

INFLUENCIA DE ESTA PRÁCTICA EN LOS DIFERENTES ASPECTOS DE LA PRODUCCIÓN EN AMBIENTES ÁRIDOS Y SEMIÁRIDOS

Beneficios de la **rotación de cultivos** herbáceos de secano en agricultura ecológica

Los sistemas de cultivos extensivos de secano, muy comunes en el pasado por toda Europa, se encuentran especialmente confinados, hoy en día, en la región mediterránea. Las producciones de cereales, leguminosas y oleaginosas de secano, junto con la vid y el olivar, constituyen, por su extensión, la base sobre la que se sustenta la conservación del medio rural, en su más amplia acepción, en muchos países de la cuenca.

Tanto por su importancia económica, como por la población rural que acogen, se practica, a menudo, en combinación con el pastoreo de rastrojos y barbechos. La utilización habitual de agroquímicos, especialmente herbicidas, es relativamente baja y una gran proporción se deja en barbecho cada año. En otras palabras, el manejo de estos agrosistemas según la terminología actual se podría considerar casi ecológico.



Las zonas áridas y semiáridas se caracterizan por la variabilidad o distribución anual e interanual de la pluviometría, siendo esta circunstancia la que condiciona la productividad de estos sistemas agrícolas.

Ramón Meco Murillo¹ y
Carlos Manuel Lacasta Dutoit².

¹ Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Castilla-La Mancha (Toledo).

² CSIC. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Finca Experimental La Higuera. Santa Olalla (Toledo).

Es precisamente en estos ambientes áridos y semiáridos, donde se desarrolló y consolidó la cultura del hombre actual a través de las distintas civilizaciones que se han sucedido, con ambientes secos y favorables a la acumulación de nutrientes en el suelo, necesarios para el crecimiento de los cultivos. Por el contrario, con el paso del tiempo, la carencia de restricciones y el uso indiscriminado, en muchas ocasiones, de los recursos tecnológicos puestos a disposición de los agricultores en la cultura actual, ha generado una degradación generalizada de los ecosistemas áridos y semiáridos del planeta que se manifiesta en aspectos como la contaminación de las aguas por fertilizantes, la inversión de flora a causa de los herbicidas, el desdoblamiento, etc.

En estos ambientes con precipitaciones variables, los agricultores han aprendido a lo largo de los tiempos a ajustar sus estrategias de cultivo adaptándose a las condiciones climáticas y cambiando a variedades de ciclo más corto conforme las primeras lluvias se retrasan. El siguiente paso, si perduran las condiciones adversas, es el cambio a un cultivo diferente, de ciclo más corto (guisante o garbanzo), siendo la última decisión la de no sembrar si el retraso es tan amplio que la probabilidad de éxito del cultivo es demasiado baja o nula. Éstos pueden ser ejemplos de respuestas tácticas a la variabilidad interanual en las cuales se cambia el cultivo con la intención de mejorar una rotación establecida. Otra posibilidad, es la variación en el manejo de un cultivo ya implantado si se puede prever cuál va a ser el resultado de la estación de floración, optándose por la siega temprana para forraje o el enterrado en verde como abono.

Estos sistemas, por tanto, pueden ser los más adecuados para el desarrollo de una producción ecológica, en los términos reconocidos desde el punto de vista legislativo, ya que es donde mejor funciona el reciclado de nutrientes y donde su propia fragilidad exige un manejo de bajos insumos con el objetivo de evitar procesos de desertificación.



Las rotaciones son imprescindibles en los ambientes semiáridos cuando se manejan ecológicamente. Éstas gestionan la fertilidad de los suelos y controlan las malas hierbas.

La rotación es, por tanto, una práctica esencial en el manejo de los agrosistemas de ambientes áridos y semiáridos en agricultura convencional, pero imprescindible cuando además se manejan ecológicamente. El principio más importante de la rotación es la sucesión, en función de las características, entre el cultivo precedente y el siguiente. Así, a una planta consumidora de nitrógeno, como el cereal, le debería suceder otra que lo acumule como una leguminosa, y a un manejo consumidor de humus (barbecho), otro que lo produzca (cereal). Las plantas de raíces superficiales serán seguidas por plantas de raíces profundas y a los cultivos de ciclos de invierno-primavera (día corto), le seguirán ciclos de primavera-verano (día largo). La rotación es el sistema de manejo

La rotación es una práctica esencial en el manejo de los agrosistemas de ambientes áridos y semiáridos en agricultura convencional, pero imprescindible cuando además se manejan ecológicamente

más adecuado para mantener el equilibrio y la sustentabilidad de los agrosistemas pues, al fin y al cabo, no es más que una imitación de la ordenación que la propia naturaleza hace por sí misma, pero sustituyendo especies silvestres por especies mejoradas genéticamente a lo largo de muchas generaciones de agricultores y técnicos en los últimos siglos, aprovechando la facultad de todas las especies que es la capacidad de adaptación a su entorno.

La rotación de cultivos en los sistemas de secano se puede suponer como la base necesaria de la productividad, pudiéndose considerar sus beneficios desde diferentes matices:

- Evitan el agotamiento del suelo puesto que cada especie, con los diferentes sistemas radicales, explora un determinado volumen y a una determinada profundidad.
- Como consecuencia de lo anterior, se produce una mejor gestión de los recursos hídricos del suelo.
- Permite también una mejor gestión de la humedad y temperatura del suelo para facilitar la descomposición de los materiales orgánicos incorporados.
- Aumenta la fertilidad del suelo con la presencia de especies mejorantes.
- Se produce un incremento de los niveles de elementos asimilables en el suelo, gracias a una mayor mineralización⁽²⁾.
- Se mejora el contenido en materia orgánica, para las condiciones del lugar, lo que fa-



Es costumbre, con el objetivo de acumular más agua en el barbecho, hacer labores con vertedera que favorecen la infiltración, pero también hacen disminuir la capacidad de retención de agua. La presencia de más aire en el sistema, favorece la mineralización de la materia orgánica y la fertilidad del momento pero compromete la del futuro por la pérdida de carbono.

vorece la proliferación de organismos simbioses (que viven juntos con beneficio mutuo) y, como consecuencia, la disminución del riesgo de parásitos y enfermedades.

- Mejora el control de flora espontánea, lo que unido a otras medidas culturales como las siembras tardías, el empleo de gradas de púas flexibles o el cultivo en líneas agrupadas, hace innecesario el uso de herbicidas^(3 y 4).

En los agrosistemas mediterráneos de secano conviven dos tipos de agricultura: la que se complementa con la ganadería y la que tiene, como único fin, la producción vegetal. Los objetivos son diferentes y por tanto el manejo también. En el primer caso, el objetivo principal es la producción ganadera y, en consecuencia, el diseño de la rotación irá encaminado a la producción de biomasa vegetal, los protagonistas serán los pastos y los cultivos serán elementos secundarios. En las regiones con mejores suelos, el uso del territorio se basa en el cultivo de herbáceos, generalmente cereales, en rotación con otros cultivos o el barbecho. Esta segunda opción es el manejo que se describirá a continuación. En ella, cada cultivo tendrá una función para el sostenimiento del sistema. Los cereales aportarán el carbono al suelo (paja), imprescindible para equilibrar las pérdidas de materia orgánica, las leguminosas aportarán nitrógeno y los barbechos tiempo para conseguir la mineralización de la materia orgánica y para poner a

disposición de los cultivos los nutrientes en forma asimilable. Las crucíferas funcionarán como bombas devolviendo a la superficie nutrientes que previamente se habrían lavado, y el girasol aporta también esta función y participa en el control de la flora arvense. El abono verde, además de ser una fuente de carbono, tendrá la función de nutrir al cultivo siguiente.

El barbecho y las labores

El agua es el factor que más limita la producción en los sistemas agrícolas en secanos semiáridos. La distribución de las lluvias es irregular y poco favorable al mantenimiento de un balance hídrico adecuado. Por ello, en estos ambientes, es habitual el uso del barbecho en la rotación, con el objetivo de acumular el agua caída durante un año (año y vez), o a veces dos (dos años y vez), para el crecimiento de un único cultivo de cereal. Esta práctica permite dar tiempo al suelo para la mineralización de la materia orgánica, el control de las malas hierbas y la reducción en la incidencia de las enfermedades del suelo. El barbecho, introduce la no-uniformidad temporal dentro de las secuencias de cultivo y concentra un recurso limitante, como el agua, por encima del nivel umbral para la respuesta del cultivo.

Los principios del manejo del barbecho, derivan directamente de las características de al-

macenamiento de agua del suelo y de la evaporación desde la superficie expuesta de éste. Antes de que la lluvia penetre a través de la capa superficial y sea menos vulnerable a las pérdidas por evaporación, se debe rehumedecer hasta capacidad de campo (cantidad de agua que un suelo puede retener sin drenar). Para suelos arenosos, francos y arcillosos esto requiere hasta los 6, 10 o 12 mm respectivamente. Como resultado, la proporción de lluvia perdida por evaporación se incrementa, siendo mayor en suelos arcillosos en los cuales la penetración es menor. Por el contrario, las pérdidas por drenaje por debajo de la zona potencial de enraizamiento del cultivo siguiente son más probables en los suelos arenosos.

El agua, en los barbechos, está expuesta a las pérdidas inevitables por diferentes circunstancias: evaporación desde la superficie del suelo, transpiración a través de las llamadas malas hierbas y drenaje por debajo de la zona radical. Su eficiencia, por tanto, medida por la proporción de lluvia total que contribuye a la producción durante el siguiente cultivo, es baja y variable año tras año. En experimentos de larga duración, realizados en la finca experimental La Higuera (CSIC), tanto en producción convencional como en ecológica, se ha puesto de manifiesto que, en la zona centro de la Península Ibérica, el uso del barbecho para acumular agua es muy poco eficiente ya que, normalmente, las precipitaciones de otoño-invierno saturan el perfil edáfico, provocando encharcamientos y permitiendo la sustitución por un cultivo de leguminosa para forraje (barbecho sembrado), con lo que se mejoraría la rentabilidad económica del sistema⁽⁶⁾.

La fertilización

La fertilidad de los suelos cultivados en zonas semiáridas constituye a menudo un problema de difícil solución. En general, el régimen irregular de lluvias condiciona, en gran medida, la distribución y aprovechamiento del nitrógeno en el suelo y, en consecuencia, su fertilidad. Esto hace necesario el empleo de toda una serie de estrategias encaminadas al mantenimiento del nivel adecuado de nitrógeno. No obstante, los aportes de los fertilizantes químicos, en estas condiciones, plantean toda una serie de inconvenientes derivados de su difícil incorporación, debido a la falta de agua en los momentos determinantes.

El manejo de la fertilidad debe considerar el retorno al suelo del máximo posible de residuos vegetales y de estiércoles animales, para compensar las extracciones del cultivo y las pérdidas por lixiviación por debajo de la zona radical, así como las ocasionadas por erosión.

Un ecosistema como es el suelo depende del ciclo de nutrientes y de la disponibilidad de energía. La energía no se puede crear dentro del sistema sino que tiene que venir de fuera porque, independientemente de su eficacia, siempre hay pérdidas y sin un aporte externo el sistema tendería a detenerse. Desde una perspectiva global, toda la energía que necesitan los ecosistemas viene del sol. En el sistema suelo-planta, las plantas son los principales organismos captadores de energía solar almacenándola en forma de compuestos orgánicos⁽⁷⁾.

La materia orgánica constituye una fuente importante de nutrientes para las plantas puesto que en los suelos el 95% del nitrógeno, el 40% del fósforo y el 90% del azufre están asociados con su presencia. Su descomposición y evolución, a lo largo del tiempo, puede proporcionar una gran parte de los macroelementos necesarios para un desarrollo adecuado de los cultivos. Durante su mineralización, los microorganismos del suelo asimilan sustancias orgánicas complejas para obtener energía y carbono, liberando nutrientes en formas inorgánicas.

La producción de grano en manejo ecológico en los ambientes semiáridos necesita menos nutrientes que en convencional ya que, cuando la disponibilidad de agua es escasa, la deficiencia de nitrógeno reduce el crecimiento y distribuye el uso de agua entre los periodos vegetativo y reproductivo de manera más favorable, haciéndose máximo el rendimiento en grano en relación al suministro de agua. Este comportamiento explica porqué las diferencias de los rendimientos de grano de cereal, en los ambientes semiáridos, según se abone o no, son tan pequeños.

La inclusión de leguminosas en rotación con no-leguminosas es una práctica tradicional para suministrar nitrógeno a los sistemas de cultivo. El nitrógeno residual, después de los cultivos de leguminosas que no sean abonos verdes es, generalmente, suficiente para una producción razonable del cultivo siguiente. Las leguminosas exportan la mayoría de su nitrógeno fuera del sistema a través

El uso del barbecho para acumular agua es muy poco eficiente ya que las precipitaciones de otoño-invierno saturan el perfil edáfico, provocando encharcamientos y permitiendo la sustitución por un cultivo de leguminosa para forraje, con lo que se mejoraría la rentabilidad económica del sistema

de sus semillas y, en el caso de las forrajeras, la mayoría de lo producido se retira con el forraje, el heno y el ensilaje⁽¹⁾.

Las leguminosas pueden alimentarse de nitrógeno de dos formas diferentes:

1. Por asimilación del nitrógeno mineral (nitratos NO_3^-) que hay en el suelo, procedente de la mineralización de la materia orgánica, o de los fertilizantes.

2. Por fijación del nitrógeno atmosférico

(N_2). Desde el aire penetra por el suelo hasta los nódulos donde es reducido a amoníaco por la enzima nitrogenasa de los bacteriodes del *Rhizobium*.

Ambos mecanismos funcionan en la mayoría de los cultivos de leguminosas. Para economizar nitrógeno del suelo y fertilizante es importante tratar de aumentar la proporción de fijación de ese elemento y reducir la proporción de asimilación. Desafortunadamente, cuando la planta dispone de las dos fuentes de nitrógeno, NO_3^- y N_2 , ésta opta por NO_3^- y la fijación se reduce. Por ello, al agregar nitrato de origen industrial como fertilizante se reduce también la fijación de nitrógeno. En estudios realizados en la finca experimental La Higuera se ha podido comprobar que, a medida que se iba aumentando la fertilización nitrogenada, disminuía la presencia de nódulos en las raíces⁽⁸⁾.

En producción ecológica, el uso de leguminosas es indispensable como fuente de nitrógeno y para ello, en el diseño de las rotaciones, hay que considerar tanto el cultivo que va ir delante como el posterior. Si el cultivo anterior va a incorporar nitrógeno en el sistema, la leguminosa será más productiva pero la fijación será menor (barbecho-leguminosa o leguminosa-leguminosa). Este orden será útil cuando el valor económico de la leguminosa sea alto y compense la pérdida por fijación simbiótica, quedando también supeditada a las extracciones del cultivo anterior. Si el cultivo es poco extractivo, la leguminosa dispondrá de más nitrógeno en el

suelo que en el caso en que el cultivo que precede sea muy extractivo. No es lo mismo girasol-leguminosa-cereal, que cereal-leguminosa-cereal. En la primera rotación la leguminosa será más productiva y el cereal menos, y en el segundo caso, ocurrirá lo contrario, ya que las extracciones de nitrógeno del suelo son menores en el caso del girasol que en el cereal⁽⁶⁾. El déficit hídrico hace también variar la fijación y la extracción con consecuencias tanto sobre el cultivo implantado como sobre el siguiente por lo que, en producción ecológica es necesario, a veces, modificar el orden de los cultivos en función de las condiciones ambientales.

En condiciones ambientales semiáridas, el efecto de la rotación cuando se maneja adecuadamente, puede sustituir totalmente a la aplicación de nitrógeno mineral.



En los agrosistemas de cereales de secano, de zonas semiáridas, la paja de estos cultivos supone más de la mitad de la energía fijada por el sistema, por tanto si ésta es incorporada al suelo será el sustrato para los organismos que viven en él.

Para conseguir una buena fijación simbiótica, es necesario eliminar al máximo los factores limitantes del desarrollo de estas especies y tener en cuenta que las leguminosas tienen problemas en suelos esqueléticos y arenosos. Los suelos ácidos no son aptos para la mayoría de los *Rhizobium* y en los muy pobres en materia orgánica y deficientes potasio (K), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg), manganeso (Mn) y molibdeno (Mo), por tanto en estos suelos, el cultivo de las leguminosas es muy arriesgado.

Balance de nutrientes

En producción ecológica, cuando no existen aportes externos, la influencia de la rotación, es mucho más apreciable en el balance de nutrientes que en la convencional que recibe todos los años aportaciones de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), en forma de abonos químicos. Las rotaciones más extractivas son las que producen mayor disminución de las reservas del suelo, al no ser capaces de restituirlas, especialmente en lo relativo al fósforo. En este caso se hace conveniente considerar aportaciones externas con abonos fosfatados naturales para mantener la fertilidad pero en otras rotaciones, poco extractivas, las pérdidas pueden ser restituidas por las propias reservas del suelo⁽⁶⁾.

El resto de los nutrientes esenciales para las plantas, (azufre, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno, níquel y cloro) al sufrir pequeñas extracciones, puede ad-



En la planta de la izquierda (*Lupinus*) se produce fijación de nitrógeno atmosférico, hay nódulos y muchas raíces, porque en el suelo no hay nitrógeno (producción ecológica). La planta de la derecha se desarrolla en un medio con nitrógeno (producción convencional), el sistema radicular es menor ya que no tiene que explorar el suelo para encontrarlo y no se produce fijación de nitrógeno atmosférico y hay ausencia de nódulos.

mitirse que la propia evolución del suelo y las aportaciones esporádicas de compost, son capaces de su restitución.

Materia orgánica

La descomposición de la materia orgánica no humificada (restos de plantas y animales), hace que un 60-80% del carbono orgánico sea devuelto a la atmósfera como dióxido de carbono (CO₂) tras una mineralización rápida que tiene lugar en un año, y que es la responsable principal de alimentar a los cultivos. El carbono orgánico, no mineralizado de forma rápida, sigue un proceso oxidativo mucho más lento y, tras pro-

fundas transformaciones, pasa a formar parte de la biomasa microbiana o queda relativamente estabilizado como sustancias húmicas. La materia orgánica no se acumula de forma continua en el suelo sino que, en cada categoría de suelos, mediante el manejo y el clima, se llega a alcanzar un nivel estacionario. En los suelos de secano de las zonas semiáridas, este valor se encuentra entre el 1 y el 2%.

Cuando se producen alteraciones, como labores profundas o nuevas rotaciones, el equilibrio se rompe y se precisa de un periodo de varios años antes de que se vuelva a restablecer.

En los suelos de ambientes semiáridos mediterráneos, el contenido de materia orgánica se considera un índice de calidad en el manejo de las tierras agrícolas y es su conservación la que marca fundamentalmente la sostenibilidad del agro-

sistema. Sin embargo hay manejos poco sostenibles económica, técnica y ambientalmente que pueden presentar valores más altos de materia orgánica que otros más sostenibles, donde la materia orgánica mantiene valores estables aunque más bajos. Una aportación alta de compost en un momento inadecuado puede producir contaminación por nitratos en el periodo de lluvias en invierno. Un monocultivo de cereal puede aportar mayor cantidad de residuos al sistema, pero ambas actuaciones, en la mayoría de los secanos de ambientes semiáridos, no son rentables ni económica ni ambientalmente, por lo que es necesario preguntarse ¿La eficacia de un sistema de cultivo se debe apreciar según la can-



En agricultura ecológica el diseño de las rotaciones y el manejo, para aminorar el efecto de la flora arvensis, pasa por conocer su biología, y la estrategia que utilizan para sobrevivir en un medio hostil como son los campos de cultivo.



tividad de humus que mantiene en el suelo o según la cantidad de materia vegetal que es capaz de producir? No se puede olvidar que la fertilidad de un suelo, en agricultura ecológica, depende de la capacidad para mineralizar la materia orgánica por lo que las rotaciones más productivas y más sostenibles son las que favorecen la actividad microbiana y la mineralización de los residuos aunque ello suponga, en ocasiones, una pequeña disminución de los valores de materia orgánica⁽⁶⁾.

Flora arvense

Denominadas en producción convencional malas hierbas, en ecológica se considera la flora arvense (hierbas silvestres que nacen en los cultivos), como un componente más del agrosistema que complementa al conjunto, nos enseña sobre la naturaleza del terreno y la fertilidad de los suelos proponiéndose el manejo de la misma como aliada antes que como enemiga. El control de las especies arvenses no se debe plantear como una erradicación sistemática, sino que se plantea el mantenimiento de las poblaciones en densidades aceptables económicamente⁽⁹⁾.

La rotación rompe el ciclo de las mal llamadas malas hierbas, y cuantas más hojas (cultivos) tenga, mejor. En un cultivo continuo de cereal, las especies asociadas proliferan cada vez más, año tras año, haciendo necesarias medidas de control también más intensas. Por el contrario, si se lleva a cabo una rotación de cultivos, de distinto comportamiento agronómico y con distinta época de crecimiento, que conlleven a su vez gran variabilidad de

labores asociadas, la proliferación de malas hierbas disminuirá considerablemente^(10, 11, 12).

Dos de las labores más habituales que se efectúan tradicionalmente en el cultivo de cereales en secanos semiáridos, como son la fertilización y la escarda química, están actualmente en entredicho. No solamente por el perjuicio medioambiental que pueden causar, sino por simples criterios de rentabilidad económica, ya que su uso no siempre lleva asociado un aumento de la producción que compense los gastos derivados de su aplicación, pues aquella se encuentra limitada por las frecuentes condiciones de sequía⁽⁶⁾.

Las diferencias de especies arvenses anuales, entre diferentes suelos⁽⁶⁾, se deben principalmente a condiciones ambientales, pero éstas no son las mismas para el desarrollo del cultivo, lo que se traduce en que, en las condiciones de ambientes semiáridos, las diferencias de producción entre años no se deben, normalmente, a la competencia por las malas hierbas, sino a factores ambientales, especialmente la precipitación y su oportunidad siempre que los cultivos estén en rotación, por lo que la mejor estrategia para el control de las llamadas malas hierbas son las rotaciones.

Conclusión

En resumen, entre las técnicas de cultivo que se pueden aplicar a un manejo ecológico de los agrosistemas, la rotación agrupa los mayores beneficios en todos los aspectos que intervinen en la producción y favorece significativamente los ambientales. ●

Agradecimientos

A la Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha por la financiación de diferentes proyectos y experimentos de larga duración, sobre agricultura ecológica y al Consejo Superior de Investigaciones Científicas que ha puesto los medios necesarios materiales y humanos para su realización.

Bibliografía ▼

(1) Loomis, R.S. Connor, D.J. 2002. Ecología de Cultivos: Productividad y manejo en sistemas agrarios. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 590 pp.

(2) Lacasta, C. Bello, A. 1989. Análisis de los factores limitantes en los agrosistemas de cereales. Su proyección en Agricultura biológica. Ponencias y comunicaciones del Congreso Internacional de Tecnologías Alternativas de Desarrollo. SEA, MAPA: 34-39.

(3) García-Muriedas, G., Estalrich, E., Lacasta, C. y Meco, R. 1997. Efecto de las rotaciones de cultivos herbáceos de secano sobre las poblaciones de adventicias. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 33-36

(4) Lacasta, C., García Muriedas, G., Estalrich, E., Meco, R. 1997. Control mecánico de adventicias en cultivos herbáceos del secano. Actas, Congr. Sociedad Española de Malherbología: 37-40.

(5) López Bellido, L, López Bellido, I., Garrido, R. J. 1999. Sistemas agrícolas de secano mediterráneos. Actas del Congreso Europeo de Agricultura Sostenible en Ambientes Mediterráneos: 105-112

(6) Lacasta, C., Meco, R.. 2011. La rotación en cultivos herbáceos de secano. Agricultura ecológica en secano: Soluciones sostenibles en ambientes mediterráneos. Ed. Meco, Lacasta y Moreno. Mundi Prensa y Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino, 107-152

(7) Lampkin, N. 1998. Agricultura ecológica. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 725 pp

(8) Fernández-Pascual, M., De María, N., De Felipe, M.R. 2002. Fijación biológica de nitrógeno: Factores limitantes. En Fernando Valladares (editor) Ciencia y Medio Ambiente. CSIC, España. 195-202.

(9) Nogueroles, C., Zaragoza, C. 1999. Buenas prácticas agrícolas para el control de malas hierbas en agricultura ecológica. En Control integrado de las malas hierbas. Fernández-Quintanilla, Garrido y Zaragoza (Eds). Phytoma España. Valencia. 185-205.

(10) Pardo G., F. Villar, J. Aibar, J.A. Lezaun, C. Lacasta, R. Meco, P. Cira, C. Zaragoza. 2002. Estudio de la fertilización y el desherbado en el cultivo de cebada en secano. En: La agricultura y ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario. Sociedad Española de Agricultura Ecológica; Gijón Tomo 1, 691-700.

(11) Navarrete, L. y Fernández Quintanilla, C. 1996. The influence of crop rotation and soil tillage on seed population dynamics of *Avena sterilis* ssp *ludoviciana*. Weed Research 36, 123-131.

(12) Zaragoza, C., Aibar, J., Caverro, J., Ciria, P., Cristóbal, M.V., de Benito, A., Gracia Martín, A., García Muriedas, G., Hernández, J., Labrador, J., Lacasta, C., Lafarga, A., Lezaun, J.A., Meco, R., Moyano, A., Negro, M.J., Solano, M.L., Villa, F. y Villa, I. 1998. Manejo ecológico de agrosistemas en secanos semiáridos. Resultados de doce ensayos sobre fertilización y escarda. Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio. Actas del III Congreso SEAE, 75-81.