

FICHA SmartSOIL

MEJORAR EL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL Y COMPOST

¿EN QUÉ CONSISTE?

Los fertilizantes orgánicos, incluyendo el estiércol de ganado, purines, gallinaza, digestato y compost, proporcionan nutrientes valiosos (en forma de N, P y K) para enriquecer el contenido de materia orgánica del suelo y mejorar la calidad del suelo.⁽¹⁾ La aplicación de fertilizantes orgánicos en la explotación puede reducir la necesidad de fertilizantes minerales y al mismo tiempo estimular el crecimiento y los rendimientos de los cultivos. Utilizándose en cantidades óptimas y en el momento adecuado, estiércol y compost pueden ofrecer una alternativa menos costosa y eficaz para la gestión de los nutrientes en la explotación.

¿QUÉ BENEFICIOS TIENE?



- Composición mejorada de los nutrientes, la productividad y la estructura del suelo
- Reducción de insumos (principalmente fertilizantes minerales) y por tanto menores costes
- Aumento del crecimiento de los cultivos y Potencial para mejorar el rendimiento
- Cierre de los ciclos minerales en las explotaciones (o regional)

Mejora de la calidad del suelo

El estiércol y el compost son recursos importantes para mejorar y mantener la calidad del suelo y la productividad. El estiércol, en particular, proporciona fácilmente nutrientes esenciales para el crecimiento de los cultivos y también adiciona materia orgánica a los suelos, mejorando el carbono orgánico del suelo (COS), tanto en el corto como en el largo plazo.

Tanto el estiércol como el compost contribuyen a mejorar y mantener la estructura del suelo, el aumento de la capacidad del suelo para retener la humedad y la capacidad de infiltración de agua, lo que mejora la sequía y la resistencia a las inundaciones. También ayuda a prevenir la compactación y la formación de costras. Mejora la estructura

La calidad del suelo

La calidad del suelo se refiere a los atributos, las funciones y los servicios ecosistémicos asociados a los suelos. La calidad del suelo se puede describir en términos de propiedades químicas, físicas y biológicas. Estas características determinan las funciones de los suelos en términos de suministro de agua y de nutrientes a las plantas, así como de medio físico y biológico para reducir el estrés a los cultivos o las pérdidas por enfermedades y plagas. Por lo tanto, la calidad del suelo contribuye a una amplia gama de servicios ecosistémicos que incluyen el mantenimiento del rendimiento de los cultivos, capacidad de retener agua, el reciclaje de nutrientes, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes.

del suelo y ayuda a estabilizar el suelo, disminuyendo así la erosión y la escorrentía.

Reducción de los insumos

Una correcta aplicación y manejo del estiércol y el compost proporciona potenciales beneficios económicos. En particular, si el estiércol es fácilmente disponible, ya sea en la explotación o localmente desde una explotación vecina, el estiércol y el compost pueden proporcionar valiosos recursos como insumos ricos en nutrientes. Si el estiércol o el compost se aplican estratégicamente, la compra de insumos adicionales de fertilizantes minerales puede no ser necesaria o requerir cantidades más bajas, lo que resulta en

Tabla de co-beneficios

Tipo de beneficio	Efecto	Tipo de efecto
Fomenta la biodiversidad	⊕	Aumenta el contenido de nutrientes del suelo y la materia orgánica. Mejora la actividad microbiana.
Control de la erosión	⊕	El estiércol reduce el riesgo de erosión del suelo mediante la creación de una capa protectora y estimula el crecimiento de la planta.
Previene la lixiviación (N, P)	⊖	La aplicación de estiércol puede aumentar sustancialmente pérdidas de N y P (tanto de forma inmediata como con el tiempo debido a la formación de piscinas de nutrientes del suelo), lo que requiere la aplicación adecuada con cantidades y técnicas adecuadas, así como el momento adecuado.
Reducción de las emisiones del suelo (óxido nítrico y amoníaco)	⊕/⊖	Depende de la aplicación y el tipo de estiércol, pero las emisiones de óxido nítrico pueden ser 1) mejoradas debido a más C degradable que cataliza la desnitrificación o 2) disminuidas en el largo plazo debido a la mejora de la estructura del suelo.
Fomenta la biodiversidad sobre el suelo	⊕/⊖	No se observó un efecto significativo para el estiércol, pero la adición de compost incrementa la comunidad microbiana que puede ayudar con el suministro de nutrientes, así como en la eliminación de enfermedades y plagas.

Leyenda: ++ efecto positivo máximo, + efecto positivo, 0 no efecto, - efecto negativo, -- efecto negativo máximo

un ahorro de costes. El contenido de nutrientes del estiércol debe evaluarse para que coincida adecuadamente con la disponibilidad de nutrientes del suelo y sincronizarlo con la etapa de crecimiento de los cultivos apropiada y en cantidades calculadas para que coincida con las necesidades de nutrientes de las plantas.

Potencial para mejorar el rendimiento

Especialmente donde el suelo es pobre o está degradado, añadiendo estiércol o compost se proporciona una alternativa económica a los fertilizantes minerales y ayuda a incrementar la materia orgánica del suelo (MOS) y SOC. Las mejoras en la calidad del suelo debido al estiércol o a la aplicación de compost han demostrado capacidad para incrementar la productividad del suelo y estimular las tasas de crecimiento de los cultivos, resultando en mejoras del rendimiento. Entre los casos de estudio de SmartSOIL, se observó que los agricultores de Hungría de trigo de invierno y maíz que aplicaron el estiércol animal vieron un incremento neto del rendimiento (hasta 85%) en sus explotaciones. Diferentes escenarios a lo largo de Europa han mostrado que, en promedio, una ganancia de rendimiento del 22% puede resultar de la aplicación de estiércol (aunque estimaciones más conservadoras también han mostrado que una reducción de 9% es posible).

Carbono orgánico del suelo (COS) en materia orgánica del suelo (MOS)

MOS está compuesta de los residuos de las plantas y los microorganismos que descomponen y transforman los materiales orgánicos. Este proceso de descomposición produce o modifica MOS y aumenta los stocks de COS del suelo. El proceso que elimina el dióxido de carbono de la atmósfera y añade carbono al suelo (a través de la fotosíntesis de la planta y la descomposición y transformación), se denomina secuestro de carbono del suelo. La cantidad de COS adquirida depende de la localización (debido al clima), la productividad y el tipo de cultivo, la cantidad de raíces, los residuos de cultivos y el manejo de suelos. Más carbono beneficia a la formación de la estructura del suelo (agregados estables) y da como resultado: una mejor aireación, una mayor disponibilidad de agua, densidad aparente inferior, friabilidad y mejor drenaje. Esto a su vez ayuda a mejorar la capacidad de trabajo del suelo, reduce la compactación del suelo y mejora la capacidad de infiltración, lo que reduce la escorrentía y la erosión.

DIFICULTADES

La aplicación de esta medida puede tener un impacto significativo sobre si los nutrientes son aprovechados y la MOS se incrementa o si el estiércol y los nutrientes se pierden por lixiviación, emisiones y escorrentía. La maquinaria pesada que se utiliza para esparcir e incorporar el estiércol puede aumentar el riesgo de compactación del suelo y por lo tanto causar pérdidas potenciales de rendimiento. El momento de aplicación coincidiendo con la fase de crecimiento de los cultivos, así como la determinación de los niveles de nutrientes del suelo y las necesidades de la planta es crucial. Una elevada volatilización de amonio se puede producir si el estiércol no se incorpora o se entierran en el suelo en menos de 6 horas después de la aplicación. La inyección del purín puede reducir la alteración del suelo pero también puede causar mayores emisiones de óxido nítrico.⁽²⁾ Además, si no se incorpora inmediatamente después de la aplicación puede causar pérdidas de escorrentía debido a la lluvia, y escorrentía si se aplica el estiércol durante períodos de heladas, sobre suelo congelado, antes de lluvias fuertes, o en terreno saturado. La aplicación se debe evitar en esos momentos para cumplir con la Directiva de Nitratos.

Las pérdidas de amonio también pueden resultar del almacenamiento y el compostaje de estiércol; se recomiendan los sistemas cerrados.⁽³⁾ Se requiere una gestión adecuada del compostaje para evitar la creación de condiciones anaeróbicas en las pilas, incluyendo una aireación regular. La modificación de la relación C: N es posible y proporciona un menor impacto ambiental, pero esto requiere más tiempo y trabajo, así como conocimientos técnicos. Por ejemplo, la aplicación de estiércol que contiene mucha paja puede aumentar la relación C: N y reducir el N disponible para la absorción. El exceso de aplicación de estiércol o compost también podría causar problemas de contaminación del medio ambiente debido a las pérdidas de exceso de nutrientes lixiviados a las aguas subterráneas o por medio de escorrentías de agua.

Relación entre MOS/COS, fertilizante N y agua

Los fertilizantes N y el riego pueden ayudar a mejorar la acumulación de MOS (COS)* mediante un aumento de la productividad del cultivo (aumento materia orgánica al suelo principalmente a través de más biomasa de raíces y residuos de cultivos). La magnitud del efecto depende de tener un manejo adecuado (elección de la labranza, el sistema, la rotación de cultivos), el tipo de suelo, la calidad de los residuos y en la respuesta al tiempo y el clima. En particular, la fertilización puede ayudar a acumular MOS en suelos con bajos niveles de MOS y en suelos mal drenados. La gestión eficiente de N es importante y puede conducir a la reducción de emisiones por unidad de producto. Sin embargo, el riego combinado con la fertilización o el riego a destiempo puede aumentar las emisiones, en particular de N₂O, y las pérdidas de N requieren de fertilizantes adicionales más adelante.

La aplicación de estiércol puede afectar a la necesidad de fertilizantes

Si el estiércol y los fertilizantes se aplican en combinación, menos fertilizante N puede ser necesario para apoyar la producción de cultivos. Un plan de manejo de nutrientes ayudará a optimizar la aplicación de nutrientes, a reducir la sobrefertilización de N y de pérdidas por lixiviación y reducir las emisiones a la atmósfera. La reducción de las aplicaciones mediante la mejora en la eficiencia del uso de recursos, también reduce los costes de operación de una explotación.

¿CUÁL ES EL COSTE?

Costes de implementación y ahorros*

Tipo de costes	Descripción de los costes	Región				
		Italia media (€/ha)	Hungría media (€/ha)	Reino Unido media (€/ha)	Polonia media (€/ha)	España media (€/ha)
Costes de inversión		0	0	0	0	0
Costes de operaciones	Aplicación en campo e incorporación Los costes de combustible para los pases de tractor Aumento de la mano de obra y el tiempo de gestionar y almacenar el estiércol o el compost	75	75	75	75	75
Otros costes		0	0	0	0	0
Ahorros	Evitar o reducir la compra de fertilizantes minerales	-112.2	-81.6	-164.6	-145.7	-157
Total		-37.2	-6.6	-89.6	-70.7	-82

*En este análisis sólo se consideró el estiércol animal, pero efectos similares también se han observado para la aplicación del compost
Cálculos basados en datos de la UE (FADN, Smart-SOIL case studies, Natural Water Retention Measures project, 2014)

Impacto en el margen bruto

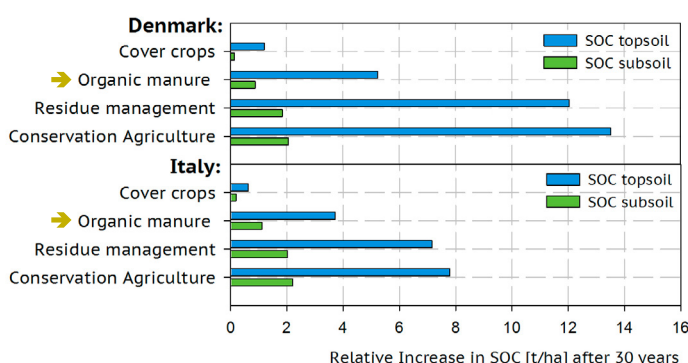
Como se desprende de los cálculos de los países mencionados, el margen bruto puede aumentar significativamente con la adición de estiércol debido a los ahorros en la aplicación de fertilizantes minerales. Estos también podrían contribuir a cambios en el margen bruto, ya que es probable que superen con creces los costes de aplicación de estiércol o de compost y la manipulación. Es importante señalar que las estimaciones de la tabla anterior son generales para las regiones de caso de estudio. Los cambios en el margen bruto dependen de una serie de factores específicos para cada región, incluyendo la disponibilidad de estiércol, la técnica utilizada para su aplicación y los costes asociados con su almacenamiento.

En la determinación de los valores promedio de la UE, los impactos de margen bruto dependen de los escenarios de rendimiento altos, medios o bajos considerados. El rango de los resultados muestra que la adición de estiércol puede

aumentar el margen bruto hasta en 228,40€/ha o disminuir el margen bruto en 21,30€/ha, pero en promedio se estima que el margen bruto se incrementará en 64.60€/ha.



IMPACTO EN EL SOC Y NITRÓGENO



	Dinamarca	Italia
SOC (0-100 cm) [t C/ha]	6,1 (7,2%)	4,8 (7,0%)
Productividad [t/ha]	0,1 (1,3%)	0,06 (0,8%)
Tasa óptima N [Kg N/ha]	-2 (1,6%)	-4 (4,3%)
Cambio en las necesidades de N [Kg N/ha]	-3,5	-5,4

El modelo SmartSoil muestra que la aplicación de abonos orgánicos durante más de 30 años aumenta los niveles de COS de la capa superficial del suelo. Sin embargo, el gráfico muestra que se pueden alcanzar niveles aún más altos de COS mediante el manejo de residuos de cultivos y los niveles más altos con la combinación de las prácticas de agricultura de conservación. La tabla da una visión general sobre los cambios que se esperan con la aplicación de abonos orgánicos (en comparación con el escenario de referencia / sin cambios), utilizando los ejemplos regionales de Dinamarca e Italia. Se observan aumentos en el COS de ambas regiones con la aplicación de abonos orgánicos. Se pueden lograr pequeñas mejoras de la productividad, pero lo más importante son las reducciones en la necesidad de N. La tasa óptima de N es menor con la aplicación de abonos orgánicos, lo que significa que el nivel de N necesario para conseguir el rendimiento máximo disminuye y la aplicación de más N no aumentará el rendimiento. En consecuencia, se reducen los costes por ahorros como resultado de una menor necesidad de N. Es importante tener en cuenta que los impactos varían entre las regiones de acuerdo a sus condiciones específicas.

¿QUÉ OPINAN LOS AGRICULTORES?

Agricultor de Mazovia de Silesia, Polonia

Explotación: Tierras de cultivo (maíz, trigo, colza, altramuza)

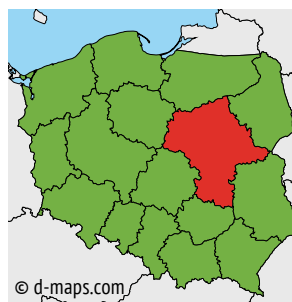
Tamaño de explotación: 220 ha

JAN RYKALSKI

“ Gracias a la utilización de estiércol, pude reducir la cantidad de fertilizantes minerales a la mitad en dos años.

¿Cuáles son los beneficios de aplicar esta práctica?

La fertilización orgánica tiene efectos positivos tanto a corto como a largo plazo. Sin ella no sería capaz de mantener los rendimientos tan altos durante mucho tiempo. Fertilizar con estiércol ha impulsado mis rendimientos en un 30%, con el mayor beneficio en los suelos de peor calidad. Ahora puedo cultivar cultivos más exigentes gracias a la fertilización orgánica.



¿A qué retos se han enfrentado en la aplicación de estiércol?

En el caso de la fertilización orgánica en esta explotación, el mayor problema es conseguir el fertilizante orgánico. Yo uso estiércol de pollo y purines, porque es lo que está disponible localmente. Lo consigo de forma gratuita de los propietarios de las explotaciones locales de pollos y de cerdos. Esto ayuda a hacer frente a sus excedentes de estiércol, es una solución buena para todos "win-win".

REFERENCIAS

- (1) Taghizadeh-Toosi, A., Christensen, B.T., Hutchings, N.J., Vejlin, J., Kätterer, T., Glendining, M., Olesen, J.E. (2014) C-TOOL: A simple model for simulating whole-profile carbon storage in temperate agricultural soils. Ecological Modelling 292: 11–25.
- (2) Möller, K. and Stinner, W. (2009) Effects of different manuring systems with and without biogas digestion on soil mineral nitrogen content and on gaseous nitrogen losses (ammonia, nitrous oxides). European Journal of Agronomy 30: 1–16.
- (3) Jiang, T., Schuchardt, F., Li, G.X., Guo, R., Zhao, Y.Q. (2011) Effect of C/N ratio, aeration rate and moisture content on ammonia and greenhouse gas emission during the composting. Journal of Environmental Sciences 23: 1754–1760.

Para más información sobre la implementación de estas prácticas, sus beneficios, y los datos económicos, por favor ver los Casos de Estudio Reales en el SmartSOIL toolbox:

<http://smartsoil.eu/smartsoil-toolbox>