

Las malas hierbas como bioindicadores del suelo: Cómo muestrear y usar los datos

Resumen

Esta ficha técnica describe cómo las especies de malas hierbas pueden ser utilizadas como bioindicadores de las condiciones del suelo, relacionándolas con las características del suelo (como pH o textura) y al manejo del suelo (como el uso del agua, falta o exceso de nutrientes o compactación)

Debe destacarse que (i) este tipo de análisis no siempre proporciona resultados consistentes, porque la relación entre las malas hierbas y las condiciones del suelo no siempre es clara y que (ii) la metodología de muestreo sugerida requiere conocimientos botánicos básicos para la identificación de especies.



Malas hierbas como bioindicadores

El objetivo de esta metodología es obtener información sobre las condiciones del suelo en un agroecosistema usando plantas silvestres ('malas hierbas') como bioindicadoras.

Muchas malas hierbas pueden crecer en diferentes suelos y ambientes, pero cada especie tiene un rango óptimo de condiciones bajo las cuales se puede encontrar (1,2).

De acuerdo a la clasificación de estrategias de adaptación de cada especie de Grime(3), las malas hierbas se caracterizan porque generalmente tienen un carácter competitivo o ruderal, y algunas pocas con la capacidad de adaptarse a condiciones muy extremas (especies tolerantes al estrés).

En cualquier grado de abundancia, algunas especies de malas hierbas se encuentran típicamente en determinadas condiciones de suelo. El conocimiento de qué especies pueden asociarse a qué condiciones específicas de suelo, es la base para utilizarlas como bioindicadoras.

La utilidad de las malas hierbas como bioindicadores se conoce desde hace mucho tiempo.

En este sentido, los autores empezaron analizando publicaciones antiguas, más anecdóticas (4,5), e integraron los conocimientos más modernos y con base científica, que todavía son bastante escasos. Finalmente, se agruparon las especies en dos grupos en función del número de registros que claramente las asocian con una determinada característica del suelo. Las especies de malas hierbas en las que tres o más fuentes diferentes recogen un mismo tipo de asociación con cierta característica del suelo, se definieron como indicadores de "alta confianza". Las especies de malas hierbas para las que se indica un mismo tipo de asociación en dos estudios diferentes se definieron como indicadores de "confianza media". Las especies de malas hierbas se enumeran en las "tablas de especies bioindicadoras" mostradas en el anexo I.

El segundo paso fue desarrollar una metodología que permitiera a los agricultores y gestores de los agroecosistemas extraer la mejor información de las malas hierbas como bioindicadoras de las condiciones del suelo mediante muestreo de campo. La metodología de muestreo aquí sugerida no puede considerarse exhaustiva, pero representa un buen compromiso entre el coste de muestreo y la precisión de datos. Para obtener una información más precisa de las condiciones del suelo, es recomendable el uso de técnicas convencionales de análisis de suelos.

Metodología de evaluación

La identificación de malas hierbas no siempre es una tarea fácil, pero las especies que se han seleccionado como bioindicadoras son bastante diferentes entre sí, lo que disminuye el riesgo de clasificación errónea. La correcta identificación de especies es un requisito indispensable para la utilización de esta metodología.

Cuando tomar muestras

Cuando el objetivo de la toma de muestras es decidir sobre las medidas de control, las malas hierbas se identifican normalmente al inicio de su desarrollo. Sin embargo, el muestreo de malas hierbas como bioindicadores del suelo se puede hacer en etapas posteriores de crecimiento (por ejemplo en la floración) cuando las especies son más fáciles de identificar. En áreas templadas, es recomendable realizar varios muestreos al año, por ejemplo, en primavera, antes de aplicar medidas para el control de las malas hierbas, en verano, antes de la cosecha y en otoño, antes del laboreo del suelo (en caso de practicarse). Combinando la información en estos tres periodos de muestreo se puede tener una idea clara de las especies más relevantes de malas hierbas presentes en el agroecosistema, reduciendo el riesgo de ignorar especies de ciclo corto con importancia estacional.

Dónde muestrear

La toma de muestras de malas hierbas debe realizarse en una o varias parcelas, especialmente en aquellas que muestran alteraciones en las condiciones del suelo. Dado que la evaluación se basa en la composición de la comunidad de malas hierbas y no sólo en la presencia de algunas de ellas, se debe muestrear toda la parcela objetivo. Considerando que la composición herbácea puede variar mucho de los márgenes a la parte central de la parcela, se recomienda recorrer la parcela antes de iniciar el muestreo, tomar nota de las zonas donde la composición de especies cambia abruptamente, y decidir si se incluyen o no las áreas más periféricas (por ejemplo los márgenes de la parcela).

Plot area	Dominant species	% soil covered	Soil characteristics	Notes
A	CITRUS VULGARIS	10%	compact soil	absence of weeds windy
	POA ANNUA	25%	heavy soil	
	TRITICUM AESTIVUM	25%	heavy soil	
	ALOPECURUS PRURIENS	25%	heavy soil	
B	CITRUS VULGARIS	10%	more sandy soil	more sandy soil higher relative to A less compacted Elevation: 10 Elevation: 10-25
	POA ANNUA	25%	heavy soil	
	TRITICUM AESTIVUM	25%	heavy soil	
	ALOPECURUS PRURIENS	25%	heavy soil	

Example of sampling sheet filled in with the collected information. Photo: Stefano Carlesi

Material necesario

- Guía para la identificación de malas hierbas
- Carpeta, libreta, lápiz
- Ficha de muestreo (ver ejemplo en la siguiente figura, anexo II y sitio web)
- Tabla de especies bioindicadoras (ver anexo I y sitio web)
- Hojas de periódico

Trabajo de campo

1. Observar el aspecto general de la parcela o área de muestreo. Recorrer la parcela para obtener una idea sobre su homogeneidad en relación a la composición de la comunidad de malas hierbas. Si la parcela no es homogénea, identificar las subáreas con una composición claramente diferente. Si los márgenes de la parcela poseen una vegetación diferente a la de la parcela, (por ejemplo por la presencia de zanjas, setos, arbustos, cierres u otros elementos estructurales) excluirlos del muestreo.
2. Comenzando por un extremo, recorrer la parcela a modo de zigzag. Tomar nota de las principales especies de malas hierbas presentes y, visualmente, estimar el porcentaje de cobertura de suelo de cada una de ellas. En la ficha de muestreo, anotar las principales especies encontradas en la primera subárea muestreada (por ejemplo, "A"). Repetir el procedimiento para la segunda ("B") y el resto de subáreas de muestreo.
3. Toma de muestras
 - 3.1 Centrar la inspección en la composición genérica de malas hierbas y en las especies dominantes. Especies poco frecuentes o singulares, aunque son de gran interés botánico, no son bio-indicadores fiables del estado del suelo, especialmente en condiciones de fuertes perturbaciones como el caso de los agroecosistemas.
 - 3.2 En caso de no poder identificar alguna de las principales especies presentes, recoger algunos especímenes para su reconocimiento posterior. En este caso, extraer la planta del suelo incluyendo parte del sistema radicular. Las mejores plantas para muestrear son aquellas que tengan flores y frutos. Si son demasiado grandes se puede doblar la planta o tomar muestra de una parte de ella. Después asignar un nombre provisional basado en las características de la planta (por ejemplo, "hierba con hojas rojizas y velludas" o "dicotiledónea con flores de color púrpura y ovario largo") y anotar la especie con este nombre en la ficha de muestreo. Después conservar la planta aplanada y con las hojas abiertas entre dos hojas de periódico y poner algo de peso encima. Esto mantendrá las características de la planta muestreada lo más parecido posible a las de la planta viva.
4. En la ficha de muestreo, anotar las condiciones del suelo en cada subárea. Centrarse en las diferencias entre subáreas de los siguientes aspectos:
 - Textura del suelo (por ejemplo, ¿en qué subárea es más arenosa? ¿En cuál es más arcillosa?)

- Compactación del suelo (¿Cuánto cuesta introducir un palo en el suelo?)
 - Color del suelo (por ejemplo, ¿Cuál es más oscuro?)
 - Humedad del suelo
5. Determinar si las especies principales encontradas son anuales o perennes. Si no se está seguro, seguir este sencillo test: se intenta extraer una planta, si se puede arrancar de raíz fácilmente, incluyendo una gran cantidad del sistema radicular, es que es anual. Si la planta se rompe al tratar de arrancarla de raíz será probablemente perenne.
 6. Ahora, para cada subárea, se tendrá una descripción de las principales especies de malas hierbas presentes, así como de las principales características del suelo.

Finalizado el trabajo de campo

1. Identificar aquellas muestras de campo que se pensaron entre periódicos y actualizar la ficha de campo convenientemente. En caso de no poder identificar estas muestras, buscar ayuda de alguien con mayor experiencia.
2. Comprobar qué especies de las que se han registrado como dominantes están incluidas en la “tabla de especies bioindicadoras” (ver anexo I)
3. Sumar el valor de cobertura del suelo de cada especie perteneciente a la misma tipología de bioindicador, para cada subárea muestreada.
4. En el caso de que especies bioindicadoras de características opuestas del suelo (por ejemplo, suelo seco y húmedo, ácido o alcalino) aparezcan en la misma subárea, descartar dicha característica, puesto que el/los bioindicador/es serían poco fiables.
5. Si las especies dominantes de malas hierbas pertenecen a diversas tipologías de bioindicadores que no presenten contradicciones, las características descritas en la “tabla de especies bioindicadoras” pueden verificarse con las características reales del suelo para comprobar si la información extraída de la tabla es correcta.
6. Ahora, para cada subárea de la parcela de muestreo, se tendrá una información más detallada de las características principales del suelo basada en la presencia de malas hierbas.

Conservación de las plantas

Si se quieren conservar las muestras de plantas recogidas en el campo, se deben mantener entre hojas de periódico hasta que estén totalmente secas. Después, se pasan a una hoja gruesa de papel blanco tamaño A3 y se fijan con alfileres. Se escribe la información referente a la planta como nombre científico, fecha y lugar de recolección, etc.

¿Qué conclusiones podemos sacar?

Para tener información precisa sobre las características de un suelo, lo indicado es realizar un análisis de suelos. Sin embargo, la observación de la composición de malas hierbas presentes en una parcela, representa un método barato y rápido para estimar las características de un suelo e inferir los efectos de las prácticas agrícolas. Debe tenerse en cuenta que la composición de malas hierbas puede estar influenciada por diversos factores del suelo, así como por las prácticas de manejo actuales y pasadas, que pueden interactuar a muy pequeña escala. Por lo tanto, la información obtenida del uso de las malas hierbas como bioindicadores debe contrastarse con las observaciones de campo y la evaluación del suelo.

Las diferencias en las características del suelo a menudo resultan en una composición distinta de especies de malas hierbas. Atendiendo a las malas hierbas dominantes que pueden ser utilizadas como bioindicadores, es posible extraer información de utilidad para adaptar las prácticas agrícolas a las condiciones reales del suelo y, en caso necesario, mejorarlas. Aspectos como la textura del suelo y la reacción del suelo (pH) son poco probables de ser modificados, pero otros como un exceso de agua, la compactación y una baja fertilidad del suelo es posible mejorarlos medianamente, por ejemplo, un adecuado drenaje, laboreo y el uso de cultivos de cobertura.

Interpretación de las observaciones

Observaciones	Posibles conclusiones y recomendaciones
Textura del suelo	<ul style="list-style-type: none">Es una característica agronómica muy importante, que a menudo determina el tipo de preparación del terreno, el cultivo principal y de cobertura y las prácticas de manejo más relevantes (por ejemplo, fertilización y riego). Hasta cierto punto, una estructura deficiente se puede mejorar enriqueciendo la materia orgánica del suelo y favoreciendo el contenido humus. La elección del cultivo, la maquinaria agrícola y la programación del laboreo y la fertilización, deberán adecuarse a la estructura del suelo.
Reacción del suelo (pH)	<ul style="list-style-type: none">Determina la elección de los cultivos y las prácticas de fertilización, y tiene gran influencia directa e indirecta en la calidad química y biológica del suelo. En caso que las malas hierbas indiquen un suelo ácido, medir el pH para comprobarlo y, si es necesario, adoptar las prácticas oportunas para aumentar el pH del suelo.
Disponibilidad de agua en el suelo	<ul style="list-style-type: none">Contenidos altos indican la necesidad de aumentar la eficacia del sistema de drenaje o de verificar la existencia de compactación subsuperficial. En el caso de valores bajos, donde el riego no es posible, la elección cuidadosa del cultivo, de la variedad y de las prácticas de laboreo y manejo (por ejemplo, laboreo reducido, técnicas de captación de agua) es imprescindible.
Compactación del suelo	<ul style="list-style-type: none">Indica la necesidad de cambiar las prácticas de laboreo (por ejemplo, uso de laboreo reducido y/o vertical/subsuelo).
Fertilidad del suelo	<ul style="list-style-type: none">Una alta presencia de especies que indiquen suelo fértil puede ser una señal de un exceso de fertilización. De este modo, la estrategia de fertilización de cultivos podría necesitar revisarse. Por el contrario, una gran presencia de especies que indican suelos pobres sugiere la necesidad de aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, por ejemplo mediante la combinación de laboreo reducido y cultivos de cobertura y / o la aplicación de compost y abonos orgánicos. En este caso, cualquier práctica perjudicial (por ejemplo, labor profunda invertida, retirada o quema de rastrojos) debe abandonarse.

Referencias bibliográficas

- 1 Raunkiaer, C. (1934). The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer.
- 2 Pignatti, S., Menegoni, P., & Pietrosanti, S. (2005). Biondicatione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Zeigerwerte) per le specie della Flora d'Italia. Braun-Blanquetia, 39, 97.
- 3 Grime, J. P. (2006). Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. John Wiley & Sons.
- 4 Clements, F. E. (1920). Plant indicators: the relation of plant communities to process and practice (N°. 290). Carnegie Institution of Washington.
- 5 Cocannouer, J. (1964). Weeds: guardians of the soil. Devin-Adair.

Impresión

Editores

Research Institute of Organic Agriculture FiBL
Ackerstrasse 113, Postfach 219, CH-5070 Frick, Switzerland
Phone +41 62 865 72 72, info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Scuola Superiore Sant'Anna SSSA
Piazza Martiri della Libertà 33, 56127 Pisa, Italy
Phone +39 050 88 31 11,
paolo.barberi@santannapisa.it, www.santannapisa.it

Centro de Investigación y Formación Agrarias (CIFA)
c/ Héroes 2 de Mayo, 27, 39600 Muriedas, Cantabria
Phone +34 942254045, cifa@cifacantabria.org,
www.cifacantabria.org

Autores

Stefano Carlesi and Paolo Bàrberi (ambos SSSA)

Imágenes

Cover page: *Equisetum arvense* thrives on humid soil. Paolo Bàrberi. Others: Stefano Carlesi & Paolo Bàrberi

Revisión

Andreas Fliessbach, Kathrin Huber, Maike Krauss (ambos FiBL)

Edición y traducción

Traducción del inglés por el Centro de Investigación y Formación Agrarias (CIFA) del Gobierno de Cantabria

Descarga

Esta nota técnica está disponible en www.fertilcrop.net © Research Institute of Organic Agriculture, Switzerland, 2017

Acerca de FertilCrop

Medidas de manejo para la mejora de la fertilidad en sistemas de cultivo ecológico -FertilCrop es un proyecto financiado por los organismos de financiación en CORE Organic Plus, socios del proyecto FP7 ERA-Net CORE Organic Plus. El objetivo general de FertilCrop es desarrollar técnicas de manejo eficientes y sostenibles destinadas a aumentar la productividad de los cultivos en los sistemas de producción ecológica. Más información sobre FertilCrop está disponible en www.fertilcrop.net.

Renuncia

Los contenidos de este documento técnico son responsabilidad exclusiva de los autores, y no representan necesariamente la visión de los financiadores del proyecto. Si bien se han realizado todos los esfuerzos para garantizar la exactitud de la información contenida en estas hojas técnicas, se proporciona sin garantía y no aceptamos ninguna responsabilidad por el uso que pueda hacerse de la información.

Anexo I: Tabla de especies bioindicadoras

Ordenado por características del suelo

Especies	Familia botánica	Tipología	Fiabilidad
Reacción de suelo			
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> syn. <i>Leucanthemum vulgare</i>	Asteraceae	Suelo ácido	M
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	Asteraceae	Suelo ácido	M
<i>Hieracium aurantiacum</i> syn. <i>Pilosella aurantiaca</i>	Asteraceae	Suelo ácido	A
<i>Hieracium pratense</i> syn. <i>H. caespitosum</i> , <i>Pilosella caespitosa</i>	Asteraceae	Suelo ácido	A
<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	Suelo ácido	M
<i>Polygonum persicaria</i> syn. <i>Persicaria maculosa</i>	Polygonaceae	Suelo ácido	M
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Suelo ácido	M
<i>Potentilla argentea</i>	Rosaceae	Suelo ácido	M
<i>Potentilla monspeliensis</i>	Rosaceae	Suelo ácido	M
<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	Suelo ácido	A
<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	Suelo ácido	M
<i>Sonchus</i> spp.	Asteraceae	Suelo ácido	A
<i>Spergula arvensis</i>	Caryophyllaceae	Suelo ácido	A
<i>Verbascum</i> spp.	Scrophulariaceae	Suelo ácido	M
<i>Viola arvensis</i>	Violaceae	Suelo ácido	A
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulaceae	Suelo alcalino	A
<i>Anthemis nobilis</i> syn. <i>Chamaemelum nobilis</i>	Asteraceae	Suelo alcalino	M
<i>Chenopodium</i> spp.	Chenopodiaceae	Suelo alcalino	M
<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	Suelo alcalino	M
<i>Lepidium virginicum</i>	Brassicaceae	Suelo alcalino	M
Disponibilidad de agua			
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	Suelo seco	M
<i>Euphorbia maculata</i>	Euphorbiaceae	Suelo seco	M
<i>Medicago lupulina</i>	Fabaceae	Suelo seco	M
<i>Althaea officinalis</i>	Malvaceae	Suelo húmedo	M
<i>Apios americana</i>	Fabaceae	Suelo húmedo	M
<i>Carex lasiocarpa</i>	Cyperaceae	Suelo húmedo	A
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Graminaceae	Suelo húmedo	M
<i>Equisetum arvense</i>	Equisetaceae	Suelo húmedo	A
<i>Impatiens pallida</i>	Balsaminaceae	Suelo húmedo	M
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Caryophyllaceae	Suelo húmedo	M
<i>Poa annua</i>	Graminaceae	Suelo húmedo	A
<i>Podophyllum peltatum</i>	Berberidaceae	Suelo húmedo	M
<i>Polygonum pensylvanicum</i>	Polygonaceae	Suelo húmedo	M
<i>Polygonum persicaria</i> syn. <i>Persicaria maculosa</i>	Polygonaceae	Suelo húmedo	A
<i>Ranunculus</i> spp.	Ranunculaceae	Suelo húmedo	A
<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	Suelo húmedo	M
<i>Tussilago farfara</i>	Asteraceae	Suelo húmedo	A
<i>Typha latifolia</i>	Typhaceae	Suelo húmedo	M
Compactación del suelo			
<i>Euphorbia maculata</i>	Euphorbiaceae	Compactación	A
<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae	Compactación	A
<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae	Compactación	A
<i>Poa annua</i>	Graminaceae	Compactación	A

<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	Compactación	A
Especies	Familia botánica	Tipología	Fiabilidad
Textura de suelo			
<i>Allium vineale</i>	Liliaceae	Suelo arcilloso	M
<i>Bellis perennis</i>	Asteraceae	Suelo arcilloso	M
<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae	Suelo arcilloso	A
<i>Ranunculus spp.</i>	Ranunculaceae	Suelo arcilloso	M
<i>Ranunculus repens</i>	Ranunculaceae	Suelo arcilloso	M
<i>Rumex obtusifolius</i>	Polygonaceae	Suelo arcilloso	A
<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	Suelo arcilloso	M
<i>Centaurea cyanus</i>	Asteraceae	Suelo arenoso	M
<i>Centaurea melitensis</i>	Asteraceae	Suelo arenoso	M
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	Suelo arenoso	M
<i>Eupatorium capillifolium</i>	Asteraceae	Suelo arenoso	M
<i>Lactuca tatarica var. pulchella</i>	Asteraceae	Suelo arenoso	M
<i>Linaria vulgaris</i>	Scrophulariaceae	Suelo arenoso	M
<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae	Suelo arenoso	A
<i>Viola arvensis</i>	Violaceae	Suelo arenoso	A
Fertilidad del suelo			
<i>Arctium minus</i>	Asteraceae	Alta fertilidad	M
<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	Alta fertilidad	A
<i>Phytolacca americana</i>	Phytolaccaceae	Alta fertilidad	M
<i>Poa annua</i>	Graminaceae	Alta fertilidad	M
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Alta fertilidad	M
<i>Stellaria media</i>	Caryophyllaceae	Alta fertilidad	A
<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	Alta fertilidad	A
<i>Andropogon spp.</i>	Graminaceae	Baja fertilidad	M
<i>Linaria vulgaris</i>	Scrophulariaceae	Baja fertilidad	M
<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae	Baja fertilidad	M
<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	Baja fertilidad	M
<i>Verbascum spp.</i>	Scrophulariaceae	Baja fertilidad	M

A: confianza alta (información de > 3 fuentes bibliográficas)

M: confianza media (información de al menos dos fuentes bibliográficas)

Anexo II: Ficha de campo

Parcela:

Fecha:

Nombre:

Mapa de
la parcela

Sub-área de la parcela	Especies dominantes	% cobertura de suelo	Características del suelo	Notas
A				
B				
C				

Anexo III: Referencias

Se utilizaron las siguientes fuentes para rellenar la tabla de especies bioindicadoras:

- Andreasen, C., & Skovgaard, I. M. (2009). Crop and soil factors of importance for the distribution of plant species on arable fields in Denmark. *Agriculture, ecosystems & environment*, 133(1), 61-67.
- Cimalová, Š., & Lososová, Z. (2009). Arable weed vegetation of the northeastern part of the Czech Republic: effects of environmental factors on species composition. *Plant Ecology*, 203(1), 45-57.
- Clements, F. E. (1920). *Plant indicators: the relation of plant communities to process and practice* (Nº. 290). Carnegie Institution of Washington.
- Cocannouer, J. (1964). *Weeds: guardians of the soil*. Devin-Adair.
- Falkengren-Grerup, U., & Schöttelndreier, M. (2004). Vascular plants as indicators of nitrogen enrichment in soils. *Plant Ecology*, 172(1), 51-62.
- Fried, G., Norton, L. R., & Reboud, X. (2008). Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France. *Agriculture, ecosystems & environment*, 128(1), 68-76.
- Fried, G., Petit, S., & Reboud, X. (2010). A specialist-generalist classification of the arable flora and its response to changes in agricultural practices. *BMC ecology*, 10(1), 1.
- Grime, J. P. (2006). *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. John Wiley & Sons.
- Hanzlik, K., & Gerowitt, B. (2011). The importance of climate, site and management on weed vegetation in oilseed rape in Germany. *Agriculture, ecosystems & environment*, 141(3), 323-331.
- Hill, S. B., & Ramsay, J. (1977). Weeds as indicators of soil conditions. *The McDonald Journal*, 38(6), 8-12.
- Kalivas, D. P., Economou, G., & Vlachos, C. E. (2010). Using geographic information systems to map the prevalent weeds at an early stage of the cotton crop in relation to abiotic factors. *Phytoparasitica*, 38(3), 299-312.
- Lousada, L. L., Freitas, S. P., Marciano, C. R., Esteves, B. S., Muniz, R. A., & Siqueira, D. P. (2013). Correlation of soil properties with weed occurrence in sugarcane areas. *Planta Daninha*, 31(4), 765-775.
- Nordmever, H., Dunker, M., & Stafford, J. V. (1999). Variable weed densities and soil properties in a weed mapping concept for patchy weed control. In *Precision agriculture'99, Part 1. Papers presented at the 2nd European Conference on Precision Agriculture, Odense, Denmark, 11-15 July 1999*. (pp. 453-462). Sheffield Academic Press.
- Otto, S., Zuin, M. C., Chiste, G., & Zanin, G. (2007). A modelling approach using seedbank and soil properties to predict the relative weed density in organic fields of an Italian pre-alpine valley. *Weed research*, 47(4), 311-326.
- Pignatti, S., Menegoni, P., & Pietrosanti, S. (2005). Biondificazione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Zeigerwerte) per le specie della Flora d'Italia. *Braun-Blanquetia*, 39, 97.
- Pinke, G., Karácsony, P., Czúcz, B., Botta-Dukát, Z., & Lengyel, A. (2012). The influence of environment, management and site context on species composition of summer arable weed vegetation in Hungary. *Applied Vegetation Science*, 15(1), 136-144.
- Pinke, G., Pál, R., & Botta-Dukát, Z. (2010). Effects of environmental factors on weed species composition of cereal and stubble fields in western Hungary. *Central European Journal of Biology*, 5(2), 283-292.
- Raunkiaer, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer*. The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer.
- Shiratsuchi, L. S., Fontes, J. R. A., & Resende, A. V. (2005). Correlation of weed between spacial distribution and soil fertility. *Planta Daninha*, 23(3), 429-436.
- Singh, A., & Tucker, D. P. H. (1997). *Weeds in J.L. Knapp (Ed.), Florida citrus pest management guide*. University of Florida. Florida
- Walter, A. M., Christensen, S., & Simmelsgaard, S. E. (2002). Spatial correlation between weed species densities and soil properties. *Weed Research*, 42(1), 26-38.

Fuentes electrónicas

- Beth Botts. Chicago Botanic Garden site. The Language of Weeds. http://www.chicagobotanic.org/plantinfo/smart_gardener/language_weeds. Accessed 25th November 2016
- DianaBarker, Look to the Weeds, <http://homestead.org/DianaBarker/LooktotheWeed/SoilIndicators.htm>. Accessed 25th November 2016
- Susan Sides, Weeds as Soil Indicators, 1987. <http://www.motherearthnews.com/organic-gardening/soil-indicators-zmaz87jzgoe#ixzz3PMv6lTbH.aspx#ixzz3PMv6lTbH> Accessed 25th November 2016
- Steve Dive, Warren Dick, Jean-Paul Courtens (2014), *Applied Weed Ecology: Why Weeds Grow and Ways to Observe Them*, Organic Weed Management Webinar, http://www.ydae.purdue.edu/oarei/soils_weed_management.pdf. Accessed 25th November 2016
- Stephen Weller, Soil characteristics that influence weed management. <https://michiganorganic.files.wordpress.com/2014/11/soil-characteristics-that-influence-weed-management.pdf>. Accessed 25th November 2016
- Using weeds as soil indicators, <http://www.organic-guru.co.uk/wormbook/7soil/3WEEDINDIC.pdf> Accessed 25th November 2016