME López-Mosquera (USC), MA Martínez (USC), JL Moreno (SEAE), R Mosquera-Losada (USC), XX Neira (EPSL-USC), E Sánchez (SEAE), J Villanueva (AGRONOVO)

COMITÉ DE HONOR

Repr Mº Agricultura, Medio Ambiente y Alimentación
Repr Consellería Medio Rural - Xunta Galicia
Repr Rector Universidad Santiago Compostela (USC)
Presidente Deputación de Lugo
Alcaldesa Ayuntamiento de Lugo
Presidente Consello Regulador AE Galicia (CRAEGA)
Presidenta Sociedad Española Agricultura Ecológica (SEAE)

COMITÉ CIENTÍFICO

M Astier (UNAM), JJ Cancela (USC), A Cervera (SOGA), A Cirujeda (CITA Aragón), J Dafonte (USC), E Dapena (SERIDA), FM De Cara (UAL), B Diaz (USC) JM Egea (UM), C Fabeiro (ETSIA-UCLM), C García (SEAE), I Gazzano (FAGRO-Uruguay), M Glez de Molina (UPO), F González (UNILEON), MC Jordá (ETSIAMN-UPV), J Labrador (UNEX), S Larregla (Neiker), L Martínez-Carrasco (UMH), C Mata (UCO), JR Mauleón (UPV-EHU), Y Mena (US), MM Moreno (UCLM), R Mosquera-Losada (USC), XX Neira (EPSL-USC), M Ortiz (UA), A Ortiz (Neiker), D Palmero (EUITA-UPM), C Paredes (EPSO-UMH), N Pedrol (UVIGO), Plana R, MD Raigón (ETSIAMN-UPV), J Ramírez (UPM), L Roca (PUCE Perú), B Rodríguez, A Rodríguez (UPV), G Romero (EPSO-UMH), R Ruiz (Neiker), JI Ruiz (Neiker), FX Sans (UB), D Sicilia (ULL), E Simón (UPV-EHU), JC Tello (UAL), J Vadell (UIB), L Vazquez (ACTAF-Cuba), MD Vázquez (USC), J Wright (Coventry Univ, UK)

COMITÉ ASESOR

A Barrios (INEA), J Carvalho (AGROBIO PT), T Cuesta (USC), A Domínguez (EEAC-IVIA-GV), M Escutia (V Sana), K Hoberg (IFOAM-ABM), S López (Dip Lugo), J Mateu (GENCAT), Q Onega (USC), M Orellana (SEAE), M Pajarón (SEAE), MJ Payá (SEAE), A Perdomo (RdS), R Ruiz-Arcaute (Neiker), G Salcedo (CIFP La Granja), E Torremocha (IFOAM-INT), B Urbano (UVA), A Vale (ESA/IPVC)

Índice autores

•ABECIA JA	409, 566
•AGUILERA E	233, 416
•AGUIRRE I.....	241, 535
•AIBAR J.....	193, 388
•ALCALÁ FJ	209
•ALCÁNTARA A.....	626
•ALMANSA MS	354, 367
•ALONSO C.....	146
•ALONSO MJ	67
•ÁLVAREZ-IGLESIAS L.....	174
•ÁLVAREZ S	146
•ÁLVAREZ V	636
•AMIÁN I.....	124
•AMORÓS A.....	354, 367
•AMOROS F.....	88, 726
•APESTEGUIA M.....	309
•ARIAS MS.....	571, 599
•ARIZMENDIARRIETA JS.....	152
•ARNÉS M	407
•ARRANZ J.....	309
•ARROYO F.....	571
•ASTIER M.....	94
•ATO V	354, 367
•BARBERA N	527
•BARREIRO XL.....	667
•BARRERA A.....	749
•BELLON S	31, 44
•BERNAL AR.....	407
•BERNARDI J	728
•BERTAZZO CJ.....	693
•BINIMELIS R	66
•BLANCO JM	81
•BLANCO M	494
•BLANCO-MORENO JM.....	210
•BLÁZQUEZ MD	258
•BONILLA R.....	599
•BOTANA A.....	125, 617, 642, 649
•BURBI S	34
•BURRIEL C.....	725
•CABALLERO-LÓPEZ B	210
•CADÓRNIGA C	240
•CALAFAT A	745, 752
•CALERO A	259, 379
•CALVO MS	668
•CANCELA JJ.....	637
•CANO A	537, 667
•CARRAL E	165, 664
•CARRANZA G.....	233, 416
•CARRASCOSA M.....	241
•CARVALHO DE M LM.....	599
•CASAO A.....	566
•CASAS E	586
•CASTELL I.....	425
•CASTELL V	252, 425

•CASTRO J.....	540, 636
•CHÁFER MT.....	88, 726
•CHAMORRO L.....	210
•CHIA M.....	715
•CIFRE H.....	731
•CIRERA JC.....	76
•CIRUJEDA A.....	193, 388
•CIVEIRA G.....	251
•COLMENARES R.....	727
•CORDERO R.....	71, 605
•CORES E.....	43
•CORONADO E.....	730
•CORRES A.....	416
•CRECENTE S.....	125
•DAFONTE J.....	655
•DAGNAC T.....	592, 617, 649
•DAPENA E.....	92, 258
•DE LA FUENTE LF.....	409
•DEL AMO S.....	728
•DEL-CANTO A.....	250
•DEL CURA F.....	728
•DEL VALLE J.....	33, 82
•DE MIGUEL E.....	77
•DÍAZ-DÍAZ D.....	125
•DÍAZ-DÍAZ N.....	125, 642
•DÍAZ EA.....	201
•DÍAZ RA.....	668
•DIDONET D.....	626
•DOMÍNGUEZ-GENTO A.....	15, 88, 665, 726
•DOMÍNGUEZ MD.....	732
•ENRIQUE A.....	309
•EPELDE L.....	309
•ESCUTIA M.....	750
•ESTELLÉS J.....	200
•FANDIÑO M.....	637
•FAZ A.....	313
•FENOLL J.....	231
•FERNÁNDEZ JA.....	313
•FERNÁNDEZ-LORENZO B.....	592, 617, 642, 649
•FERNÁNDEZ P.....	209, 231
•FERREIRA B.....	80
•FERREIRIM L.....	84
•FIGUEROA M.....	94
•FITA A.....	252, 297, 482, 510
•FLORES-CALVETE G.....	125, 592, 617, 642, 649
•FONTEVEDRA E.....	83
•FUENTES-GUERRA R.....	715
•GABRIEL G.....	388
•GALINDO P.....	80, 134, 469, 715
•GANTES M.....	667
•GARABATOS-CAPÓN A.....	174, 222
•GARCIA A.....	88, 726
•GARCÍA C.....	68, 71, 548, 579, 585, 586, 605, 710
•GARCIA E.....	328
•GARCÍA I.....	453, 454, 488
•GARCÍA JL.....	209
•GARCÍA MD.....	166, 328, 435, 527, 678

•GARCÍA-RUIZ R	233
•GARRIDO I	231
•GARZÓN M	407
•GINARD M	743
•GLEZ DE MOLINA M	94, 233, 416
•GOMIS I	88, 726
•GONZÁLEZ-CAVERO S	200, 665
•GONZÁLEZ JM	748
•GONZÁLEZ L	617
•GONZÁLEZ M	587
•GONZÁLEZ S	273, 280
•GONZÁLEZ V	15, 68, 87, 725, 728, 729, 730, 731, 745
•GROOT JCJ	732
•GUIJARRO-REAL C	482
•GUTIÉRREZ-PEÑA R	535
•GUZMÁN G	94
•GUZMÁN GI	233, 416
•HERENCIA I	280
•HERNÁNDEZ A	296
•HERNÁNDEZ JA	571, 599
•HERNÁNDEZ M	746
•HERRERA A	416
•HOBERG K	40, 509
•HORCADA A	535
•IBÁÑEZ P	250
•ILLERA M	400
•IMAZ MJ	309
•INFANTE-AMATE J	233
•IRIGOYENA I	152
•ISOA A	152
•IZQUIERDO J	240
•JAIZME MC	124, 407
•JAIZME-VEGA MC	296
•JAUREGUI J	742
•KORMENZANA M	309
•LABRADOR J	124
•LACASA A	209
•LACASTA C	232, 337
•LACUESTA M	250
•LADO M	251
•LAINEZ M	91
•LAMELO RJ	73
•LANDETE-TORMO MB	163
•LAUZURICA P	250
•LAVELLE P	221, 536
•LIÑARES V	664
•LLAMERO N	258
•LLERA-VIVES M	288
•LLOBERA F	15, 89
•LLORENTE J	741, 747
•LOBO MG	407
•LONDOÑO AM	221, 536
•LOPEZ D	104
•LÓPEZ DE LA CALLE M	400
•LÓPEZ E	664
•LÓPEZ J	636
•LÓPEZ JE	185, 302, 393

•LÓPEZ M	461, 572, 587
•LÓPEZ ME	400
•LÓPEZ-MOSQUERA ME	288
•MAIXENT F	730
•MALLACH M	88, 726
•MANCEBO I	273
•MANDALUNIZ N	309
•MAÑÓ P	200
•MARÍ A	193
•MARÍA GM	566
•MARÍ AI	388
•MARTÍNEZ S	75
•MARTORI JC	509
•MATAS AJ	163, 694
•MAYA Y	240
•MEANA A	258
•MECO R	232, 280, 337
•MEDEIROS J	678
•MEDINA S	469
•MEIRELLES L	79
•MENA Y	535
•MÉNDEZ P	407
•MEZO M	587
•MIGUÉLEZ S	571
•MIRANDA M	461, 572, 587
•MORAGA E	453, 454, 488
•MORALES-MANZO II	297
•MORENO A	250
•MORENO E	444
•MORENO JL	729
•MORENO MC	273
•MORENO MM	232, 273, 280, 337
•MORENO-PERIS E	510
•MOSQUERA MR	60
•MUÑOZ-RUEDA A	250
•NAVARRO D	210
•NEIRA-CERVERA M	164
•NEIRA XX	15, 68, 579, 655
•NÚÑEZ M	548
•OCHOA J	745
•ODRÍGUEZ R	461
•OLIVERA D	259, 379
•ÓNEGA FJ	90
•ONOF A	732
•OOSTINDIE H	732
•ORJALES I	461, 572, 587
•ORTIZ-BARREDO A	250
•ORTIZ CE	728
•OTERO L	104
•PAJARÓN M	68
•PALACIOS C	146, 409, 453, 454, 488, 566
•PARADELO M	185, 302, 393
•PARDO G	193
•PARDO-MURAS M	174, 222
•PAZ A	251, 571, 599
•PEDROL N	174, 222
•PEITEADO C	751

•PEREIRA-CRESPO S	125, 592, 617, 642, 649
•PEREIRA MC.....	118, 133, 710
•PÉREZ G	599
•PÉREZ JA	240
•PÉREZ-LARA J.....	694
•PÉREZ P	185, 302, 393
•PÉREZ Y.....	259, 379
•PEROTE E.....	85
•PICAZOS P	444
•PIÑEIRO J	540
•PLANA R.....	152
•PORCUNA JL.....	124
•PRETEL MT	267, 685
•PROHENS J.....	482
•PUIG CG	174
•QUESADA MA	163, 694
•RADA A.....	104
•RAIGÓN MD	15, 68, 69, 166, 252, 297, 328, 425, 435, 444, 510, 527, 678, 728
•RAMOS M	240
•RANGEL R	655
•RESCH C	125, 592, 617, 642, 649
•REVILLA I.....	453, 454, 488
•REY BJ	637
•REY E	586
•RIBES-MOYA AM.....	297, 510
•RICO JA.....	745
•RIGUEIRO A.....	60, 201
•RIVAS R	744
•RODRIGO E	469
•RODRIGUEZ A	435
•RODRIGUEZ-BURRUEZO A	252, 444
•RODRÍGUEZ-BURRUEZO A	297, 482, 510
•RODRÍGUEZ MA	636
•RODRÍGUEZ MI.....	599
•RODRIGUEZ P	715
•RODRÍGUEZ R	572, 587
•RODRÍGUEZ T	165, 664
•ROMAY D.....	540
•RONDÓN F	408
•ROSELLÓ I OLTRA J.....	86
•ROSELLÓ J	88, 726
•RUBIO A.....	88, 726
•RUCABADO T	685
•RUÍZ ML.....	425
•RUIZ R	309
•RUÍZ-SINOGA JD.....	163
•SÁEZ JL.....	309
•SÁNCHEZ A	240
•SÁNCHEZ-ANDRADE R	571, 599
•SÁNCHEZ DE PRAGER M.....	42
•SÁNCHEZ E	74, 585
•SANCHEZ JL	469
•SÁNCHEZ-NAVARRO V.....	313
•SANCHIS J	78, 745
•SANCHÍS J	571
•SANS FX.....	210
•SANZ-SÁEZ A	250

• SARABIA JF	267, 685
• SARANDÓN SJ	728
• SATAMA-BERMEO M.....	494
• SEOANE S.....	288, 400
• SEVILLANO B	728
• SIERRA B.....	453, 454, 488
• SILVA MI	571
• SOCORRO AR	296
• SOTO D	185, 233, 302, 393
• SOUTO C.....	222
• SOUZA P.....	222
• STONE F	626
• SUEIRO MJ	118, 133
• SWAGEMAKERS P.....	732
• TADDEI JL.....	209
• TEJEIRO MT	637
• TELLECHEA B.....	250
• TENORIO JL	240
• TORO R.....	241
• TORREMOCHA E.....	32, 416
• TORRES JM	344, 515
• TORRES L.....	201
• UIG CG.....	222
• VALERO M	354, 367
• VALLADARES J.....	540, 592, 617, 642, 649
• VAZ JL	72, 585
• VÁZQUEZ L.....	185, 302, 393
• VÁZQUEZ MD.....	506
• VEGA-QUEZADA C	494
• VEIGA M	125, 592, 617, 642, 649
• VEIGA X	540
• VELÁSQUEZ E	221, 536
• VERCHER R	200, 665
• VIDAL E	251
• VIDAL R	728
• VILLA I	416
• VILLAR O	165
• VILLENA J.....	273, 280
• ZABALA C	250
• ZAMBRANO T.....	444
• ZIRIÓN M.....	94
• ZORNOZA J	166, 328, 527
• ZORNOZA R.....	313

Colaboran:



→ MÁS INFORMACIÓN

Sociedad Española Agricultura Ecológica/Agroecología (SEAE)

Cami del Port, s/n. Km 1- Edif ECA. - Apdo 397

E-46470 Catarroja (Valencia)

Telefax 961267122. Móvil +34 627343399

info@agroecologia.net; www.agroecologia.net