

GUÍA PRÁCTICA  
SOBRE LA  
GESTIÓN DEL  
SUELO Y  
SU SALUD

SOILBIO

Un proyecto coordinado por UPA para mejorar  
la salud de los suelos agrícolas en España.

Guía de buenas prácticas en el manejo agrícola del suelo  
Julio, 2025

Edita

UPA, 2025

Calle Agustín de Betancourt, 17, 3º.

28003 Madrid

upa.es

SOILBIO es un proyecto de investigación coordinado por UPA y en el que han trabajado la Universidad de Córdoba, Universitat de València, Universidad de Cádiz, el IRNAS-CSISC y el CEBAS-CSIC. Cuenta con la financiación de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) financiado por la Unión Europea –NextGenerationEU y el apoyo de Syngenta.



Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad del autor o autores de los mismos, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que apoyan económicamente el proyecto





Guía práctica sobre la gestión del suelo y su salud

# SOILBIO



// ÍNDICE  
// GUÍA PRÁCTICA SOBRE LA GESTIÓN  
DEL SUELO Y SU SALUD



Aspectos importantes que debemos conocer sobre nuestro suelo



Cómo saber si nuestro suelo ha perdido calidad o salud



La biodiversidad del suelo como indicador de calidad



Conclusiones



Recomendaciones generales



Agradecimientos

1.

ASPECTOS  
IMPORTANTES  
QUE DEBEMOS  
CONOCER  
SOBRE  
NUESTRO  
SUELO



# I // ASPECTOS IMPORTANTES QUE DEBEMOS CONOCER SOBRE NUESTRO SUELO

El suelo es un recurso no renovable, por lo que, cuidando el suelo, nos cuidamos y aseguramos el futuro de nuestras explotaciones.

El suelo no es solo el sustrato donde sembramos, sino que realiza muchas funciones imprescindibles para nuestras explotaciones.

El suelo esconde un mundo formado por organismos vivos que, en su conjunto, forman la **biodiversidad del suelo** y son responsables de mantener los suelos fértiles y saludables, al estar involucrados en los principales ciclos biogeoquímicos del suelo.

El concepto de **salud del suelo** refleja, en último término, cómo se encuentran estos organismos vivos en el suelo y cómo llevan a cabo sus funciones dentro del ecosistema. Un suelo de calidad, sano, es capaz de:

- Promover la productividad del sistema sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas (productividad biológica sostenible).
- Atenuar contaminantes ambientales y patógenos (calidad ambiental).
- Favorecer la salud de plantas, animales y humanos (salud).

Este concepto nos permite, por tanto, establecer un marco dentro del cual evaluar la sostenibilidad de las actividades humanas.



2.

CÓMO  
SABER SI  
NUESTRO  
SUELO  
HA PERDIDO  
CALIDAD  
O SALUD

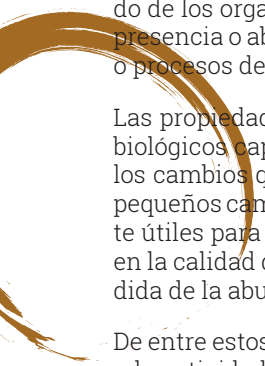


## 2 // CÓMO SABER SI NUESTRO SUELO HA PERDIDO CALIDAD O SALUD

Para evaluar la calidad de un suelo y, así, determinar si la gestión que se está haciendo de él es sostenible, se ha recurrido al uso de índices e indicadores. Los indicadores del suelo son propiedades medibles que afectan la capacidad de este para ejercer alguna de sus funciones.

Los **indicadores físicos** están compuestos por aquellas propiedades físicas asociadas con el uso eficiente del agua y los nutrientes. Los más utilizados son: textura, densidad real y aparente, así como la capacidad de retención hídrica y la estabilidad de los agregados. Esta última sirve para evaluar la resistencia de un suelo a la erosión. A simple vista, estos indicadores nos ayudan a traducir el estado físico del suelo en cuanto a una mayor resistencia a la erosión, la compactación y una mejor estructuración del terreno.

Por su parte, los **indicadores químicos** están relacionados con las condiciones químicas que afectan las relaciones suelo-planta, en particular la disponibilidad de nutrientes y la capacidad amortiguadora del suelo. Los más usados son el carbono orgánico del suelo, la materia orgánica del suelo, y el contenido y la disponibilidad de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio; o, de un modo más general, la conductividad eléctrica, que nos da una idea del potencial de salinidad de nuestros suelos. La materia orgánica —y, en consecuencia, el carbono orgánico— es un elemento fundamental para evaluar la calidad del suelo; de tal modo que, cuanto mayor sea este indicador, mejor preparado estará el suelo para cumplir todas sus funciones.



Por último, los **indicadores biológicos** son aquellos que nos indican el estado de los organismos vivos o procesos desarrollados por éstos que, con su presencia o abundancia, señalan cambios o estados de ciertas propiedades o procesos del suelo.

Las propiedades biológicas de los suelos, y por ende aquellos indicadores biológicos capaces de recogerlas, se caracterizan por ser muy sensibles a los cambios que ocurren en el suelo, por lo que responden rápidamente a pequeños cambios que ocurren en el ecosistema. Por ello, son especialmente útiles para obtener información inmediata y precisa sobre alteraciones en la calidad del suelo. Los indicadores biológicos tienen su base en la medida de la abundancia, diversidad o actividad de los organismos del suelo.

De entre estos indicadores biológicos, el carbono de la biomasa microbiana y la actividad microbiana son algunos de los parámetros que más se han relacionado con la salud y, por tanto, con la calidad del suelo. Las medidas de actividad enzimática también son reflejo de las propiedades biológicas de un suelo, dando reflejo de la actividad microbiana total (actividad deshidrogenasa) y de los procesos relacionados con los diferentes ciclos de los nutrientes (actividad fosfatasa,  $\beta$ -glucosidasa, ureasa y/o arilsulfatasa).

Sin embargo, a pesar de que las propiedades biológicas nos proveen de gran información, tienen una estrecha relación con las propiedades físicas y químicas; es difícil que la información obtenida no vaya acompañada de algún parámetro físico o químico, capaz de proporcionar una imagen completa.



**¿SABÍAS QUE EL SUELO ES UN RECURSO VIVO, QUE ALBERGA MÁS DEL 25% DE LA BIODIVERSIDAD DE NUESTRO PLANETA Y QUE HAY MÁS DE 40 000 ORGANISMOS DIFERENTES EN SOLO 1 G DE SUELO?**

# la biodiversidad del suelo

Esta diversa comunidad de organismos vivos mantiene el suelo sano y fértil y determina los principales procesos que hacen POSIBLE LA VIDA EN LA TIERRA.

**DEMOS UN VISTAZO A LOS MUCHOS ROLES DE LA BIODIVERSIDAD DEL SUELO**

La biodiversidad del suelo se puede observar a través de la macrofauna (> 2 mm, p. ej. lombrices de tierra)

Aquí hay un método simple para comparar el efecto de diversas condiciones del suelo (p. ej. bosque versus pradera, suelo arcilloso versus suelo arenoso)

La biodiversidad del suelo va desde los microorganismos hasta la macrofauna y todo lo intermedio.



**ECHEMOS UN VISTAZO A LA BIODIVERSIDAD EN TU SUELO**

1

- a. delinea un cuadrado en la superficie del suelo (p. ej. 25x25 cm)
- b. cava alrededor de esta área a una profundidad de 10 cm
- c. levanta este bloque de suelo y colócalo en una bandeja

Experimento del Atlas Mundial de Biodiversidad del Suelo de la Comisión Europea

4

El procedimiento se puede repetir para capas más profundas (por ejemplo, de 10 a 20 cm) y los resultados se pueden comparar.

2

Retira todos los animales pequeños que vas a mover y colócalos en un recipiente

3

Cuando estes seguro de que se han retirado todos los animales, se pueden contar y observar con un microscopio o lupa

Concedido al apoyo financiero de la





3.  
LA  
BIODIVERSIDAD  
DEL SUELO  
COMO  
INDICADOR  
DE CALIDAD



### 3 // LA BIODIVERSIDAD DEL SUELO COMO INDICADOR DE CALIDAD

La biodiversidad de un suelo se define como la variabilidad de los organismos vivos presentes en dicho suelo, incluida una multitud de organismos que no son visibles a simple vista. Dichos organismos incluyen a microorganismos, tales como las bacterias, los hongos, los protistas o los nemátodos, así como a macroorganismos que forman parte de la mesofauna (por ejemplo, ácaros y colémbolos) y macrofauna (por ejemplo, lombrices de tierra, insectos y arácnidos).

De entre estos, la abundancia y diversidad de lombrices de tierra (Annelida) se han empleado frecuentemente como un indicador clásico de calidad del suelo, debido al papel de estos organismos como ingenieros del ecosistema, gracias a su importante contribución a la aireación del suelo, la formación de agregados y el reciclado de nutrientes.

Estos organismos interactúan entre sí y con las diversas plantas y animales del ecosistema, formando una compleja red. La complejidad de dichas redes del suelo y el número de niveles tróficos también se ha usado frecuentemente como un indicador clásico de calidad de los suelos.

La importancia de dichas redes y de los organismos implicados en ellas es clave para generar una amplia gama de servicios esenciales para el funcionamiento sostenible de todos los ecosistemas, incluyendo los sistemas agrícolas.

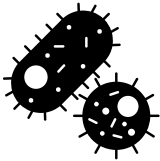


Organismos del suelo

Funciones ecosistémicas

Servicios ecosistémicos

Bacterias  
Hongos




Descomposición materia orgánica  
Ciclo del Carbono

Producción alimentos

Biotecnología

Microfauna



Ciclo de nutrientes

Regulación del clima

Conservación de la biodiversidad


Mesofauna



Estructura y mantenimiento del suelo

Servicios hidrológicos

Macrofauna



Control biológico poblacional

Hábitat

Retención carbono

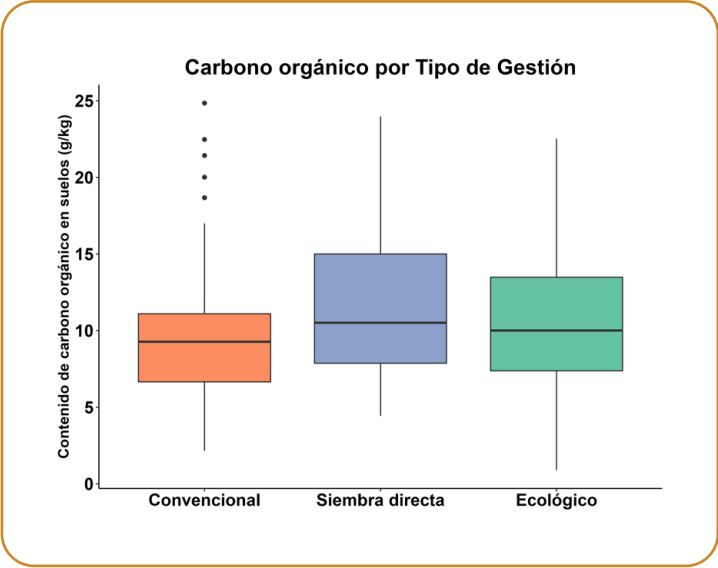
Ilustración 1. Procesos y causas de la degradación del suelo (Muñoz Rojas et al. 2021).

Los organismos del suelo actúan como los principales agentes impulsores del ciclo de nutrientes, bien directamente descomponiendo la materia orgánica o a través de su actividad depredadora sobre otros organismos del suelo, contribuyendo a regular la dinámica de la materia orgánica del suelo, el secuestro de carbono del suelo y la emisión de gases de efecto invernadero.

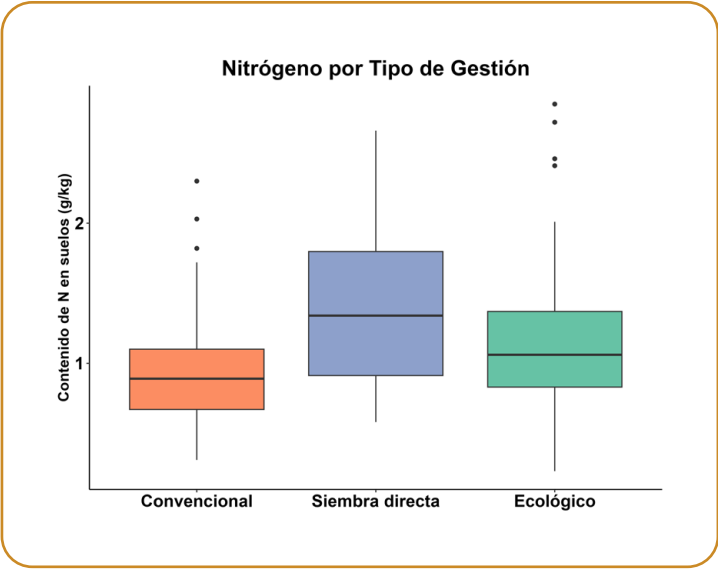
Además, modifican la estructura física del suelo y los regímenes hídricos, mejorando la cantidad y eficiencia de la adquisición de nutrientes por parte de la vegetación y mejorando la salud de las plantas.

Por tanto, la biodiversidad del suelo, incluyendo la fauna edáfica y microorganismos, es clave para el funcionamiento y la salud de los agroecosistemas, dado su papel en el reciclado de la materia y la protección frente a estreses ambientales, tanto bióticos como abióticos.

Esta guía pretende aportar información científica de cómo el manejo del suelo (convencional –laboreo del suelo-, ecológico y siembra directa) influye sobre su salud, es decir sobre su resiliencia económica, y la sostenibilidad y competitividad a medio y largo plazo de los suelos agrícolas.



*Ilustración 2. Carbono orgánico por tipo de manejo.*



*Ilustración 3. Nitrógeno por tipo de manejo.*

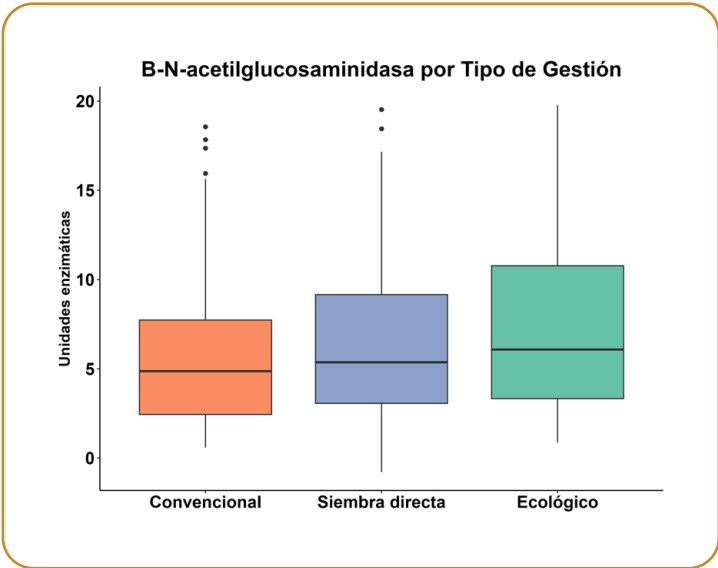
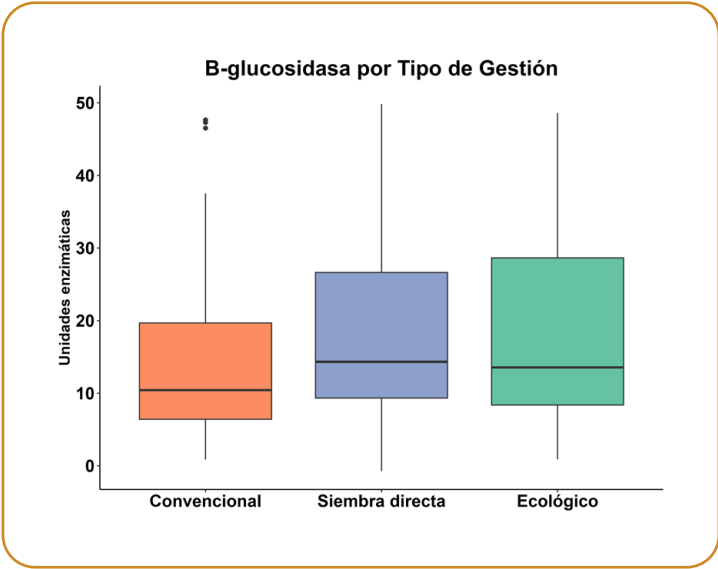
El **contenido de Carbono orgánico**, así como Nitrógeno en los suelos con los manejos de siembra directa y ecológico, fueron mayores que en el manejo convencional debido a la incorporación de restos vegetales e incorporación de materia orgánica externa, que ocurre en los primeros, dando lugar a un aumento per se de la materia orgánica del suelo, que conlleva un aporte de nutrientes que estará disponible para los cultivos conforme está se mineraliza en suelo. También, esta materia orgánica podrá formar parte de los agregados del suelo, dando lugar a una mayor capacidad de retención y almacenamiento de agua, entre otras propiedades, como una mayor capacidad de intercambio catiónico.

Todo ello favorece una mayor actividad de los microorganismos y la mesofauna del suelo.

Además de su contribución a la mitigación del cambio climático, al actuar como un sumidero de carbono.

Esto los convierte en estrategias clave para mitigar el cambio climático, mejorar la salud del suelo y aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas.

En la medición de **actividades enzimáticas** relacionadas con el ciclo del carbono ( $\beta$ -glucosidasa), nitrógeno ( $\beta$ -N-acetilglucosaminidasa) y fósforo (fosfatasa), se mostró cómo la siembra directa era el manejo con una mayor actividad, seguida del ecológico y, sensiblemente por encima, del convencional.



*Ilustración 4. Enzimas analizadas por tipo de manejo.*

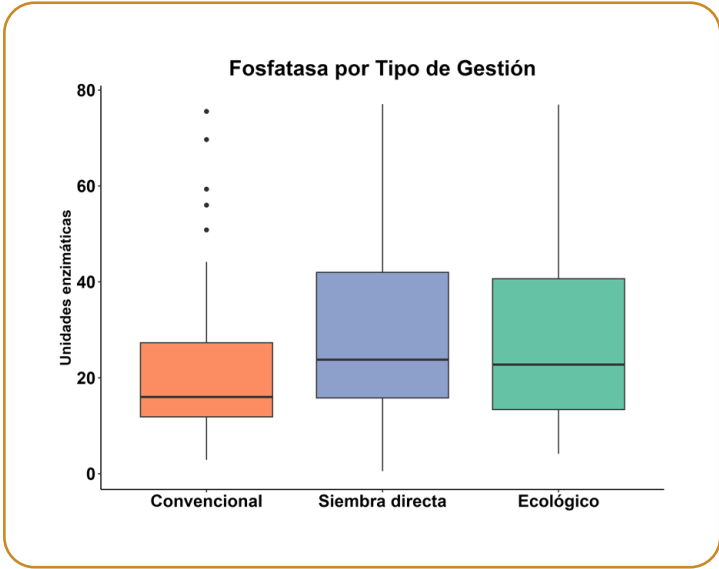


Ilustración 5. Actividad fosfatasa por tipo de manejo.

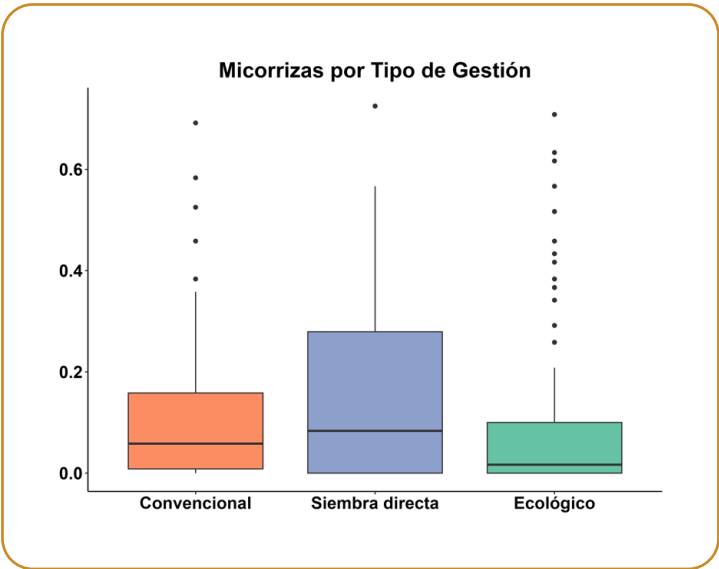


Ilustración 6. Micorrizas por tipo de manejo.

Respecto a la abundancia de **micorrizas** (hongos beneficiosos), capaces de obtener nutrientes y agua al alcanzar lugares a los que no son capaces de llegar las raíces, así como fijar nitrógeno atmosférico —suponiendo en ambos casos un importante ahorro durante el cultivo—, se ha observado cómo, de nuevo, la siembra directa muestra un contenido en micorrizas sensiblemente superior al convencional y ecológico, por el efecto de la remoción del suelo que tiene sobre la dinámica y estabilidad de las redes de hifas micorrízicas.

Los sistemas de manejo ecológico y de siembra directa favorecen una mayor actividad biológica del suelo en comparación con el manejo convencional, destacando una mayor abundancia de micorrizas y una actividad enzimática más intensa, relacionada con los ciclos del carbono, nitrógeno y fósforo. La siembra directa preserva la estructura del suelo, beneficiando la funcionalidad de las micorrizas, mientras que el manejo ecológico, aunque presenta mayor contenido de patógenos, también muestra condiciones edáficas que podrían reducir su impacto, gracias a un equilibrio entre nitratos y amonio. En contraste, el manejo convencional, caracterizado por menor materia orgánica y uso intensivo de agroquímicos, limita tanto la actividad microbiana como la enzimática, afectando negativamente la salud del suelo.

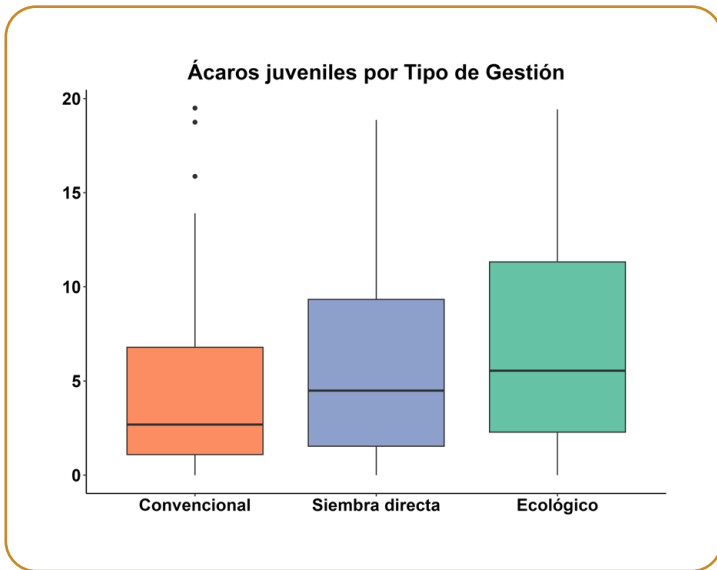
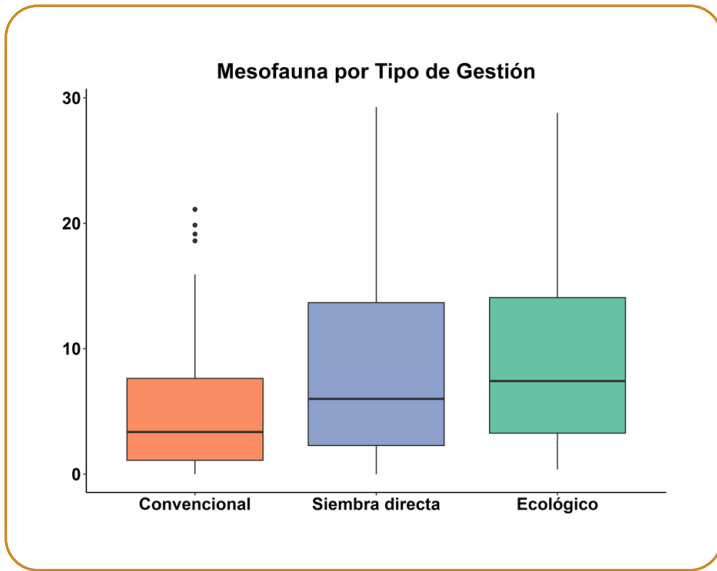


Ilustración 6. Mesofauna analizada por tipo de manejo.

La **mesofauna edáfica** comprende a los animales menores de 2 mm que habitan los intersticios del suelo y que cumplen una función clave en el reciclado de la materia orgánica a través de su fragmentación, y en el mantenimiento de la salud de las redes tróficas.

**Ecológico:** Muestra los mayores niveles de ácaros del suelo (grupo dominado por descomponedores y algunos depredadores), el grupo predominante de organismos del suelo. Este resultado destaca sobre todo para los juveniles. Esto se debe a su sensibilidad a la presencia de productos tóxicos empleados en agricultura convencional, sensibilidad que se acentúa más en el caso de los juveniles, debido a la mayor permeabilidad de su cutícula.

**Siembra directa:** Muestra valores intermedios de abundancia de ácaros, lo que podría estar relacionado con el efecto positivo de la siembra directa sobre las redes tróficas del suelo, y el negativo del uso de agroquímicos, como el glifosato antes de la siembra, para acabar con las malas hierbas.

**Convencional:** El laboreo convencional y uso de agroquímicos tiene un efecto combinado negativo sobre la presencia de ácaros, que son sensibles a los productos tóxicos y que, además, se ven afectados por la labranza del suelo, que destruye las redes tróficas de las que dependen y que, a su vez, contribuyen a establecer.

**Macrofauna (lombrices).** Adicionalmente, también evaluamos la presencia de lombrices en los suelos de los tres tipos de cultivos y observamos que, acorde con su papel de indicadores de salud del suelo, sólo encontramos lombrices en suelos con altos niveles de materia orgánica y en cultivos de siembra directa. Por el contrario, las lombrices estuvieron completamente ausentes de los campos labrados, independientemente de si estos fueron ecológicos o convencionales.

Esto indica el papel de las lombrices como indicadoras de perturbación del suelo y señala la importancia de conservar la estructura física del suelo, no sólo para favorecer el secuestro de carbono, como ya se ha demostrado previamente, sino también para permitir el desarrollo de un grupo de organismos fundamental para el aireado y reciclado de la materia orgánica, como son las lombrices.



*Muestreo de suelo del proyecto Soilbio.*



4.

# CONCLUSIONES





## 4 // CONCLUSIONES

En general, arar el suelo tiene un efecto negativo respecto a la biodiversidad del suelo y, por tanto, respecto a su salud, especialmente respecto a la conservación de micorrizas (hongos beneficiosos), que facilitan la absorción de nutrientes y agua por parte de las plantas.

La remoción del suelo reduce la capacidad de secuestrar carbono del suelo y su contenido en materia orgánica.

La remoción del suelo supone la ruptura de la estructura del suelo, que, junto con la menor presencia de materia orgánica, hace que los suelos labrados sean mucho más sensibles a la erosión y tengan menos capacidad de retención de agua.

Los suelos de siembra directa presentan una mejor estructura que los suelos convencionales y con manejo ecológico.

Los sistemas de manejo ecológico y de siembra directa favorecen una mayor actividad biológica del suelo en comparación con el manejo convencional, destacando una mayor abundancia de micorrizas y una actividad enzimática más intensa, relacionada con los ciclos del carbono, nitrógeno y fósforo.

A tenor de los resultados, el posible efecto negativo del uso de herbicidas totales ligados a la siembra directa es menor que los efectos consecuencia de la remoción del suelo.

En cuanto a salud del suelo, la siembra directa es más resiliente en relación con los indicadores físico-químicos que la convencional y la ecológica.

El manejo ecológico y la siembra directa presentan unos parámetros medios similares respecto a la mesofauna y actividad enzimática, y sensiblemente superiores al manejo convencional.

El manejo de agricultura de conservación es el único que garantiza la presencia de macrofauna en los suelos.



5.

RECOMENDACIONES  
GENERALES





## 5 // RECOMENDACIONES GENERALES

1

Adoptar prácticas de conservación del suelo, como la siembra directa, para mejorar la estructura y la retención de carbono.

2

Monitorear regularmente el estado del suelo: análisis de nutrientes, biodiversidad y signos de enfermedades.

3

Usar enmiendas orgánicas bien compostadas; evitar aplicar materia orgánica fresca o inestable.

4

Favorecer la rotación de los cultivos.

5

Evitar suelos desnudos.

6

Favorecer el uso del control biológico, como hace la agricultura ecológica, con el uso de macroorganismos y microorganismos, junto con semioquímicos y extractos botánicos, que representan herramientas complementarias fundamentales.

7

Profundizar en el uso de bioestimulantes y biofertilizantes.



# SOILBIO



Ministerio de  
Agricultura, Pesca y  
Alimentación



Plan de Recuperación,  
Transformación  
y Resiliencia



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU

SOILBIO