



## La lucha contra la erosión de los suelos agrícolas

**M<sup>a</sup> Milagros Saavedra**  
mariam.saavedra@  
juntadeandalucia.es  
**Cristina Alcántara**  
mariac-alcantara@  
juntadeandalucia.es  
Centro Alameda del  
Obispo, IFAPA. Junta de  
Andalucía

**D**urante los últimos años, y más concretamente desde la incorporación de España a la Unión Europea, los agricultores han vivido cambios radicales en la orientación de su actividad, que aún hoy no terminan, ni terminamos, de asimilar. Los que han vivido la España de las dificultades económicas y la emigración a otros países, y han conocido por nuestros mayores las dificultades para conseguir alimentos a mediados del siglo XX, todavía no pueden explicarse la implantación de una política agraria orientada a no producir esos alimentos indispensables. Los excedentes de alimentos almacenados justificaban el ajuste, pero la pregunta que aún nos hacemos es ¿era necesario llevarla hasta el extremo de retirar tierras de la producción? La estabilidad en los precios de las principales materias primas a lo largo de más de dos décadas parecía avalar esa política agraria restrictiva en cuanto a la productividad. Paralelamente, año tras año, esta política ha ido exigiendo a los agricultores una mejor conservación del medio productivo y de los recursos: suelo, agua, fauna y flora.

Sin embargo, este último año agrícola 2007 hemos asistido a una verdadera convulsión en los mercados y los precios a nivel mundial. Nadie podía prever aumentos de precios en cereales y oleaginosas del orden del 200 y 300%. ¿Qué ocurre? Evidentemente se ha producido una situación de gran desconcierto, tal vez de miedo al

desabastecimiento, o realmente una falta de materias primas en los mercados mundiales. Las causas son diversas, pero principalmente ha sido ocasionado por una gran demanda de productos por parte de China e India en un año de baja cosecha mundial. Algo está cambiando realmente respecto a las dos últimas décadas y nuestra sociedad es más consciente de la importancia de la producción agraria como fuente de alimentos, que son indispensables y que habrá que ordenar, pero sin correr riesgos de desabastecimiento, pues de ello depende, nada más y nada menos, que la supervivencia de los seres humanos. Y si en la escala de prioridades ponemos en primer lugar el abastecimiento, en segundo lugar tendríamos que poner el abastecimiento en los años venideros.

### Agricultura y sustentabilidad

La actividad agraria conlleva la explotación de recursos naturales y una alteración del medio, induciendo cambios múltiples que son especialmente relevantes en cuanto a flora, fauna y suelos, y afectando en los países mediterráneos a una parte muy importante del territorio. En general podemos asegurar en relación con la flora que disminuye la diversidad de especies, aunque se favorezca la introducción de algunas foráneas, y que

▼  
**La cuenca mediterránea, por sus especiales características orográficas y climáticas, está sometida a fuertes pérdidas de suelo, debidas a la erosión hídrica y eólica**

los suelos pueden perder algunas de sus buenas cualidades. ¿Podría esto evitarse? Por los conocimientos que tenemos actualmente sólo podemos decir que pueden paliarse.

La conservación de flora y fauna puede conseguirse manteniendo inalterada parte del territorio de cada región. Esto es importante porque, a lo largo de la historia, la humanidad ha recurrido progresivamente al aprovechamiento de nuevas especies, y nada hace pensar que en el futuro no las vayamos también a necesitar. Otra razón importante es la conservación del equilibrio entre ellas, sin que a priori podamos prescindir de ninguna. Tal vez en algunas de ellas encontremos la solución a problemas actuales. Sin embargo, la pérdida o deterioro de los suelos debe prevenirse en la totalidad del territorio, incluido el que está sometido a la actividad agraria. Es más, en la medida de lo posible deberíamos esforzarnos por mejorar su capacidad productiva, pues de ella depende la supervivencia en el futuro.

### Agricultura y erosión en el área mediterránea

La cuenca mediterránea, por sus especiales características orográficas y climáticas, está sometida a fuertes pérdidas de suelo, debidas a la erosión hídrica y eólica. Los suelos desprotegidos de vegetación son más vulnerables, y la erosión del suelo disminuye la capacidad de producir vegetación. Se produce de este modo un deterioro cada vez mayor y una merma de la capacidad productiva. La vegetación espontánea de los cultivos, es decir las “malas hierbas”, se eliminan para evitar la pérdida de cosecha, pues estas especies son grandes competidoras por agua y nutrientes, y hacen disminuir la producción. Como



Erosión laminar y en cárcavas en suelo desprotegido de vegetación.  
Foto: Carlos Molina.

consecuencia, el suelo queda desprotegido durante una parte del año y los riesgos de erosión son importantes en las zonas con pendiente.

Otro efecto importante es la disminución de materia orgánica del suelo como consecuencia de la disminución de los aportes de restos vegetales y de la mineralización que se produce al remover el suelo con las labores. Por este motivo la fertilidad disminuye y además se incrementan las emisiones de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera.

El proceso de formación de suelos es un proceso lento y depende de muchos factores, como son la naturaleza de la roca madre y los factores ambientales, que en suelos agrícolas puede variar entre 3 y 15 toneladas por hectárea y año. Las pérdidas tolerables dependerán de la tasa de formación, pero también de la profundidad del suelo. Así, para un suelo de 25 cm de profundidad no deberían sobrepasar 2,2 toneladas por año, mientras que en suelos de 150 cm de profundidad podrían tolerarse hasta 11 toneladas por año. Siguiendo un criterio genérico, podríamos considerar pérdidas ligeras valores inferiores a 10 toneladas por hectárea y año, moderadas entre 10 y 50, acusadas de 50 a 100, fuertes entre 100 y 200 y muy fuertes a partir de 200.

En condiciones mediterráneas, las pérdidas suelen sobrepasar los límites tolerables, sobre todo en suelos en pendiente. Es por tanto evidente que a este proceso de pérdida y deterioro se le debe poner un límite, si bien la necesidad de producir los alimentos y materias primas nos obliga a seguir realizando la actividad agraria.

### Técnicas de cultivo para prevenir erosión

La situación que hemos descrito parece abocarnos a un callejón sin salida. Sin embargo, la actividad agraria viene realizándose desde hace muchos siglos y ha permitido la supervivencia y el desarrollo de la humanidad. Si bien es cierto que en la actualidad la demanda de materias primas de origen agrario es elevada, también son grandes los conocimientos y la capacidad de analizar y prevenir los desastres. Los avances realizados en maquinaria, productos fitosanitarios, semillas, etc., lejos de considerarse un inconveniente, deben servirnos para racionalizar la explotación de los suelos agrícolas y permitir asegurar los suministros. Sin entrar en detalles, describiremos para cultivos herbáceos y leñosos los avances realizados en técnicas de cultivo que nos permiten mantener niveles elevados de productividad y reducir los riesgos de erosión.

### Cultivos herbáceos

A fin de evitar en lo posible las labores que alteran la estructura natural de los suelos y provocan mineralización de materia orgánica, se han desarrollado máquinas llamadas de siembra directa que permiten depositar las semillas a la profundidad deseada, sin remover más suelo que el necesario para abrigar la semilla. El control de las hierbas se realiza con herbicidas aplicados en pre o posemergencia, y el suelo se mantiene cubierto con los restos vegetales de los cultivos anteriores prácticamente todo el año. Esta técnica llamada de conservación o siembra directa no sólo evita la degradación de la materia orgánica, sino que, en muchos casos, mejora a medio y largo plazo los contenidos, y reduce en general los riesgos de erosión. Sin embargo, presenta ciertos problemas por la dependencia del uso de herbicidas que empleados a gran escala aumentan los riesgos de contaminación.



Siembra directa sobre rastrojo de cereal.  
Foto: M. Saavedra.



Rastrojo de cereal cubriendo el suelo en verano.  
Foto: M. Saavedra.

Algunos suelos excesivamente arcillosos son difíciles de manejar con estas técnicas, o por el paso de maquinaria pesada se producen compactaciones excesivas en las zonas de rodadura. En estos casos, los agricultores están actualmente siguiendo sistemas mixtos, utilizando alternativamente laboreo y siembra directa, e incluso algunos para evitar compactación emplean neumáticos de alta flotabilidad o tractores oruga. Con

bastante frecuencia, la presencia de especies de malas hierbas difíciles de controlar aconsejan la realización de labores más profundas y de volteo de la tierra. Se combinan así técnicas más modernas con las tradicionales. En estos temas se echa de menos la investigación y experimentación a nivel local, y el necesario seguimiento a lo largo de los años, pues por las peculiares características de la flora autóctona no se encuentra bibliografía científica y técnica suficiente para dar respuesta a los problemas de los agricultores.

### Cultivos leñosos

Entre los cultivos leñosos, por su extensión territorial, necesariamente nos centraremos en el olivar, ya que supone en España prácticamente la mitad de la superficie plantada y además ocupa las zonas de mayor pendiente y riesgo de erosión. Diferentes autores señalan que las pérdidas de suelo en olivar en pendiente son las más altas entre los suelos cultivados. Esto es debido no sólo a la pendiente, sino además a que una parte importante de la superficie permanece desprotegida durante gran parte del año. Por ello, desde hace más de tres décadas se han venido desarrollando técnicas de manejo del suelo basadas en el mantenimiento de una cubierta vegetal herbácea, que convenientemente manejada nos permita paliar la erosión. Sobre esta técnica se han escrito numerosos artículos científicos y de divulgación. Aquí vamos a señalar los aspectos más relevantes. La cubierta vegetal tiene tres efectos importantes y positivos:

- > Cubre el suelo y lo protege del impacto de las gotas de lluvia que lo degradan en su superficie. Este mismo efecto podría conseguirse con otros materiales inertes, como piedras, mallas, o bien restos de la propia cubierta y restos de poda.
- > Aumenta la infiltración de agua. Las raíces descompactan el suelo y cuando mueren dejan macroporos que mejoran ostensiblemente la tasa de infiltración. Este efecto no se consigue con cubiertas inertes como piedras o mallas.
- > Aporta materia orgánica. Esto también puede conseguirse con restos vegetales o de poda y con estercolados.

El principal inconveniente es que la cubierta vegetal viva compite con el olivo por agua y nutrientes. Durante el invierno, con árboles en reposo y mayor abundancia de lluvias, la competencia es baja. En cambio, a partir de la brotación y durante el proceso de floración y desarrollo del

Olivar en seto con cubierta de restos de poda.  
Foto: C. Alcántara.



fruto, la pérdida de agua y nutrientes repercute enormemente en la producción. Por ello, el sistema que se ha desarrollado se basa en el mantenimiento de la cubierta viva durante el otoño-invierno, cuando hay mayor abundancia de lluvias, y la cubierta muerta durante el periodo cálido y seco, controlada mediante siegas o desbrozados mecánicos, pastoreo, herbicidas o incluso labores. En muchos casos, lo más aconsejable sería dejar los restos secos sobre el suelo el mayor tiempo posible, pero en otros puede ser más conveniente incorporarlos mediante una labor.

Cubierta de especies espontáneas en las calles de plantación, manejada con desbrozadora y herbicidas bajo los olivos.  
Foto: M. Saavedra.



La erosión en olivar se produce fundamentalmente por la acumulación de agua de escorrentía que circula a gran velocidad en los suelos en pendiente. Esto ocurre sobre todo en el centro de la calle, donde el suelo compactado por el tránsito de la maquinaria tiene menor capacidad de infiltrar el agua. En cambio, bajo la copa del olivo las tasas de infiltración son mayores, el suelo está cubierto por las hojas del árbol, tiene mayor contenido en materia orgánica y, por tanto, es menos erosionable. Por otro lado, la cubierta vegetal bajo la copa interfiere con el olivo porque compete y dificulta las labores de recolección, y es más difícil de manejar. Por todo ello, puede prescindirse de la cubierta bajo la copa del árbol, e implantarla solamente en las calles de la plantación, alrededor de los árboles.

Como cobertura vegetal puede emplearse la vegetación espontánea, es decir, las malas hierbas. Sin embargo, por la gran diversidad de especies y diversidad de sus características biológicas y fenológicas es más difícil de manejar que una cubierta sembrada. Por ello, a lo largo de muchos años se han venido desarrollando diferentes sistemas de cubiertas, basados en la implantación de una sola especie o de un grupo de especies de características similares que puedan ser más fácilmente manejadas por los



Cubierta de especies espontáneas entre los olivos en Castro del Río.  
Foto: M. Saavedra.

agricultores, que deben tener, entre otras, la cualidad de competir adecuadamente con las malas hierbas que son difíciles de manejar. Entre estas cubiertas destacamos la siembra de cereales convencionales, como cebada o avena (que es bien conocida por los agricultores), las gramíneas espontáneas anuales seleccionadas entre la flora espontánea mediante una aplicación de herbicida contra dicotiledóneas el primer año de la implantación, y las gramíneas autóctonas seleccionadas especialmente para cubierta vegetal en cultivos leñosos. Un ejemplo de estas últimas es el reciente registro europeo de dos variedades de *Brachypodium distachyon*, Ibros y Zulema, realizado por INIA-IFAPA-Agrosa Semillas Selectas, que ya están siendo comercializadas.

Actualmente, se está trabajando, además, en la selección de especies crucíferas para utilizarlas como cubiertas. El estudio de las crucíferas se inició para emplearlas en la descompactación del suelo sin necesidad de recurrir a labores, porque estas especies (jaramagos, rábanos, colza, etc.) tienen raíces pivotantes que penetran en la tierra en profundidad. Sin embargo, presentan una ventaja adicional, y es que pueden ayudarnos a luchar contra las malas hierbas y las enfermedades de suelo como la verticilosis. Esto es debido a que contienen unos compuestos con un

Cubierta de *Brachypodium distachyon* el primer año.  
Foto gentileza de  
Internatium Seeds.



Cubierta de *Brachypodium distachyon* al tercer año.  
Foto: M. Saavedra.



elevado potencial fitosanitario como insecticida, nematicida, fungicida y herbicida, que son liberados cuando la planta es incorporada al suelo, actuando estos restos vegetales como biofumigantes. También en este caso se ha iniciado el proceso de registro europeo de una línea de *Sinapis alba* seleccionada para este fin.

Otro grupo de especies de gran interés son las leguminosas, que permiten mejorar los contenidos de nitrógeno, lo que es especialmente importante en olivar ecológico y en zonas vulnerables a la contaminación por nitratos, donde el aporte de fertilizantes está limitado. Estos estudios aún no han concluido, pero entre las especies ensayadas hay varias que han mostrado muy buena adaptación a las condiciones del olivar y han aportado importantes cantidades de nitrógeno al suelo.

La tendencia actual es incorporar al manejo de cubiertas el concepto de rotación de cultivos, es decir, considerar la cobertura vegetal como un cultivo herbáceo dentro de un cultivo leñoso, pero cuyo objetivo es la protección y mejora del



Cubierta de crucíferas espontáneas en olivar.  
Foto: C. Alcántara.

suelo a través de la producción de biomasa cuando las disponibilidades de agua son mayores, y cuyos restos vegetales aportan materia orgánica y cubren el suelo en los meses de sequía.



Crucífera autóctona seleccionada para cubierta vegetal por IFAPA.  
Proyecto INIA-CA0-019-C5-2. Foto: C. Alcántara.

### Revegetación de áreas degradadas

La lucha contra la erosión y la conservación de suelos no puede quedar reducida a los suelos cultivados de forma más intensiva. También es necesario extenderla al conjunto del territorio. Las acciones de forestación y revegetación permiten reducir este grave problema, y paralelamente mejoran el paisaje agrario y reducen el riesgo de desertificación. En nuestra historia del último siglo encontramos ejemplos significativos de forestaciones con resultados espectaculares, como los realizados en la provincia de Granada en la década

da de los 30. En obras de infraestructura, como taludes de desmonte y terraplén de carreteras y vías férreas, se vienen realizando siembras y plantaciones con más o menos éxito. Sin embargo, en muchos casos no se están teniendo en cuenta criterios importantes, como son la adecuación al medio de las especies elegidas, y se están empleando semillas y plantas propias de regiones más húmedas que con frecuencia no se adaptan a nuestras condiciones edafoclimáticas o incluso producen problemas porque invaden cultivos adyacentes o desplazan la vegetación natural.

▼  
**La globalización de los mercados y el gran intercambio de productos agrícolas y semillas facilitan la introducción de especies invasoras.**

La globalización de los mercados y el gran intercambio de productos agrícolas y semillas facilitan la introducción de especies invasoras. También las plantas ornamentales han ocasionado algunos problemas relevantes, como ha sido el caso de *Cortaderia selloana* (plumeros) en la Cornisa Cantábrica. La vigilancia y control de invasoras se hace cada vez más necesaria, pues no sólo permite preservar el medio natural, sino que evita costes a los agricultores y ganaderos, que acaban sufriendo las consecuencias de esas invasiones. Los sistemas de cuarentena previstos para estos materiales no siempre resultan eficaces, si bien es cierto que en algunos casos ha permitido controlar la invasión de nuevas especies de malas hierbas muy agresivas para los cultivos. Como ejemplo citamos el control de *Sicyos angulatus* en Cataluña, que ha permitido con



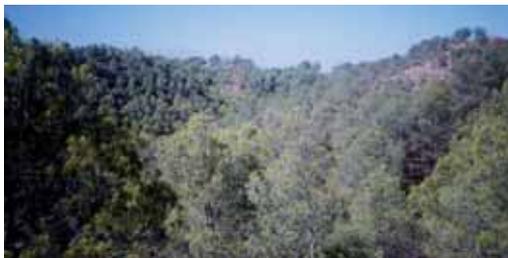
*Cortaderia selloana*, especialmente ornamental naturalizada que infesta prados y montes en la Cornisa Cantábrica.  
Foto: S. Sánchez.



*Abutilon theophrasti* infesta cultivos de primavera y causa graves pérdidas.  
Foto: M. Saavedra.



Rambla del Castillo en 1930, antes de la forestación. Fototeca INIA.



Rambla del Castillo actualmente, tras la forestación con pino carrasco. Fototeca INIA

coste muy bajo evitar las infestaciones de maizales, mientras que el control de la infestante *Abutilon theophrasti* no se previno y ahora es

muy difícil y costosa de eliminar año tras año de los cultivos.

La flora autóctona española es sumamente diversa en especies adaptadas a los más diversos climas y condiciones. Tan diversa que en pleno siglo XXI se han descubierto especies vegetales nuevas, plantas superiores con flores, de gran tamaño, y que nunca habían sido descritas, como el caso de *Haplophyllum bastetanum*, encontrada recientemente en terrenos de cultivo del este de Andalucía.

### Conclusiones

Cabe por lo tanto pensar que, teniendo tantos recursos, merecería la pena buscar especies útiles para revegetar las zonas degradadas y mejorar la cubierta vegetal. Actualmente, hay escasez de semilla comercial autóctona. No obstante, algunos trabajos ya se han iniciado con éxito, como por ejemplo en Andalucía, donde se ha experimentado con diversas especies her-



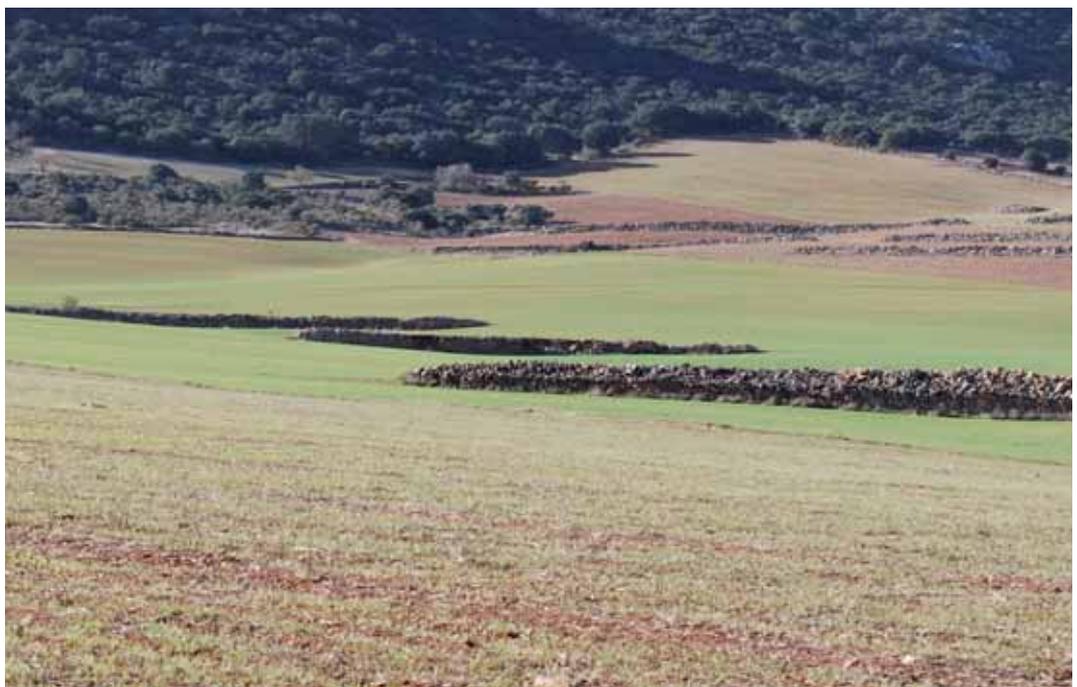
Talud revegetado mediante siembra de especies autóctonas sin hidrosiembra. Proyectos PIR CA-9508, PIR-36 y INIA-SC98-031-C3-3. Foto: M. Saavedra.

báceas y arbustivas que, sembradas directamente sobre taludes de desmonte, han proporcionado una excelente cobertura del terreno y a un coste mucho menor que con las técnicas que se han venido utilizando de hidrosiembra o plantación. Estas especies son susceptibles de ser cultivadas para producir esas semillas, que después serán utilizadas en la revegetación. Esta práctica supone una diversificación de cultivos y una actividad agraria que podríamos considerar de finalidad ambiental y de protección del suelo, incluyéndose en el objetivo de multifuncionalidad que pretende la actual PAC.

Sin embargo, este tipo de actividad productiva no es bien aceptada por los agricultores porque estos posibles cultivos no están incluidos dentro de los que perciben las ayudas de pago único, y los agricultores temen que al cambiar de

cultivo puedan en un futuro ver reducidos sus derechos de ayuda. Por ello, es la propia normativa de la PAC la que de hecho está en parte limitando la preconizada diversificación de cultivos y multifuncionalidad. Consideramos que, en buena lógica, esto debía revisarse y facilitar al agricultor la adopción de nuevos cultivos.

En muchas ocasiones no es suficiente hacer un excelente manejo del suelo para conseguir el control de la erosión y mantener la fertilidad y las producciones. Es necesario también controlar las escorrentías y evitar su efecto devastador, bien sea en toda la superficie o en los puntos concretos donde se produce la evacuación de las aguas. Estas actuaciones van dirigidas a reducir la pendiente y la longitud de la pendiente, para reducir la velocidad del agua y por tanto su acción erosiva, favorecer la infiltración y reducir la escorrentía acumulando el agua en zonas concretas, proteger los cauces y zonas de desagüe mediante vegetación y pequeñas obras de infraestructura, o aportar enmiendas al suelo para mejorar su resistencia a ser erosionado. Algunos ejemplos de ello son el aterrazamiento o abancalamiento del terreno y protección de los taludes, la construcción de drenajes, saltos de agua, diques, protección de cárcavas con vegetación, construcción de pozas o zanjas para almacenamiento de agua, etc. También un buen diseño de las plantaciones contribuye a conservar el suelo, debe facilitar el tránsito de la maquinaria y el mantenimiento de la cubierta con el mínimo pisoteo, así como evitar la realización de las labores en el sentido de la máxima pendiente. ■



Albarandas tradicionales. Foto: M. Saavedra.