

Protocolos de medida

Vigilantes del suelo



Vigilantes
del suelo



Autores: En la elaboración de esta guía han participado José Manuel Mirás Avalos y Emily Silva Araujo del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) y Francisco Sanz García, Alba Peiro Chamarro, Asun Iguarbe Ortega y Mari Carmen Ibáñez Hernández de la Fundación Ibercivis. Para cualquier consulta o aclaración sobre el proyecto Vigilantes del Suelo, os podéis dirigir a este correo electrónico: vigilantesdelsuelo@ibercivis.es

Los protocolos de medida recogidos en esta guía se basan parcialmente en trabajos realizados por otras instituciones, en especial, las Tarjetas de Salud de los Ecosistemas Agrícolas de NEIKER (2015). En la sección dedicada a referencias se detallan los documentos empleados en la elaboración de esta guía.

Agradecimientos: Esta guía se ha desarrollado en el marco del proyecto “Vigilantes del Suelo” (FCT-22-18723), financiado por la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología-Ministerio de Ciencia e Innovación, dentro de sus ayudas para el fomento de la cultura científica, tecnológica y de la innovación 2022 (BOE nº 288, de 1 de diciembre de 2022 y BDNS Identif. 661788).

Descargo de responsabilidad: Esta publicación se basa en la información técnica disponible más adecuada y actualizada. No obstante, esta información se facilita únicamente a título orientativo y su utilización depende de numerosos factores que escapan al control de los autores. Por lo tanto, CITA, Ibercivis o sus representantes no aceptan ninguna responsabilidad derivada del uso de esta publicación, por cualquier pérdida, daño o perjuicio. El usuario utiliza esta publicación en estos términos.

ISBN: 978-84-15575-18-4

Editorial: Editorial Q

Título: Protocolos de medida Vigilantes del Suelo

Subtítulo: Guía Vigilantes del Suelo

Autores: Mirás Avalos, José Manuel; Araujo del Centro, Emily Silva ; Sanz García, Francisco; Peiro Chamarro, Alba; Iguarbe Ortega, Asun; Ibáñez Hernández, Mari Carmen.

Índice de contenidos

1. Introducción	4
2. Importancia de unos suelos saludables	5
3. Material necesario	7
4. Metodología a emplear	9
4.1. Elección de la zona de estudio y definición del transecto de muestreo	9
4.2. Medición de indicadores de calidad del suelo	10
4.2.1. Cobertura del suelo	11
4.2.2. Capacidad de infiltración de agua	13
4.2.3. Compactación del suelo	14
4.2.4. Diversidad de macrofauna	14
4.2.5. Lombrices (nº de individuos)	16
4.2.6. pH del suelo	17
4.2.7. Materia orgánica	17
5. Interpretación de los datos obtenidos	19
6. ¿Cómo subir los datos a la plataforma digital?	23
7. Referencias para saber más sobre el suelo	24



1. Introducción

Esta guía “Vigilantes del Suelo” ha sido elaborada por el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) y la Fundación Ibercivis en el marco de un proyecto conjunto (FCT-22-18723) financiado por la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT)-Ministerio de Ciencia e Innovación, en su convocatoria 2022. Se trata de un manual práctico que explica, de manera sencilla, cómo evaluar el estado de salud del suelo. Además de dar una idea de su estado actual, va a permitir valorar qué prácticas se podrían poner en marcha para mejorar el estado de salud del suelo.

El objetivo principal que se persigue con esta guía es estimular la participación ciudadana en actividades científicas relacionadas con el ámbito de la edafología, la ciencia que estudia los suelos. Por lo tanto, la guía va a dotar a estudiantes, profesorado y público en general de una herramienta para conocer por sí mismos el estado de salud del suelo de su zona, sin necesidad de una formación específica previa ni gastar dinero. Para ello, solo se deben realizar unas mediciones en campo sobre el suelo que se quiere evaluar y rellenar una ficha que se adjunta con la guía. En vista de este carácter divulgador e inclusivo (cualquier persona puede realizar las medidas que se exponen en la guía), el diagnóstico de salud del suelo obtenido tiene un carácter básico y está sujeto a condicionantes que limitan la generalización de las conclusiones que se puedan derivar del mismo.

En concreto, esta guía detalla **siete indicadores de salud del suelo** que podemos conocer empleando material “casero”, cómo medirlos correctamente, qué significa cada uno de ellos y los rangos de valores de referencia para diagnosticar si el suelo está bien o mal de salud. Finalmente, se sugieren algunas acciones que se podrían poner en marcha para mejorar la salud del suelo.

La guía está diseñada para que el público en general pueda tener una idea acerca de la salud del suelo, aunque NO va a permitir obtener un diagnóstico detallado, ya que esto requiere material y equipos especializados, así como la determinación de muchos otros indicadores y ajustar los valores de referencia. En contrapartida, como los indicadores que se plantean en esta guía se pueden medir empleando métodos “caseros” y sin necesidad de una formación específica, cualquier persona puede usarla.

¡Ánimo y manos a la obra!

2. Importancia de unos suelos saludables

El suelo es una mezcla de minerales, aire, agua y materia orgánica (organismos vivos y muertos) en proporciones variables. Estos cuatro componentes interactúan entre sí de muy diversas maneras, lo que hace del suelo uno de los recursos naturales más dinámicos e importantes de nuestro planeta. En la naturaleza, sus características son el resultado de diversos factores: material de origen, condiciones ambientales (clima), relieve, materia orgánica y actividad de la biota (lombrices, hongos, bacterias, insectos, etc.).

El suelo es un componente fundamental del paisaje, tanto natural (bosques, dunas, etc.) como agrario y urbano, ya que proporciona servicios ecosistémicos imprescindibles para la vida, como ser hábitat de flora y fauna, o la producción de alimentos, entre otros. Además, los suelos son fundamentales para filtrar, almacenar y purificar agua, fijar carbono, en el reciclaje de nutrientes y como soporte para edificaciones. No obstante, el suelo es un recurso no renovable porque la velocidad a la que se genera es más lenta que la velocidad a la que se pierde o degrada. Por ello, es esencial protegerlo y mantener o mejorar su salud.

Se define “salud del suelo” como la capacidad continuada de un suelo para funcionar como un ecosistema vivo que mantiene a plantas, animales y seres humanos. Los suelos sanos contribuyen a lograr la neutralidad climática y la resiliencia al cambio climático, desarrollar una (bio)economía limpia y circular, revertir la pérdida de biodiversidad, salvaguardar la salud humana, detener la desertificación y revertir la degradación del suelo.

Sin entrar en detalles, el suelo es el recurso menos protegido por la legislación vigente aunque, afortunadamente, esta tendencia está cambiando. En el marco legislativo actual, se hace referencia al suelo en leyes generales sobre protección del medio ambiente, pero no existe una normativa específica para protegerlo. Sin embargo, la Agencia Europea del Medio Ambiente advirtió de que la falta de un marco político coherente y exhaustivo para proteger el suelo es un aspecto crucial, ya que reduce la efectividad de las medidas e incentivos existentes y puede limitar la capacidad de Europa para alcanzar objetivos futuros. En consecuencia, se decidió renovar la Estrategia Temática del Suelo de 2006 para adaptarla al contexto político actual y al nuevo conocimiento científico existente.



La nueva [Estrategia de Protección del suelo](#) se basa en varios objetivos del Pacto Verde, contribuyendo significativamente a alcanzarlos; además, se vincula con otras iniciativas de la Unión Europea (UE). Esta acción se basa en el Artículo 191 del Tratado de Funcionamiento de la UE, que requiere una política de la Unión con objeto de preservar, proteger y mejorar la calidad del medio ambiente, protegiendo la salud humana, la utilización racional de los recursos naturales, promover medidas a nivel internacional para abordar los problemas medioambientales tanto regionales como mundiales y, en particular, combatir el cambio climático. El objetivo principal de esta estrategia es lograr una buena salud del suelo de aquí al año 2050, es decir, para esa fecha, todos los ecosistemas del suelo de la UE se encontrarán en buen estado y serán, por tanto, más resilientes.

En España, se han llevado a cabo esfuerzos para trasladar esta tendencia normativa al ámbito agrario a través del [Real Decreto 47/2022](#), de 18 de enero, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, y del [Real Decreto 1051/2022](#), de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible de sistemas agrarios.



3. Material necesario

Para realizar un diagnóstico objetivo de la calidad del suelo a nivel básico no necesitas ninguna herramienta sofisticada, te bastará con el siguiente material:

Ficha de campo
Bolígrafo o lápiz
Teléfono móvil (solo es necesario uno por clase)
Agua oxigenada
Agua destilada (100 mL para los 3 grupos)
Agua del grifo (2L)
Vasos de plástico o papel
Bandeja
Cuchara
Regla
Cilindro metálico o de PVC
Mazo
Taco de madera
Tiras indicadoras de pH
Pala

Desde Vigilantes del suelo te proporcionaremos este kit:

Agua oxigenada
Cilindro metálico o de PVC
Mazo
Tiras indicadoras de pH
Pala
Una bolsa de tela

Desde tu casa o el cole tendrás que traer:

Ficha de campo
Bolígrafo o lápiz
Teléfono móvil (solo es necesario uno por clase)
Agua destilada (100 mL para los 3 grupos)
Agua del grifo (2L)
Vasos de plástico o papel
Bandeja
Cuchara
Regla
Taco de madera

Te recomendamos:

- Traer como bandejas tres tapas de cartón de una caja de folios.
- Llevar un par de litros de agua destilada que se puede encontrar en cualquier supermercado.
- Una regla de unos 15 cm.

4. Metodología a emplear

4.1. Elección de la zona de estudio y definición del transecto de muestreo

A la hora de evaluar la salud del suelo, es muy importante realizar un muestreo consistente y representativo del campo. En el caso de "Vigilantes del Suelo", es de especial relevancia uniformizar el protocolo de muestreo para que los resultados obtenidos en regiones diferentes sean comparables. Las propiedades del suelo varían, de manera natural, a lo largo de un campo y, además, se ven afectadas por las labores, en el caso de los suelos agrarios. En general, evitaremos: áreas de surcos y entresurcos, diferencias en tipo de suelo, diferencias de manejo y diferencias de pendiente.

Algunas propiedades del suelo varían con las estaciones del año y con las prácticas agrícolas. Por eso, la mejor época para realizar la evaluación de la salud del suelo es la primavera o el otoño, cuando las temperaturas son suaves. Dentro de esta época, realizaremos las medidas entre 2 y 3 días después de una lluvia significativa (10 - 20 L/m²), evitando así que el suelo esté excesivamente seco o húmedo. Idealmente, evitaremos los días fríos o calurosos porque alteran la actividad de los seres vivos que habitan el suelo.

En "Vigilantes del Suelo" recomendamos que localices la zona de muestreo utilizando un mapa o imagen aérea (Google Maps, Iberpix o Google Earth pueden ayudarnos). Anota la localización en la ficha de campo, que será el inicio de un transecto de, aproximadamente, 25 metros sobre el que evaluarás la calidad del suelo. Luego, decide cada cuánto espaciar los puntos de muestreo. Seis de los siete indicadores que mediremos han de muestrearse en tres puntos espaciados uniformemente a lo largo del transecto (como mínimo 5 metros entre puntos de muestreo, pero si el campo es muy grande pueden ser 20 metros), obteniendo así tres resultados. El muestreo del otro indicador, en concreto, la cobertura del suelo, será diferente y está especificado más adelante en su apartado correspondiente, y de él se obtendrá un único resultado.

A modo de ejemplo, exponemos las siguientes situaciones posibles:

1. En un campo dedicado a pasto, un parque o un jardín, desplegamos el transecto en el sentido de la pendiente. Si el campo es grande, separaremos los puntos de muestreo en intervalos de 20 metros.
2. En un huerto, desplegamos el transecto en el contorno para asegurar condiciones similares de humedad.
3. En viñedos o huertos de frutales podríamos hacer 2 transectos: uno en la fila de árboles y otro en la calle. Si los árboles están regados, muestrea sólo en la zona de influencia de la manguera.

En resumen, las claves cuando establecemos un transecto son: permanecer en el mismo tipo de suelo y unidad de manejo (en el caso de un terreno agrícola), permanecer en la misma parte del paisaje y muestrear cuando el suelo está húmedo.

4.2. Medición de indicadores de calidad del suelo

El suelo posee tres aspectos clave para su funcionamiento: físico, químico y biológico. Todos ellos son importantes y se influyen entre sí. Un suelo sano es aquel que presenta un buen estado en estos tres aspectos, resultando en un buen funcionamiento general del ecosistema suelo.

Un indicador es un atributo que refleja la salud de un suelo, al estar relacionado con alguna o varias de sus funciones o servicios ecosistémicos. Por tanto, constituye un buen instrumento para comparar los efectos de la gestión de suelos o del territorio a corto, medio y largo plazo. Sin embargo, no se puede trabajar con un número elevado de indicadores, ya que esto supone mucho tiempo, esfuerzo y dinero, por lo que debemos seleccionar aquellos más representativos.

En “Vigilantes del Suelo” se han seleccionado varios indicadores que pueden determinarse directa y fácilmente en el campo a bajo coste, y que están asociados a propiedades que afectan en gran medida a las funciones del suelo. Los 7 indicadores seleccionados son: cobertura del suelo, capacidad de infiltración de agua, compactación, materia orgánica, pH, número de lombrices y diversidad de macrofauna. Estos indicadores dan una idea del estado del suelo en sus tres aspectos fundamentales: físico, químico y biológico, permitiendo establecer un índice básico de calidad del suelo.

En primer lugar, determinamos la cobertura de suelo a lo largo del transecto de muestreo siguiendo las indicaciones que se detallan en la

página siguiente. Luego, en cada punto de muestreo excavamos un bloque de suelo de 10 cm de lado y 10 cm de profundidad empleando la pala que proporcionamos con el kit, lo levantamos con cuidado y lo colocamos en una bandeja blanca. Primero, medimos el número de lombrices y la diversidad de macrofauna. Luego, desmenuzamos el suelo y cogemos una pequeña porción para medir el pH y otra para la materia orgánica. El resto del suelo lo devolvemos al agujero que hemos abierto. Además, en cada punto de muestreo (cerca del agujero que hemos excavado) mediremos los indicadores físicos: velocidad de infiltración de agua y compactación del suelo.

Existen otros indicadores de salud del suelo que podrías incorporar al diagnóstico, obteniendo una información más detallada del estado de tu suelo. Sin embargo, estos indicadores adicionales requieren más tiempo y esfuerzo, pero pueden valer la pena. Entre estos indicadores destacan la densidad aparente, la estabilidad de agregados al agua, características de las raíces, etc. Puedes encontrar más información y protocolos de medida en las referencias que listamos al final de esta guía.

Ahora nos vamos a poner manos a la obra y vamos a medir los 7 indicadores que nos permitirán diagnosticar la calidad del suelo.

Recuerda seguir las instrucciones que presentamos a continuación para que los datos sean lo más robustos, representativos y fiables posible. ¡Ánimo!

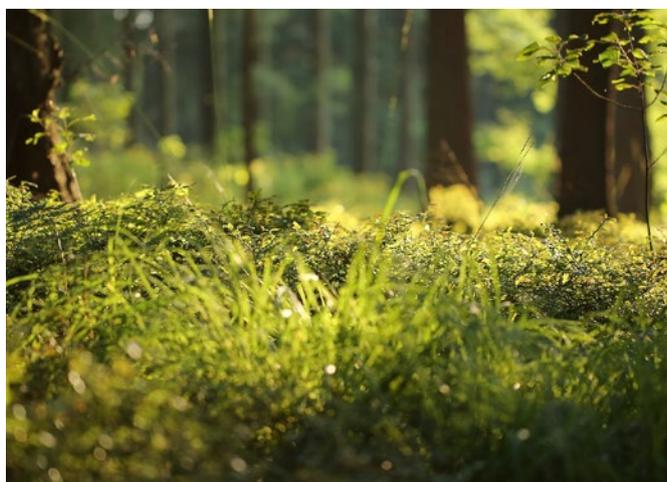
4.2.1. Cobertura del suelo

Este indicador se refiere a cualquier material que cubra al suelo y lo proteja frente a la exposición y degradación causada por los procesos erosivos. Puede tratarse de plantas vivas (pastos, cultivos, “malas hierbas”), residuos vegetales (rastros, por ejemplo), acolchados, así como piedras y, en sistemas de pastoreo, se pueden considerar también las deyecciones de los animales.

El suelo expuesto puede degradarse de varias formas entre las que se incluyen la erosión hídrica y la eólica, ya que estos procesos van retirando la capa más superficial del suelo, la más fértil. Además, las gotas de lluvia, al impactar sobre un suelo desnudo, pueden dañar su estructura superficial, provocando que se infiltre menos agua y se genere más escorrentía. La cobertura del suelo es la manera más efectiva de incrementar la infiltración de agua en el suelo. Disponer de gran cantidad de material vegetal, incluyendo plantas vivas, sobre la superficie del suelo ayuda a mantener los niveles de materia orgánica en el suelo y a aumentar el número de organismos

presentes, ya que usan como alimento y refugio los materiales que forman la cobertura del suelo.

Para determinar la cobertura del suelo, camina a lo largo del transecto de muestreo que has definido y, a cada paso, mira lo que hay delante de tu bota: suelo desnudo, residuo vegetal, planta viva, piedra, etc. Comienza al principio del transecto y da 25 pasos espaciados uniformemente, anotando en la ficha siguiente lo que has visto a cada paso. Brevemente, en la columna “Cuenta” marca, en la fila correspondiente, el tipo de cobertura que encuentras a cada paso, que luego sumarás en la columna “Total”. Por lo tanto, obtendrás, por una parte, la suma de las veces que has encontrado una cobertura del suelo (planta viva, hojas, ramas, estiércol, piedras) y, por otra parte, las veces que aparece el suelo desnudo. Divide el valor total de cubiertas que has registrado entre la suma de ese valor total más el total de suelo desnudo registrado. Multiplica por 100 el resultado obtenido y ese será el porcentaje de cobertura del suelo.



Porcentaje de cobertura del suelo			
Tipo	Cuenta	Total	Total de cubiertas
Planta			
Hojas, ramas			
Estiércol			
Rocas, gravas			
Tipo	Cuenta	Total de suelo desnudo	
Suelo desnudo			
Cálculos			
Total cubiertas			
Total cubiertas + Total Suelo desnudo			
División: Total cubiertas/ (Total cubiertas + Total Suelo desnudo)			
Multiplicar el resultado anterior por 100 y tendremos el % de cobertura			

Apunta este valor en la ficha de campo de Vigilantes del Suelo y valóralo según la siguiente tabla:

Clasificación	Pobre	Mejorable	Bueno	Muy Bueno
Descripción	Menos de 50%	Entre 50% y 70%	Entre 70% y 90%	Más de 90%
Puntuación	0	3	6	10

4.2.2. Capacidad de infiltración de agua

El tiempo de infiltración de agua nos indica cómo de rápido entra el agua (lluvia, riego) en el perfil del suelo a través de su superficie. Cuanta mayor cantidad de agua entre en el perfil del suelo, más estará disponible para las plantas. Por tanto, es importante que entre mucha agua en el suelo durante cada evento de lluvia. En caso contrario, escurrirá sobre el suelo y provocará erosión. La capacidad de infiltración de agua está relacionada con la estructura del suelo. Así, cuanto mayor sea la capacidad de infiltración, mejor será la estructura del suelo. Esto significa que la aireación en el suelo se mejora y las raíces de las plantas crecerán más fácilmente.

proporciona el kit de Vigilantes del Suelo y, con ayuda de un mazo y un taco de madera, clávalo 2 cm en el suelo. Evita discontinuidades (grietas, piedras, palos, etc.) y recuerda eliminar el exceso de vegetación en la superficie del suelo en caso de que sea necesario. Coloca una regla pegada a una pared del cilindro. Vierte agua suavemente dentro del cilindro hasta llegar casi hasta el borde. Rápidamente, anota la altura a la que ha llegado el agua en la regla. Espera 6 minutos. Mide cuántos milímetros ha bajado el agua en ese tiempo. Multiplica el resultado por 10; esto te permite obtener el valor de infiltración de agua en milímetros por hora (mm/h).

Para este indicador vas a simular una precipitación muy intensa (30 L/m², según la Agencia Estatal de Meteorología). Para ello, toma el cilindro que

Anota este resultado en la ficha de campo de Vigilantes del Suelo y valóralo según la siguiente tabla:

Clasificación	Pobre	Mejorable	Bueno	Muy Bueno
Descripción	0 a 25 mm/h	25 a 100 mm/h	100 a 250 mm/h	Más de 250 mm/h
Puntuación	0	3	6	10



Diferentes fases del ensayo de velocidad de infiltración de agua: 1 y 2) Material, 3) Clavar el cilindro 2 cm en el suelo, 4) Cilindro colocado, 5) Agua aplicada en el cilindro, 6) Suelo tras haber infiltrado el agua aplicada.

4.2.3. Compactación del suelo

Una excesiva compactación del suelo dificulta la entrada de aire y agua en el suelo, así como el desarrollo de las raíces de las plantas, que no podrán profundizar ni alcanzar nutrientes o agua de estratos inferiores en el perfil del suelo. Además, la compactación suele estar relacionada con la aparición de enfermedades radiculares.

Para determinar este indicador, en el mismo punto donde has medido la capacidad de infiltración de agua, intenta introducir un bolígrafo en el suelo hasta la profundidad que puedas,

realizando un esfuerzo modesto con una sola mano. En caso de que tropieces con una piedra que impida el paso del bolígrafo, inténtalo de nuevo en un punto cercano. Como esta medida depende mucho de la persona que la realice y del estado de humedad del suelo en el momento de la medida, recomendamos que el pinchazo se realice en el área humedecida durante la medida de infiltración anterior. Anota en la ficha cuántos centímetros ha sido posible introducir el bolígrafo en el suelo y compara el resultado con los valores indicados en la siguiente tabla:

Clasificación	Pobre	Mejorable	Bueno	Muy Bueno
Descripción	De 0 a 1 cm	De 2 a 4 cm	De 4 a 7 cm	Más de 7 cm
Puntuación	0	3	6	10

4.2.4. Diversidad de macrofauna

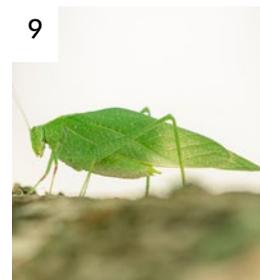
Se llama macrofauna a aquellos organismos que son visibles a simple vista o con ayuda de una lupa de mano (formalmente, son los organismos que miden más de 1 mm) y representan el eslabón superior de la cadena trófica.

Además de microorganismos (hongos, bacterias y protozoos), un suelo sano debe contener un rango amplio de organismos mayores, como lombrices, hormigas, ácaros, escarabajos, etc., ya que muchos de ellos se encargan de comenzar el proceso de descomposición de los restos orgánicos troceándolos y poniéndolos a disposición de otros organismos que, a su vez, los transforman en nutrientes para las plantas. Además, tienen una influencia positiva sobre la estructura del suelo y la infiltración de agua. Algunos de estos organismos son patógenos y se alimentan de plantas, pero la mayoría de los que encontraréis se alimentan de los anteriores

y son, por tanto, depredadores que mantienen bajo control las poblaciones de patógenos.

La diversidad de macrofauna edáfica puede determinarse visualmente mediante el conteo de tipos diferentes de organismos presentes en una muestra de suelo. Para ello, como hemos dicho anteriormente, excava un bloque de suelo de 10 cm de lado y 10 cm de profundidad empleando la pala que proporcionamos con el kit, levántalo con cuidado y colócalo en una bandeja o una superficie plana. Con esta muestra mediremos la diversidad de macrofauna y el número de lombrices, y después la materia orgánica y el pH. En el caso que nos ocupa ahora, la diversidad de macrofauna, examina primero la superficie, después desmenuza manualmente el bloque y cuenta los tipos diferentes de macrofauna presentes (NO LOS INDIVIDUOS). Ayúdate con una lupa y las fotos de organismos de la ficha siguiente.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MACROFAUNA DEL SUELO



1. Arañas (Arachnida)

2. Ciempiés (Chilopoda)

3. Escarabajos (Coleoptera)

4. Tijeretas (Dermaptera)

5. Cucarachas (Dictyoptera)

6. Milpiés (Diplopoda)

7. Caracoles (Gasteropoda)

8. Chinchas (Heteroptera)

9. Chicharras (Homoptera)

10. Hormigas (Hymenoptera)

11. Cochinillas (Isopoda)

12. Termitas (Isoptera)

13. Lombrices (Oligochaeta)

14. Saltamontes (Orthoptera)

15. Otros (Larvas, etc.)

Suma el número de tipos observados tanto en la superficie como en el suelo, anota el resultado obtenido en la ficha de campo y compáralo con los valores de referencia de esta tabla:

Clasificación	Pobre	Mejorable	Bueno	Muy Bueno
Descripción	Ningún tipo	Solo 1 tipo	Entre 2 y 3 tipos	Más de 3 tipos
Puntuación	0	3	6	10

4.2.5. Lombrices (nº de individuos)

La presencia de lombrices es un excelente indicador de la salud del suelo ya que, con su actividad, mejoran la estructura, la porosidad y el drenaje del suelo. Además, tienen un papel relevante en el ciclo de los nutrientes porque rompen los residuos vegetales, airean el suelo y sus excreciones son fértiles. Sin embargo, una presencia excesiva de lombrices puede indicar que la materia orgánica fresca se está acumulando debido a una escasa actividad microbiana. Por otro lado, la escasez de lombrices sugiere la

existencia de algún tipo de estrés, ya sea químico (pesticidas), físico (laboreo excesivo) o biológico (superpoblación de topos o de roedores).

Este indicador se mide al mismo tiempo que la diversidad de macrofauna. Para ello, solamente tienes que contar el número de lombrices (individuos) presente en el bloque de suelo extraído, anotarlos en la ficha de campo de Vigilantes del Suelo, y comparar el resultado con los valores de referencia de la tabla siguiente:

Clasificación	Pobre	Mejorable	Bueno	Muy Bueno
Descripción	Ninguno o más de 10	1 o 10	2-4 o 7-9	5 o 6
Puntuación	0	3	6	10

Ten presentes las recomendaciones sobre la época de muestreo que hemos dado en esta guía porque, por ejemplo, durante el verano las lombrices buscan la frescura y permanecen enrolladas en estratos más profundos, por lo que serán difíciles de encontrar en los primeros 10 cm. Por el contrario, cuando los suelos están encharcados, salen a respirar a la superficie donde las encontraremos en mayor abundancia de lo normal. Por eso, ninguno de estos momentos es bueno para llevar a cabo el conteo de lombrices, ya que podrían llevarnos a conclusiones erróneas sobre el estado de salud del suelo.

4.2.6. pH del suelo

El pH es una medida de lo ácido o alcalino que es un suelo. Los procesos bioquímicos que ocurren diariamente en el suelo resultan en un equilibrio entre acidez y alcalinidad, dando al suelo su pH. Sin embargo, algunos procesos naturales y algunas prácticas agrícolas (aplicación de enmiendas, por ejemplo) pueden incrementar la acidez de un suelo y hacer que las condiciones sean menos adecuadas para algunos cultivos.

El pH de un suelo afecta enormemente a la disponibilidad de nutrientes y a la actividad biológica. Bajo condiciones de elevada acidez o alcalinidad, un gran número de nutrientes pueden quedar inmovilizados y no estar disponibles para las plantas. Bajo condiciones ácidas, algunos elementos tóxicos como el aluminio y el manganeso pueden

solubilizarse y crear condiciones tóxicas para el crecimiento vegetal.

En el campo, se puede determinar el pH del suelo de manera aproximada utilizando tiras de colores indicadoras de pH. Para ello, coloca una porción de suelo en un vaso hasta una altura de 1 cm (aproximadamente una cucharada). Añade agua destilada para que cubra holgadamente el suelo y agita la mezcla con una cuchara durante un minuto. Entonces, introduce la tira indicadora en la solución de suelo durante unos 3 segundos, para luego retirarla y aclararla con agua destilada.

Compara el color de la tira con la escala de pH y anota el resultado en la ficha de campo, clasifícalo según esta tabla:

Clasificación	Pobre	Mejorable	Bueno	Muy Bueno
Descripción	Menos de 5 o más de 8	Entre 5 y 5,5 o 7,5 y 8	Entre 5,5 y 6 o 7 y 7,5	Entre 6 y 7
Puntuación	0	3	6	10

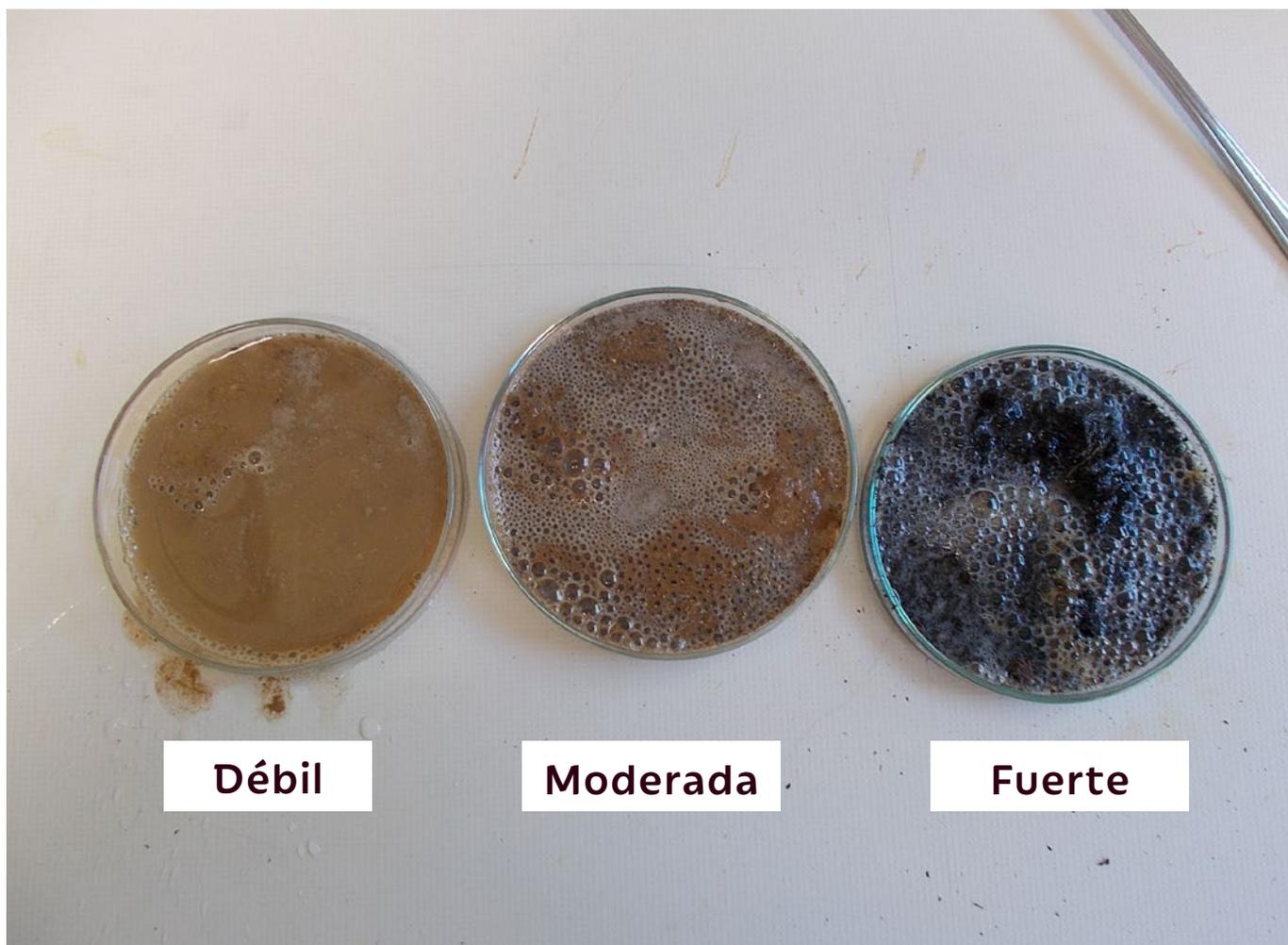
4.2.7. Materia orgánica

La materia orgánica es el almacén de nutrientes del suelo que, gracias a la actividad de los microorganismos, se transforman en minerales que las plantas pueden asimilar. Además, la materia orgánica mejora y regula otras propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, como la estructura, la capacidad de almacenamiento de agua, el pH, la actividad biológica, etc. Por todo ello, es uno de los mejores indicadores de la salud del suelo.

La materia orgánica procede de los seres vivos que habitan en el suelo, principalmente de los

vegetales. La mayor parte de esta materia orgánica está descompuesta y sus restos no se reconocen porque están mezclados con la parte inorgánica del suelo. Por eso, para determinar este indicador en Vigilantes del Suelo sugerimos una sencilla reacción química con agua oxigenada (20 volúmenes, como la que puedes encontrar en cualquier farmacia). Para ello, coge una pequeña muestra de suelo (una cucharada) y añade un chorro de agua oxigenada sobre ella. Cuantas más burbujas se formen, mayor cantidad de materia orgánica hay en el suelo. Te puedes orientar por esta foto:

EJEMPLO DE REACCIONES AL AGUA OXIGENADA



Débil

Moderada

Fuerte

Introduce el resultado en la ficha de campo de Vigilantes del Suelo y compáralo con los valores de referencia de esta tabla

Clasificación	Pobre	Mejorable	Bueno	Muy Bueno
Descripción	Ninguna	Débil	Moderada	Fuerte
Puntuación	0	3	6	10

5. Interpretación de los datos obtenidos

A medida que vayas obteniendo datos, regístralos en la ficha de campo que se presenta en la página siguiente y que te ayudará a valorar la salud de tu suelo. En esta ficha se presentan los valores de referencia para cada indicador, tal y como hemos explicado cuando hemos descrito el protocolo de medida de cada uno de ellos.

Como puedes ver, rellenar esta ficha es muy sencillo:

1. Anota la fecha, las condiciones ambientales (día soleado, nublado, caluroso, lluvioso, etc.) en el momento en que hagas las medidas y, si es posible, indica la localización GPS de la zona de muestreo (¡la puedes obtener con el móvil!) y describe la zona brevemente. Apunta también cuántos días hace desde que llovió y a qué tipo de ambiente corresponde tu zona de muestreo.
2. Una vez hayas establecido la zona en la que vas a medir, comienza por el indicador cobertura del suelo, que solo tendrás que medir una vez. Anota el resultado en la ficha.
3. Recuerda que debes tomar tres puntos de muestreo para calcular una media para cada uno de los otros 6 indicadores. Primero, extrae el bloque de suelo, tal y como se ha explicado en esta guía y comienza por contar el número de lombrices y la diversidad de macrofauna, después realiza las medidas de pH y materia orgánica. Seguidamente, en un punto cercano a donde has excavado el bloque de suelo, realiza el ensayo de infiltración y el de compactación del suelo. No olvides anotar en la ficha de campo los resultados que obtengas.
4. Calcula el promedio de cada uno de los indicadores medidos.
5. Suma el promedio de todos los indicadores para obtener el índice de calidad de tu suelo y compara el resultado que obtengas con los valores de referencia.

Indicador	Puntuación				Resultado			Promedio	Comentarios
	Pobre	Mejorable	Bueno	Muy Bueno	1	2	3		
	0	3	6	10					
Cobertura del suelo	Menos de 50%	Entre 50% y 70%	Entre 70% y 90%	Más de 90%				(Sólo en este indicador, copiar el resultado de la izda.)	
Capacidad de infiltración de agua	0 a 25 mm/h	25 a 100 mm/h	100 a 250 mm/h	Más de 250 mm/h					
Compactación	De 0 a 1 cm	De 2 a 4 cm	De 4 a 7 cm	Más de 7 cm					
Lombrices (n° de individuos)	Ninguna o más de 10	1 o 10	Entre 2 y 4 o entre 7 y 9	5 o 6					
Diversidad macrofauna	No se observan organismos	Un único tipo	Entre 2 y 3 tipos	Más de 3 tipos					
Acidez/basicidad (pH)	Menor que 5 o mayor que 8	De 5 a 5,5 o de 7,5 a 8	De 5,5 a 6 o de 7 a 7,5	Entre 6 y 7					
Materia orgánica	Ninguna	Débil	Moderada	Fuerte					
					SUMA				

En el caso de que el suelo se encuentre en condiciones óptimas, la puntuación será 70, siendo un suelo en muy mal estado aquel con un índice de 0. En la tabla siguiente se exponen unos rangos de valores de referencia para interpretar el índice de “Vigilantes del Suelo” obtenido. Sin embargo, conviene tener presente que es importante que el suelo esté sano en todos los aspectos y que se debe mejorar la calidad del suelo mediante las técnicas de manejo adecuadas.

Valor del índice Vigilantes del Suelo	Estado de salud del suelo
60 – 70	Excelente
50 – 60	Muy bueno
40 – 50	Bueno
30 – 40	Aceptable
20 – 30	Mejorable
10 – 20	Malo
< 10	Pobre



Si la puntuación de alguno de los indicadores de salud de tu suelo ha sido **pobre o mejorable**, ¡no te desanimes! Nos has ayudado a identificar una zona sobre la que se debe actuar para mejorar la calidad del suelo. Siempre existe la posibilidad de mejorar el estado del suelo mediante la implementación de prácticas de manejo respetuosas y sostenibles que permitan incrementar su salud. A modo de ejercicio, utiliza la siguiente tabla para identificar posibles prácticas de manejo dirigidas a mejorar aquellos indicadores en los que hayas obtenido bajas puntuaciones.

Indicador pobre	Causas posibles	Soluciones potenciales
Cobertura del suelo	Sobrepastoreo / Escaso crecimiento vegetal / Herbicidas / Compactación del suelo / Erosión / Laboreo excesivo	Optimizar el pastoreo / Desbroce / Fertilizantes o enmiendas / Uso de plantas tolerantes a la sombra / Retención de rastrojos / Laboreo de conservación
Capacidad de infiltración de agua	Encostramiento superficial	Aportes orgánicos. Incorporación restos cultivo/poda.
	Compactación superficial	Reducir el tránsito de maquinaria
Compactación	Compactación superficial y/o subsuperficial (suela de labor)	Reducir el tránsito de maquinaria. Evitar aperos de cuchillas horizontales.
		Laboreos profundos (subsolado)
Lombrices (n° individuos)	Estrés físico (laboreo)	Reducir/evitar uso rotocultivador
	Estrés químico (pesticidas, acidez)	Evitar acidez y pesticidas. Aportar materia orgánica
	Estrés biológico (topos, roedores)	Prevenir plagas
Diversidad macrofauna	Ausencia de hábitat o estructura / Bajo contenido en materia orgánica / Bajos niveles de cobertura del suelo	Utilizar pastoreo estratégico / Incrementar los niveles de materia orgánica mediante cultivos cubierta, abonos verdes, uso de una fase de pasto, enmiendas orgánicas como rastrojos y purín o compost / Laboreo mínimo / Minimizar el uso de agroquímicos
Materia orgánica	Abonado mineral	Abonado orgánico (compost, estiércol)
	Retirada o quema de restos de cosecha	Incorporación de restos al suelo
Acidez/basicidad (pH)	Acidez extrema	Encalar (CaO , Ca(OH)_2 , cenizas)
	Basicidad extrema	Materia orgánica y azufres

6. ¿Cómo subir los datos a la plataforma digital?

Cómo subir datos a la plataforma digital



Sigue los siguientes pasos para que el diagnóstico de la salud del suelo quede registrado en **Vigilantes del Suelo**

- 1** Dirígete a la ubicación del suelo que quieres registrar
- 2** Abre la app Geonity y **REGÍSTRATE**
- 3** En la barra de búsqueda, busca *Vigilantes del Suelo* y haz click en **¡Participa!** para unirte
- 4** Marca la localización en el mapa
- 5** Rellena el formulario con los datos de tu muestra
- 6** Pulsa sobre el símbolo de la cámara y toma o añade una fotografía
- 7** Cuando termines, pulsa **Finalizar** para enviar tus respuestas



7. Referencias y enlaces web para saber más sobre el suelo

European Environment Agency. 2023. Soil monitoring in Europe – Indicators and thresholds for soil health assessments. EEA Report No 08/2022. Copenhagen, Dinamarca. 186 páginas. <https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe>

FAO y ITPS. 2015. Status of the World's Soil Resources. Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. Roma, Italia. 650 páginas. <https://www.fao.org/3/i5199e/i5199E.pdf>

FAO. 2020. Soil Testing Methods – Global Soil Doctors Programme – A farmer-to-farmer training programme. Roma, Italia. 100 páginas. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca2796en>

Govindakrishnan, P.M., Ganeshamurthy, A.N., Pawar, M., Agrawal, I., Beggi, F., Rana, J.C., Krishna Kumar, N.K. 2020. A Field Manual for Soil Health Assessment by Farmers. Bioersivity International. Rome, Italy. 29 páginas. https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/111274/FIELDMANUAL_SOILHEALTH.pdf?sequence=1

Hardwick, D. 2014. Landcare RASH Manual. A landholder's guide to the Rapid Assessment of Soil Health. General Edition v1. Little River Landcare Group Inc., Australia. 30 páginas. https://gmln.com.au/wp-content/uploads/2020/02/RASH-manual_web.pdf

Head, M., Voulvoulis, N., Bone, J., Jones, D.T., Lowe, C.N., Edwards, L., Stevens, E., Barraclough, D., Boucard, T., Flight, D., Taylor, H., Eggleton,

P., Brooks, S., Sherlock, E., Norman, S., Parker, L., Farley-Brown, R., Davies, L., Bachariou, C. 2015. The OPAL Soil and Earthworm Survey Booklet. Imperial College of London. 16 páginas. https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/research-centres-and-groups/opal/SOIL-16pp-booklet_legacy.pdf

Moebius-Clune, B.N., Moebius-Clune, D.J., Gugini, B.K., Idowu, O.J., Schindelbeck, R.R., Ristow, A.J., van Es, H.M., Thies, J.E., Shayler, H.A., McBride, M.B., Kurtz, K.S.M., Wolfe, D.W., Abawi G.S. 2017. Comprehensive Assessment of Soil Health, The Cornell Framework. Third Edition, 134 páginas. <https://www.css.cornell.edu/extension/soil-health/manual.pdf>

NEIKER. 2015. TSEA. Tarjetas de Salud de los Ecosistemas Agrícolas. Vitoria, España. 54 páginas. <http://www.soilmicrobialecolgy.com/wp-content/uploads/2015/05/TSEA-Castellano.pdf>

USDA, 1999. Soil Quality Test Kit Guide. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Natural Resources Conservation Service. Soil Quality Institute. 88 páginas. https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/WI/Soil_Quality_Test_Kit_Guide.pdf

[Alianza Mundial por el Suelo](#)

[Portal de Suelos de la FAO](#)

[Sitio web del Año Internacional de los Suelos de 2015](#)

[Soil Health Institute](#)

[Proyecto S.O.S.-Suelo](#)

