

PONIENDO EN CLARO

Agricultura ecológica: una alternativa al control de malas hierbas, plagas y enfermedades

Carles Mir Pegueroles ¹, Óscar Andrade Moreno ² y David Rebollar Álvarez ³

Facultad de CC. Biológicas y Ambientales. Universidad de León. Alumnos de 5º (¹) y de 3º (^{2,3}) de Biología

(biocmp03@estudiantes.unileon.es)¹, (biooam00@estudiantes.unileon.es)²,

(biodra00@estudiantes.unileon.es)³.

En la agricultura ecológica se rechaza el uso de plaguicidas intentando integrar una serie de prácticas principalmente agrarias para la disminución del impacto de plagas y enfermedades en los cultivos, las cuales sólo aparecen realmente cuando los cultivos están sometidos a una gran tensión o cuando el medio en el que se encuentran está desequilibrado. El uso de cultivos asociados, el buen emplazamiento de la parcela o la utilización idónea de algunas plantas y animales, pueden ser algunos ejemplos de cómo la agricultura ecológica puede ser una alternativa a la agricultura convencional.

Palabras clave

Plantas adventicias, plagas, enfermedades, control.

Introducción

La agricultura ecológica es un sistema agrario particular que tiene como fin la producción de alimentos de la mayor calidad nutritiva posible causando el menor impacto al medio ambiente y a la diversidad genética de la zona y conservando la fertilidad de la tierra de cultivo (Figura 1).

En su desarrollo histórico encontramos distintas aproximaciones. La **agricultura biodinámica** se considera la escuela pionera.

Surgió en Alemania en 1924 durante unas conferencias, que impartieron entre otros Rudolf Steiner considerado por algunos como padre de la agricultura ecológica. Estas conferencias fueron



Figura 1. Una representación de productos ecológicos. Se aprecia en ellos la etiqueta con el logotipo de alimento ecológico.

organizadas por agricultores locales buscando soluciones a la pérdida de calidad de los productos por los cambios introducidos al modernizar las técnicas de cultivo.

Los principios que aplica son sobre todo formar una especie de ciclo cerrado de nutrientes dentro de la propia finca. Así la mayor parte del abono procede de productos de desecho de la finca. El control de plagas se basa en autoregulación natural y sustancias inofensivas. Por otro lado, la comida del ganado es producida en la finca y no se usan semillas nuevas salvo que sea estrictamente necesario.

La **agricultura biológica** se basa en trabajos paralelos de varios investigadores como Albert Howard, Eve Balfour, Raoul Lemaire o Paul Carton. No se diferencia demasiado de la agricultura biodinámica de Steiner, excepto en que tuvo una mayor difusión ya que el objetivo de la agricultura biodinámica no era propagar el método sino experimentarlo. Se basa en considerar una finca agraria como un ser vivo independiente y que tiene en mayor o menor medida una cierta autorregulación. Para esta escuela de pensamiento la naturaleza es la fuente de inspiración e imitación para el hombre.

La **permacultura o agricultura natural** fue difundida en los años 70 por el japonés Masanobu Fukuda. Es una nueva visión de la agricultura netamente oriental. Su método se puede resumir como el método del “no hacer”, no labrar, no desherbar, no resembrar, no abonar etc. Las enfermedades e insectos que causan plagas están en la cosecha pero las cosechas no se ven demasiado afectadas. Esta escuela introduce ideas nuevas: los componentes que requieren de una mayor atención se colocan más cerca de la casa, la ubicación de los componentes se decide en función de su interrelación con los demás, cada componente tiene varias funciones (regar y dar de beber animales), las plantas y animales hacen parte del trabajo, se reciclan las energías que produce la finca, se cultiva mayor diversidad de cultivos para que interaccionen favorablemente, etc.

La **agroecología** es una nueva escuela que se está desarrollando rápidamente en estos últimos años. Surgió del intercambio de ecólogos de universidades americanas e indígenas de países sudamericanos. Se centra en tres aproximaciones que pueden parecer contrapuestas: económica, social y medioambiental. La agroecología se basa en usar el conocimiento tradicional de las poblaciones sudamericanas durante muchos años de evolución cultural y complementarlas y revisarlas con los conocimientos científicos actuales. Con estas estrategias, pequeños agricultores sudamericanos han conseguido una gran biodiversidad en sus sistemas que les proporcionan dietas y fuentes de ingreso diversificadas, con muy pocos recursos.

Ventajas e inconvenientes

La agricultura ecológica presenta ventajas sobre la convencional, ya que utiliza recursos locales siendo más adecuada para pequeños productores, requiere menor mecanización y menor gasto energético, su impacto sobre el medio ambiente es mucho menor, los cultivos suelen ser más resistentes a condiciones desfavorables y mantiene más eficientemente la fertilidad del suelo a largo plazo.

Sin embargo, también tiene una serie de inconvenientes, ya que requiere un conocimiento suficiente de las técnicas agrícolas y supone un gasto de producción superior. Los productos ecológicos que llegan al consumidor son más caros y llegan en menor cantidad y la productividad de la agricultura ecológica actual no es lo suficientemente alta como para abastecer a la población mundial.

Introducción a la sanidad de los cultivos agrícolas desde el punto de vista agroecológico

El hombre durante el siglo XIX encontró en la industria química soluciones ante el desarrollo de plagas y enfermedades que atacaban sus cosechas, y de este modo permitieron aumentar considerablemente la productividad y el rendimiento de las cosechas. Con el tiempo surgieron inesperadas dificultades: resistencia de las plagas y aparición de otras nuevas, daños a los cultivos, impacto ambiental, etc. Se hizo preciso aumentar las dosis y aumentar la eficacia de los productos utilizados, pero ello comenzó a acarrear problemas ambientales y sanitarios. Ahora es necesario salir de esta situación.

En Agricultura Ecológica se utilizan distintas técnicas y productos para combatir el impacto de plagas (consideradas en sentido amplio, que incluyen también fitopatógenos y adventicias) reduciendo al máximo los efectos nocivos para el medio ambiente y la salud. Además en este sistema se aboga más por actuar de manera preventiva en primer lugar, y posteriormente con técnicas combativas si la gravedad lo requiere. *“Lo esencial es situar las plantas en las mejores condiciones posibles de desarrollo, para que sus mecanismos de defensa puedan funcionar con normalidad”*.

Factores que influyen en los problemas de plagas y enfermedades

Muchos de los problemas asociados a los cultivos son causados directamente por intervención humana al intentar obtener una gran producción agrícola.

Los agroquímicos, que incluyen insecticidas, fungicidas y herbicidas, son productos con una elevada actividad biológica que tienden a producir efectos secundarios en los sistemas,

causando lo que se conocen como enfermedades iatrogénicas (enfermedades producidas por la utilización de agroquímicos). Estas enfermedades producen cambios en las concentraciones de azúcares de la planta, aumento de la pérdida de metabolitos por las raíces, inhibición de los patógenos competitivos o antagonistas y el desarrollo de plagas secundarias que anteriormente no eran importantes, lo que se conoce como el efecto bumerang (desaparición de una plaga y posterior regreso con mayor virulencia que antes), efectos nocivos sobre depredadores de las plagas, etc.

Logotipo europeo para la agricultura ecológica

En marzo del 2000, la Comisión Europea creó una etiqueta (Figura 2) que corrobora que el producto que la lleva ha sido sometido a inspección, cumple la legislación de la Unión Europea en materia de agricultura ecológica y se puede considerar como producto ecológico.

El consumidor que adquiere alguno de estos productos se asegura de que el 95% de los ingredientes del producto, como mínimo, se ha producido de acuerdo con métodos ecológicos, el producto se atiene a las disposiciones del sistema de control oficial y procede directamente del productor o del transformador. Estos tipos de alimentos se presentan en un envase sellado y llevan el nombre del productor, el elaborador o el vendedor, o el nombre y el código del organismo de inspección (Figura 3).



Figura 2. Logotipo UE de agricultura ecológica.



Figura 3. Logotipo comunitario de agricultura ecológica, en este caso, de Extremadura.

En general las plantas son capaces de resistir las plagas y los patógenos causantes de enfermedades. Esta resistencia está relacionada directamente con la producción de proteínas de la planta, la cual se verá desequilibrada por efecto de los agroquímicos y una nutrición alterada.

Existe un grupo de enfermedades que son causadas por las prácticas agrícolas en general, que se conocen como enfermedades agrilogénicas. Están provocadas por la mala utilización de fertilizantes minerales, que pueden provocar un desequilibrio de nutrientes produciéndose un ‘consumo de lujo’ o por el contrario bloquear la liberación o absorción de sustancias.

Un alto contenido en compuestos nitrogenados solubles en las células provoca un aumento de las enfermedades criptogámicas, así como el aumento de pulgones, como consecuencia del aumento del tamaño de las células y la disminución en grosor de su pared celular. También la forma en la que se presenta el nitrógeno disponible para la planta afecta la sensibilidad de ésta a las plagas; puede encontrarse como N-amonio (fertilizantes orgánicos) o como N-nitrato (fertilizantes químicos), siendo esta última la utilizada principalmente por los patógenos.

El abonado orgánico aumenta el rendimiento de los cultivos por el denominado efecto humus: aumento de la actividad microbiana, disminución de la agresividad de patógenos y plagas, disminución de la fatiga del suelo y aumento de la absorción de fenoles y otros compuestos necesarios para los sistemas de defensa de la planta. Todos estos factores provocan lo que se conoce como suelos resistentes.

Los sistemas ecológicos estables presentan una incidencia menor de plagas y enfermedades que los sistemas convencionales, lo cual es debido a la diversidad de plantas y animales. La presencia de malas hierbas disminuye la incidencia de plagas en un tanto por ciento considerable, actúa como barrera y huésped ante las plagas y aumenta el número y variabilidad de enemigos naturales de éstas.

Control de plantas adventicias

La flora arvense, que suele denominarse bajo el término antropológico “malas hierbas”, debe considerarse como un componente del agrosistema. En agricultura ecológica se consideran especies aliadas y no enemigas.

Para evitar elevadas densidades en las poblaciones de plantas adventicias, se han desarrollado diferentes **métodos preventivos** que consisten principalmente en reducir el banco de semillas del suelo y la germinación de las plantas arvenses, utilizando setos como barrera

contra la llegada de semillas y utilizando compost maduro en detrimento del joven ya que en el segundo la cantidad de semillas es mayor.

Otra técnica bastante utilizada es la solarización, que consiste en cubrir el suelo con bandas de plástico transparente. Esto se efectúa en los meses de estío: con la radiación solar la temperatura de la tierra se eleva hasta 50 grados reduciendo considerablemente la cantidad de plantas arvenses. Es una técnica también efectiva contra nematodos y otros agentes patógenos.

También se utilizan las sustancias alelopáticas. Hay especies, como el tanaceto (*Tanacetum vulgare*) o el ajenjo (*Artemisia absinthium*), que producen sustancias alelopáticas, reduciendo así el crecimiento de otras plantas. (Figura 4).



Figura 4. *Tanacetum vulgare*

La rotación de cultivos es muy beneficiosa porque evita el agotamiento del suelo, mejora los recursos nutritivos e hídricos y además disminuye el riesgo de parásitos y enfermedades.

Otra alternativa es efectuar falsas siembras que consisten en preparar el suelo como si se fuera a hacer una siembra y se espera a que la vegetación arvense germine; luego se erradican las plantas antes de que produzcan semillas. El uso continuado de esta técnica reduce el banco de semillas del suelo. Ajustar la fecha de siembra adelantándola o atrasándola en función de las hierbas arvenses, utilizar cultivos asociados y el uso de cubiertas que actúan como asfixiantes (acolchados orgánicos, plásticos, piedras, cenizas...) son un conjunto de técnicas que también dan resultado. Algunas intervenciones mecánicas como las binas, que consisten en labrar por segunda vez, estimulan la actividad biológica del suelo. El rastrillado es eficaz sólo cuando las hierbas son jóvenes y aún no están bien desarrolladas ya que si se efectúa antes de la siembras provoca germinación de las hierbas arvenses. Sin embargo, la escarda es eficaz cuando las hierbas están más desarrolladas. El desherbado manual en línea (imposible realizar en grandes superficies) se hace con las hierbas que han resistido a otros métodos. La técnica de desherbado térmico consiste en esterilizar los primeros centímetros del suelo utilizando vapor a alta temperatura (180°C) o radiación infrarroja (800°C), aunque el método más empleado es la llama directa. Es más efectivo en los primeros momentos del desarrollo, ya que evita el rebrote.

Por otro lado, el pastoreo es también eficaz con algunas arvenses y con algunos cultivos.

Control ecológico de plagas y enfermedades

La práctica agrícola ecológica se basa en la aplicación de diversas técnicas cuyo fin es la estabilidad y equilibrio del ecosistema de cultivo, fomentando el aumento de enemigos naturales de las plagas y enfermedades, como insectos, aves, mamíferos, así como de hongos, bacterias... La estabilidad del ecosistema será consecuencia de la diversidad de especies vegetales, y de su distribución espacial y temporal tanto en el cultivo como en las zonas colindantes al campo. También influye a la hora de mantener dicha estabilidad el tipo de suelo, el medio circundante, el tipo de manejo así como la intensidad de este, la duración de los cultivos y en general las relaciones existentes entre todos los organismos que forman el sistema.

La climatología de la zona donde se realiza la siembra debe ser la más idónea para el cultivo en cuestión. También las condiciones de los suelos donde se lleva a cabo la plantación influyen, aunque a diferencia de la climatología, éstas se pueden mejorar por medio de técnicas de labranza, como la compresión del suelo, el enterramiento de pupas así como la destrucción de los hábitats de babosas y caracoles. Asimismo la eliminación de tallos y restos vegetales contribuye al acondicionamiento del terreno.

La rotación de cultivos es el principal medio para aumentar la diversidad biológica, siendo la principal ventaja de este sistema el control que se produce tanto sobre las plagas y enfermedades del suelo, como sobre algunos insectos introduciendo una pausa entre cultivos vulnerables. La manipulación de las fechas de siembra, plantación y cosecha, la utilización de variedades de ciclo corto y la introducción de periodos libres de cultivo privan a la plaga de huéspedes apropiados durante fases importantes en su ciclo vital, y reducen el tiempo en el cual la plaga puede explotar el cultivo.

La mezcla de variedades (**Figura 5**) proporciona al cultivo una gama más amplia de modelos de resistencia ante distintas enfermedades y plagas por lo que, aunque una variedad sea sensible a la plaga, otra podrá ser resistente. La disposición ideal en la que el resultado es el más satisfactorio es intercalando las variedades, consiguiendo con esto un efecto barrera entre las plantas resistentes y las sensibles.

Figura 5. La mezcla de variedades proporciona al cultivo una gama más amplia de modelos de resistencia ante distintas enfermedades y plagas.



La mezcla de cultivos en esencia funciona de manera similar a la mezcla de variedades ya que se sirve del mismo principio. Esta mezcla puede realizarse como cultivo en los márgenes, cultivo en franjas, cultivo intercalado, policultivo o siembra bajo cobertura.

La mejora del hábitat consiste en el manejo de la vegetación silvestre para influir en las poblaciones de las plagas agrícolas e insectos beneficiosos. Encontramos casos como la utilización de árboles, malas hierbas, plantas ornamentales, etc., en los márgenes de los cultivos actuando como cultivos trampa o emitiendo sustancias químicas repelentes.

La alteración de la conducta de las plagas se basa en la siembra de cultivos sensibles a la plaga determinada provocando el inicio de ésta, y en la destrucción temprana de la plantación. Con ella también morirá la plaga invasora ya que se encuentra en los primeros estadios de desarrollo y se encuentra imposibilitada para dejar descendencia. También se pueden utilizar cultivos resistentes intercalados con los sensibles, los cuales estimularán el inicio del desarrollo de los individuos que posteriormente infestarán el cultivo sensible, pero no podrán completar su desarrollo, ya que el cultivo resistente estará liberando compuestos de defensa que impedirán que esos individuos alcancen la madurez, por lo que esa plaga no llegará a buen fin.

Resistencia de las plantas a plagas y enfermedades

Las plantas tienen sus propios sistemas de defensa contra los patógenos y las plagas. Algunos son elementos físicos como espinas, sustancias químicas disuasorias o que engañan a los insectos, tóxicos con efectos tales como inhibición del desarrollo o esterilidad o incluso sustancias que estimulan a los depredadores y patógenos de las plagas. Estas sustancias abarcan desde aminoácidos y azúcares, hasta fenoles, alcaloides, saponinas, etc.

Generalmente actúan como complejos de sustancias, aumentando la eficacia de estos compuestos ante las plagas y los patógenos por la mayor dificultad de resistencia que deriva de esta característica.

Algunos de estos compuestos tienen efecto insecticida, y son agentes prometedores en la lucha contra diversos insectos perjudiciales. En general no son tóxicos para mamíferos, pero algunos sí lo son para peces. Son compuestos no selectivos y suelen actuar indiscriminadamente sobre muchos invertebrados.

Las piretrinas son terpenoides que se encuentran en plantas de crisantemo y provocan parálisis en insectos (pulgones, dípteros, araña roja etc.).

La rotenona, que aparece en raíces de leguminosas tropicales, provoca el mismo efecto que las piretrinas pero su acción es más lenta en agua y más rápida cuando es expuesta a la luz.

La nicotina es un alcaloide eficaz contra los pulgones. Actúa sobre el sistema nervioso. Está prohibida en la reglamentación europea ya que es tóxica para humanos y otros vertebrados, y también para abejas.

También los extractos de *Ryania speciosa* y de raíces de Cuasia –*Cuassia amara*- (ambas de origen americano) son mortales para muchos insectos.

Control biológico

La O.I.L.B (Organización Internacional para la Lucha Biológica) (**Figura 6**) define control biológico como utilización de organismos vivos o de sus productos para impedir o reducir (no eliminar) las pérdidas o daños ocasionados por los organismos nocivos. No se pretende eliminar totalmente la plaga o enfermedad, el objetivo es mantener un equilibrio sin que provoquen daños muy graves.



Figura 6. Logotipo de la O.I.L.B.

El control biológico se basa en la utilización de parásitos, depredadores y patógenos suplementarios para el control de plagas de insectos, y de antagonistas contra los hongos. Esta práctica debe ser utilizada sólo como último recurso y sólo si se está trabajando en un suelo óptimo para un buen desarrollo de las plantas. Se utilizan bacterias, hongos, ARN satélite, insectos, arácnidos, etc.

Los insectos auxiliares (**Figura 7, Tabla 1**) y ácaros se alimentan de insectos fitófagos o de sus larvas o huevos en alguno de sus estados de desarrollo, y por ello pueden ayudar en la reducción de una plaga.



Figura 7. Ejemplo representativo de insecto auxiliar: mariquita alimentándose de un pulgón.

Tabla 1. Relaciones comunes entre insectos auxiliares y fitófagos.

AUXILIARES.	ÚTILES CONTRA.			
	INSECTOS VARIOS	PULGONES	ORUGAS	PIRAL DEL MAIZ.
Bracónidos		X	X	
Ichneumónidos			X	
Taquínidos			X	
Avispa excavadora	X		X	
Carábidos	X		X	
Asílidos	X			
Mantis religiosa	X			
Chinches depredadores	X	X	X	
Ácaros depredadores	X			
Coccinélidos		X		
Larvas de sírfidos		X		
Crisopas		X		
Chalcídidos				X

La utilización de microorganismos (bacterias, virus y hongos) es otra de las estrategias empleadas. Por ejemplo, *Bacillus thuringiensis* es una bacteria que produce una protoxina que paraliza a las orugas de muchos lepidópteros. Es muy selectiva y no presenta efectos nocivos para abejas, insectos entomófagos, peces o mamíferos. El virus de la granulosis comercializado como “carpovirusin” es específico contra la carpocapsa. Los *Trichoderma* son hongos que atacan a numerosos parásitos.

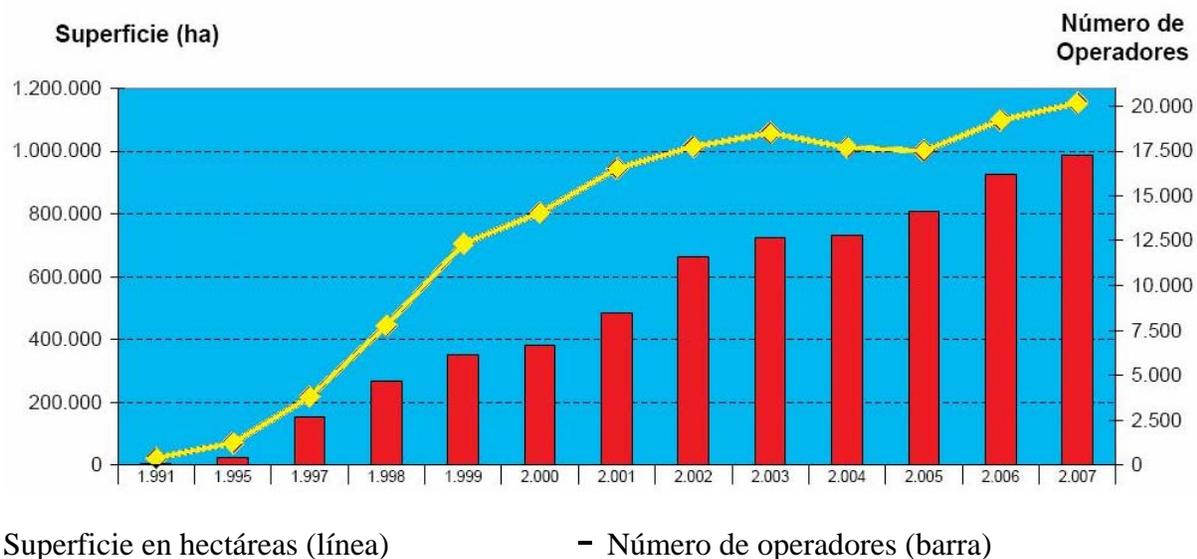
La emisión regular de feromonas sexuales, asociada o no al uso de trampas, hace que muchos insectos tengan una confusión sexual. De esta manera machos y hembras no se encuentran y no se produce ni el acoplamiento ni la puesta. Esta técnica se usa contra dípteros y lepidópteros, reduciendo bastante los efectos de carpocapsa en manzano, peral o ciruelo, la polilla oriental de melocotonero, la polilla de la vid y la mosca del olivo. También puede utilizarse feromonas con las trampas para aumentar su efectividad.

También se usan reguladores del crecimiento de insectos como hormonas de inhibición del desarrollo en larvas, hormonas que producen las rupturas de la metamorfosis o que alteran el sistema reproductor.

En el control mecánico se utilizan barreras físicas como vallas, trampas, láminas de malla y sonido (por ejemplo detonaciones periódicas).

Agricultura ecológica en España

Aunque España está por detrás de algunos países en lo que a utilización de la agricultura ecológica frente a la convencional se refiere, en los últimos años ha aumentado mucho el número de agricultores y de fincas que son usados para la agricultura ecológica.



Superficie en hectáreas (línea)

- Número de operadores (barra)

Incremento de la agricultura ecológica en España en los últimos años.

Bibliografía

- Briz J. (2004) *Agricultura Ecológica y Alimentación*. Fundación Alfonso Martín Escudero. Madrid.
- De las Heras J; Fabeiro C; Meco R. (2003) *Fundamentos de Agricultura Ecológica*. Ediciones de la Universidad Castilla-La Mancha. Cuenca 2003.
- De Silguy C. (1994) *La agricultura biológica, Técnicas eficaces y no contaminantes*. Editorial Acirbia, Zaragoza.
- Domínguez A. Reselló J. Aguado J. (2002) *Diseño y Manejo de la Diversidad Vegetal en Agricultura Ecológica*. Ed. PHYTOMA-España. Valencia.
- Lampkin N. (2001) *Agricultura Ecológica*. Ed. Mundi-prensa Libros. Madrid.
- Rivera Ferre M.G. (2005) La agricultura ecológica: una oportunidad para el desarrollo rural de la comunidad valenciana. *Revista de Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario*, 9: 95-102.
- Ruiz Altisent M. (1989) *Lecciones de Agricultura Ecológica*. Agroguías Mundi-Prensa.
- <http://www.mapa.es/es/alimentacion/pags/ecologica/introduccion.htm>
- Alvarado F. Red de Agricultura ecológica de Perú: http://www.sepia.org.pe/apc-aa/img_upload/775af77daab7e80bec63351aed95f78a/fernandoalvarado.pdf
- Romera M. Principios básicos de agricultura ecológica: http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/agricultura_ecologica.htm