José Alfonso Gómez
Instituto de Agricultura Sostenible
Consejo Superior de
Investigaciones Científicas (CSIC)

La erosión del suelo en zonas agrícolas

Una visión con perspectiva

En este artículo su autor analiza el problema de la erosión del suelo agrícola, distinguiendo entre la causada por la lluvia y la escorrentía (erosión hídrica), la provocada por las prácticas agrarias (erosión por laboreo) y la que es generada por la acción del viento (erosión eólica). Plantea la magnitud del problema y los daños causados por la erosión, y analiza la importancia, y también las limitaciones de las políticas públicas, mediante las intervenciones adecuadas. El autor resalta la necesidad de contar con la participación de los agricultores y de contar con adecuados servicios de asesoramiento técnico.

Palabras clave:
Agricultura | Suelos agrícolas | Políticas públicas | España | Conservación.

La erosión del suelo es un proceso natural que forma parte de los ecosistemas. Sin embargo, cuando se habla de él en zonas agrícolas, se sobrentiende, en muchas ocasiones, que nos referimos a una erosión que ha sido intensificada por la acción del hombre con consecuencias negativas.

La erosión es un fenómeno por el cual el suelo es arrancado y transportado hacia otro lugar por diferentes agentes. Si los agentes son la lluvia y la escorrentía, se trata de "erosión hídrica", la cual transporta el suelo, ladera abajo, hacia ríos y arroyos, y desde ellos hacia el mar. Si el agente es la fuerza de la gravedad, que desplaza ladera abajo los agregados del suelo, hablamos en zonas agrícolas de "erosión por laboreo", ya que el suelo removido por los aperos se desliza hasta la parte baja del terreno. Si el agente erosivo es el viento, que transporta el suelo en la dirección de los vientos dominantes a veces a gran distancia, se habla de "erosión eólica".

El proceso erosivo más importante en España y en el mundo es la erosión hídrica, aunque existen zonas localizadas donde la erosión eólica es también importante (por ejemplo, en zonas del valle del Ebro). La erosión por laboreo también puede ser relevante a pequeña escala, dando lugar, en ocasiones, a paisajes en los que el suelo en la zona alta y media de las laderas ha perdido el horizonte superficial y tiene un color diferente del suelo en la zona baja de las laderas en las que ha aumentado la profundidad del horizonte superficial, más fértil, del suelo.

Cada uno de estos tipos de erosión es el resultado de diferentes fenómenos imbricados entre sí, que son difíciles de cuantificar y describir matemáticamente, pero sencillos de entender de manera intuitiva. Tal es el caso de la erosión hídrica, que comienza con el movimiento del suelo arrancado por el impacto de las gotas de lluvia o arrastrado por el esfuerzo cortante de la escorrentía superficial en las laderas, y continúa aumentando en complejidad a medida que aumenta el tamaño de la cuenca hidrológica, combinándose con los procesos de erosión por el caudal de escorrentía concentrado en vaguadas, arroyos y ríos, y con la erosión de los márgenes de estos cauces.

Esta concatenación de procesos y agentes erosivos implica que la erosión es un proceso a escalas, cuya magnitud depende del tamaño del área en la que se mide. Ello significa también que es necesario interpretar los síntomas de la erosión para poder identificar los procesos que están detrás, y así poder, en última instancia, comprender sus

La erosión es un fenómeno por el cual el suelo es arrancado y transportado hacia otro lugar por diferentes agentes. Si los agentes son la lluvia y la escorrentía, se trata de "erosión hídrica", la cual transporta el suelo, ladera abajo, hacia ríos y arroyos, y desde ellos hacia el mar. Si el agente es la fuerza de la gravedad, que desplaza ladera abajo los agregados del suelo, hablamos en zonas agrícolas de "erosión por laboreo", ya que el suelo removido por los aperos se desliza hasta la parte baja del terreno. Si el agente erosivo es el viento, que transporta el suelo en la dirección de los vientos dominantes a veces a gran distancia, se habla de "erosión eólica"

causas y controlarla. Así, cuando vemos una ladera muy erosionada, puede ser debida a una combinación de erosión hídrica y de erosión por laboreo con la contribución ocasional de la erosión eólica si estamos en una zona propensa a ella, sin embargo, si vemos un cauce acarcavado, podemos estar seguros de que se trata de un proceso de erosión hídrica por caudal concentrado.

Erosión y formación del suelo

Simultáneamente a la erosión ocurre el proceso complementario de formación del suelo, en el que, por una combinación de procesos fisicoquímicos y biológicos, se convierte la roca, que es un ente inerte, en suelo, que es un ente vivo que sustenta la vida de los ecosistemas terrestres.

La formación de suelo es un proceso lento, que depende de varios factores, como el tipo de roca, las condiciones climáticas, el uso de suelo… con velocidades de formación promedio de 0,009 mm por año (aunque pueden ser muy variables, oscilando entre 0,00005 y 0,4 milímetros por año). En otras palabras, se tarda en promedio 1.111 años en formar un centímetro de suelo, aunque dependiendo de las condiciones se puede tardar desde 25 hasta 200.000 años.

En los ecosistemas naturales en equilibrio, la velocidad de formación de suelo se aproxima o es superior a la de erosión en todas sus formas, y esto sería la situación ideal que se querría alcanzar en las zonas agrícolas. Sin embargo, en muchas ocasiones, cuando la velocidad a la que se pierde el suelo por erosión es muy superior a la velocidad a la que se forma, hablamos entonces de erosión acelerada, aunque de manera coloquial se habla simplemente de erosión.

Cuando la erosión es debida a la acción del hombre, se denomina "antrópica", aunque de nuevo es un adjetivo que se omite de manera coloquial. En muchas ocasiones cuando se habla de erosión en zonas agrícolas se refiere a "erosión acelerada de origen humano".

Efectos y daños de la erosión

La transformación de los ecosistemas que conlleva la agricultura (como el aclareo de la vegetación natural, la alteración del suelo durante la preparación del terreno, las tareas periódicas en las que se remueve el suelo mediante el laboreo y se elimina la vegetación adventicia…) crea condiciones ideales para acelerar la erosión.

Esto es así porque favorece que el suelo quede desnudo y desprotegido frente a los agentes erosivos, reduciendo así el contenido de materia orgánica y disminuyendo la estabilidad de los agregados del suelo frente a la erosión. A esto se une que la agricultura ocupa una gran cantidad de territorio, por lo que la magnitud y visibilidad de la erosión, y los daños que conlleva, son muy altos.

Es importante prevenir, o reducir, la erosión porque provoca daños graves, tanto en la zona en la que ocurre (daños *in situ*), como en zonas externas adonde ocurre, pero a las que llega el suelo perdido (daños *ex situ*). Así, la pérdida de parte de la cosecha, debida a factores tales como los nutrientes que se van con el suelo erosionado, o la disminución de la profundidad de suelo útil para las raíces, serían daños *in situ*. La colmatación de cauces y embalses y la reducción de su capacidad para prevenir inundaciones o almacenar agua para los periodos de sequía, serían un ejemplo de daño *ex situ*. Otra diferencia importante entre ambos tipos de daños es que los daños *in situ* los padece quien es responsable de crear las condiciones para la erosión, mientras que quien sufre los daños *ex situ* no es responsable de la misma.

La cuantificación de estos costes varía mucho según las condiciones en que se determinen, pero, para dar una idea, los valores medios que se barajan en la UE de los costes de la erosión en zonas agrícolas son (a precios de 2007) del orden de 48 € por hectárea y año, de los que el 8% corresponde a

daños *in situ* y el 82% a *ex situ*. Este elevado valor de los costes *ex situ*, y la irreversibilidad de la pérdida de suelo a efectos prácticos debido a su baja velocidad de formación, explican el elevado coste social en prevenir y mitigar la erosión en zonas agrícolas.

El control de la erosión

Aunque la agricultura suele llevar asociado un aumento de la erosión si se practica sin prestar atención a su control, la buena noticia es que existen técnicas y estrategias agrícolas para alcanzar un uso sostenible del suelo reduciendo la erosión a niveles cercanos a la "tasa de formación de suelo".

Estas técnicas de control de la erosión se basan en una combinación de medidas para mantener el suelo cubierto la mayor parte del tiempo (por ej. cubiertas vegetales en las calles de las plantaciones leñosas, o cultivos anuales ocupando el lugar de barbechos desnudos en las rotaciones) y para reducir la energía de los agentes erosivos (mediante laboreo y plantaciones siguiendo curvas de nivel, aterrazando el terreno, creando barreras vegetales o protegiendo de la erosión las vaguadas y cauces mediante vegetación y, cuando es necesario, mediante pequeñas obras de control). Estas técnicas son empleadas, de una u otra manera, por diferentes aproximaciones a la agricultura, como la producción integrada, la agricultura ecológica, la agricultura de conservación, la agricultura regenerativa…

La clave en todos los casos es combinar el mejor conocimiento a las condiciones ambientales y técnicas de la explotación para así alcanzar una producción sostenible ambiental y económicamente. En este contexto es habitual usar el concepto de "tasa de pérdida de suelo tolerable", que se refiere a una tasa de erosión que, si bien técnicamente es superior a la de formación de suelo, sigue siendo lo suficientemente baja como para cultivar sin problemas durante un periodo de tiempo extremadamente largo. Esta tasa de suelo tolerable varía en función de la profundidad y el tipo de suelo y del tipo de cultivo, y lleva implícito el entendimiento de que las técnicas de conservación del suelo deberán seguir mejorando para continuar reduciéndola en todo lo posible.

Otra clave para responder a la paradoja de por qué se sigue cultivando en suelos con riesgo de erosión, es que algunas zonas de cultivo que nos parecen ancestrales en España sólo tienen en realidad algunos pocos siglos de historia, como por ejemplo muchas zonas de olivar que datan de la época de las desamortizaciones del siglo XIX, mientras que otras zonas que fueron cultivadas (y erosionadas) en la antigüedad están hoy ocupadas por vegetación natural o usos forestales

La erosión de los suelos en España

En España, por las condiciones de clima mediterráneo (con precipitaciones irregulares, pero muy intensas de manera periódica) y nuestro relieve abrupto, los problemas de erosión han debido estar presente desde los comienzos de la agricultura, al igual que en otras zonas del Mediterráneo cultivadas desde la antigüedad. Los autores clásicos griegos y latinos mencionan síntomas de lo que hoy llamamos erosión hídrica en regiones agrícolas de Grecia e Italia hace ya dos milenios. Estas regiones presentan condiciones muy similares a las de España, por lo que es fácil intuir que, usando las mismas técnicas de cultivo, se debieron presentar problemas similares en esas épocas.

Estudios sobre erosión histórica en tiempos más recientes muestran ejemplos de erosión acelerada. Uno de ellos muestra cómo en olivares de montaña de la provincia de Granada se documentaron pérdidas de suelo promedio de 2,3 milímetros por año durante los siglos XVIII y XIX. A principios del siglo XX artículos en prensa, como el de Rodrigáñez (1908), ya advertían de problemas de erosión en zonas agrícolas españolas, una observación repetida por Bennet, el fundador del servicio de conservación de suelos de los EEUU en su visita a España invitado por el gobierno español a finales de la década de 1950. Debido a la mecanización e intensificación de la agricultura, a partir de esa década se observa un aumento de las pérdidas de suelo por erosión en España. Durante este último periodo existía ya una metodología científica para su medida y estimación por diferentes grupos de investigación u organismos de la administración.

Resulta evidente que la erosión es un problema con el que la agricultura en la Península Ibérica se ha venido encontrando desde hace siglos, aunque a un menor nivel de intensidad que en las últimas décadas en las que su magnitud ha aumentado debido a

una mayor intensificación de las prácticas agrícolas. Pero, si la erosión es un problema grave que lleva afectando a la agricultura desde hace tiempo en la Península Ibérica, cabe preguntarse ¿cómo es posible que sigamos cultivando y produciendo hoy en nuestros suelos? Esta es una de las paradojas que conviene explicar y entender para poder analizar la importancia y necesidad de abordar el control de la erosión de los suelos en las zonas agrícolas en España.

Para ello es fundamental comprender que los daños *in situ* que ocasiona la erosión, salvo episodios extremos, son graduales, y que su traducción en forma de reducción de cosecha es muchas veces paulatina, quedando enmascarados por otros factores como, por ejemplo, la variabilidad de las lluvias o la aparición de plagas. A esto se suma que las mejoras tecnológicas (fertilización, poda, mecanización, riego, variedades, …) han aumentado de manera general la productividad de los cultivos, por lo que el agricultor se puede encontrar en una situación en la que ve aumentar sus cosechas (o éstas no disminuyen), mientras sigue perdiendo suelo, un capital productivo irremplazable. Esto es lo que se desveló en el mismo estudio sobre olivar de montaña mencionado anteriormente, en el que desde mediados del siglo XVII hasta 2011 los olivares estudiados habían perdido en promedio 40 cm de suelo, de los 120 cm originales, mientras que su cosecha de aceituna se había multiplicado. Esta tendencia no se puede mantener indefinidamente, y llega un momento en el que el sistema simplemente deja de ser productivo, o rentable.

La realidad es que, hasta que llega ese momento, el problema de la erosión suele ser gestionado por el agricultor aceptando una pérdida encubierta de productividad (aquella cosecha que hemos perdido sin saberlo), resignándose a mayores costes de producción (por ejemplo más fertilizantes) y aceptando mayor inestabilidad ante adversidades climáticas (por ejemplo a las sequias, al tener menos suelo para almacenar la lluvia caída). A eso se suma el daño que, durante todos estos años, ese suelo que se ha perdido ha estado ocasionando a las zonas por donde ha transitado o se ha depositado (otro ejemplo son los caminos rurales que hay que reparar o rehacer tras tormentas intensas una vez que sus cunetas y desagües dejan de funcionar al estar colmatados de sedimento proveniente de las zonas de cultivo).

La importancia creciente del problema de la erosión de los suelos en la UE se manifiesta también en la nueva PAC 2023-2027, en la que el cobro de una parte de la ayuda viene condicionado a aceptar la implementación de los "eco-regímenes", entre los cuales destacan algunos dirigidos expresamente a reducir la erosión. Ejemplos de estos "eco-regímenes" son las cubiertas vegetales, la siembra directa o la preservación de los elementos del paisaje si son barreras vegetales

Otra clave para responder a la paradoja de por qué se sigue cultivando en suelos con riesgo de erosión, es que algunas zonas de cultivo que nos parecen ancestrales en España sólo tienen en realidad algunos pocos siglos de historia, como por ejemplo muchas zonas de olivar que datan de la época de las desamortizaciones del siglo XIX, mientras que otras zonas que fueron cultivadas (y erosionadas) en la antigüedad están hoy ocupadas por vegetación natural o usos forestales.

Aunque el análisis de la situación, y la experiencia histórica, nos indica adonde conduce el camino de la erosión acelerada, resulta que su control en las zonas agrícolas es uno de esos problemas que, al manifestarse de manera paulatina o esporádica (lo cual en las condiciones españolas es lo habitual), nos incita a demorar su control hasta mejor ocasión (por ej. un año con mejor nivel de ingresos en la explotación, o un periodo en el que las administraciones públicas tengan otras prioridades más urgentes que atender).

Mientras ese momento llega, o no, se convive con la erosión, empeorando la situación presente (recordemos los daños de la erosión) y condicionando nuestro futuro, ya que cuando se detecte una erosión severa (por ej. cuando la pérdida de productividad sea inmanejable o se perciban daños en el paisaje como grandes cárcavas irrecuperables) se habrá perdido de manera irreversible gran parte de la capacidad del suelo para soportar un uso agrícola, forestal o ganadero, o como espacio natural.

En este sentido, en el del "ya lo abordaré mañana", con el control de la erosión sucede algo similar a otros problemas ambientales con los que se ha convivido durante décadas (como por ejemplo la contaminación) hasta que la sociedad decide que es necesario actuar. Una diferencia con respecto a este úl-

timo problema (el de la contaminación) es que, cuando se decide actuar sobre la erosión, no será posible revertir a la situación anterior, y entonces el daño ocasionado en términos de suelo perdido será irreversible.

La acción política de lucha contra la erosión, y sus limitaciones

La experiencia de países que han abordado la conservación de suelos de manera decidida y con resultados exitosos (por ejemplo, EEUU) muestra que la acción política viene normalmente después de un conjunto de advertencias previas por sectores concienciados, combinadas con una catástrofe ambiental. En el caso de Estados Unidos esta catástrofe fueron las tormentas de polvo "Dust Bowl" a mediados de los años 1930, con un daño ambiental y social severo. Hay que recordar también que muchos programas del Servicio de Conservación de Suelos de los EEUU, al igual que la de otros servicios pioneros como el de Islandia (el más antiguo del mundo), cuentan con los agricultores como agentes activos para proteger el suelo, gracias a una mezcla de formación, incentivos y sanción, en caso de prácticas prohibidas o inadecuadas a la zona.

Aunque medidas asociadas con la implementación de la PAC de la UE en las últimas décadas (como la obligación de usar cubiertas vegetales temporales en las calles de cultivos leñosos en zonas en pendiente) y las mejoras en educación y capacitación de los agricultores, han contribuido a reducir la intensidad de la erosión en algunas zonas, en su conjunto dista de estar aún controlada en España. Por ello, es necesario actuar de manera urgente y decidida para abordar el control de la erosión en zonas agrícolas en nuestro país. Hacerlo nos va a permitir reducir el nivel de consumo de algunos insumos, así como reducir pérdidas de cosecha encubiertas y disminuir los daños periódicos en nuestras explotaciones durante grandes tormentas (como parcelas fraccionadas por cárcavas que volvemos a tapar para restaurar el paso), mientras que mantenemos la fertilidad de nuestro suelo de manera integral. De igual manera permitirá minimizar el coste de los daños que la erosión ocasiona hoy fuera de las zonas donde ocurre (por ej. reduciendo el coste de mantenimiento de infraestructuras o el coste de los daños por inundaciones).

Si bien los beneficios están claros, existen barreras al uso de tecnologías y estrategias para el control de erosión. Aunque tradicionalmente se ha hablado de la necesidad de concienciar al agricultor para prevenir la erosión, mi impresión, después de casi tres décadas colaborando con agricultores, es que esta necesidad es compartida por la mayoría de los agricultores, existiendo otras barreras más importantes.

Por un lado, está la barrera del coste, ya que, en muchas ocasiones, implementar medidas de control de erosión supone un aumento del gasto (en ocasiones, temporal y en otras, permanente) o incluso la necesidad de realizar nuevas inversiones. Esto es así porque los beneficios tangibles de controlar la erosión, en forma de reducción de costes económicos para el agricultor, son en muchas ocasiones nulos, o moderados, siendo especialmente complicado abordar el problema si es necesario realizar una inversión inicial apreciable (por ej. una sembradora de siembra directa o una serie de diques de retención para controlar una cárcava).

Por otro lado, está la barrera de la necesidad de conocimiento técnico detallado para conjugar el control de la erosión con una producción viable adaptada a las condiciones particulares de cada explotación. Hay que recordar que los cambios de las técnicas de cultivo y de manejo para proteger el suelo conllevan muchos beneficios, pero también un riesgo latente de pérdida de producción si se implementan de forma inadecuada (un ejemplo habitual es la necesidad de control de las cubiertas vegetales temporales en cultivos leñosos en una fecha adecuada en climas con poca precipitación).

A pesar de existir estudios generales sobre buenas prácticas, y algunos programas para minimizar los problemas de costes, ambas barreras persisten para muchos agricultores que se enfrentan a la realidad de su explotación. Las dos barreras señaladas tienden a ser más relevantes a medida que disminuye el tamaño de la explotación, debido a la tendencia general a reducirse con el tamaño las disponibilidades técnicas y económicas.

Algunas medidas de lucha contra la erosión en la UE

La UE ha reconocido la urgencia de actuar para preservar la salud de nuestros suelos, habiendo lanzado con esa finalidad la Estrategia del Suelo para 2030 con una serie de objetivos específicos entre los que está la prevención de la erosión.

Esta Estrategia viene acompañada de una herramienta operativa: la Misión de Suelos,

que pretende establecer mecanismos de investigación y transferencia para alcanzar estos objetivos. Entre ellos destaca la creación de 100 "laboratorios vivientes" (*living labs*) en toda la UE, en los que desarrollar de manera coordinada entre diferentes actores estrategias de uso sostenible de suelo. Estos *laboratorios vivientes*, que se plantean para todos los tipos de uso del suelo, no sólo los agrícolas, contemplan la creación de zonas que puedan servir de ejemplo de buena gestión del suelo en otras explotaciones, denominadas "faros" (*lighthouses*).

La importancia creciente del problema de la erosión de los suelos en la UE se manifiesta también en la nueva PAC 2023-2027, en la que el cobro de una parte de la ayuda viene condicionado a aceptar la implementación de los "eco-regímenes", entre los cuales destacan algunos dirigidos expresamente a reducir la erosión. Ejemplos de estos "eco-regímenes" son las cubiertas vegetales, la siembra directa o la preservación de los elementos del paisaje si son barreras vegetales.

Además de la aplicación de los "eco-regímenes" en España, la lucha contra la erosión se manifiesta también en la plasmación de otras iniciativas legislativas, como por ejemplo el Plan Nacional de Lucha contra la Desertificación, que, en su reciente actualización, destaca la necesidad de combatir la erosión en las zonas agrícolas.

Conclusiones

La erosión acelerada del suelo ha sido y sigue siendo un problema grave que afecta a la sostenibilidad de la agricultura europea en general, y de la española en particular, tanto a medio y largo plazo, al comprometer su viabilidad productiva, como a corto plazo, al ocasionar daños en las explotaciones (y fuera de ellas), con un elevado coste económico y ambiental.

Se está en un momento político en el que existen numerosas iniciativas para impulsar, e imponer, un uso y manejo del suelo en zonas agrícolas, que controle la erosión, y esto puede tener un efecto positivo que debemos aprovechar. No obstante, siguen sin existir herramientas para superar dos barreras clave: el coste de la implementación y la necesidad de un apoyo técnico integral.

Un elemento fundamental del que aún se carece es la disponibilidad de estructuras de servicio técnico de carácter integral sobre el territorio, que, sin tener ánimo de lucro, permita diseñar estrategias de control de la erosión adecuadas a las necesidades de cada explotación. Tales estructuras deben hacer transferencia de esas tecnologías para ayudar a descartar aquellas acciones que no funcionan bien en una situación particular y a desentrañar los motivos de ello, identificando nuevas necesidades de investigación y desarrollo técnico. Todo ello debe servir de Observatorio para pulir correctamente los detalles específicos de las distintas políticas para un uso sostenible del suelo que las hagan exitosas.

Esto, que puede sonar utópico, existe en diferentes países del mundo donde la conservación del suelo va por delante de España (EEUU, Islandia, China, ...). En estos países, con diferentes realidades políticas y económicas, ya se reconoció hace tempo la baja eficiencia de los programas de uso sostenible del suelo si no hay un agente articulador público con un fuerte componente técnico y social.

Es paradójico que, en España, existió durante décadas un Servicio de Conservación de Suelos dependiente del Ministerio de Agricultura, que, con sus luces y sus sombras, contribuyó a prevenir la erosión en diferentes zonas agrícolas de nuestro país. Sería muy útil para la agricultura española y la conservación y salud de sus suelos, plantear cómo articular un servicio de ese tipo adaptado a las necesidades y realidades de la sociedad del siglo XXI. ■

▼ ***Referencias bibliográficas***

BENNETT, H.H. (1960), "Soil erosion in Spain", *Geographical Review*, 50, pp. 59–72.
MONTANARELLA, L. (2007), "Trends in land Degradation in Europe", in M.V.K. Sivakumar y N. Ndiang'ui (eds.), *Climate and Land Degradation*, Springer.
MONTGOMERY, D.A. (ed.) (2007), *The Erosion of Civilizations*, UC Press,
RODRIGÁÑEZ, C. (1908), "La Tierra que se pierde", *Diario El Imparcial*, 18 de enero de 1908.
VANWALLEGHEM, T.; J. INFANTE; M. GONZÁLEZ DE MOLINA; D. SOTO y J.A. GÓMEZ (2011), "Quantifying the effect of historical soil management on soil erosion rates in Mediterranean olive orchards", *Agriculture Ecosystems and Environment*, 142, pp. 341-351.