

# Incidencia de la fertilización orgánica en el medio ambiente

Consejos para conservar la fertilidad de los suelos cultivados y reducir el impacto ambiental

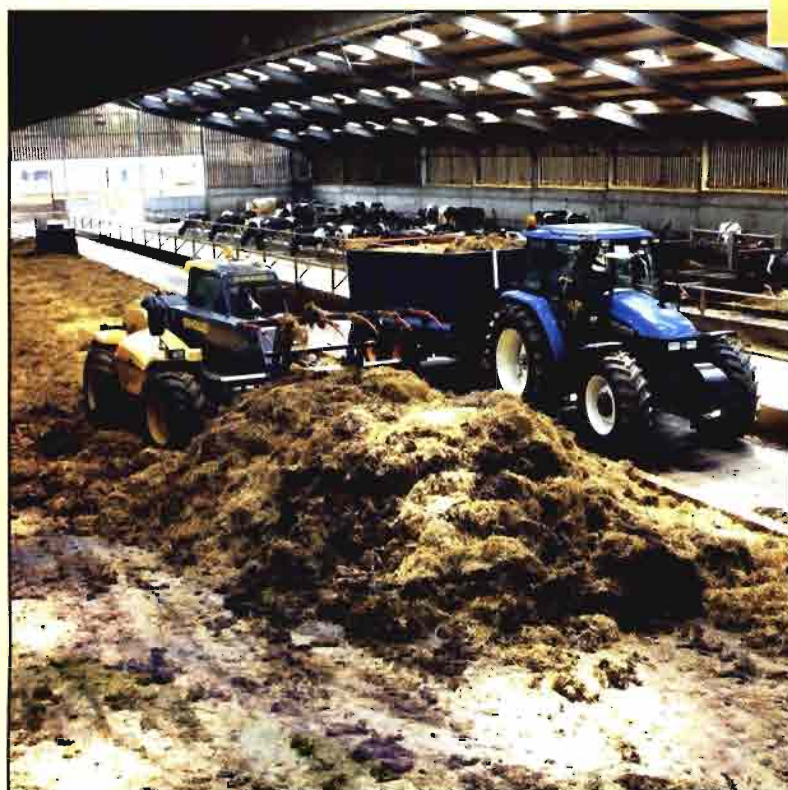
He dedicado en los últimos meses diferentes artículos al análisis de los impactos que las prácticas agrícolas producen en el medio ambiente y las posibles recomendaciones para minimizar o anular estos impactos: "La producción vegetal en el marco de las medidas agroambientales" (Vida Rural, nº 87, 15 de mayo de 1999), "Los herbicidas y el medio ambiente" (V. R., nº 99, 15 de diciembre de 1999), "La fertilización y el riesgo de eutrofización de las aguas superficiales" (V. R., nº 103, 1 de marzo de 2000), etc.

● P. Urbano Terrón. Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid.

**E**n este artículo voy a considerar el complejo papel que desempeña la materia orgánica humificada (cuadro I) y las nefastas consecuencias que una mala gestión pueden ocasionar en los suelos agrícolas. El agricultor conoce bien estas consecuencias, ya que es frecuente oír aseveraciones como «los suelos mediterráneos, asiento de una agricul-

## CUADRO I. IMPORTANTES EFECTOS DE LA MATERIA ORGÁNICA EN LOS SUELOS CULTIVADOS

Propiedades del suelo	Efectos de la materia orgánica humificada
<b>FÍSICAS</b>	Agregación de partículas elementales Aumento de la estabilidad estructural Aumento de la permeabilidad hídrica y gaseosa Mejora el drenaje Reduce la erosión Reduce el riesgo de formación de costra
<b>QUÍMICAS</b>	Aumenta la capacidad de cambio catiónico Forma fosfomatos Forma quelatos Mantiene las reservas de nitrógeno Efecto depurador por inmovilización de metales pesados
<b>BIOLÓGICAS</b>	Regula la actividad biológica Es fuente de energía para los microorganismos heterótrofos El CO <sub>2</sub> desprendido favorece la solubilización de compuestos minerales Contrarresta el efecto de algunas toxinas Activa la rizogénesis Mejora la nutrición mineral de los cultivos Aporta reguladores del crecimiento vegetal



tura milenaria, se encuentran muy mineralizados y, en consecuencia, muy empobrecidos...» o «la explotación intensiva de los suelos agrícolas provoca una mineralización excesiva con el riesgo de convertirlos, a largo plazo, en poco más que una gravera».

Y rápidamente nos asaltan los temores, muy fundados por otra parte, de que estos suelos muy mineralizados por pérdida de la fracción orgánica muestren rápidamente los efectos de una erosión devastadora, pierdan su capacidad para retener los nutrientes que necesitan las plantas cultivadas y que, como consecuencia, van a parar a los cursos de agua generando importantes problemas de contaminación y eutrofización. Al mismo tiempo, se reduce la actividad biológica de estos suelos, desciende su capacidad productiva y, cada vez, se generan menos residuos biodegradables.

Parece como si nos encerráramos en un círculo nefasto en el que la agricultura productiva generara impactos medioambientales crecientes (a medida que se pierde la fracción orgánica del suelo) y de más difícil solución (a medida que se generan menos residuos orgánicos en las explotaciones).

Por estas razones, parece oportuno reflexionar sobre la pérdida de materia orgánica en los suelos agrícolas y sobre las prácticas de cultivo que pueden ayudar a conservar este

valioso elemento, clave en el mantenimiento de la fertilidad del suelo y en la reducción de los impactos medioambientales.

### Pérdidas de materia orgánica en los suelos cultivados

Las pérdidas que se producen en los suelos cultivados por mineralización de su materia orgánica son proporcionales al contenido del suelo y a la velocidad con que se mineraliza. En consecuencia, en los buenos suelos agrícolas, ricos en materia orgánica y con elevada actividad biológica, las pérdidas son más elevadas que en los suelos pobres.

El contenido de materia orgánica puede conocerse mediante el análisis del suelo, pero la velocidad de mineralización debe estimarse de acuerdo con las condiciones climáticas, clases de suelos y sistema de cultivo (SC) seguido en la parcela que se estudia. Además, para unos suelos y SC determinados, es variable durante las distintas estaciones del año aunque, para los cálculos, proporciona suficiente precisión la utilización de un valor medio anual. En las condiciones agroclimáticas de la zona mediterránea este valor suele variar entre el 1 y 3%, según clases de suelos (cuadro II).

En los agrosistemas mediterráneos, las pérdidas de humus por mineralización varían entre unos 200 y 2.000 kg/ha y año (cuadro III). Las cifras menores corresponden a suelos superficiales con bajo contenido de materia orgánica y débil velocidad de mineralización (zonas frías, áridas, cultivo de secano, laboreo reducido, etc.), y las más altas, corresponden a suelos profundos con alto contenido en materia orgánica y elevada velocidad de mi-

### CUADRO II. VELOCIDAD DE MINERALIZACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO EN LA ZONA MEDITERRÁNEA

Clases de suelos	% anual
Arenosos	2,0 - 3,0
Francos	1,5 - 2,5
Arcillosos	1,0 - 2,0

neralización (zonas cálidas, húmedas, cultivo de regadío, laboreo frecuente, etc.). Los valores recogidos en el cuadro III, de elaboración propia, pueden corresponder a suelos con nivel medio de materia orgánica (1,5%) y están referidos a un horizonte de suelo de 25 cm.

### Ganancias de materia orgánica en los suelos cultivados

El caso más general corresponde a las explotaciones agrícolas y ganaderas en las que los suelos reciben los residuos de los cultivos (RC) y diversos productos obtenidos en la explotación ganadera (RG). En los casos en que estos aportes no sean suficientes para mantener los suelos en un nivel satisfactorio de fertilidad orgánica, se acude, además, al empleo de fertilizantes y enmiendas orgánicas (FO) u otras prácticas agrícolas (PA) potencialmente generadoras de humus.

Presume de tu **HARDI**

PULVERIZADOR  
ARRASTRADO **TR**

**ILEMO - HARDI, S.A.**

Polígono Industrial "El Segre", parc. 711-712-713  
Apdo. de correos 140 - 25080 LLEIDA  
Tel. 973 20 81 47 - Fax: 973 20 81 53  
e-mail: ilemo@hardi-es.com

Balsa de decantación de purines con aireación para su empleo como fertilizante orgánico.



La cantidad de residuos que dejan los cultivos (RC) es diferente para cada especie y, además, variable de unos años a otros en la misma forma en que lo hacen los rendimientos. En consecuencia, este dato hay que relacionarlo con la especie y variedad cultivada, sistema de cultivo y comportamiento del año agrícola.

Una vez enterrados, los residuos han de humificarse y, en consecuencia, su capacidad para generar humus (valor húmico) depende de su composición: materia seca, contenido en lignina, celulosa, hemicelulosa, etc. Se ha propuesto utilizar el coeficiente isohúmico ( $K_1$ ) para expresar la cantidad de humus que puede formarse a partir de 1 kg de materia seca. Para evaluar el valor húmico de un cultivo bastará con multiplicar la cantidad de residuos frescos dejados (RC), por su materia seca y por su coeficiente isohúmico.

El sistema de cultivo (SC) de la explotación agrícola estará formado por rotaciones y alternativas en las que los cultivos ocupan distintas superficies y presentan diferente valor húmico. Por ello, es necesario calcular el valor medio correspondiente al humus generado por los residuos de todos los cultivos que intervienen en la rotación y en la proporción correspondiente a las superficies que representan cada una de las hojas de la alternativa. De esta forma, se determina un valor medio ponderado que representa la ganancia media de humus en kg/ha y año para el conjunto del SC.

En este sentido, habrá alternativas de cultivos que, dejando muchos residuos de alto valor húmico, pueden enriquecer o mantener el nivel de humus del suelo y otras que, al contrario, provocan su mineralización. En nuestra experiencia y hablando siempre de buenos suelos agrícolas con adecuado nivel de materia orgánica y buen ritmo de mineralización, hemos encontrado que es difícil mantener la fertilidad húmica del suelo con los residuos de los cultivos solamente. Las mejores alternativas de cultivo no suelen proporcionar más del 50% del humus que se pierde por mine-

ralización. Incluso, pueden aceptarse como adecuadas aquellas alternativas de cultivo que devuelven al suelo solamente entre el 30 y 50% del humus mineralizado.

Los residuos ganaderos son asimismo fuentes muy importantes de humus en las explotaciones agrícolas. El empleo de estiércoles, gallinaza, palomina, etc., debe contribuir en forma muy importante a mantener o mejorar los niveles de materia orgánica en el suelo.

Cuando los residuos ganaderos se manejan en forma de estiércol licuado o de purín, su valor húmico es muy pequeño ya que en estos casos el soporte de las deyecciones es agua. El valor fertilizante de estos productos es, fundamentalmente, mineral y debe considerarse en los programas relacionados con la nutrición de los cultivos.

### Valor húmico de algunas prácticas agrícolas (PA)

Con el objetivo de generar materia orgánica que compense o mejore los balances de humus del suelo, pueden realizarse diferentes prácticas agrícolas. En la agricultura mediterránea son particularmente interesantes los cultivos para abono verde y el enterramiento directo de las pajas de los cereales.

### CUADRO III. PÉRDIDAS DE MATERIA ORGÁNICA EN DISTINTAS CLASES DE SUELOS CON DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

Clases de suelos	Clima	Laboreo	Cultivo	Vm (%)	Pérdida de humus (kg/ha.año)
<b>ARENOSO</b> m.o. = 1,5% p = 0,25 m da = 1,6 t/m <sup>3</sup>	Continental	Conservación	Secano	1,6	960
			Regadío	2,0	1.200
		Convencional	Secano	1,8	1.080
			Regadío	2,4	1.440
	Marítimo	Conservación	Secano	2,0	1.200
			Regadío	2,5	1.500
	Convencional	Secano	2,2	1.320	
		Regadío	3,0	1.800	
<b>FRANCO</b> m.o. = 1,5% p = 0,25 m da = 1,4 t/m <sup>3</sup>	Continental	Conservación	Secano	1,5	790
			Regadío	1,9	1.000
		Convencional	Secano	1,7	890
			Regadío	2,2	1.150
	Marítimo	Conservación	Secano	1,6	840
			Regadío	2,1	1.100
	Convencional	Secano	2,0	1.050	
		Regadío	2,5	1.310	
<b>ARCILLOSO</b> m.o. = 1,5% p = 0,25 m da = 1,2 t/m <sup>3</sup>	Continental	Conservación	Secano	1,0	450
			Regadío	1,5	675
		Convencional	Secano	1,4	630
			Regadío	1,8	810
	Marítimo	Conservación	Secano	1,2	540
			Regadío	1,6	720
	Convencional	Secano	1,5	675	
		Regadío	2,0	900	

**Abonos verdes.**

El cultivo de plantas que van a ser enterradas como abono verde es una práctica muy antigua en la agricultura mediterránea que contribuye a mantener la actividad biológica del suelo mediante la aparición de un humus joven, de evolución rápida y, generalmente, rico en nitrógeno.

Con este cultivo, se consiguen también otros efectos que, aunque considerados secundarios, pueden ser muy interesantes en la práctica agrícola. Durante el otoño e invierno, el cultivo actúa como una cubierta vegetal que protege el suelo de la erosión y, enterrado en la época adecuada, puede contribuir en forma decisiva al control de la vegetación adventicia.

Cuando se utiliza como abono verde alguna especie leguminosa, su capacidad nifrofixadora puede enriquecer el suelo en N. Para los restantes elementos minerales, el abono verde sólo tendrá un efecto de reciclado de los nutrientes que previamente habrá extraído del suelo, o de los fertilizantes que pudieran habersele aportado.

El valor fertilizante de los abonos verdes reside en su capacidad para generar humus y en la fijación o reciclado de nutrientes minerales. En la práctica, se acepta un valor medio del orden de 40 kg de humus por cada tonelada de abono verde que se entierra. En los casos de buenos cultivos para abono verde (habas, altramuces, mezclas forrajeras leguminosa + gramínea, colza, etc.) en que es fácil enterrar una masa verde de 25 a 30 t/ha, puede esperarse la formación de 1.000 a 1.200 kg de humus/ha. El efecto fertilizante es, en estos casos, equivalente a una estercoladura de 10 a 12 t/ha.

**Enterramiento directo de pajas**

Cuando no se utiliza la paja en la ganadería (alimento de volumen o camas para el ganado) o los precios de mercado son muy



Para la conservación de la fertilidad orgánica del suelo no deben quemarse los rastrojos...

bajos, en las explotaciones cerealistas con excedentes de paja puede recurrirse a su enterramiento directo para generar humus en el suelo.

Desde este punto de vista, su valor humígeno se sitúa entre 70 y 160 kg humus/t, por lo que el enterramiento de 2 a 3 t paja/ha puede equilibrar los balances de humus que presentan durante un año los suelos de las explotaciones cerealistas típicas de nuestros secanos (ver cuadro III).

Para superar las dificultades que se plantean en la humificación de la paja, se debe picar y enterrar con una labor ligera de grada de discos que no supere los 10-15 cm de profundidad. La operación debe hacerse a principios de otoño para que absorban humedad durante las estaciones de invierno y primavera, y aportar, además, un mínimo de 8 kg nitrógeno (N) por cada tonelada de paja enterrada para evitar el efecto depresivo de la inmovilización del N. En los tratamientos habituales en que se entierran con las labores de otoño de 2 a 3 t paja/ha, será necesario aportar de 80 a 120 kg  $(NH_4)_2SO_4$ /ha.

**Conclusiones**

La conservación de la fertilidad orgánica de los suelos cultivados y la reducción de impactos medioambientales requiere:

1º. Conocer la cantidad de humus necesario para mantener en buen nivel de fertilidad orgánica el suelo de acuerdo con el sistema de cultivo que sobre él se desarrolla. Pueden aceptarse como niveles de referencia, contenidos de materia orgánica del 1,5% en los secanos y del 2% en los regadíos.

2º. No quemar ningún tipo de rastrojos o residuos dejados por los cultivos, sino enterrarlos superficialmente para que se transformen en humus.

3º. Aprovechar los residuos de las explotaciones ganaderas.

4º. Realizar prácticas de cultivo que generen humus y, de esta manera, equilibrar las pérdidas que puedan producirse en la explotación. ■



... sino enterrarlos superficialmente para que se transformen en humus.