



BIODIVERSIDAD,  
CONTROL DE PLAGAS  
Y SOSTENIBILIDAD  
AGRARIA

Andrés Carrero Álvarez  
Jesús de Torres Villagrà

ciudad  
nos/da  
acciones



# BIODIVERSIDAD, CONTROL DE PLAGAS Y SOSTENIBILIDAD AGRARIA

Andrés Carrera Álvarez • Jesús de Torres Villagrà



**BIODIVERSIDAD, CONTROL DE PLAGAS  
Y SOSTENIBILIDAD AGRARIA**

*Edita:* Excmo. Diputación de Valladolid

*Autores:* Andrés Carrera Álvarez  
Jesús de Torres Villagrà

*Preimpresión:* JM Maquetación profesional. Valladolid

*Imprime:* Gráficas Santa María. Valladolid

*Depósito Legal:* VA-47/2009

## ÍNDICE

<b>Presentación</b> .....	5
1. <b>Biodiversidad y sostenibilidad</b> .....	7
2. <b>Elementos que conforman la biodiversidad del agrosistema</b> ..	11
3. <b>Biodiversidad y fertilidad del suelo</b> .....	15
4. <b>Biodiversidad y control de poblaciones</b> .....	23
4.1. Control de plagas mediante rotaciones y policultivos ...	26
4.2. Control de plagas mediante presencia de arvenses .....	30
4.3. Control de plagas mediante cultivos auxiliares .....	33
4.4. Control de arvenses mediante rotaciones .....	40
5. <b>Biodiversidad y estabilidad microclimática</b> .....	43
6. <b>Biodiversidad vegetal y control de la erosión</b> .....	47
7. <b>Biodiversidad paisaje y sostenibilidad del medio agrario</b> .....	51
8. <b>Biodiversidad y calidad alimentaria</b> .....	55
9. <b>Bibliografía y enlaces de interés</b> .....	57



# PRESENTACIÓN

**L**a nueva publicación de la colección Agricultura y Medio Ambiente, “Biodiversidad, control de plagas y sostenibilidad” se presenta por sí sola; será difícil leer el primer capítulo y no seguir adelante. Este libro además de enseñarnos, como todas las guías, nos va a hacer reflexionar, porque plantea temas tan sencillos con una rotundidad que a veces nos hace preguntarnos ¿pero en qué hemos fallado? ¿Por qué hemos pasado por alto cosas tan simples, e importantes en nuestras prácticas agrícolas de los últimos 50 años?

“Biodiversidad, control de plagas y sostenibilidad” es un toque de atención sobre la necesidad de modificar nuestros métodos de cultivar la tierra, sin dogmatismos, pero contundente; tenemos que cuidar más nuestro hábitat rural, nuestro paisaje, y nuestra biodiversidad porque es bueno para nosotros, para nuestros hijos, para deleitar la vista, para vivir más sanos, para comer mejor, para disfrutar de nuestro entorno, y en definitiva, para amar más nuestra tierra.

Cuando el año pasado hubo una importante plaga de topillo campesino, no dejó de llamar la atención que en la finca Coto Bajo de Matallana, propiedad de la Diputación de Valladolid, apenas tuviera incidencia dicha plaga. Nos ha gustado pensar que ha sido debido a la gran biodiversidad de su entorno. En la Finca Coto Bajo de Matallana, el año 1995 se cambia de orientación productiva, reforestando con especies arbóreas y arbustivas autóctonas gran superficie de la misma, iniciándose en este momento unas prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente, que unidas a los cinco últimos años de agricultura ecológica, han propiciado la gran diversidad de vida hoy existente. Ojalá haya sido por eso; señal de estar en el buen camino.

Estamos seguros del éxito de “Biodiversidad, control de plagas y sostenibilidad”. Esta publicación de interés para: profesionales agrarios, aficionados, escolares, universitarios, acerca de manera sencilla y didáctica temas muy importantes y complejos, que tendremos que poner en práctica por nuestro propio futuro.

RAMIRO F. RUIZ MEDRANO  
Presidente de la Excma. Diputación de Valladolid



# BIODIVERSIDAD Y SOSTENIBILIDAD



La agricultura, como fuente básica de recursos alimenticios y materias primas, y como actividad que ocupa la mayor parte del territorio del planeta, engrana una estructura que toca todos los ámbitos sociales y que es necesario mejorar de forma continua, pues de ella depende en buena parte el bienestar al que todos aspiramos.

A lo largo del siglo XX, y especialmente a partir de la Revolución Verde<sup>(1)</sup> la agricultura se ha ido orientando hacia el aumento de la productivi-



1.1. “Desierto Agrícola” en la provincia de Valladolid (fotografía de Pedro Melgar).

- 
- (1) La introducción de los trigos y arroces de la Revolución Verde fue en buena parte la responsable de que la producción de grano se incrementara anualmente una media del 2,1% entre 1950 y 1990, lo que supuso casi triplicar las cosechas sin apenas variar la superficie cultivada. En el Tercer Mundo el impacto de las nuevas variedades (asociado a las correspondientes prácticas agrícolas) fue enorme, sobre todo en India, Pakistán, China y países de Latinoamérica. Algunos de estos países pasaron de importadores a exportadores de grano.

dad apoyándose en los avances tecnológicos y el desarrollo de variedades altamente productivas. La contrapartida de la creación de nuevas variedades de alto rendimiento, es la gran homogeneidad genética que poseen. Además, estas variedades están adaptadas a responder productivamente a la adición continua de recursos, principalmente en forma de agroquímicos y a labores muy mecanizadas.

El aumento de la capacidad productiva tiende a extensificar los cultivos, creando grandes superficies deforestadas, verdaderos “desiertos agrícolas”. La simplificación resultante de la adopción del monocultivo, crea un medio que proporciona unas condiciones físicas uniformes, lo que provoca una predisposición a la aparición de grandes poblaciones de organismos fitófagos mediante las denominadas “explosiones poblacionales”, las plagas. El problema reside en la desaparición del control biológico natural, que depende de la diversidad del hábitat como fuente de presas, polen, néctar, refugio y lugares de hibernación para el complejo de enemigos naturales de las plagas.

Para compensar esta falta de mecanismos naturales de autorregulación, el hombre ha recurrido a los pesticidas, altamente valorados por su acción rápida y uniforme, de fácil aplicación y relativa larga vida activa. Sin embargo, el uso de insecticidas provoca a posteriori el resurgimiento de plagas al suprimir la efectividad del control biológico, aumentando las necesidades de control químico en un círculo autoalimentado. También se le atribuyen fenómenos de resistencia en multitud de especies de insectos, cambios en la flora, toxicidad en organismos vivos y excesiva contaminación del medio.

Al igual que con el uso de insecticidas, el uso de herbicidas ha llevado por una parte, a la desaparición de ciertas arvenses beneficiosas y por otra, al desarrollo de resistencias. De igual forma, el uso de fungicidas ha provocado la aparición de razas resistentes de hongos fitopatógenos y la ausencia de otras especies útiles para el cultivo.



1.2.  
Agrosistema ideal  
con alta biodiversidad.  
Parcelas pequeñas, bosquetes y  
linderos poblados de vegetación.



1.3. Cosechadora realizando labores en cereal.

Como consecuencia de las alteraciones por los aportes químicos, la reducción de aportes orgánicos, la remoción del suelo y la eliminación de especies que no son directamente productivas, el sistema se vuelve inestable. Los parámetros que determinan la fertilidad del suelo y la estabilidad de las poblaciones decaen y el agrosistema entra en un proceso de degradación. El resultado final es la inhabilitación del medio para la agricultura, obligando al abandono o al incremento continuado de la inversión de energía en forma de maquinaria e insumos, que resulta finalmente insostenible económica y ecológicamente. Es importante darse cuenta que no tiene gran relevancia que la degradación del suelo se produzca en años, decenas de años o siglos, ya que éste es un bien heredado que siempre será necesario, un recurso permanente para la humanidad y, por tanto, no se puede hablar de él en términos de corto plazo.



La paulatina degradación de los agrosistemas, sobre todo en la segunda mitad del siglo XX, supone una seria amenaza a la estabilidad de los sistemas agrícolas en el futuro. Dado el carácter indefinido del suelo y la necesidad de preservarlo en buenas condiciones, es necesario imponerse nuevas formas de gestión que reformulen los mandamientos de la Agricultura Tradicional y que garanticen la **sostenibilidad agrícola**.

1.4. Cereal sembrado con la técnica de siembra directa.

La necesidad de garantizar la pervivencia del medio agrícola ha estimulado en las últimas décadas el desarrollo de formas de agricultura más respetuosas con el medio ambiente, como la agricultura de conservación, la ecológica o la integrada.

En otras publicaciones de esta misma serie se han tratado estas formas alternativas de agricultura que buscan una mayor sostenibilidad. Con esta guía se pretenden ofrecer algunas orientaciones teóricas sobre la relación que existe entre el mantenimiento de una rica biodiversidad en el agrosistema y la contención de las plagas agrícolas, así como numerosas recomendaciones prácticas para conseguir ese manejo idóneo de la biodiversidad, aportando soluciones alternativas a las formas de actuación habituales que supongan un enfoque más responsable con el medio ambiente.

Se trata también de poner de manifiesto el papel de cada uno de los actores que forman parte integrante del medio natural y que influyen más o menos directamente sobre el desarrollo del cultivo, logrando optimizar los rendimientos mediante el uso de técnicas que pueden ser muy beneficiosas y menos costosas para el agricultor.



1.5.  
Olivar ecológico  
en la provincia  
de Ávila.

En primer lugar se repasarán los componentes vivos del agrosistema, es decir, los tipos organismos que constituyen la biodiversidad. A continuación se expondrán los efectos que dicha biodiversidad tienen en aspectos fundamentales de la sostenibilidad del agrosistema, como la fertilidad del suelo, la regulación de plagas y el microclima, sin olvidar finalmente aspectos como el clima, la erosión, el paisaje y la calidad agroalimentaria.

# ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA BIODIVERSIDAD DEL AGROSISTEMA



La biodiversidad de un agrosistema no simplificado, aunque siempre será menor que la de un ecosistema natural, puede llegar a ser muy elevada. No siempre se es consciente de la cantidad y sobre todo, la variedad de especies que pueden y deben convivir en un ambiente agrícola funcionalmente sano.

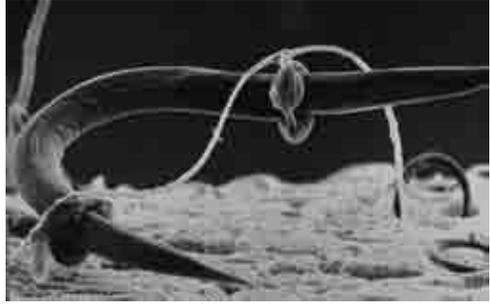


2.1. Escarabajo de la patata (*Leptinotarsa decemlineata*) sobre una hoja de cultivo.

Los organismos del agrosistema realizan una de estas seis funciones:

- *Productores*. Consumen luz, agua y nutrientes.
- *Consumidores primarios*. Herbívoros, granívoros, frugívoros (comedores de frutos), nectarívoros, parásitos de plantas... En este grupo se encuentran los potenciales formadores de plagas.
- *Consumidores secundarios*. Carnívoros que se alimentan de consumidores primarios. Estas especies se nutren, entre otras, de las especies que pueden formar plagas.
- *Consumidores terciarios*. Se alimentan de los carnívoros y por tanto ayudan a regular sus poblaciones.
- *Detritívoros*. Se alimentan de cadáveres. Son los carroñeros. En este grupo pueden entrar tanto una urraca como una mosca de la carne.

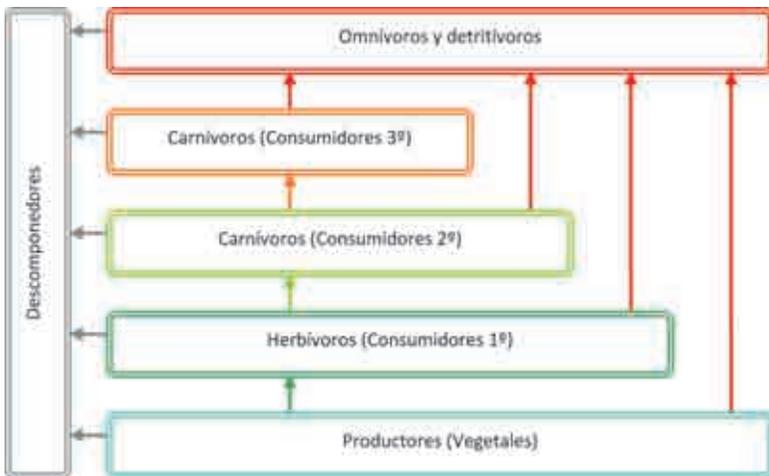
- *Organismos descomponedores*. Reciclan la materia orgánica inerte. Llevan a cabo los últimos procesos de descomposición y mineralización, ya sea de restos vegetales, animales, heces, etc. Son fundamentalmente bacterias y hongos.



2.2. Nematodo atacado por un hongo fitoparásito.

En conjunto, las distintas especies forman un complejo tejido de relaciones único y delicado (esquema 2.1).

**Esquema 2.1. Relaciones entre los diversos componentes de un ecosistema modelo.**



Los organismos vegetales forman el primer grupo, siendo para un agro-sistema genérico: los cultivos presentes, las malas hierbas (vegetación arvense), la flora adventicia de los linderos o cunetas y los arbustos o árboles que pudieran formar parte de bosques o bosquetes cercanos o simplemente como líneas de separación entre parcelas.



2.3. Flores del girasol siendo polinizadas por un insecto.

Como consumidores primarios o herbívoros, se sitúan los organismos que comparten la cualidad de alimentarse de organismos vegetales. Se incluyen en este grupo tanto el ganado como larvas de insectos e insectos fitófagos (ya sean aéreos o terrestres), nematodos, bacterias, virus, hongos, roedores herbívoros, etc.

En el tercer grupo, se encuentra una primera comunidad de carnívoros, denominados así porque se alimentan de seres vivos distintos de los vegetales. Aquí se hallan los depredadores de los organismos fitófagos, como por ejemplo microorganismos, insectos que se alimentan de otros insectos, roedores, pájaros, etc.

En un escalón superior se encuentran los organismos que se alimentan de los carnívoros, siendo ellos también carnívoros. Es por esto que se les suele llamar superdepredadores. Un ejemplo de esta categoría es una mantis religiosa, un águila,... Estas son las especies denominadas reguladoras, porque están en el vértice de la pirámide trófica y controlan las poblaciones de otras especies que a su vez se alimentan de las potenciales plagas.



2.4. Ácaro sobre una hoja de cultivo.

Los organismos descomponedores generalmente viven en el suelo y se encargan de metabolizar la materia orgánica inerte, los desechos de los seres vivos y la materia muerta. Son un eslabón fundamental en el proceso de reciclado de los nutrientes, por lo que cuidarlos será una prioridad para mantener la fertilidad del suelo.

2.5.  
Águila ratonera  
(*Buteo buteo*).



**Tabla 2.1. Componentes de la biodiversidad del agrosistema**

Cultivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En cultivo simultáneo en la explotación.</li> <li>• En rotación.</li> <li>• Por la genética más o menos heterogénea de la población, que le permite tener mayor o menor capacidad de respuesta a los cambios medioambientales.</li> </ul>
Vegetación no agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbórea y arbustiva.</li> <li>• Herbácea no arvense.</li> <li>• Arvense ("malas hierbas").</li> </ul>
Ganado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mamíferos.</li> <li>• Aves.</li> <li>• Otros.</li> </ul>
Microorganismos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descomponedores.</li> <li>• Simbióticos (fijadores de nitrógeno).</li> <li>• Patógenos.</li> </ul>
Microfauna del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artrópodos detritívoros (colémbolos, ácaros,...).</li> <li>• Artrópodos parásitos (ácaros,...).</li> <li>• Nemátodos y otros invertebrados.</li> </ul>
Mesofauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lombrices.</li> <li>• Polinizadores.</li> <li>• Artrópodos herbívoros.</li> <li>• Artrópodos depredadores.</li> </ul>
Aves salvajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Granívoras.</li> <li>• Insectívoras.</li> <li>• Carnívoras.</li> </ul>
Mamíferos salvajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insectívoros.</li> <li>• Granívoros.</li> <li>• Carnívoros.</li> </ul>

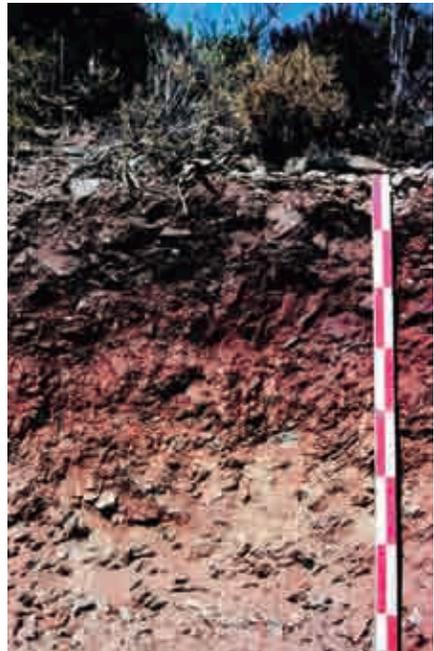
# BIODIVERSIDAD Y FERTILIDAD DEL SUELO



La fertilidad del suelo está muy relacionada con su estabilidad ya que las complejas interacciones que se producen entre los seres vivos y elementos químicos son fácilmente alterables por el uso de maquinaria agrícola y el aporte de insumos energéticos.

Los organismos edáficos procesan los nutrientes y los transforman, obteniendo de ello una energía que les permite vivir y unos residuos que pueden ser útiles para otros organismos, bien como fuentes de energía, bien como elementos minerales o como reactivos en los complejos procesos bioquímicos de algunos de ellos, por ejemplo sustituyendo al oxígeno en la respiración. Finalmente, otros residuos de la materia orgánica descompuesta por los microorganismos (como el humus, que es resultado de la transformación de

la lignina de las plantas), contribuyen decisivamente a la creación de una estructura donde toda planta, animal edáfico y microbio, se siente cómodo. Esta estructura, creada mediante una estrecha interdependencia, es fácilmente alterable.



3.1. Corte transversal de un suelo rico en materia orgánica.

### 3.2. Cultivo de trigo.

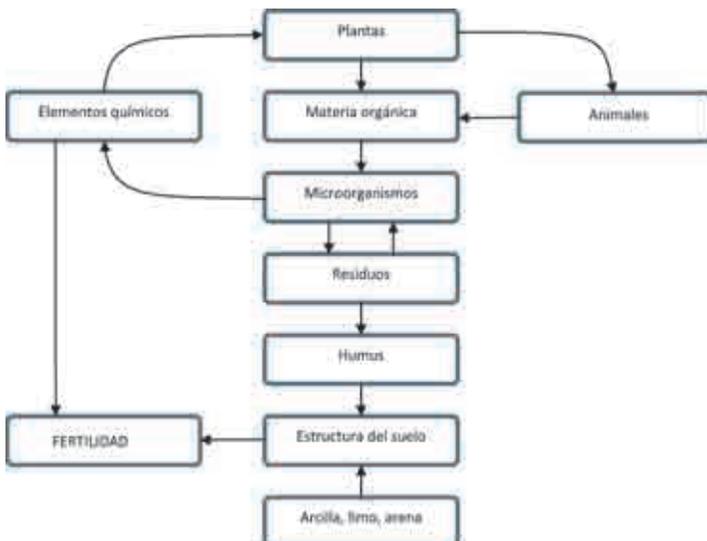
Pensando en una finca y en todos los organismos que pueden habitar en ella, se puede imaginar la cantidad de seres vivos que se encuentran realizando este ciclo sin fin, reciclando los elementos una y otra vez.

Debido a que cada ser vivo procesa los nutrientes de una forma concreta, se produce una gran variedad de sustancias y de microambientes. Este enriquecimiento favorecerá la intervención de más actores que irán mejorando las propiedades del suelo (esquema 3.1).



*Esquema 3.1.*

### **Relación “seres vivos-elementos químicos-fertilidad del suelo”.**

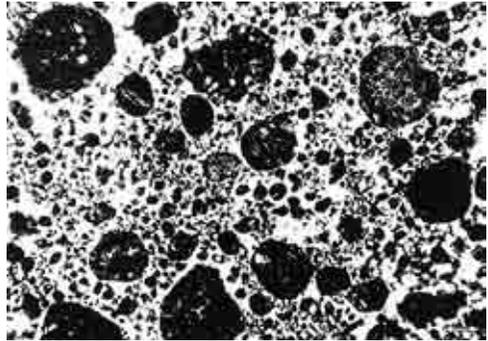




Para preservar estos procesos en la actividad agrícola, es necesario alterar el suelo lo menos posible dotándolo de una cierta estabilidad que garantice el mantenimiento del reciclaje.

Es necesario aclarar algunas ideas referentes al concepto de estructura del suelo y cuál es su relación con los seres vivos:

- Las partículas que forman el suelo no se disponen al azar, sino que forman estructuras con características concretas llamadas agregados.
- Se denomina estructura del suelo al tipo y distribución de los agregados, y de los poros que dejan entre ellos.
- Si los agregados y los poros se deshacen, se dificulta el crecimiento de los organismos que viven en el suelo.
- La fertilidad del suelo depende en gran medida de sus propiedades físicas, y estas a su vez dependen de su estructura.



3.3. Agregados que forman parte de la estructura del suelo.

La formación de los agregados del suelo depende de diversos factores, como por ejemplo la proporción de arcilla, limo y arena, la materia orgánica presente, las sales presentes, los organismos vivos, las heladas, el esfuerzo mecánico,...

Repasemos brevemente como influyen diversos grupos de seres vivos en la estructura y la fertilidad del suelo:

### Raíces

Las raíces de las plantas tienen efecto minador, por lo que:

- Penetran lentamente creando poros de tamaño variable, tanto más grandes cuanto más grande sea la raíz.
- Absorbiendo agua provocan la contracción del material mineral del suelo, creando grietas por las que pueden penetrar nuevas raíces.

### 3.4. Detalle de las primeras fases de desarrollo radicular de una dicotiledónea.

- Las raíces muertas dejan canales en el suelo que son útiles para la penetración de humedad, el aire, nuevas raíces,... Esto se mantiene en los suelos de siembra directa y se pierde al hacer labores.
- El resultado es la penetración intensa y tridimensional del sustrato.
- Las raíces exudan sustancias que actúan como agente cementante de los agregados del suelo.



### Bacterias, hongos y materia en descomposición

Al añadir materia orgánica al suelo, hay una rápida mejora de la estructura debida al aumento de sustancias de origen bacteriano, excretadas tras la ingestión de la materia orgánica añadida. Este acto fisiológico hace que las bacterias pasen a formar parte de la estructura edáfica, convirtiéndose en puntos de agregación para las partículas de arcilla y utilizando los filamentos que poseen como elementos cohesivos.

Existe una grandísima variedad de especies bacterianas que pueden metabolizar todo tipo de sustancias, incluidas muchas que son perniciosas para el resto de los seres vivos y que transforman en material aprovechable.



3.5. Bacterias al microscopio.



3.6. Hongos del suelo (*Aureobasidium pullulans*).



Cuando hay materia orgánica en descomposición y las condiciones de temperatura y humedad necesarias, abundan los micelios filamentosos de los hongos. Estos micelios colaboran en la estabilización de la estructura de suelo de igual forma que las raíces de las plantas, basando su acción en su capacidad para penetrar por los poros, entrando en contacto con elementos minerales y orgánicos a los que dan cohesión.

## Invertebrados

- *Lombrices*. Muy importantes en suelos de zonas templadas. Crean galerías por donde pueden penetrar con mayor facilidad las raíces de las plantas, además de dejar tras de sí sus excreciones cargadas de bacterias productoras de sustancias cementantes.
- *Hormigas y otros insectos*. Pueden crear galerías hasta profundidades de 1,5m, contribuyendo a la formación de poros así como al aporte de materia orgánica en los estratos más profundos del suelo.



3.7. Lombriz de tierra.

Resumiendo, todo lo que vaya a favor de la estabilidad del suelo supone respetar las poblaciones de organismos que viven en él y por tanto los procesos bioquímicos naturales, lo cual mejora la presencia y disponibilidad de nutrientes, así como la creación y conservación de estructuras que favorecen la aireación y la conservación de la humedad, dando como resultado un suelo que al mejorar su fertilidad requiere menos insumos, lo cual revierte a su vez en una mayor estabilidad (ver esquema 3.3).



3.8.

Entrada de un hormiguero. Estas formaciones aportan materia orgánica aprovechable por otros seres vivos.

### Esquema 3.3. Relación “estabilidad edáfica-incremento de la fertilidad”.



Por el contrario si no se tiene en cuenta la estabilidad edáfica se produce una necesidad creciente de insumos creándose un círculo vicioso que puede terminar por esterilizar el suelo, considerándolo entonces como un sustrato inerte al que es necesario aportar abonos y pesticidas para obtener un buen rendimiento. Las especies vivientes en este caso son ignoradas o combatidas si se las considera perjudiciales para el cultivo, pero en ningún momento se las tiene en cuenta como elementos activos en el proceso agrícola.

Entre las prácticas no sostenibles de manejo del suelo agrícola destaca el arado de vertedera. Con esta labor la preparación del lecho de siembra conlleva la inversión de horizontes, es decir, darle la vuelta al suelo y dificultando con ello la subsistencia de organismos acostumbrados a profundidades determinadas (esquema 3.4).



3.9.  
Tractor realizando labores de subsolado.



### Esquema 3.4. Consecuencias de las labores agrícolas en la fertilidad del suelo.



La maquinaria excesivamente pesada compacta y sella los poros dificultando la infiltración de agua y la aireación. Se aportan abonos minerales que desequilibran las rutas bioquímicas y desestructuran las comunidades de microorganismos sobre los que descansa la fertilidad de la tierra. Esto provoca una reducción en las cualidades edáficas y una necesidad creciente de labores.



3.10. Labores de cosechado de cereal.

### Esquema 3.5. Consecuencias de las labores agrícolas en los ciclos de los seres vivos del suelo.





# BIODIVERSIDAD Y CONTROL DE POBLACIONES



Una alta biodiversidad basada en el respeto a cada uno de los elementos que forman el agrosistema finalmente redundará en una menor aparición de plagas.

**Esquema 4.1. Influencia de la biodiversidad en la aparición de plagas.**



Por el contrario, la simplificación producida por la sistemática aplicación de pesticidas o por la eliminación de supuestos competidores para los cultivos, termina por ser una fuente de problemas para el conjunto en un proceso que se autoalimenta y por tanto se agrava con el tiempo (esquema 4.2).



4.1. Mariquita depredando un áfido.

### Esquema 4.2. Relación “uso de plaguicidas-aparición de plagas”.



Queriendo poner remedio a la aparición de una plaga mediante la aplicación de un pesticida, se pone en peligro la supervivencia de otros seres vivos (bacterias, insectos, pájaros,...) que forman parte del agrosistema y que en principio no perjudican al cultivo, y lo que es peor, a especies necesarias, bien porque regulan las poblaciones de las plagas potenciales o porque son agentes polinizadores.

4.2.  
Aplicación  
de químicos  
en un cultivo.





En lugar de combatir a las plagas con agroquímicos se puede practicar una agricultura que favorezca la biodiversidad y con ello la presencia de especies reguladoras. La implantación de vegetación arbórea y arbustiva en los linderos y formando pequeños bosquetes (ver imagen 1.2.) da opción de refugio a una gran variedad de especies creando una reserva natural que garantiza el funcionamiento de la regulación en el agrosistema (esquema 3).

**Esquema 4.3. Consecuencias positivas de la biodiversidad vegetal.**



También favorecen la biodiversidad la asociación de cultivos y la rotación.

Introduciendo más de un cultivo en el agrosistema conseguimos variedad, limitación e interacción.

- **Variedad** para depredadores de plagas, los cuales pueden elegir dónde desarrollarse mejor, garantizando su supervivencia.



4.3.  
Parcela de los Huertos Ecológicos de INEA. La diversidad vegetal es muy grande.

- **Limitación para las plagas**, que reducen su especificidad si se encuentran en un cultivo en el que no pueden desarrollarse, teniendo tal vez que emigrar a otros lugares.

- **Interacción entre cultivos**, creando situaciones beneficiosas para ambos vegetales si se complementan de alguna forma, por ejemplo la exudación de alguna sustancia que ahuyente fitófagos del cultivo asociado, producción de sombreo,...

En los siguientes apartados se hace una revisión de los fundamentos teóricos de las diferentes formas de manejo favorecedoras de la biodiversidad del agrosistema a la vez que se exponen casos prácticos.

## 4.1. CONTROL DE PLAGAS MEDIANTE ROTACIONES Y POLICULTIVOS

Se han estudiado los comportamientos que tienen las especies que pueden dar lugar a plagas en su proceso de acercamiento a un hospedante concreto en el que desarrollarse y se ha podido comprobar que la asociación de cultivos dificulta ese proceso en varios momentos y por varios motivos. Dos estudiosos del tema, Altieri y Liebman (1986) definieron los tipos de interferencia que producen las asociaciones de cultivos en los comportamientos y dinámicas de las poblaciones de insectos, de forma que se pueda dar una solución no química a la lucha contra las plagas. A continuación se exponen los resultados de estos estudios y se resumen en la tabla 4.1.

Las posibles interferencias en la búsqueda del huésped son:

- Camuflaje.** Una planta huésped puede protegerse de los insectos plaga gracias a la presencia de otras plantas superpuestas, p.e. camuflaje de las plántulas de alubia por rastrojos del cereal anterior para la mosca de la alubia.
- Fondo del cultivo.** Ciertas plagas prefieren que un cultivo tenga un trasfondo de un color y/o tex-



4.4. Asociación de cebolla y tomate con acolchado natural.



tura determinada. Por ejemplo: pulgones, escarabajos y *Pieris rapae* son más atraídos a un cultivo de col con un fondo de suelo desnudo que con un fondo de arvenses.

- c. **Escondite o dilución.** La presencia de plantas no hospedantes pueden esconder o diluir el del estímulo atrayente, disminuyendo los procesos de alimentación y reproducción (por ejemplo *Phyllotreta cruciferae*).

- d. **Neutralización del estímulo químico de atracción.** Los olores aromáticos de ciertas plantas pueden interrumpir la dinámica de búsqueda de hospedante, por ejemplo, las poblaciones de *Plutella xylostella* se ven repelidos de los cultivos intercalados de col/tomate.



4.5. Huerto de pimientos y otros cultivos con alguna planta de albahaca que funciona como repelente natural.

- e. **Barreras mecánicas.** Todo cultivo asociado puede bloquear la dispersión de herbívoros a través del policultivo. Esta dispersión restringida también puede resultar al combinar componentes resistentes y susceptibles de un cultivo con otros no hospedantes.



4.6. Función “muro” que proporcionan las alubias de enrame.

f. **Carencia de estímulo.**

La presencia de diferentes plantas hospedantes y no hospedantes en parcelas cercanas y no muy grandes o incluso en policultivo en una misma parcela puede afectar a la colonización de fitófagos (plagas potenciales). Si un fitófago desciende a una planta no hospedante, abandonará la parcela más rápidamente que si lo hace en una planta adecuada a sus intereses.

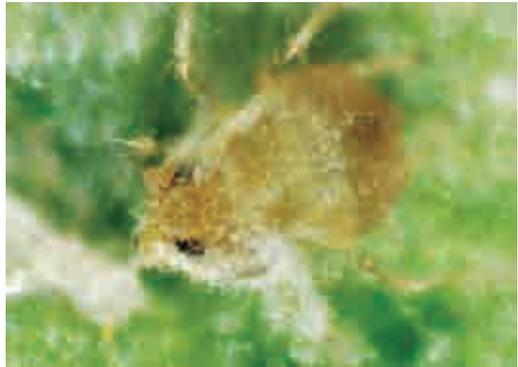


4.7. Cultivo intercalado de maíz y soja en Argentina. La soja se siembra cuando el maíz casi está casi listo para cosechar.

- g. **Influencias del microclima.** En un sistema cultivado intercaladamente, se alternan diferentes microclimas, por lo cual los insectos pueden tener más dificultades para encontrar y permanecer en microhábitats apropiados. La sombra que proviene de follajes más densos, pueden afectar la fuente de alimentación de algunos insectos y/o aumentar la humedad relativa, lo que puede favorecer a los hongos que producen enfermedades en los insectos y por lo tanto controlar sus poblaciones.

h. **Influencias bióticas.**

El cultivo intercalado puede incrementar los complejos de enemigos naturales. Hay más probabilidades de la presencia de enemigos naturales de una plaga potencial si existe variedad de cultivos, ya que supone variedad de nichos.



4.8. Áfido parasitado por el hongo *Verticillium lecanii*.



En la tabla 4.1. se resumen los aspectos comentados sobre los efectos del policultivo en el control de plagas.

**Tabla 4.1. Posibles efectos del cultivo intercalado sobre la población de insectos plagas (según ALTIERI y LIEBMAN, 1986).**

Interferencia en el comportamiento de la búsqueda del huésped	
a. Camuflaje	Una planta puede protegerse de los insectos-plaga gracias a la presencia de otras plantas superpuestas.
b. El fondo del cultivo	Ciertas plagas se ven más atraídas hacia un cultivo con un trasfondo de un color y/o textura determinada.
c. Escondite o dilución	La presencia de plantas no huéspedes pueden esconder o diluir el del estímulo atrayente.
d. Repelente del estímulo químico	Los olores aromáticos de ciertas plantas pueden interrumpir la dinámica de búsqueda de huésped.
e. Barreras mecánicas	Todo cultivo asociado puede bloquear la dispersión de herbívoros a través del policultivo.
f. Carencia del estímulo	La presencia de diferentes plantas hospedantes y no hospedantes invita a la plaga a desistir.
g. Influencias del microclima	En un sistema cultivado intercaladamente, se alternan diferentes microclimas, por lo cual los insectos pueden tener más dificultades para encontrar y permanecer en microhábitats apropiados.
h. Influencias bióticas	El cultivo intercalado puede incrementar los complejos de enemigos naturales.

Fuente: Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. ALTIERI et al., 1999.

Tras numerosas experiencias con diferentes cultivos Altieri y otros autores (ALTIERI et al., 1978; ALTIERI y LETORNEAU, 1982; y ANDOW, 1991) obtuvieron resultados muy esclarecedores sobre los modos de interacción de cultivos múltiples con poblaciones de fitófagos potencialmente dañinos. En la tabla siguiente se seleccionan algunos de los resultados sobre cultivos normales o posibles en nuestro entorno (tabla 4.2).

**Tabla 4.2. Selección de ejemplos de sistemas de cultivo múltiples que previenen eficazmente los brotes de plagas de insectos (basados en ALTIERI et al., 1978, ALTIERI y LETORNEAU, 1982 y ANDOW, 1991).**

Sistemas de cultivo múltiple	Plaga(s) regulada(s)	Factor relacionado
Col intercalada con trébol blanco y morado.	<i>Erioischia brassicae</i> , áfidos de la col, y mariposas de la col ( <i>Pieris rapae</i> ).	Interferencia con la colonización y aumento de los escarabajos del suelo.
Cultivo en franjas alternadas de coliflor con nabos o caléndulas.	Escarabajo de los brotes <i>Meligethes aeneus</i> .	Cultivo trampa.
Maíz intercalado con trébol.	<i>Ostrinia nubilalis</i> .	No se llegó a dilucidar el factor.
Pepinos intercalados con maíz y brócoli.	<i>Acalymma vittatum</i> .	Interferencia con el movimiento y tiempo de permanencia en las plantas hospedantes.
Tomate intercalado con col.	Polilla de la col ( <i>Plutella xylostella</i> ).	Camuflaje o repelencia química.

Fuente: Adaptado de "Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable." ALTIERI et al., 1999.

## 4.2. CONTROL DE PLAGAS MEDIANTE PRESENCIA DE ARVENSES

A la presencia de vegetación arvense suele atribuírsele una función perniciosa respecto del cultivo, una competencia constante con el cultivo que urge eliminar. En un análisis más profundo, el papel ecológico de las arvenses es más importante de lo que parece, ya que representa un lugar de refugio a especies depredadoras que regulan las poblaciones de insectos.

A continuación se exponen algunos ejemplos de arvenses asociadas a cultivos determinados que realizan funciones útiles para el control de poblaciones, basados en estudios realizados por ALTIERI y LETORNEAU (1982), y ANDOW (1991):

El florecimiento natural de diversas especies de arvenses en el cultivo de alfalfa, dota de refugios naturales a la especie de avispa parásita *Apanteles medicaginis*, que regula el Gusano de la alfalfa *Colias eurytheme*.



4.9. *Colias eurytheme*.



4.10. *Aphanteles* sp.

4.11. *Empoasca fabae*  
sobre un vegetal.



La regulación de *Empoasca fabae* en Alfalfa se realiza gracias a diversas especies de arven- ses utilizadas como pasto para la ganadería.

En el maíz, la arvense *Ambrosia artemisifolia* es un hospedante alternativo para el taquínido parásito *Lydella grisescens*, que regula las poblaciones de *Ostinia nubilalis*. De la misma forma, se regula la *Heliothis zea* gracias a la aparición de vegetación arvense natural, ya que se produce un aumento de depredadores.

En la tabla siguiente se resumen otras experiencias que se realizaron en el estudio (tabla 4.3). Aunque varias de las arven- ses y plagas que aparecen son propias de la región de California y no aparecen en nuestro territorio, hemos decidido conservarlas por suponer ejemplos a partir de los que se pueden encontrar, mediante investigación, los correspondientes casos paralelos en nuestros agrosistemas.

**Tabla 4.3. Ejemplos seleccionados de sistemas de cultivos en los cuales la presencia de arvenses aumentó el control biológico de plagas específicas (basado en ALTIERI y LETORNEAU, 1982 y ANDOW, 1991).**

Sistema de cultivo	Especie de arvense o arbusto espontáneo	Plagas reguladas	Factores comprometidos
Maíz	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> gigante	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Provisión de huéspedes alternativos para el taquínido parásito <i>Lydella grisesens</i>
	Maleza natural en conjunto	<i>Heliothis zea</i>	Aumento de depredadores
	<i>Setaria viridis</i> y <i>S. faberi</i>	<i>Diabrotica virgifera</i> y <i>D. barberi</i>	No se determinó el factor comprometido
Sorgo	<i>Helianthus spp.</i>	<i>Schizophis graminum</i>	Aumento del parasitoide <i>Aphelinus spp.</i>
Col	<i>Crataegus sp.</i>	Polilla de la col ( <i>Plutella maculipennis</i> ).	Provisión de huéspedes alternativos para las avispas parásitas ( <i>Herogenes sp.</i> )
Repollo	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Escarabajos ( <i>Phyllotreta cruciferae</i> )	Repelencia química o camuflaje
	<i>Amaranthus retroflexus</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Xanthium strumarinum</i>	Áfido verde del durazno ( <i>Myzus persicae</i> )	Aumento en el número de depredadores de áfidos ( <i>Chrysopa carnea</i> , <i>coccinellidae</i> , <i>Syrphidae</i> ).
Cultivos de hortalizas	Zanahoria silvestre ( <i>Daucus carota</i> )	Escarabajo japonés ( <i>Popillia japonica</i> )	Incremento en la actividad de la avispa parásito <i>Tiphia popilliavera</i>
Cultivos crucíferas	Mostazas de florecimiento rápido	Gusanos de la col ( <i>Pieris spp.</i> )	Incremento en la actividad de la avispa parásita ( <i>Aphanteles glomeratus</i> )
Manzana	<i>Phacelia sp.</i> y <i>Eyngium sp.</i>	Escama San José Ç( <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> ) y áfidos	Incremento y abundancia de avispas parásitas ( <i>Aphenlinis mali</i> <i>Aphis proclia</i> ).
	Complejo de maleza natural.	Gusano tejedor ( <i>Malacosoma americanum</i> ) y la polilla ( <i>Carpocapsa pomonella</i> ).	Incremento y abundancia de avispas parásitas.



Sistema de cultivo	Especie de arvense o arbusto espontáneo	Plagas reguladas	Factores comprometidos
Cítricos	<i>Hedera helix</i>	<i>Lachnosterna</i> spp.	Aumento de <i>Aphytis lignanensis</i> .
	Complejo de maleza natural	Ácaros <i>Eoteranychus</i> sp., <i>Panonychus citri</i> , <i>Metatetranychus citri</i>	No se determinó el factor comprometido
	Complejo de maleza natural	<i>Escama diaspidæ</i>	No se determinó el factor comprometido

Fuente: Adaptado de “Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable.” ALTIERI et al., 1999.

### 4.3. CONTROL DE PLAGAS MEDIANTE CULTIVOS AUXILIARES

Existe una amplia variedad de plantas que pueden asociarse en pequeña proporción a los cultivos hortícolas y que ejercen variados efectos que ayudan en el control de las especies potencialmente dañinas. A continuación se enumerarán agrupadas en base al efecto que producen:

#### a. Acción repelente

Difunden en el ambiente sustancias que ahuyentan a especies animales más o menos concretas. Estas sustancias pueden ser excretadas a través de las hojas, el tallo, las raíces o bien pueden ser compuestos que se generan una vez que la planta se ha secado.

- La Albahaca (*Ocimum basilicum*) plantada junto a otros cultivos, ahuyenta las polillas, ácaros, áfidos y moscas, produciendo un efecto que estimula el crecimiento y el sabor de los tomates, además de proteger del *mildiu* a pimientos y pepinos.



4.12. Planta de Albahaca.

- Las plantas de Sésamo (*Sésamum indicum*) situadas en los extremos de las hileras de las huertas tiene una acción repelente sobre las hormigas, creando una barrera natural.
- La planta del Hisopo (*Hyssopus officinalis* L.) en asociación con otros cultivos ahuyenta orugas, pulgones y caracoles.
- Melisa o Toronjil (*Melissa officinalis*) repele pulgas, polillas y áfidos.
- La Caléndula (*Calendula officinalis*) si se intercala con hierbabuena produce un efecto que repele mosca blanca y nematodos.
- El Espliego (*Lavandula latifolia*) situado junto a frutales ahuyenta pulgones y hormigas.
- La Salvia (*Salvia officinalis*) tiene un efecto repelente que aleja a mosca blanca, pulgas y otros insectos voladores, aunque puede atraer otros insectos.
- El Romero (*Rosmarinus officinalis*) repele garrapatas y pulgas, al igual que mosca de la zanahoria y escarabajo de la alubia, pudiendo atraer a otros insectos.
- Las flores secas de la Lavanda (*Lavandula officinalis*) actúan como repelente de Polillas, hormigas y otros insectos. También atrae insectos beneficiosos como la *Crisopa*, cuyas larvas se alimentan ávidamente de pulgones, ninfas de mosca blanca, etc.



4.13. Planta de Hisopo.



4.14. Planta de Caléndula.



4.15. Espliego.



4.16. Romero.



4.17. Tomillo.

- La Artemisa (*Artemisia vulgaris*) es repelente de insectos rastreros, debiendo sembrarla al borde del cultivo para que su acción tenga efecto. Es tóxica para animales y no se debe sembrar sobre pastizales.
- Como repelente para la Mosca blanca de la col y algunas especies bacterianas, es muy útil el Tomillo (*Thymus vulgaris*), que también tiene un efecto atrayente para insectos depredadores de plagas. Tiene gran utilidad para mitigar los efectos de las bacteriosis de las patatas.

Otros cultivos auxiliares interesantes se citan en la siguiente tabla (tabla 4.4).

**Tabla 4.4. Cultivos auxiliares para el control de poblaciones: repelencia.**

Cultivo auxiliar	Acción contra	Efecto
 Planta del ajo ( <i>Allium sativum</i> )	Hongos, ácaros, pulgones y piojos	Evita el anidamiento y controla larvas de plagas de lechuga, zanahoria, apio y fresas.
 Ciboulette ( <i>Allium schoenoprasum</i> )	pulgones	Repelente

Cultivo auxiliar	Acción contra	Efecto
 <p>Capuchina (<i>Tropaeolum majus</i>)</p>	Ahuyenta pulgones y hormigas	Junto a frutales actúan como repelente
 <p>Ajedrea (<i>Satureja hortensis</i>)</p>	Pulgones	Repelente. Estimula el crecimiento y mejora el sabor junto a alubia y cebolla.
 <p>Tagete (<i>Tagetes patula</i>)</p>	Larvas de diferentes mosquitos, nematodos	Repelente de insectos. Tóxica para las larvas. Las raíces excretan sustancias nematicidas que protegen tomates, patatas y perejil
 <p>Lechetrezna (<i>Euphorbia heliscopia</i>)</p>	Insectos en general. Aleja a los topos. También alejan a los roedores la incravillea, la corona imperial y el tártago.	Repelente. En la vid puede causar esterilidad.

Fuente: Elaboración propia.

También existen preparados y sustancias que provocan el ahuyentamiento de los organismos sensibles a éstos, creando un efecto similar al que producen las plantas que se han ido citando. Los puede preparar el propio agricultor si dispone en la finca de las plantas necesarias (Tabla 4.5).



**Tabla 4.5. Preparados y sustancias para el control de poblaciones: repelencia.**

Preparado	Acción contra	Efecto
Cenizas esparcidas alrededor de todo el sembrado	Caracoles	Repelente
Agua mezclada con colillas de tabaco	Cochinilla	Repelente
Ajenjo ( <i>Artemisia absinthium</i> ) (suministrado como té de las hojas)	Babosas en los cultivos y pulgas en los animales	Repelente
Menta poleo ( <i>Mentha pulegium</i> ) a base de hojas trituradas y secas	Garrapatas y hormigas	Repelente
Yerbabuena ( <i>Mentha piperita</i> ) a base de hojas trituradas y secas.	Piojos, pulgones y áfidos. Control de insectos chupadores.	Repelente
Piretro	Mariposa blanca y pulgón	Repelente

Fuente: Elaboración propia.

### b. Acción insecticida

Aunque más rara que la acción repelente, este efecto se da en algunas arvenses que excretan sustancias paralizantes e incluso la muerte de los insectos que entran en contacto con las mismas.

También existen extractos sacados del árbol de Neem (*Azadirachta indica*), cuyas sustancias producen entre otras, parálisis del sistema digestivo y retrasos en el crecimiento de los insectos. En España se pueden sacar principios químicos similares en otras especies de la familia de las *Meliáceas* (*Melia azedarach*, agriaz).



4.18. Flores del árbol de Neem (*Azadirachta indica*).

### c. Atracción de insectos depredadores

Generalmente los compuestos que generan estos vegetales se basan en crear impulsos, olores y reclamos que resulten atractivos a la entomofauna existente, ofreciendo néctar, lugares de anidamiento,...

- El hinojo (*Foeniculum vulgare*) y el eneldo (*Anethum graveolens*) producen un efecto atractivo para depredadores que predispone para el control de larvas de insectos.
- La Falsa Acacia (*Robinia pseudoacacia*) posee flores melíferas, lo que atrae insectos productores de miel, al igual que otros que controlan poblaciones de moscas.



4.19. Falsa Acacia (*Robinia pseudoacacia*).

4.20. Eneldo (*Anethum graveolens*).

4.21. Mejorana (*Majorana hortensis*).



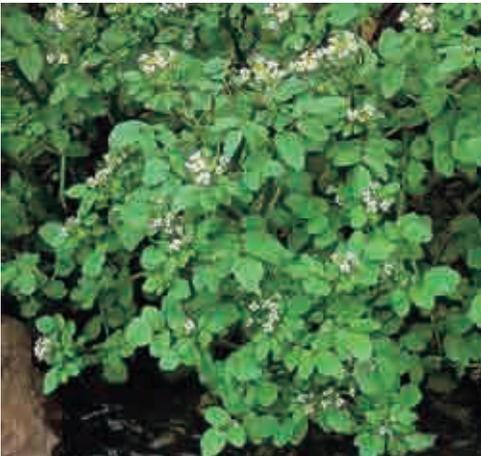
También existen otros cultivos auxiliares que producen el mismo efecto atractivo de insectos depredadores, solo que son menos específicas de organismos concretos:

- Borraja (*Borago officinalis*).
- Mejorana (*Majorana hortensis*).
- Clavo aromático.

#### d. Otros efectos

A continuación se citan algunos efectos de cultivos auxiliares que tienen cierta influencia en el control de poblaciones:

- Los berros (*Nasturtium officinale*) proporcionan protección y estimulan el desarrollo de los naranjos recién plantados.
- Ortiga (*Urtica sp.*): Inmejorable para la realización de abonos y purines, muy apreciada para el compost. Además tiene usos medicinales. Estos preparados afectan a orugas y pulgones.
- El diente de león (*Taraxacum officinale*) inhibe el crecimiento de otras hierbas adventicias y acelera la maduración de aquellas que están con fruto (debido a la producción de etileno). Es bueno para añadir al compost. Se asocia bien con alfalfa y trébol rojo.



4.22. Berros (*Nasturtium officinale*).



4.23. Valeriana (*Valeriana officinalis*).

- El extracto de flores de valeriana (*Valeriana officinalis*) ayuda al cuajado de las flores de frutales. Se utiliza en preparados para añadir al compost, los cuales fortalecen la actividad de la vida en la tierra.

## 4.4. CONTROL DE ARVENSES MEDIANTE ROTACIONES

Se sabe que las rotaciones de cultivos son una buena solución para el control de arvenses. Cada campaña se va cambiando de cultivo, de forma que se introduce en la tierra una especie diferente cada vez con lo que ello conlleva: distintos procesos, particularidades fisiológicas y químicas,... de tal forma que las arvenses que se instauraron la campaña anterior en la tierra, el año siguiente se enfrentan con un nuevo cultivo con el que pueden no convivir bien, perdiendo la ventaja que podrían tener si siempre se sembrase lo mismo una y otra vez (esquema 4.4).

**Esquema 4.4.**  
**Relación entre las rotaciones y el control de arvenses y consecuencias de su buena gestión.**



Aunque la efectividad de las rotaciones en el control de arvenses es un hecho ampliamente comprobado, a continuación se muestran los resultados de algunos ensayos realizados que lo demuestran (tabla 4.9.)



**Tabla 4.9. Control de malezas a través de la rotación de cultivos: comparación con el monocultivo (LIEBMAN y DYCK, 1993).**

Rotación	Cultivo de prueba	Densidad de malezas emergidas en la rotación	Rendimiento del cultivo de prueba
Trigo / remolacha	Trigo	Menor	Mayor
Patata / patata / arveja / remolacha / remolacha / trigo	Trigo	Menor	Mayor
Alfalfa (5 años) / patata / remolacha / arveja / remolacha / trigo	Trigo	Menor	Mayor
Alfalfa (3 años) / avena / remolacha / remolacha / avena	Avena	Menor	Mayor

Fuente: Adaptado de "Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable." ALTIERI et al., 1999.



# BIODIVERSIDAD Y ESTABILIDAD MICROCLIMÁTICA

5

Entre los elementos que conforman la biodiversidad vegetal de un agro-sistema está el arbolado. La presencia de árboles entre los cultivos, tanto en las linderas como en pequeños bosquetes, si se produce en extensiones moderadas, es decir, al menos a nivel comarcal, suaviza las temperaturas y predispone a generar lluvias.



5.1. Bosque de *Pinus pinea* en la provincia de Valladolid.

Los árboles transpiran agua que extraen de capas profundas del suelo. Esta transpiración genera humedad ambiental. El vapor de agua, con su gran capacidad de acumular calor, amortigua las variaciones de temperatura. Esto puede impedir o mitigar las heladas tardías, lo cual puede ser muy beneficioso en ambientes de clima muy variable como es el caso de nuestra comunidad castellano-leonesa (esquema 5.1).



5.2. Paisaje agrícola forestado.

**Esquema 5.1. Relación “Presencia de arbolado-riesgo de heladas”.**



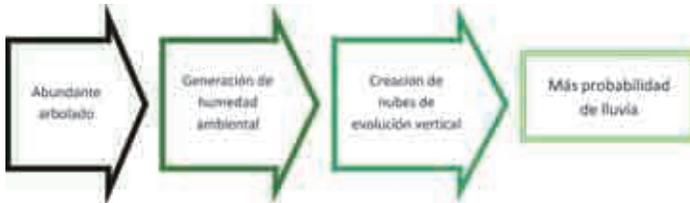
La abundancia de humedad ambiental reduce la transpiración, ya que esta depende de la humedad relativa. Esto, unido a la reducción de la velocidad del viento por el efecto pantalla, mitiga el asurado de los cultivos cuando se producen vientos cálidos y constantes.

Por otro lado, se ha demostrado que la presencia de arbolado al devolver a la atmósfera una alta proporción del agua de las precipitaciones aumenta las probabilidades de formación de nubes de evolución vertical en las épocas del año propicias para ello, con lo que aumenta la probabilidad de lluvias (siempre que se trate de extensiones suficientemente grandes (esquema 5.2)).



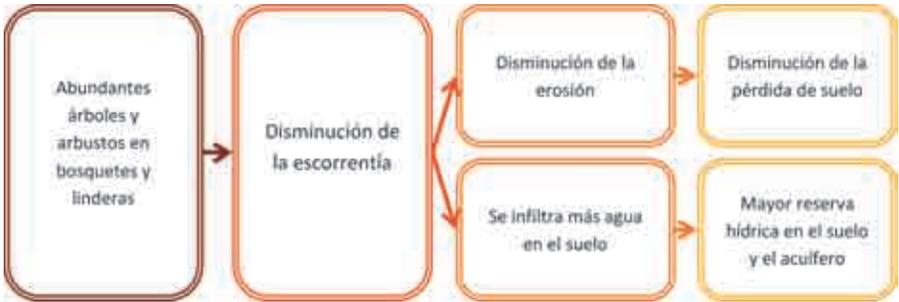
5.3. Bosque alledaño a una tierra de cultivo en Torozos.

**Esquema 5.2. Consecuencias de una mayor protección arbórea y arbustiva.**



Por último, los vegetales de porte arbóreo y arbustivo, poseen sistemas radiculares que sujetan el suelo y disminuyen la escorrentía, de forma especialmente evidente en terrenos con pendientes moderadas o fuertes. La disminución de la escorrentía tiene una doble consecuencia: por un lado disminuye la erosión, aspecto que se tratará más adelante, y por otro, al disminuir la velocidad de escape del agua, le permite infiltrarse, con lo que mejora la reserva hídrica del suelo así como las del acuífero.

**Esquema 5.3. Beneficios que brinda la diversidad arbórea y arbustiva.**



La presencia de abundante arbolado en una finca es beneficiosa para los cultivos que hay en ella. Pero cuando se trata de una zona geográfica amplia, una provincia o región, los efectos van más allá, mejorándose la regulación del régimen hídrico general, incluidos los acuíferos, y por tanto los humedales y surgentes.

# BIODIVERSIDAD VEGETAL Y CONTROL DE LA EROSION



La biodiversidad vegetal en una finca es un gran aliado también por otra circunstancia: la erosión. La erosión es la razón por la que año a año la cantidad de suelo disponible fértil va disminuyendo.

Tres son las formas principales de erosión en el agrosistema, y para cada una de ellas la alta biodiversidad aporta soluciones:

— **La escorrentía.**

En terrenos con pendiente el agua de la lluvia toma velocidad y arrastra el suelo a su paso produciendo cárcavas. Hileras de árboles en las curvas de nivel sujetan el suelo. En plantaciones leñosas de marco amplio, la cobertura permanente de vegetación espontánea ejerce esta misma función.



6.1. Cultivo leñoso con cobertura, que reduce la erosión superficial y la pérdida de humedad.

6.2. Cárcavas de erosión por escorrentía superficial.



- **Acción directa de la lluvia sobre el suelo.** Al caer las gotas de lluvia sobre el suelo desnudo se destruyen los agregados con lo que el suelo se pulveriza y compacta creándose costra y suela de labor, por tanto el tiempo que el suelo está expuesto debe ser el mínimo indispensable. Las técnicas de siembra directa lo reducen a cero, contando con el rastrojo y los restos de la flora espontánea (ver imagen 1.4).

En los cultivos leñosos, permitir la presencia de flora arvense y segarla en lugar de enterrarla o eliminarla, es una buena práctica en esta dirección de conservación del suelo.

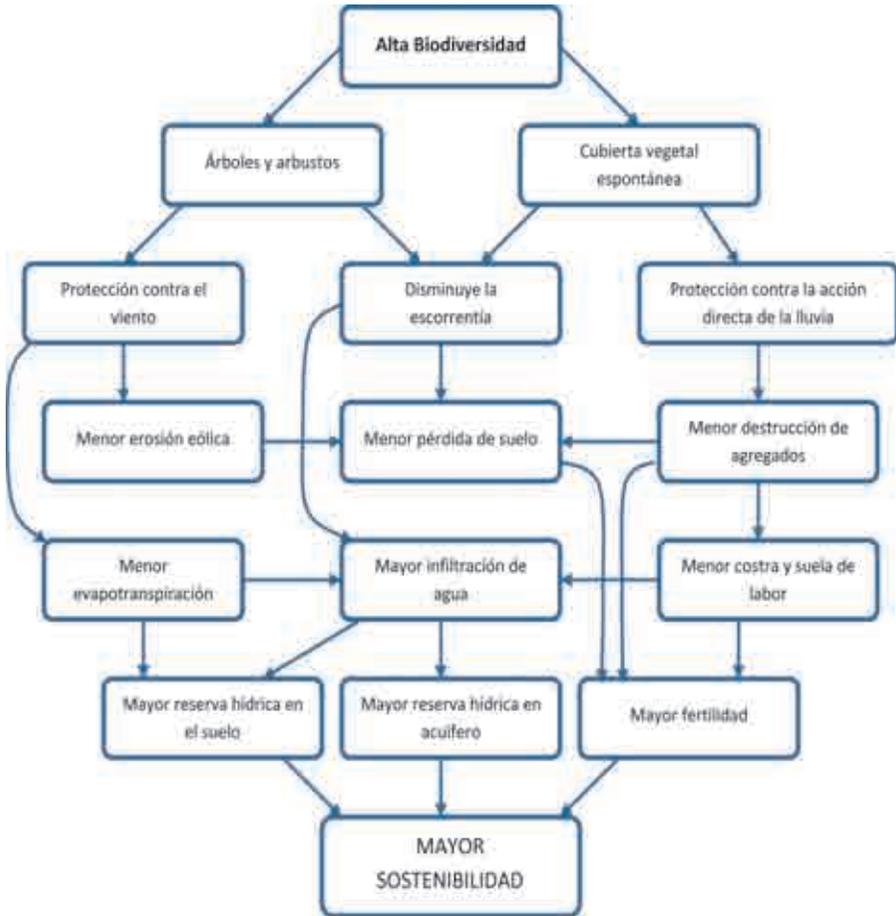
- **Acción erosiva del viento.** La acción erosiva del viento puede llegar a ser importante en algunas regiones agrícolas. La presencia de cortavientos naturales en forma de hileras de árboles y arbustos, no solo ayuda a disminuir el asurado, como se comentó con anterioridad, sino que también ayuda a la conservación del suelo en los periodos en que este está descubierto.



6.3. Los árboles en las linderas de los cultivos ejercen un importante papel como cortavientos.

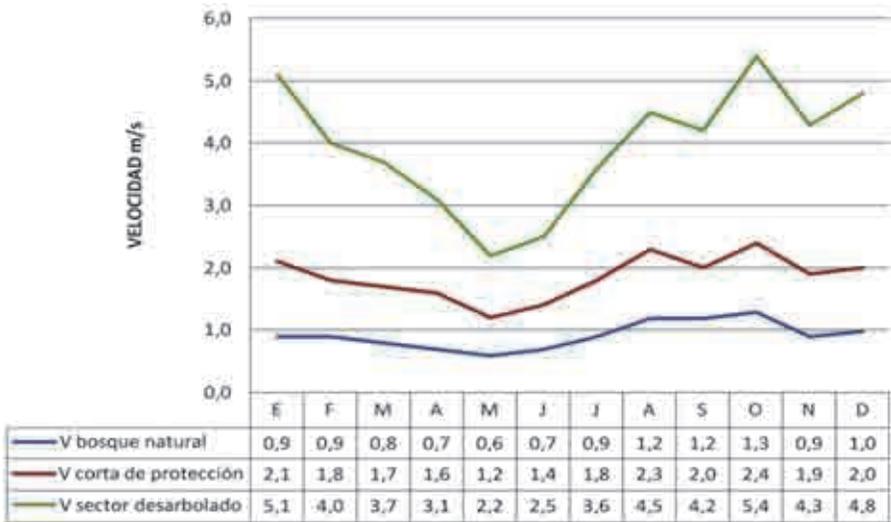


**Esquema 6.1. Influencia de la presencia de arbolado y flora espontánea en el agrosistema en la sostenibilidad agrícola mediante la limitación de la erosión.**



Por último se muestra un estudio realizado en la XII Región de Chile, en la que se pretendía determinar la influencia de un bosque de Lengua (*Nothofagus pumilio*) sobre los parámetros ambientales de un cultivo colindante, comparándolo con las condiciones que se daban en un terreno desprotegido (gráfico 6.1).

**Gráfico 6.1. Diferencias en la velocidad media del viento a lo largo de un ciclo anual.**



Fuente: Adaptado de CALDENTEY, J.; PROMIS, A.; SCHMIDT, H. e IBARRA, M. Variación microclimática causada por una corta de protección en un bosque de Lengá (*Nothofagus pumilio*) 1999-2000.

En el gráfico queda manifiesta la función de cortavientos que ejerce la cubierta vegetal del bosque, muy útil para preservar la erosión del suelo y mantener la humedad relativa de la zona.

La curva correspondiente a la corta de protección se ha obtenido mediante una disminución de la masa arbórea correspondiente al 51% de la cobertura de la copa y un 57% del área basal, formándose un bosque menos denso. La representación gráfica muestra que el efecto como cortavientos tras retirar más de la mitad de la masa forestal del bosque sigue siendo significativa, estando lejos todavía de asemejarse a la “brusquedad” de las condiciones del sector desarbolado.

# BIODIVERSIDAD PAISAJE Y SOSTENIBILIDAD DEL MEDIO AGRARIO



El paisaje hace referencia a la percepción estética y la gestión del territorio, y puede constituir un verdadero test sobre el estado de salud del agrosistema, un indicador del nivel de su autosuficiencia potencial o por el contrario de su dependencia de los insumos externos. Repasemos estos aspectos:



7.1. El Canal de Castilla a su paso por Frómista (Palencia).

La noción de paisaje va unida inevitablemente a su cualidad estética. Desde el punto de vista de la agricultura industrial esto puede carecer de relevancia, pero desde la óptica del manejo agrario en su conjunto la tiene, y mucha. La desertización de nuestros pueblos, entendida como el abandono de las tierras y la migración a la ciudad, va a menudo precedida por una desertificación de nuestros campos, entendida como deforestación y uniformización acompañada a veces de procesos erosivos intensos. Se dice a los agricultores que se queden en las tierras, que no las abandonen, pero la vida no es solo trabajo. Poder disfrutar del medio natural, poder cazar, montar a caballo o realizar otras actividades que mejoran la calidad de vida e incentivan la permanencia en el medio agrario, va ligado a un paisaje ameno, amable. Del mismo modo, la creación de alternativas económicas complementarias a la actividad agroganadera, como el turismo rural, van también ligadas a la existencia de un paisaje variado y rico.



7.2. Panorámica agrícola soriana, en la localidad de Caltojar.

El paisaje en general depende (cada vez más) de la gestión del territorio, pero en el paisaje agrícola esta dependencia es absoluta. A su vez, la gestión del territorio depende de las administraciones y de los agricultores.

La lógica seguida en la reforma agraria respondía a los conceptos de productivismo imperantes en el momento, pero tuvo algunas consecuencias indeseadas al primar la creación de parcelas muy grandes eliminando las lindes que fragmentaban el paisaje y que hacían posible una elevada biodiversidad.

El reto es inculcar esta perspectiva a nivel regional mediante una política de paisaje, de tal forma que no se pierda una conectividad física entre las diferentes partes, manteniendo un control biológico efectivo sustentado por una red de refugios vegetales estables para las especies.

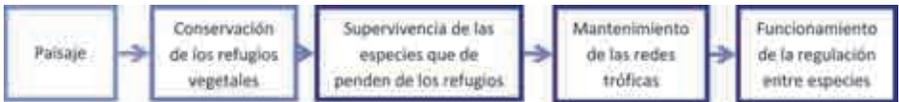
Las pequeñas opciones que los agricultores y ganaderos toman constantemente, las cuales dependen en gran parte de su nivel de formación e información y del estado de opinión existente en cada pueblo o comarca respecto de determinados asuntos, finalmente afectan al paisaje. Si cuidamos las partes, el todo funcionará bien, el sistema de regulación se conservará y funcionará efectivamente para prevenir desequilibrios.

Hemos visto a lo largo de esta guía como la biodiversidad elevada es fundamental para una gestión agrícola sostenible en la que los insumos sean los mínimos imprescindibles, y que tiene influencia en asuntos tan aparentemente inamovibles como el clima. El paisaje revela el estado de salud del agrosistema, porque pone de manifiesto de un golpe de vista el nivel de biodiversidad existente.



7.3. Vista aérea de la finca de Matallana en la provincia de Valladolid.

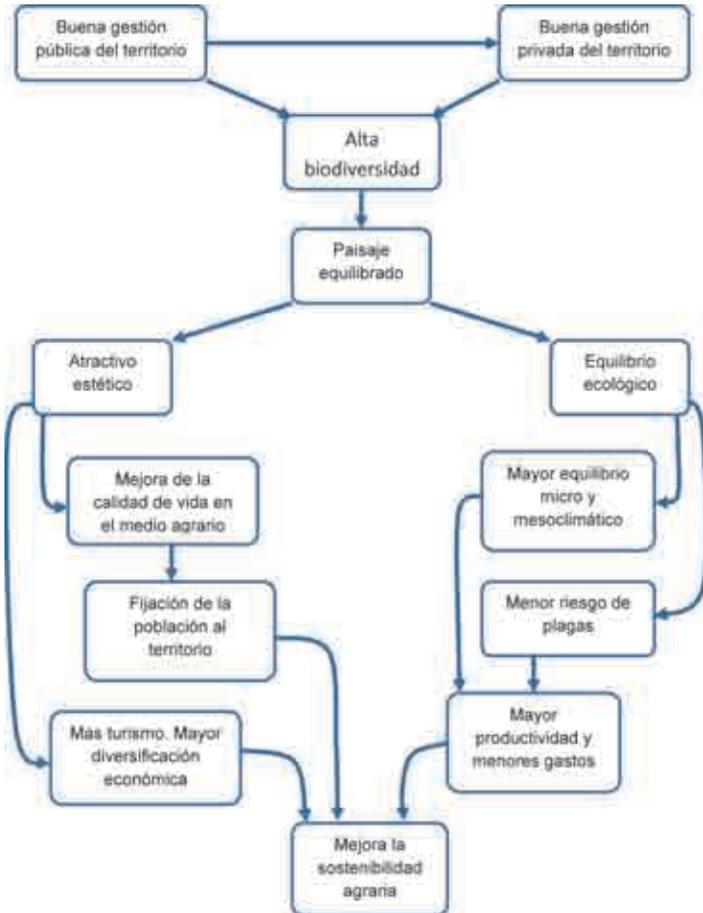
**Esquema 7.1. Relación entre el paisaje y el funcionamiento del sistema regulador entre especies.**



Un paisaje agrario teselado, parcheado, con árboles y arbustos en los linderos y formando pequeños o medianos bosquetes, no solo es un paisaje ameno, atractivo y agradable, sino que es un paisaje “sano”, que asume una alta biodiversidad vegetal y animal con todas las consecuencias positivas que de ello se derivan. Por el contrario, el desierto agrario (ver imagen 1.1.) creado por la práctica del monocultivo, no solo es desolador, sino que denota un estado precario de salud ecológica, con propensión a los extremos climáticos y las explosiones poblacionales.

En el siguiente esquema se tratan de resumir los principales efectos de la gestión del paisaje sobre la sostenibilidad agraria (esquema 7.2.).

**Esquema 7.2. Efectos de la gestión del paisaje sobre la sostenibilidad agraria.**



# BIODIVERSIDAD Y CALIDAD ALIMENTARIA



La alta biodiversidad está en el origen de una mayor calidad agroalimentaria en los siguientes aspectos:

- **Alimentos libres de contaminantes.** Como se ha tratado de hacer ver a lo largo de esta guía informativa, una alta biodiversidad regula las poblaciones del ecosistema y disminuye el riesgo de plagas, por lo que disminuye los requerimientos de insumos. De hecho, la agricultura ecológica, que no usa pesticidas de síntesis, se fundamenta en la autorregulación del agrosistema. Así pues, un medio agrario rico en especies vegetales y animales es un eslabón imprescindible para la obtención de alimentos más sanos.
- **Menos riesgos para los agricultores.** La disminución del uso de pesticidas disminuye el riesgo de intoxicación en los propios agricultores, que son quienes están en contacto con ellos en sus formas concentradas, que son las más peligrosas.
- **Cualidades organolépticas y dietéticas de los alimentos.** Los dietistas afirman que las dietas variadas son más sanas que las monótonas. Un elemento que enriquece la biodiversidad del agrosistema es el cultivo de especies vegetales muy variadas, así como de variedades autóctonas con características peculiares. Aunque los principios inmediatos están presentes en todos los cultivos, la variabilidad genética aporta diferencias sutiles que todos están de acuerdo en calificar como más beneficiosas para la salud, sin despreciar cualidades como el gusto y el aroma que cuando son variados aportan matices culinarios que suponen una mejora en la calidad de vida.

Por último, decir que, dado que los consumidores, al menos en los países más avanzados, valoran de forma creciente los alimentos sanos, la posibilidad de producir alimentos sin pesticidas supone una ventaja a la hora de obtener mayor valor añadido a los productos agrícolas como por ejemplo los que son portadores del sello Agricultura Ecológica. La preservación de las redes tróficas sería una garantía de calidad de los productos que se comercializasen, pudiendo otorgarles mayores cualidades que el consumidor apreciaría y que podrían ser más valorados (esquema 8.1).

*Esquema 8.1. Relación*  
**“Biodiversidad-calidad alimentaria-valor añadido”.**



# BIBLIOGRAFIA Y ENLACES DE INTERES

- ALTIERI, M.A. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan-Comunidad.
- CALDENTNEY, J.; PROMIS, A.; SCHMIDT, H. y IBARRA, M. 2000. Variación microclimática causada por una corta de protección en un bosque de Lengua (*Nothofagus pumilio*). Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Casilla 9206, Santiago, Chile.
- ESQUINAS, J. 2007. "Conservación y uso de la biodiversidad agrícola. Implicaciones socio-económicas, jurídicas, éticas y políticas." Ponente del I Congreso Nacional de Biodiversidad, celebrado en el Parador Nacional de Segovia del 12 al 14 de noviembre de 2007.
- IAÑEZ, E. Más allá de la Revolución Verde ¿Un papel para la biotecnología? Instituto de Biotecnología. Universidad de Granada.
- NICHOLLS, C. y ALTIERI, M. Universidad de California, Berkeley. "Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas: ilustrando la estrategia con un ejemplo práctico de diseño agroecológico en viñedos".
- RODRÍGUEZ LOINAZ, G. (Dpto. Biología vegetal y ecología. Facultad de ciencias y tecnología UPV/EHU) "Biodiversidad y paisaje: una estrecha relación". Revista Sustrai núm. 83: 49-52.
- Centro de Estudios Ambientales de Vitoria-Gasteiz. 2006. Aula de ecología urbana, octubre de 2006, "Cebollas, albahacas y pepinos son buenos vecinos. La huerta y su diversidad: asociaciones de cultivos y plantas útiles."

## Páginas web

- <[www.ugr.es](http://www.ugr.es)>: Página web de la Universidad de Granada.
- <[www.fao.org](http://www.fao.org)>: Página web de la FAO, donde se pueden encontrar numerosas referencias sobre la realidad agronómica actual, soluciones, propuestas, etc.
- <[dialnet.unirioja.es](http://dialnet.unirioja.es)>: Servicio de búsqueda de publicaciones de la Universidad de La Rioja.



## COLECCIÓN AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE

1. Prácticas agrícolas compatibles con el medio ambiente.
2. El riego.
3. Curso interactivo de producción porcina.
4. Fitosanitarios
5. Agricultura ecológica.
6. Guía práctica del ganado ovino de leche.
7. Guía de campo de las especies de malas hierbas más comunes de Valladolid.
8. Apuestas por una agricultura sostenible: laboreo de conservación.
9. Producción Integrada.
10. Análisis de suelos y consejos de abonado.
11. Análisis de costes de producción agrícola (Valladolid).
12. Guía de buenas prácticas ganaderas para ovino de leche y lechazos.
13. Cultivos energéticos.
14. Horticultura ecológica.
15. Adaptación de las explotaciones de rumiantes a la producción ecológica.
16. Biodiversidad, control de plagas y sostenibilidad agraria.



DIPUTACION DE VALLADOLID