

La agroecología para la sostenibilidad de los sistemas cerealistas mediterráneos de secano



ECOSECANO

Agroecología de los cultivos herbáceos en los secanos de la Comunidad de Madrid.



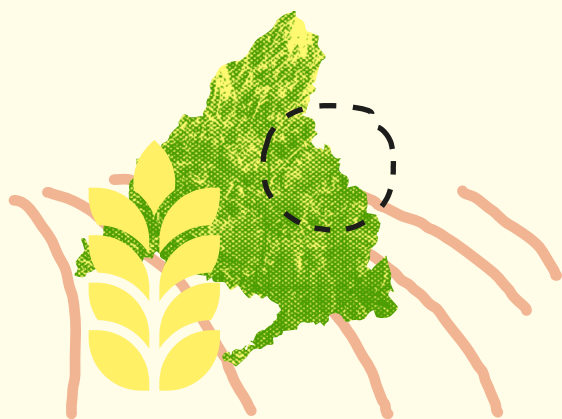
Universidad
Rey Juan Carlos

Grupo operativo ECOSECANO

Agroecología de los cultivos herbáceos en los secanos de la Comunidad de Madrid

El **Grupo Operativo ECOSECANO** se gestiona con el objetivo de dar respuesta a los obstáculos que se encuentra el agricultor para decidir la reconversión a cultivo ecológico desde un enfoque agroecológico. Concretamente en el marco del proyecto: **Manejo agroecológico de las malas hierbas de los cultivos herbáceos en secano de la Comunidad de Madrid**, se ha llevado a cabo un diagnóstico exhaustivo y global de la situación de los cultivos de secano de la Comunidad de Madrid. En este análisis se han identificado los elementos limitantes y favorecedores a nivel económico, social, comercial y productivo y se ha determinado cuáles son los procesos sobre los que actuar (Alarcón et al., 2022a, Román-Bermejo, 2022). Para ello se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos: i) perfil socioeconómico de las personas productoras, ii) factores que limitan los procesos productivos, iii) factores considerados positivos en la actividad agrícola, iv) la opinión de la producción ecológica en la zona, v) las particularidades del manejo ecológico de experiencias en marcha, vi) el futuro de la actividad, vii) factores que afectan a la comercialización.

Los resultados de las entrevistas semi-estructuradas a 29 personas que manejan sistemas cerealistas en secano en la Comunidad de Madrid señalan cambios en los manejos convencionales. El tránsito



a agricultura ecológica es poco habitual (solo son 8 los productores entrevistados que producen en ecológico). También se mantiene el manejo de diferentes rotaciones de cultivo que incluyen leguminosas y, en algunos casos, se recurre a fertilización orgánica. En relación a los problemas con las malas hierbas solo se incluyen 3 o 4 especies como problemáticas. A nivel de comercialización resulta interesante la incorporación de comercialización de legumbres de consumo humano con venta directa y otros circuitos cortos de comercialización, realizada por personas agricultoras ecológicas y convencionales. Adicionalmente a estos trabajos, en la finca El Encín se han desarrollado diversos experimentos (Alarcón et al., 2022b). A nivel productivo aparece la reducción del laboreo como una práctica recurrente, siempre ligada al uso de herbicidas que, por otro lado, es una práctica habitual en las fincas que no están en manejo ecológico.

Introducción

La mitad de la superficie del planeta se encuentra bajo la influencia de algún tipo de manejo agropecuario. Son aproximadamente 48 millones de km² (FAOSTAT, 2018) de ecosistemas antropizados conocidos como **agroecosistemas**, destinados a garantizar la provisión de alimentos, fibras, combustibles y herramientas para la humanidad. (Foley et al., 2011). En España, los agroecosistemas con mayor superficie son los cultivados en secano, es decir, aquellos cuyo aporte hídrico proviene exclusivamente de las aguas pluviales, siendo relevante la superficie de los dedicados a cultivos herbáceos que ocupan alrededor de 9,3 millones de hectáreas entre las que se incluyen los barbechos (**Fig. 1**).

Se distribuyen por territorios en los que es común la sequía estival, así como un régimen interanual de precipitaciones variable y de escaso volumen, que raramente supera los 500 mm (de Luis et al., 2010). Este contexto climático determina la duración y momento de las campañas agrícolas (septiembre-julio) y limita las especies de cultivo a aquellas que son capaces de adaptar su desarrollo vegetativo a los períodos fríos. Entre las especies de cultivo que caracterizan estos sistemas están los cereales de invierno (las especies tradicionales como trigo, cebada, centeno, escanda y avena), algunas leguminosas (lentejas, garbanzos, yeros, vezas, algarrobas y almortas) y otros cultivos (cártamo, colza, girasol). En el contexto mediterráneo el cultivo de cereales es predominante por lo que en adelante nos referiremos a ellos como sistemas cerealistas mediterráneos de secano, que ocupan gran parte del centro peninsular (**Fig. 1 y 2**).

El clima, además, condiciona las propiedades edáficas de estos sistemas. Entre otras cosas, las temperaturas más suaves que las de otros climas templados (por ejemplo, los centroeuropeos) favorecen elevadas tasas de mineralización, que es el proceso de degradación de la materia orgánica. De esta forma se originan suelos incapaces de mantener estable, a lo largo del tiempo, su fertilidad (Romanyà y Rovira, 2011). Son, por tanto, sistemas de baja productividad con rendimientos medios inferiores a 3 t ha⁻¹ (ESYRCE, 2019) que los sitúa en una posición compleja en relación a la rentabilidad del uso de insumos y nuevas tecnologías.



ECOSECANO

Agroecología de los cultivos herbáceos en los secanos de la Comunidad de Madrid.

4

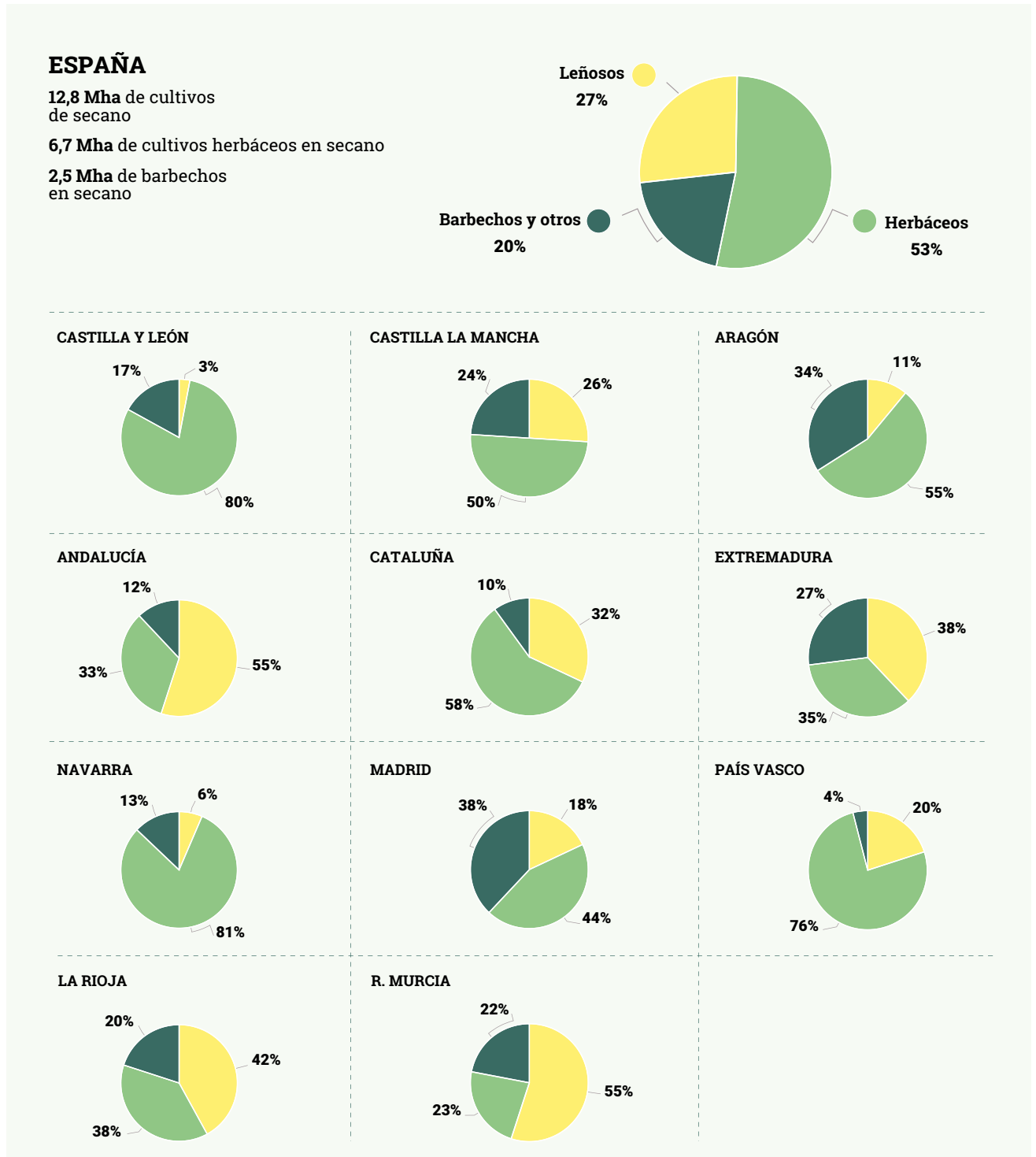


Figura 1. Distribución de tipos de cultivo en secano (herbáceos, leñosos y barbecho) en España. Porcentaje de la superficie (en millones de hectáreas, Mha) de aquellas comunidades autónomas con una superficie cerealista superior a las 30 000 ha.

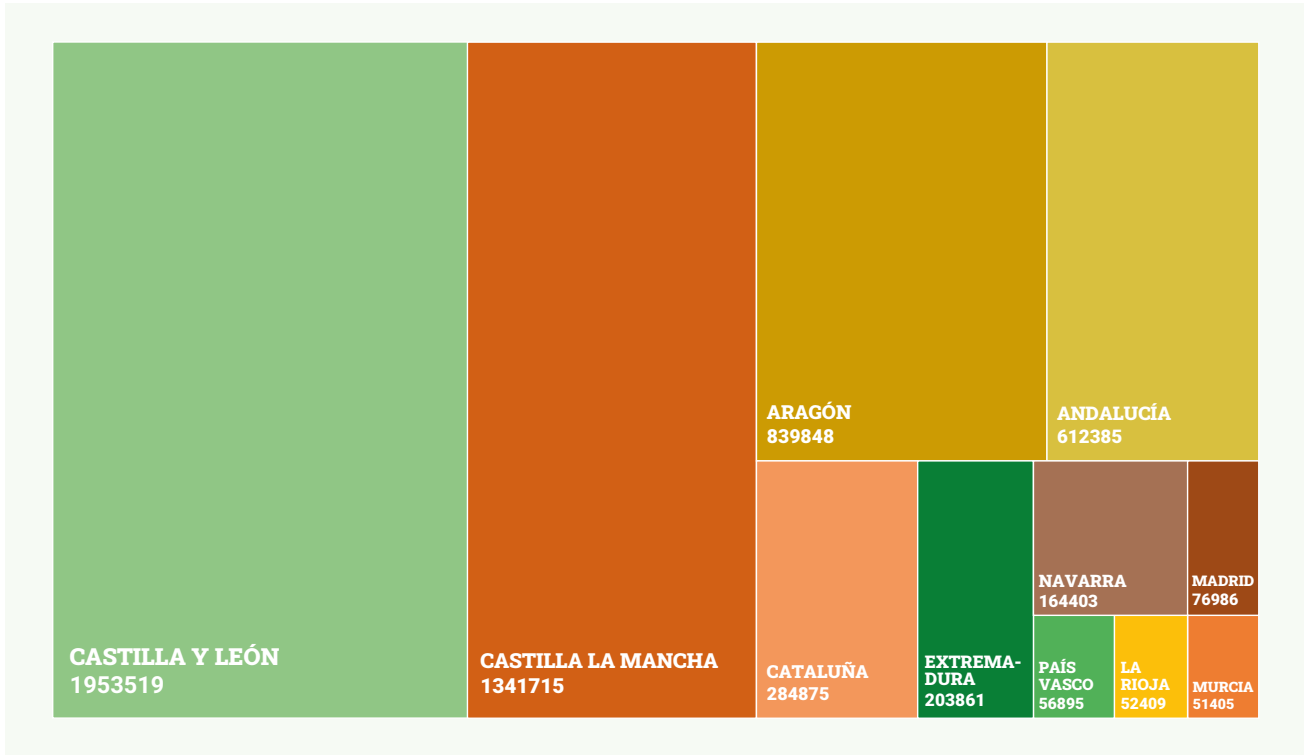


Figura 2. Distribución de las superficies de cereales de invierno por Comunidades Autónomas (aparecen las comunidades con superficies superiores a las 30 000 ha).



6 El manejo de los sistemas cerealistas de secano

El manejo tradicional de los sistemas cerealistas mediterráneos de secano, que integraba: i) el aporte de materia orgánica procedente de ganadería; ii) la rotación con barbecho o con leguminosa; iii) el laboreo para preparar el lecho de siembra y eliminar las hierbas, sufrió profundos cambios durante la Revolución Verde del siglo XX. La disponibilidad de energía barata, procedente de combustibles fósiles, el desarrollo de la industria química y de los tractores de elevada potencia, que aumentaron la capacidad de trabajo en el campo, fueron los detonantes de la agricultura tal y como hoy la conocemos: la agricultura convencional. Con este modelo de agricultura se intentó universalizar nuevas prácticas agrícolas: la fertilización química de los cultivos, el laboreo profundo con vertedera y las aplicaciones herbicidas en los sistemas cerealistas (**Tabla 1**). Sin embargo, estas prácticas agrícolas se desarrollaron en el contexto de los sistemas cerealistas del Centro de Europa donde las condiciones climáticas no son las principales limitantes del rendimiento. Además, sus suelos requieren labores de mayor intensidad para favorecer los procesos de mineralización de la materia orgánica que, por otro lado, es superior a la de los suelos mediterráneos. De esta forma, a lo largo del tiempo, parte de estos manejos se han demostrado poco eficaces en los sistemas mediterráneos (Alarcón et al., 2022).

La aplicación de las prácticas agrícolas convencionales no tardó en generar impactos ambientales de forma global en los ecosistemas: i) se produjo pérdida de la funcionalidad edáfica pues el laboreo excesivo favorece la reducción

de materia orgánica del suelo y los procesos de erosión (Hobbs et al., 2008); ii) las aplicaciones herbicidas han dado lugar a poblaciones de algunas especies de arvenses o malas hierbas con resistencias a diferentes materias activas. En España se ha detectado resistencia a herbicidas en varias especies comunes en los sistemas cerealistas, por ejemplo, vallico (*Lolium rigidum*) y amapolas (*Papaver rhoeas*), (Heap, 2019); iii) la fertilización química ha generado procesos de contaminación de acuíferos y, en el contexto mediterráneo, hay trabajos que señalan su falta de eficacia en condiciones de precipitaciones inferiores a 450 mm (López-Bellido et al., 1998); iv) se ha reducido la abundancia, e incluso se ha observado la desaparición, de numerosas especies de flora y fauna silvestres, lo que ha ocasionado la pérdida de biodiversidad de los ecosistemas (Stoate, 2001). Además, no se ha incrementado la rentabilidad de las fincas ni de los cultivos, a la vez que se ha producido la reducción del número de explotaciones y la despoblación de gran parte del medio rural. En este punto, urge el cambio de modelo agrario a nivel global. Para ello, la transición agroecológica se presenta como la estrategia capaz de asegurar, en un mismo nivel, la estabilidad de las cosechas y la reducción de los impactos ambientales generados por la producción agraria.

¿Qué aspectos son relevantes en los procesos de transición agroecológica de los sistemas cerealistas mediterráneos de secano?

El término **agroecología** ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. En el ámbito científico fue utilizado por primera vez en los años 30 del siglo XX, en alusión a los procesos ecológicos que tenían lugar en los sistemas de cultivo. Ya en los años 80, Altieri (1995) la definió como las bases científicas para una agricultura ecológica.

En esta época se estableció una relación entre los modelos agroecológicos y los movimientos sociales que reivindicaban cambios en el modelo productivo desarrollado con la agricultura convencional. Esto explica la amplitud del concepto de agroecología del **Cuadro 1**.

La agroecología se define como:

- Como **disciplina científica** se centra en i) el estudio del sistema agroalimentario, incluyendo las dimensiones ecológicas, económicas y sociales, ii) la aplicación de conceptos y principios de la ecología para el diseño de sistemas sostenibles; más recientemente incluye iii) la integración de la investigación, la educación, la acción y el cambio que impulse la sostenibilidad en todos los procesos del agroalimentario.
- Como un **conjunto de prácticas**, orientadas a favorecer los procesos ecológicos, creando interacciones biológicas beneficiosas y sinergias entre los componentes del agroecosistema. El desarrollo de prácticas agrícolas se realiza integrando los procesos ecológicos y los servicios de los ecosistemas.
- Como un **movimiento social**, persigue papeles multifuncionales para la agricultura, promueve la justicia social, nutre la identidad y la cultura, y refuerza la viabilidad económica de las zonas rurales. Se presenta como una solución ante los retos de la crisis ambiental y climática actual.

ECOSECANO

Agroecología de los cultivos herbáceos en los secanos de la Comunidad de Madrid.

8

El concepto de agroecología es dinámico y permite tanto el análisis como el fomento de los procesos que ocurren en el conjunto del sistema agroalimentario (que incluye producción, transformación, distribución, comercialización y consumo) en su tránsito hacia la sostenibilidad ambiental, social y económica. Es relevante su enfoque en procesos territoriales que parten desde la base, lo que ayuda a dar soluciones contextualizadas a problemas locales (FAO, 2018). Además,

las innovaciones agroecológicas se basan en la creación conjunta de conocimientos, combinando la ciencia con los conocimientos tradicionales, lo que favorece la autonomía y el empoderamiento de las comunidades rurales en los procesos de cambio. El objetivo es alcanzar la sustentabilidad de los agroecosistemas, definida según los atributos del **Cuadro 2**.

Atributos que definen la sostenibilidad de los agroecosistemas

- **Productividad:** medida en la generación de bienes y servicios. Por ejemplo, en las cosechas o en el beneficio sobre polinizadores.
- **Estabilidad:** Capacidad de mantener constante la productividad.
- **Confiabilidad:** Capacidad de mantener la productividad ante variaciones ambientales.
- **Resiliencia:** Capacidad de retornar a la estabilidad después de una perturbación grave.
- **Adaptabilidad:** Capacidad de encontrar nuevos niveles de estabilidad ante cambios a largo plazo.
- **Equidad:** Distribución justa, intra e intergeneracionalmente, de los beneficios y costes del sistema de manejo.
- **Autosuficiencia:** Capacidad de controlar las interacciones con el exterior, según prioridades, objetivos y valores endógenos.

Cuadro 2. Atributos de sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales (Masera et al., 2000).

En resumen, trabajar en el marco de la agroecología, independientemente del modelo de agricultura que se realice, es fundamental para alcanzar la sostenibilidad en el funcionamiento de los agroecosistemas. Como eje vertebrador en la gestión estará la diversificación de procesos a diferentes escalas (finca, local y regional) que servirá para conseguir: i) mayor autonomía en el funcionamiento de los agroecosistemas, en términos de consumo energético y de insumos, propiciando incluso la eliminación de estos últimos; ii) la reducción del riesgo ambiental mediante la sustitución de determinados insumos de

elevado impacto; iii) la reducción del riesgo económico de las producciones; iv) la optimización en el uso de los recursos disponibles en la proximidad; v) la generación de mayor diversidad a nivel de paisaje y a nivel finca, incluyendo una diversificación de las prácticas agrícolas, las especies de cultivo y las formas de comercialización.

A este proceso de “reconexión” de la agricultura y la gestión de los recursos con la naturaleza, con la sociedad, en general, y con los intereses y perspectivas de las personas productoras y de la sociedad rural, en parti-

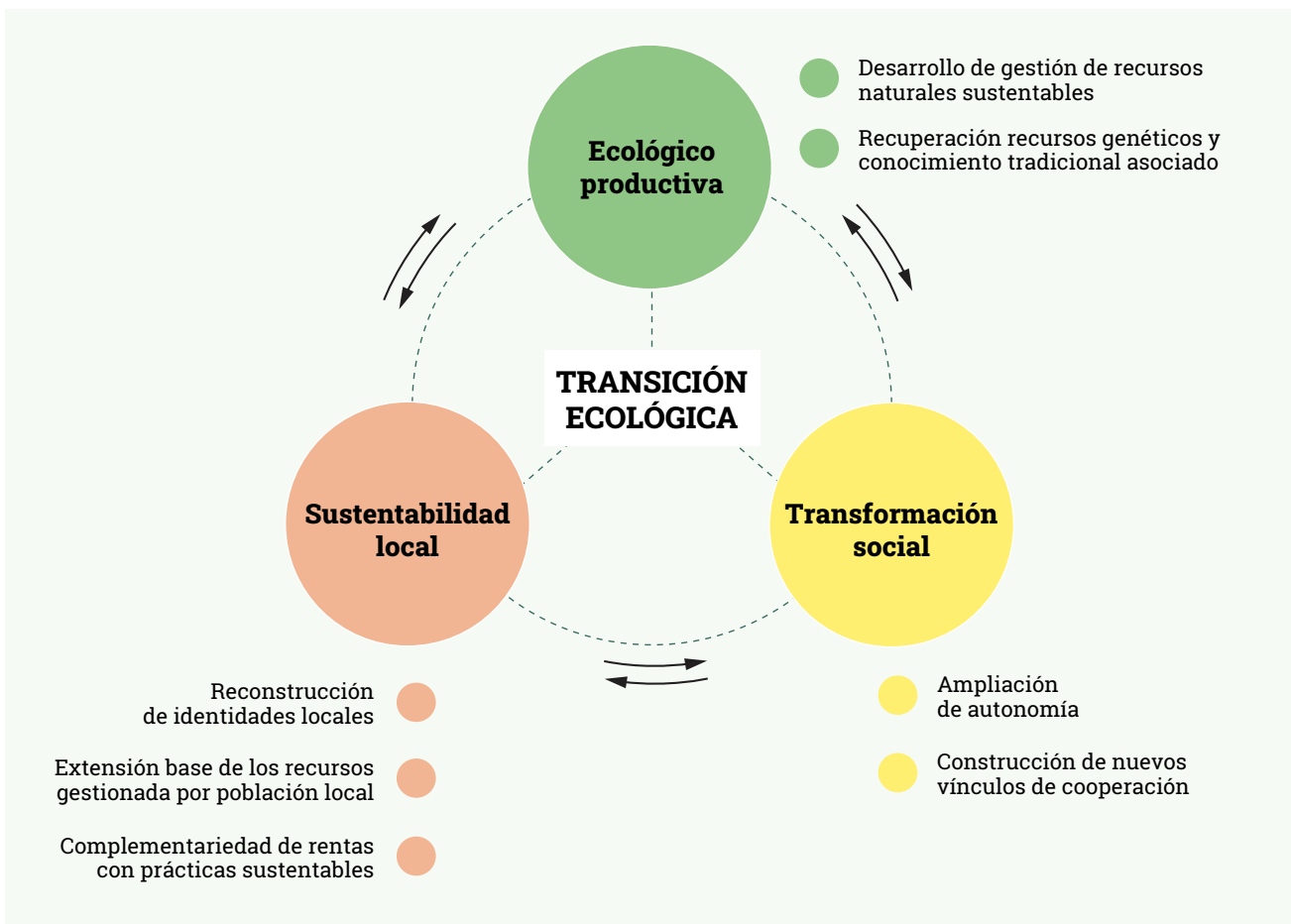


Figura 3. Proceso de transición agroecológica según Román-Bermejo, 2016.

ECOSECANO

Agroecología de los cultivos herbáceos en los secanos de la Comunidad de Madrid.

10

cular, se le denomina **transición agroecológica**. Dicha transición se articula en las tres dimensiones establecidas por la agroecología: la dimensión técnico-productiva, la dimensión de sustentabilidad local y la dimensión política o de transformación social (**Fig. 3**, Román-Bermejo, 2016). Concretamente, considerando la dimensión técnico-productiva de los sistemas cerealistas de secano, nos referimos al proceso de cambio de las prácticas agrícolas realizadas en el marco de la agricultura convencional y a la readecuación biológica del agroecosistema. El objetivo es recuperar los principios agroecológicos básicos: i) conseguir la estabilidad en las cosechas; ii) reducir la dependencia de insumos

externos, especialmente de agroquímicos y combustibles fósiles; iii) restaurar los procesos ecológicos centrándose en la funcionalidad edáfica y la conservación de la biodiversidad; iv) favorecer procesos sociales que impulsen la sostenibilidad económica de la actividad agraria y mejoren la identidad cultural de los diferentes territorios ocupados por los sistemas cerealistas mediterráneos de secano.

El proceso de transición agroecológica es dinámico y ha dado lugar a amplios debates que continúan en estos momentos, siendo Gliessman (2015) el que diferenció cinco fases en dicho proceso:

1 Aumento de la eficiencia: centrado en la máxima de “más con menos” para favorecer la eficiencia de los manejos agrícolas, este es el caso de la agricultura integrada, de las prácticas de agricultura de conservación dependientes de herbicidas.

2 Sustitución de insumos: sustitución de insumos sintéticos por otros de origen orgánico. Este es el caso del cambio de la fertilización inorgánica por el uso de lodos de depuradora o de bioestimulantes.

3 Rediseño del sistema: re-diseño de los manejos agrícolas que, a escala finca, incluye la diversificación de las prácticas agrícolas, y de los cultivos para incrementar la funcionalidad de los componentes del agroecosistema.

4 Restablecer relaciones entre productores y consumidores.

5 Transformación del sistema agroalimentario de forma global, basado en criterios de participación, localización territorial, equidad y justicia.

Las etapas de transición no necesariamente ocurren de forma lineal y se desarrollan a diferentes escalas. Las tres primeras etapas están relacionadas con los cambios en los agroecosistemas y las dos últimas con los cambios a nivel de sistema agroalimentario global. La etapa de sustitución de prácticas agrícolas es uno de los momentos críticos para avanzar en el proceso de transición, lo que evidencia la importancia de la elección de las diferentes prácticas agrícolas y manejos a realizar para evitar pérdidas en la estabilidad de la producción y asegurar el éxito de dicho proceso.

El proceso de transición agroecológica en los sistemas cerealistas mediterráneos de seca-

no debe integrar las características de estos agroecosistemas que, en términos de rendimiento de los cultivos tienen un bajo valor productivo. Este reducido valor se debe, por un lado, a las condiciones climáticas y, por otro, a las condiciones impuestas por el mercado con precios bajos durante décadas, a lo que hay que sumar la incertidumbre de los mercados en el contexto actual (Ruíz, 2022). Desde un punto de vista económico, la reducción de costes de producción es una de las estrategias que puede resultar de éxito y desde un punto de vista ambiental, la sustitución de insumos y la reducción de la intensidad y frecuencia del laboreo pueden resultar relevantes.



12 ¿Cómo es el proceso de transición agroecológica desde la dimensión productiva de los sistemas cerealistas mediterráneos de secano?

La agricultura convencional, práctica común de los sistemas cerealistas, a lo largo del tiempo ha ido cambiando para incorporar nuevos manejos de los cultivos. Dichos cambios se han orientado a mejorar la sostenibilidad de los agroecosistemas. De esta forma se ha desarrollado la agricultura de conservación, la agricultura integrada y la agricultura de precisión. Con diferencias en sus enfoques, todas ellas están dirigidas a reducir el impacto de las prácticas agrícolas basándose en mejorar la eficiencia de las prácticas convencionales (**Tabla 1**). La **agricultura de conservación** tiene su origen en la puesta en práctica del laboreo de conservación, centrado exclusivamente en la reducción de la frecuencia e intensidad de los laboreos, a lo que se añadió la rotación de cultivos y la presencia de cubierta en el suelo, como los tres ejes que la definen. Por otro lado, la **agricultura integrada** se centra en mejorar la eficiencia del uso de fitosanitarios mediante el seguimiento de la evolución de las plagas, enfermedades y de la abundancia de malas hierbas para realizar los tratamientos. Finalmente, la **agricultura de precisión**, se centra en la aplicación de las tecnologías digitales en los procesos de producción agraria. Es decir, se localizan espacialmente las necesidades de las plantas en función de las condiciones edáficas y de la presencia de plagas, enfermedades o de las malas hierbas. Paralelamente a estos modelos de agricultura se encuentra la **agricultura ecológica** que está sometida a un reglamento europeo en el que se definen las prácticas y los insumos agrícolas aptos para cultivar bajo la certificación de la agricultura ecológica

(Reglamento (UE) 2018/848 de 30 de mayo de 2018).

En el marco de un manejo convencional los cambios que impulsa la agricultura de conservación con la práctica del no laboreo se presentan como una mejora de la eficiencia de las prácticas agrícolas. Sin embargo, la evaluación sobre su mayor eficiencia requiere que se integren los efectos que se producen al incluir nuevas prácticas o intensificar las ya habituales. Por ejemplo, en la práctica de no laboreo se sustituye la labor del suelo por las aplicaciones de herbicidas en pre-siembra. En este caso, se ha detectado que las comunidades de hierbas en condiciones de no laboreo son más dominantes que las comunidades en condiciones de laboreo mínimo (Alarcón et al., 2019). Además, estos cambios de prácticas asociadas a un incremento en el uso de insumos tienen un elevado coste energético que deriva de los procesos industriales necesarios para su fabricación. Por otro lado, en los modelos de agricultura ecológica, donde no se realizan tratamientos con herbicidas, el impacto se produce al incrementar la intensidad y frecuencia de los laboreos para asegurar el manejo de las arvenses. Esto ocurre más en cultivo de leguminosas que de cereales. En este sentido urge profundizar en la potencialidad del uso de la biodiversidad para manejar los sistemas cerealistas mediterráneos de secano, lo que significa un avance hacia la etapa tres de la transición agroecológica, orientada en rediseñar el manejo de los agroecosistemas.

Práctica de manejo	Agricultura convencional	Agricultura de conservación	Agricultura ecológica
Manejo de la diversidad cultivada			
Diseño de la rotación y elección de variedades	Monocultivo de cereal (en cambio debido a la política agraria comunitaria (PAC))	Como mínimo se ponen dos cultivos en rotación (Cereal-leguminosa o cereal-girasol)	Cereal-leguminosa-girasol-barbecho (son rotaciones más complejas)
Preparación de lecho de siembra y control de la vegetación arvense con métodos químicos y físicos			
Labor de alzada (se labra sobre el rastrojo del cultivo anterior)	Laboreo con vertedera (30 cm)	Mínimo laboreo con aperos de labor vertical a 15 cm (chisel, cultivador)	Mínimo laboreo con aperos de labor vertical (15-30 cm) (chisel, cultivador)
Aplicación herbicida en pre-siembra	No se aplica	Aplicación de glifosato antes de sembrar	No se aplica
Labor secundaria a 15 cm. Después de la labor de alzada	En los tres sistemas agrícolas pueden utilizarse los aperos que no voltean el suelo: cultivador, cultichisel, chisel. La grada de discos (que voltean el suelo) se utiliza en agricultura convencional y ecológica pero no en agricultura de conservación		
Escarda de post-emergencia	Herbicida de post-emergencia para gramíneas, para dicotiledóneas o mezcla para ambas		Escarda física (rastra de púas flexibles, arado entre líneas)
Fertilización de los cultivos			
Fertilización de sementera	Orgánica y química	Orgánica y química	Orgánica
Fertilización de cobertera	Química	Química	No suele aplicarse
Mantenimiento del suelo después de la cosecha			
Manejo de la vegetación arvense y residuos de la cosecha	Barbecho con laboreo	Barbecho con herbicida	Barbecho con laboreo o cubierta vegetal

Tabla 1. Principales prácticas de manejo que se llevan a cabo en una finca de secano en condiciones de agricultura convencional, de conservación y ecológica. (Alarcón et al., 2019a).

14 Rediseñar los sistemas cerealistas mediterráneos de secano

Rediseñar implica la gradual recuperación de los componentes claves del agroecosistema (suelo y biodiversidad), además de pensar en una distribución espacial y temporal de los mismos que potencie las interrelaciones y sus sinergias positivas. Por tanto, reducir ciertos insumos, sustituir algunos de ellos por otros y rediseñar el sistema son acciones que durante el proceso de transición deberían realizarse en cierto modo de forma simultánea. En este proceso la **agrobiodiversidad (Cuadro 3)** juega un papel relevante.

Mantener un elevado nivel de biodiversidad planificada permite asegurar las cosechas y reduce la vulnerabilidad de los cultivos frente a plagas y enfermedades. En el contexto

actual, se puede utilizar como estrategia de adaptación de los cultivos a los efectos del cambio climático. Por ejemplo, incluir leguminosas en las rotaciones de cultivo mejora la eficiencia del sistema al fijar nitrógeno atmosférico. Incluso la utilización de mezclas de cultivos se ha visto que mejora la eficiencia en el uso de nutrientes en los sistemas con efectos sobre su productividad. Además, el incremento de la diversidad planificada en la finca abre oportunidades de diversificación de manejos agrícolas en relación a las fechas y las densidades de siembra, tipo de laboreo, tipo y dosis de fertilizantes, tipo y dosis de tratamientos fitosanitarios.

¿Qué es la agrobiodiversidad?

La biodiversidad en los agroecosistemas está determinada, entre otras cosas, por los manejos agrícolas que dependen de las políticas agrarias de cada momento, de los desarrollos tecnológicos, de las condiciones climáticas y edáficas y de la toma de decisiones de las personas que cultivan. En este sentido, la elección de especies de cultivo de la rotación y de las variedades dentro de cada cultivo son una forma directa de influir sobre la diversidad de los cultivos, incluida en el concepto de **diversidad planificada**. Junto a la diversidad de los cultivos se encuentra un elevado número de especies silvestres donde se incluyen aquellas especies espontáneas de todos los niveles tróficos, por ejemplo, aves, artrópodos, hierbas o microorganismos. Se trata de la **biodiversidad asociada** que, junto a la planificada forma lo que se ha denominado **agrobiodiversidad**, con elevado valor ecológico y gran importancia en el funcionamiento de los agroecosistemas.

Cuadro 3. Concepto de agrobiodiversidad, diversidad planificada y diversidad asociada (Vandermer y Perfecto, 2018).

La diversidad de las comunidades arvenses es un valor emergente en la transición agroecológica

Las plantas silvestres que crecen dentro de los campos de cultivo, conocidas como **arvenses** o malas hierbas, son un componente clave de la biodiversidad asociada que se encuentra en los sistemas cerealistas. Además, son un elemento clave en la elección de las prácticas agrícolas orientadas a su eliminación o reducción. Su origen está asociado a diferentes procesos que han favorecido su capacidad de adaptación a los manejos agrícolas que se realizan en los agroecosistemas, dando lugar a comunidades de plantas con ciertas particularidades (como por ejemplo, inicio temprano en la floración) que conviven con los cultivos. Desde hace varias décadas se ha observado la desaparición de numerosas especies que coexistían con ellos desde el Neolítico, por otras de introducción reciente (Cirujeda et al., 2011). Además, se han detectado resistencias a herbicidas en numerosas poblaciones lo que confirma la dinámica de procesos ecológicos y evolutivos en un corto período de tiempo (Neve et al., 2009). Recientemente se ha identificado la importancia de mantener comunidades arvenses diversas para reducir las pérdidas de rendimiento asociadas a la presencia de esta vegetación. Por ejemplo, Storkey y Neve (2018) observaron que un aumento de la riqueza de especies arvenses estaba asociado a una menor pérdida de rendimiento en cultivos de trigo. Incluso, la comparación de comunidades con abundancias semejantes evidenció una relación entre las estrategias funcionales de las comunidades arvenses y el rendimiento del cultivo (Adeux et al., 2019). En concreto, ante una abundancia similar, algunas comunidades arvenses producían pérdidas en el rendimiento, mientras que en otros casos estas pérdidas no se produjeron.

De lo expuesto, queda clara la necesidad de favorecer la conservación de la diversidad de las arvenses por su potencialidad para mitigar el efecto negativo de estas especies sobre las cosechas, además de por su papel en el mantenimiento de la biodiversidad en los agroecosistemas, al servir de refugio y alimento a otras especies entre ellas a enemigos naturales de plagas y porque pueden reforzar servicios ecosistémicos culturales (Smith et al., 2020; MacLaren et al., 2020). En los cultivos de secano mediterráneos, caracterizados por un grado de tecnificación relativamente bajo, el tránsito a un modelo de manejo de estas especies más sostenible no resulta complejo. Para poder establecer estrategias de manejo en esta dirección, el conocimiento de la respuesta de las comunidades arvenses a los efectos de las diferentes prácticas agrícolas es esencial. En este sentido, el trabajo de revisión de Alarcón (2019) muestra que la mayor parte de trabajos publicados evalúan los efectos que las prácticas agrícolas producen en poblaciones de especies arvenses concretas, normalmente las más abundantes. Estos trabajos analizan en detalle los mecanismos de los que se derivan tales efectos, que suelen asociarse a procesos fenológicos de los cultivos (Fuertes et al., 2017), de adquisición de nutrientes (Rotchés-Ribalta et al., 2015) o de requerimientos en la nascencia de las arvenses (Torra et al., 2018). Aunque esto, en parte, puede explicar los cambios en la composición de las comunidades, hay un vacío de información sobre los efectos de los manejos agrícolas en la comunidad arvense en conjunto y sobre la relación de estas comunidades con el cultivo. Dicha información es necesaria para establecer estrategias de manejo de las arvenses que consideren la conservación de su diversidad y el rendimiento

ECOSECANO

Agroecología de los cultivos herbáceos en los secanos de la Comunidad de Madrid.

16

de los cultivos. En relación a dos prácticas muy extendidas: la fertilización y el laboreo, datos del equipo del equipo de investigación de **ECOSECANO** y de otros investigadores (Alarcón et al., 2022, Rotchés-Ribalta et al., 2015) permiten establecer una propuesta de manejo que incluye la diversidad arvense y el rendimiento de los cultivos en un mismo nivel.

Respecto a la fertilización se recomienda un cambio en el manejo de la nutrición de los cultivos alejado de los fertilizantes inorgánicos, aunque se contemple un primer paso de reducción de las dosis de fertilizantes como una primera aproximación. La elección de dichas prácticas dependerá de cada contexto concreto, dada la importancia de las limitaciones impuestas por el clima sobre la eficacia de las aplicaciones de fertilizantes y sobre la influencia de los mecanismos que gobiernan la disponibilidad de nutrientes en la rizosfera (zona del suelo cercana a las raíces de las plantas en donde se desarrolla la vida microbiana) y los rasgos de las plantas de cultivo que determinan su capacidad para absorber nutrientes (Bindraban, et al., 2015). Por otro lado, la evaluación de diferentes cultivares (comerciales y locales) se contempla como una práctica necesaria, que **incluye procesos participativos de mejora genética vegetal**. En estos procesos es relevante atender a aspectos clave de las raíces como: exudados, profundidad, longitud y anchura o capacidad fijadora de nitrógeno (Lammerts van Bueren y Struik, 2017). Adicionalmente, la evaluación de **cultivares locales** que, por otro lado, solo son comunes en cultivos de leguminosas, puede resultar de gran ayuda a la hora de evaluar cultivares de elevada altura como estrategia de manejo de las arvenses.

En relación al laboreo, aunque el no laboreo es una estrategia útil en la conservación del suelo (Hobbs et al., 2008), su práctica está condicionada a la aplicación de un herbicida previo a la siembra. Esto perpetua la dependencia de los

agricultores a este tipo de insumos, al tiempo que tiene consecuencias sobre las especies de malas hierbas. Se ha observado que un uso continuado de estos productos provoca la exclusión de numerosas especies arvenses consideradas raras (Recasens et al., 2020) y puede además favorecer la dominancia, en estas comunidades de malas hierbas, de especies que presentan características muy competitivas con los cultivos (Alarcón et al., 2019b). Por este motivo, en una transición agroecológica, que pretenda aunar diferentes objetivos de sostenibilidad, como son la conservación del suelo, la gestión de las malas hierbas y la conservación de su diversidad, consideramos que el no laboreo asociado al uso de herbicidas no es una práctica recomendable. La práctica que aúna estas condiciones sería el laboreo sin inversión de las capas de suelo, siempre eso sí, reduciendo al máximo el número de labores. En este sentido, desde el grupo de investigación ECOSECANO se ha evaluado el efecto del no laboreo sin aplicaciones herbicidas (Alarcón et al., 2022b) cuyos resultados señalan la posibilidad de cultivar sin laboreo, sobre todo en cultivos de cereales, siendo una oportunidad porque puede aumentar el margen de beneficios al reducir costes de producción.

Adicionalmente, se abre una oportunidad para ensayar, en los sistemas cerealistas mediterráneos de secano, otras prácticas alternativas que están evaluándose en otros sistemas de cultivo o en otros contextos climáticos. Sería interesante aprovechar los efectos positivos sobre el rendimiento que se producen al favorecer mecanismos/procesos de complementariedad mediante diferentes manejos de los cultivos, como la utilización de cultivos cubierta (Baraibar et al., 2021) o las mezclas de variedades (Barot et al., 2017; Schöb et al., 2015) y de especies de cultivo (Freund et al., 2021). Incluso la propuesta de integrar la ganadería con pastoreo puede resultar interesante como un sistema de manejo de las arvenses en el contexto mediterráneo.

Restablecer relaciones entre las personas productoras y las consumidoras

Desde la agroecología, el establecimiento de relaciones entre la producción y el consumo significa un paso importante en el proceso de transición agroecológica. Esto supone un cambio de nivel desde el espacio meramente productivo del sistema agrario al espacio global ocupado por el sistema agroalimentario. En esta línea se enfocan los sistemas agrarios territorializados (**Cuadro 4**).

Se trata de impulsar una nueva configuración del sistema alimentario, articulada a partir de la creación de redes locales de empresas agrícolas, agroalimentarias y de servicios, y la mutualización (con criterios de

desarrollo sostenible) de los recursos locales en el contexto de una comarca de consumo próxima, que mitigue el riesgo de deslocalización y la crisis alimentaria. Son diferentes las iniciativas de este tipo que se están dando en el territorio español (Vicente-Almazán et al., 2019). Sin embargo, se trata de una oportunidad todavía poco explorada y que puede favorecer su sustentabilidad sobre todo en lo referente a la dimensión productiva de los sistemas cerealistas con particularidades relevantes de marcado carácter territorial. En esta línea resulta de interés el trabajo realizado en el marco del Grupo Operativo ECO-SECANO.

¿Qué es un Sistema Alimentario Territorializado?

Es un "conjunto de ramas agroalimentarias conforme a criterios de desarrollo sostenible, localizadas en un espacio geográfico de dimensión regional y coordinadas para una gobernanza territorial". Esta idea se centra en tres componentes de proximidad, en oposición a las largas cadenas que genera la industria agroalimentaria: i) proximidad ecológica, de acuerdo con los preceptos de la agroecología, que reconectan en el territorio la actividad agrícola, ganadera y forestal; ii) proximidad en las cadenas de alimentación, facilitando el acercamiento entre agricultura e industrias alimentarias, a través del aprovisionamiento de las unidades de transformación con materias primas agrícolas del territorio donde están implantadas; iii) proximidad en los circuitos de comercialización, reorientando la demanda alimentaria hacia una oferta local más abundante, variada y de calidad, solicitada por un número creciente de consumidores.

18 Referencias

- ADEUX, G., VIEREN, E., CARLESI, S., BÀRBERI, P., MUNNIER-JOLAIN, N., CORDEAU, S., 2019. **Mitigating crop yield losses through weed diversity.** *Nature Sustainability*. 2: 1018-1026.
<https://doi.org/10.1038/s41893-019-0415-y>
- ALARCÓN VÍLLORA, M.R., DORREGO, A., GARCÍA DÍAZ, A., ROMÁN BERMEJO, L. 2022A. **Dificultades en los sistemas cerealistas de secano para iniciar la transición a manejo agroecológico.** *Revista Tierras* 308: 86-90.
- ALARCÓN VÍLLORA, M.R., SÁNCHEZ ÁLVAREZ, A.M., HERNÁNDEZ-PLAZA, E. 2022B. **¿Cómo mejorar la resiliencia de los sistemas de cultivos herbáceos de secano desde una perspectiva agroecológica?** *Revista Tierras*. 309:110-114
- ALARCÓN, R., SÁNCHEZ, A.M., HERNÁNDEZ-PLAZA E., 2019A. **Manejo y diversidad de las comunidades arvenses en las estepas cerealistas: propuestas para una gestión sostenible.** *Ecosistemas*. 28(3):36-45.
- ALARCÓN VÍLLORA, R., HERNÁNDEZ-PLAZA, E., NAVARRETE, L., SÁNCHEZ, M.J., SÁNCHEZ, A.M. 2019B. **Climate and tillage system drive weed communities' functional diversity in a Mediterranean cereal-legume rotation.** *Agric. Ecosyst. Env.* 283: 106574.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106574>
- ALTIERI, M.A. 1995. **Agroecology: the science of sustainable agriculture.** CRC Press.
- BARAIBAR, B.; WHITE, C.M.; HUNTER, M.C.; FINNEY, D.M.; BARBERCHECK, M.E.; KAYE, J.P.; CURRAN, W.S.; BUNCHEK, J.; MORTENSEN, D.A., 2021. **Weeds in Cover Crops: Context and Management Considerations.** *Agriculture*. 11: 193.
<https://doi.org/10.3390/agriculture11030193>
- BAROT, S., ALLARD, V., CANTAREL, A. ENJALBERT, J., GAUGGRETEAU, A., GOLDRINGER, I., LATA, J.C., LE ROUX, X., NIBOYET, A., PORCHER, E., 2017. **Designing mixtures of varieties for multifunctional agriculture with the help of ecology.** *A review. Agron. Sustain. Dev.* 37, 13 (2017).
<https://doi.org/10.1007/s13593-017-0418-x>
- BINDRABAN, P.S., DIMKPA, C., NAGARAJAN, L., ROY, A., RABBINGE, R., 2015. **Revisiting fertilisers and fertilisation strategies for improved nutrient uptake by plants.** *Biol. Fertil. Soils*. 51: 897-911.
<https://doi.org/10.1007/s00374-015-1039-7>
- CIRUJEDA, A., AIBAR, J., ZARAGOZA, C., 2011. **Remarkable changes of weed species in Spanish cereal fields from 1976 to 2007.** *Agron. Sustain. Dev.* 31: 675-688.
<https://doi.org/10.1007/s13593-011-0030-4>
- DE LUIS, M., GONZALEZ-HIDALGO, J.C., LONGARES, L.A., STEPANEK, P., 2010. **Seasonal precipitation trends in the Mediterranean Iberian Peninsula in second half of 20th century.** *Int. J. Climatol.* 29: 1312-1323.
<https://doi.org/10.1002/joc.1778>
- ESYRCE 2019. **Encuesta sobre superficie y rendimientos de cultivos. Análisis de las técnicas de mantenimiento del suelo y de los métodos de siembra en España.**
https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/cubiertas2019_tcm30-526244.pdf
- FAO, 2018. **Catalysing dialogue and cooperation to scale up agroecology: outcomes of the fao regional seminars on agroecology.**
<https://www.fao.org/3/I8992EN/i8992en.pdf>
- FAOSTAT, 2018:
<http://faostat.fao.org/> (acceso 05/04/2021).
- FOLEY, J.A., RAMANKUTTY, N., BRAUMAN, K.A., CASSIDY, E.S., GERBER, J.S.; JOHNSTON, M., MUELLER, N.D., O'CONNELL, C., RAY, D.K., WEST, P.C., BALZER, C., BENNETT, E.M., CARPENTER, S.R., HILL, J., MONFREDA, S., POLASKY, S., ROCKSTROM, J., SHEEHAN, J., SIERBERT, S., TILMAN, D., ZAKS, D.P.M., 2011. **Solutions for a cultivated planet.** *Nature*. 478: 337-342.
<https://doi.org/10.1038/nature10452>
- FREUND, L., MARIOTTE, P., SANTONJA, M., BUTTLER, A., JEANGROS, B., 2021. **Species identity, rather than species mixtures, drives cover crop effects on nutrient partitioning in unfertilized agricultural soil.** *Plant Soil*. 460: 149-162.
<https://doi.org/10.1007/s11104-020-04782-z>
- FUERTES, S., PARDO, G., CIRUJEDA, A., MARI, A.I., AIBAR, J. 2017. **Evaluación de métodos de control químicos, mecánicos y culturales para el control del bromo (Bromus spp.) y otras malas hierbas en cebada.** *Actas XVI Congreso de la Sociedad Española de Malherbología*, Pamplona-Iruña, ISBN: 978-84-9769-327-1
- GLIESSMAN, S. R. 2015. **Agroecology: A growing field.** *Agroecology and Sustainable Food Systems* 39:1-2.
<https://doi.org/10.1080/21683565.2014.965869>
- HEAP, I., **The international survey of herbicide resistant weeds.** Online. Viernes, 29 de marzo de 2019. Disponible en:
www.weedscience.com
- HOBBS, P., SAYR, K., GUPTA, R., 2008. **The role of conservation agriculture in sustainable agriculture.** *Philos. Trans. R. Soc. B*. 363: 543-555.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2169>

- KLEIJN, D., BOMMARCO, R., FIJEN, T.P.M., GARIBALDI, L.A., POTTS, S.G., VAN DER PUTTEN, W.H., 2019. **Ecological intensification: Bridging the gap between science and practice.** *Trends in Ecol.* 34: 154-166. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.11.002>
- LAMMERTS VAN BUEREN, E.T., STRUIK, P.C., 2017. **Diverse concepts of breeding for nitrogen use efficiency.** A review. *Agron. Sustain. Dev.* 37: 50. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0457-3>
- LÓPEZ-BELLIDO, L., FUENTES, M., CASTILLO, J.E., LÓPEZ-GARRIDO, R., 1998. **Effects of tillage, crop rotation, and nitrogen fertilization on wheat under rainfed Mediterranean conditions.** *Field Crops Res.* 57: 265-276. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00137-8](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00137-8)
- MACLAREN, C., STORKEY, J., MENEGAT, A., METCALFE, H., DEHNEN-SCHMUTZ, K., 2020. **An ecological future for weed science to sustain crop production and the environment.** A review. *Agron. Sustain. Develop.* 40:24. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00631-6>
- MASERA O, ASTIER M, LÓPEZ RS. 2000. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS.** México: Mundiprensa, GIRA AC, Instituto de Ecología UNAM.
- NEVE, P., VILA-AIUB, M., ROUX, F., 2009. **Evolutionary-thinking in agricultural weed management.** *New Phytologist.* 184: 783-793. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.03034.x>
- RECASENS J., JUÁREZ-ESCARIO A., BARAIBAR B., SOLÉ-SENAN X.O., 2020. **The arable flora of mediterranean agricultural systems in the Iberian Peninsula: status, threats and perspectives.** In: Hurford C., Wilson P, Storkey J. (eds) *The Changing Status of Arable Habitats in Europe.* Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59875-4_7
- ROMÁN-BERMEJO, L.P., 2016. **Metodologías participativas para el desarrollo rural. Un enfoque desde la agroecología.** Tesis doctoral. Universidad Internacional de Andalucía. <https://dspace.unia.es/handle/10334/3700>
- ROMÁN, L., DÓRREGO, A., GARCÍA, A., ALARCÓN, R. 2022 **¿Qué factores determinan la transición a manejo agroecológico de los sistemas cerealistas en la comunidad de Madrid.** XIV Congreso Internacional de SEAE "Soberanía Alimentaria - emergencia Climática" - 25-27 de abril de 2022 - Palma (Mallorca) Cuaderno de Resúmenes
- ROMANYÀ, J., ROVIRA, P., 2011. **An appraisal of soil organic C content in Mediterranean agricultural soils.** *Soil Use Manage.* 27: 321–332. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2011.00346.x>
- ROTCHÉS-RIBALTA, R., BLANCO-MORENO, J.M., ARMENGOT, L., JOSÉ-MARÍA, L., SANS, F.X. 2015. **Responses of rare and common segetal species to wheat competition and fertilizer type and dose.** *Weed Res.* 56: 114-123.
- RUIZ, M., 2022. **Un arranque muy complicado para la campaña de cereal 22/23.** *Revista Tierras.* 309: 120-124.
- SCHÖB, C., KERLE, S., KARLEY, A. J., MORCILLO, L., PAKEMAN, R. J., NEWTON, A. C., BROOKER, R. W., 2015. **Intraspecific genetic diversity and composition modify species-level diversity-productivity relationships.** *New Phytol.* 205: 720–730. <https://doi.org/10.1111/nph.13043>
- SMITH, B.M., AEBISCHER, N.J., EWALD, J., MOREBY, S., POTTER, C., HOLLAND, J.M., 2020. **The potential of arable weeds to reverse invertebrate declines and associated ecosystem services in cereal crops.** *Frontier Sustain. Food Syst.* 3: 118. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00118>
- STOATE, C., BOATMAN, N.D., BORALHO, R.J., RIO CARVALHO, C., DE SNOO, G.R., EDEN, P., 2001. **Ecological impacts of arable intensification in Europe.** *J. Environ. Manag.* 63, 337-365
- STORKEY, J., NEVE, P. 2018. **What good is weed diversity?** *Weed Res.* 58: 239-243. <https://doi.org/10.1111/wre.12310>
- TORRA, J., RECASENS, J., ROYO-ESNAL, A., 2018. **Seedling emergence response of rare arable plants to soil tillage varies by species.** *PLoS One* 13: e0199425. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199425>
- VANDERMER, J.H., PERFECTO, I., 2018. **Ecological complexity and agroecology.** Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge, 2017 ISBN 9781138231979 (pbk.)
- VICENTE-ALMAZÁNCASTRO, L., HERRERA GIL, M., ESCOBAR CRUZ, M., 2019. **Sistemas alimentarios territorializados en España. 100 iniciativas locales para una alimentación responsable y sostenible.** CERAI y Fundación Carasso. <https://cerai.org/wordpress/wp-content/uploads/2019/04/100iniciativasSATEnEspa%C3%B1a-CERAI-publicacion.pdf>

ecosecano.org

✉ consultas@ecosecano.org

🐦 @Extensivo Secano

Edición y coordinación: M. Remedios Alarcón Villora

Autoría: M. Remedios Alarcón Villora, Lara Román Bermejo, Eva Hernández-Plaza, Ana M. Sánchez Álvarez, Andrés García Díaz

Fotografía: Jaime Luján Alarcón

Diseño: Freepress Coop

Año: 2022

Entidades participantes en el proyecto:

Entidad colaboradora:



Entidades que financian el proyecto:



Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural

Europa invierte en las zonas rurales

PROGRAMA DE DESARROLLO RURAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID 2014-2020