

AUMENTO DE LA BIODIVERSIDAD PARA ASEGURAR LA PRODUCTIVIDAD Y LA SOSTENIBILIDAD DE LA FINCA

La importancia de la diversidad en la agricultura ecológica

Romero, A.; Chamorro, L.; Sans, F. X.

Departament de Biologia Vegetal. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

De manera general, los agroecosistemas más diversificados –que suelen coincidir con los gestionados mediante prácticas de la agricultura ecológica y tradicional– tienen mayores ventajas que los altamente simplificados, como los sistemas agrícolas convencionales y, particularmente, los monocultivos. El objetivo es integrar los componentes del ecosistema de forma que se mejore la eficacia biológica general, se preserve la diversidad y se mantenga la producción del sistema y su capacidad de autorregulación.



El término diversidad hace referencia al conjunto de plantas, animales y microorganismos que viven e interaccionan en un ecosistema –también llamada biodiversidad (Wilson, 1988)–. Pero los ecosistemas tienen otros tipos de heterogeneidad que van más allá de la predeterminada por el número de especies. Los ecosistemas varían en la disposición espacial de sus componentes, en

los procesos funcionales e, incluso, en el genoma de los organismos (cuadro I). Además, los ecosistemas pueden cambiar a lo largo del tiempo tanto de forma cíclica como estacional. La diversidad, en consecuencia, tiene diversas dimensiones que amplían el concepto de diversidad –diversidad ecológica (Gliessman, 2000)–.

La complejidad y estabilidad de los sistemas agrícolas, de manera parecida a la de los sistemas naturales se basa en su diversidad. Esta diversidad, constituida por un mosaico de elementos –el paisaje agrario– relacionados por una serie de flujos (materiales, energía, organismos, etc.) horizontales entre ellos y verticales dentro de cada uno de ellos en interacción con el uso local de los recursos propios de la cultura rural, es la base para una gestión de agrosistemas sostenibles y el diseño de prácticas que mantengan o aumenten la fertilidad, la productividad y la calidad de las producciones y regulen las poblaciones de las plagas.

Mientras se acepta que la diversidad es esencial para el correcto funcionamiento de los ecosistemas naturales, a menudo se pone en duda su papel en los sistemas agrícolas. El aumento de la diversidad favorece la diferenciación de hábitat, incrementa las oportunidades de coexistencia y de interacción entre las especies y generalmente lleva asociado una mayor eficiencia en el uso de los recursos. De manera general, los agroecosistemas más diversificados –que suelen coincidir con los gestionados mediante prácticas de la agricultura ecológica y tradicional– tienen mayores ventajas que los altamente simplificados, como los sistemas agrícolas convencionales y, particularmente, los monocultivos. Pero los agroecosistemas, dentro de las limitaciones impuestas por la necesidad de extraer biomasa, pueden tender a niveles de diversidad parecidos a los de los sistemas naturales y beneficiarse del aumento de estabilidad asociada a una mayor diversidad.

Sistemas rentables y sostenibles

En los agrosistemas podemos distinguir dos componentes de la diversidad. La diversidad programada corresponde a la diversidad ligada a los cultivos y al ganado, en el caso de los sistemas agro-pastorales; esta diversidad depende del agricultor que es quien la incorpora al sistema y varía en relación con los aportes externos asociados a la gestión de las fincas y con la disposición espacial y temporal de los cultivos. La diversidad asociada incluye la flora, la fauna del suelo, y los herbívoros, carnívoros, descomponedores, etc., de los hábitats con los que se relaciona el cultivo. Las prácticas agrícolas del agrosiste-

Cuadro I.

Dimensiones de la diversidad (según Gliessman, 2000).

Especies	Número de especies diferentes en el sistema
Genética	Grado de variabilidad de información genética del sistema
Vertical	Número de diferentes niveles horizontales en el sistema
Horizontal	Patrones de distribución espacial de los organismos en el sistema
Estructural	Número de elementos en la organización del sistema
Funcional	Complejidad de las interacciones
Temporal	Grado de heterogeneidad de cambios cíclicos en el sistema

El monocultivo, el exhaustivo control de las especies arvenses mediante laboreos convencionales y el control de plagas con pesticidas botánicos comportan una disminución de la biodiversidad. En cambio, la diversificación de los hábitats mediante las rotaciones, los policultivos, los cultivos de cobertura, el mantenimiento de la vegetación de los márgenes, la fertilización orgánica y los laboreos superficiales se asocian con un incremento de la biodiversidad

ma y su estructura constituyen dos elementos esenciales que inciden en la incorporación de la biodiversidad asociada al cultivo.

Uno de los principales retos es identificar las estructuras y los procesos que aportan funcionalidad sin olvidar que es un sistema productivo que ha de ser económicamente rentable además de ecológicamente sostenible. La clave es identificar el tipo de diversidad que se quiere mantener o favorecer, tanto a escala de la parcela como del paisaje, con el objetivo de llegar a un equilibrio ecológico y, en consecuencia, proponer las prácticas agrícolas más adecuadas para favorecer la diversidad. Por ello uno de los retos actuales es demostrar las ventajas de la introducción de la diversidad en los agrosistemas, particularmente aquellos elementos que aportan funcionalidad.

Existen numerosas prácticas agrícolas que pueden aumentar la diversidad y otras que, en cambio, la disminuyen. El monocultivo, el exhaustivo control de las especies arvenses mediante laboreos convencionales y el control de plagas con pesticidas botánicos comportan una disminución de la biodiversidad. En cambio, la diversificación de los hábitats mediante las rotaciones, los policultivos, los cultivos de cobertura, el mantenimiento de la vegetación de los márgenes, la fertilización orgánica y los laboreos superficiales se asocian con un incremento de la biodiversidad.

En resumen, se trata de llevar a cabo las mejores prácticas agrícolas con el objetivo de aumentar y regene-

rar el tipo de biodiversidad que pueda reforzar la sostenibilidad de los agroecosistemas mediante un equilibrio ecológico (control biológico de plagas, ciclo de nutrientes, conservación del agua y del suelo, etc.). El objetivo es integrar los componentes del ecosistema de forma que se mejore la eficacia biológica general, se preserve la diversidad y se mantenga la producción del sistema y su capacidad de autorregulación (**cuadro II**). La idea es diseñar un agrosistema que imite la estructura y la función del sistema natural local, es decir, un sistema con una gran diversidad específica y actividad biológica, que conserve los suelos, promueva el reciclaje e impida la pérdida de recursos.

Diversidad en cultivos cerealistas mediterráneos

El análisis del efecto de las prácticas agrícolas sobre la importancia de los hábitats asociados y la diversidad vegetal se pone de manifiesto en recientes estudios que comparan la diversidad de parcelas gestionadas mediante prácticas ecológicas y convencionales. La gestión ecológica de los cultivos herbáceos de secano se basa en el aporte limitado de fertilizantes orgánicos, la rotación de los cultivos, y el control mecánico de las especies arvenses (por ejemplo: grada ecológica de púas flexibles) con el objetivo de alcanzar producciones elevadas. Por el contrario, la gestión convencional de los cultivos herbáceos mediterráneos se centra generalmente en el monocultivo de cereal, el elevado aporte de fertilizantes inorgánicos y purines, y la aplicación reiterada de herbicidas e insecticidas con objeto de controlar las especies arvenses y las plagas. Desde una perspectiva ecológica, el manejo ecológico y convencional difiere en el tipo y la cantidad de recursos aportados al sistema –cantidades limitadas de estiércol vs. purines y fertilizantes inorgánicos– así como en la intensidad y la regularidad de las perturbaciones durante el ciclo del cultivo. En este sentido, los cultivos herbáceos ecológicos mediterráneos presentan un régimen variable y de baja intensidad de perturbaciones; las especies arvenses se controlan mediante métodos mecánicos así como mediante rotaciones que incluyen generalmente cultivos de primavera como las vezas y los guisantes.

La gestión ecológica favorece la abundancia, el número de especies y la diversidad de la flora arvensis ecológicas (**figura 1**). Sin embargo, la ausencia de herbicidas no preserva automáticamente de la pérdida de biodiversidad sino que otros factores como son el manejo (por ejemplo: rotaciones, intensidad del control de las especies arvenses) también tienen importancia. Los resultados muestran que la agricultura ecológica es una efectiva herramienta para aumentar la diversidad de las comunidades arvenses y las favorece con un elevado

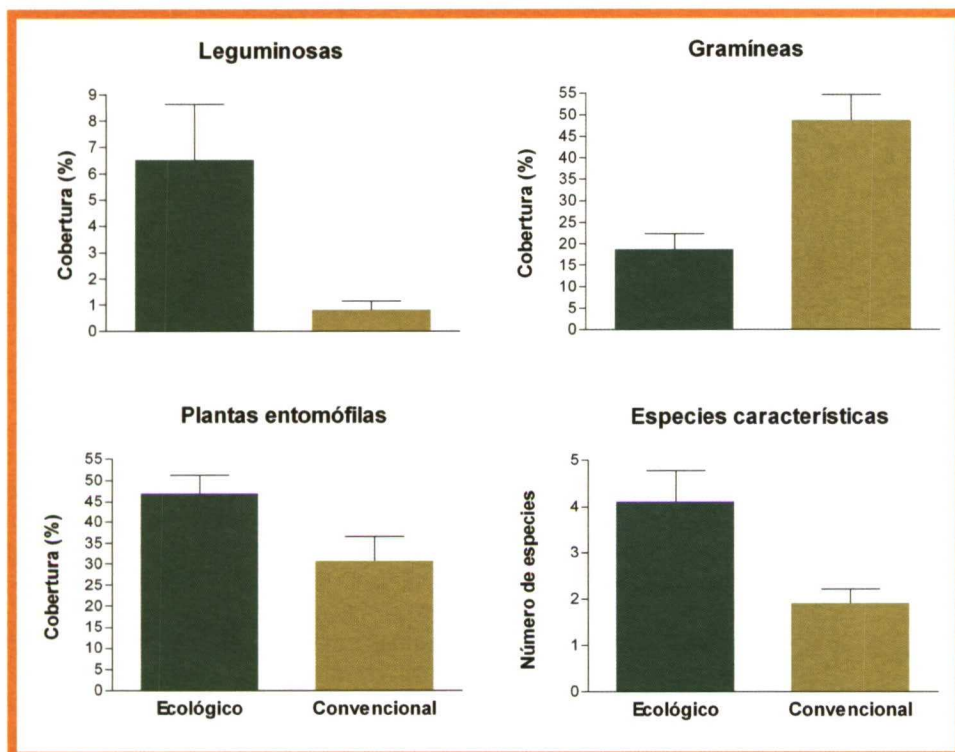
Figura 1.

Número de especies, diversidad (índice de Shannon) y abundancia de la vegetación arvensis en parcelas gestionadas mediante técnicas ecológicas y convencionales.



Figura 2.

Características funcionales de las comunidades arvenses de parcelas gestionadas mediante técnicas ecológicas y convencionales.



Cuadro II.

Consumo energético medio (kWh) durante los meses de media-baja temperatura.

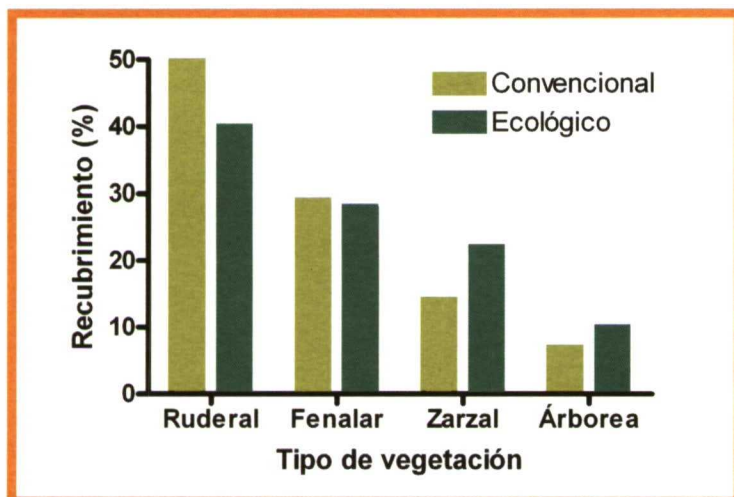
Método	Especies	Genética	Vertical	Horizontal	Estructural	Funcional	Temporal
Cultivos intercalados	A	B	A	A	A	A	B
Bandas de cultivos	A	B	C	A	B	B	B
Setos y áreas con vegetación	A	B	A	A	B	B	A
Cultivos de cobertura	A	B	A	A	A	A	B
Rotación de cultivos	B	B	C	C	B	B	A
Barbechos	B	B	C	C	B	B	A
Laboreo mínimo	A	B	C	C	B	A	B
Materia orgánica	A	B	C	C	B	A	C
Reducción del uso de insumos	B	B	C	C	B	A	C

A. Directo o efecto primario; B. Indirecto, secundario o efecto potencial; C. Poco o ningún efecto.

Problemática en las parcelas ecológicas

Figura 3.

Características de la vegetación de los márgenes (diversidad asociada) de los cultivos ecológicos y convencionales.



número de especies características (figura 2). Además, las prácticas ecológicas –principalmente la ausencia de herbicidas– conlleva un incremento de la abundancia de las especies arvenses pero también un cambio en la composición florística, que favorece las especies de hoja ancha, polinizadas por insectos y las leguminosas (figura 2). Cabe señalar que la importancia de estudiar estas interacciones debido a que la diversidad de las comunidades arvenses no tiene únicamente como valor la complejidad trófica (Marshall *et al.*, 2003) y propiedades del agroecosistema como la estabilidad (Vandermeer *et al.*, 1998) sino que también contribuye a la conservación de la biodiversidad.

Desde un punto de vista técnico, el aumento de la diversidad de los agroecosistemas ecológicos es un proceso que debe favorecerse a través de los cambios tecnológicos que se introducen durante el proceso de reconversión con el objetivo de asegurar la productividad a largo plazo y la sostenibilidad de la finca. Sin embargo, dicho proceso no está exento de problemas. Numerosas fincas ecológicas se ubican en áreas agrícolas muy intensificadas que se caracterizan, en muchos casos, por poseer paisajes rurales monótonos y banales como consecuencia de la reducción y, a veces la completa erradicación de la vegetación natural que ocupa las áreas entre cultivos y de la vegetación de los márgenes.

La disminución del número y de la diversidad de hábitats y la disminución de la diversidad de la flora y la fauna asociada tienen consecuencias sobre la conservación de la naturaleza y el funcionamiento de las fincas. En este sentido, los agricultores ecológicos deben hacer un esfuerzo para aumentar la diversidad asociada (figura 3) y programada de sus fincas con objeto de restaurar el equilibrio ecológico y, en consecuencia, favorecer las funciones de los diferentes componentes de la diversidad. ■

Bibliografía

- Altieri, M.A. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan Comunidad. Montevideo.
- Gliessman, S.R. 2000. Agroecology. Ecological processes in sustainable agriculture. Lewis Publishers. New York.
- Marshall, E.J.P., Brown, V.K., Boatman, N.D., Lutman, P.J.W., Squire, G.R., & Ward, L.K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* 43: 77-89.
- Vandermeer, J., van Noordwijk, M., Anderson, J., Ong, C., Perfecto, I. 1998. Global change and multi-species agroecosystems: Concepts and issues. *Agriculture Ecosystems and Environment* 67: 1-22.
- Wilson, E.O. 1988. Biodiversity. National Academy Press. Washington DC.