

¿Qué tan VIVO está mi suelo?

Guía de Soul Fire Farm para los protocolos de medición de la salud del suelo en el campo con estrategias para construir la salud del suelo y devolver el carbono a la tierra

Mantenga los niños alejados de los
baldes siempre solamente tengan
un poco de líquido.
Un enfant peut tomber dans le
seau et y noyer.
Tenir les enfants loin des seaux,
même s'ils contiennent un très
petite quantité de liquide.

Contenidos

Introducción	3
Protocolos de medición de la salud del suelo en el campo	4
Cómo empezar	5
Notas de campo	6
Observación de la superficie del suelo	8
Conte de lombrices	10
Infiltración	11
Estabilidad de agregados	13
Color del suelo	16
Dureza del suelo	18
Biomasa microbiana	20
Respiración del suelo	23
Estrategias de secuestro de carbono orgánico del suelo	26
Glosario	29
Recursos adicionales	30
Reconocimientos	31

Soul Fire Farm Institute, Inc.
1972 NY HWY 2
Petersburg NY 12138
(518) 880-9372
love@soulfirefarm.org



Foto de portada: Karen Washington de Rise and Root Farm observa el suelo durante la prueba de estabilidad de agregados. Foto por Daniel Cardon.

“Nuestro deber como guardianes de la tierra es llamar al carbono exiliado de vuelta al suelo y traer la vida del suelo a su hogar.”

Larisa Jacobson, Northeast Farmers of Color Land Trust

Cuando los colonizadores europeos desplazaron a los pueblos indígenas de Norteamérica en el siglo XIX, expusieron por primera vez grandes extensiones de tierra al arado. Bastaron unas pocas décadas de intenso laboreo para que alrededor del 50% de la materia orgánica original del suelo se fuera al cielo en forma de dióxido de carbono. La agricultura sigue teniendo un profundo impacto en el clima; junto con la forestería, la deforestación y otros usos de la tierra, contribuye aproximadamente al 24% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.

La buena noticia es que las prácticas agrícolas regenerativas, como la alteración mínima del suelo, la producción orgánica, la aplicación de abono, el uso de cultivos de cobertura y la rotación de cultivos, así como los sistemas de silvopastoreo que integran árboles de frutos secos y frutales, forraje y pastos, pueden aprovechar las plantas y el suelo para devolver el carbono a su lugar.

El suelo es un sistema vivo y poroso formado por partículas minerales y orgánicas que interactúan con animales, hongos, bacterias, residuos vegetales, agua y gases. La salud del suelo se refiere al buen funcionamiento del mismo desde el punto de vista biológico, físico y químico. La salud del suelo influye en la cantidad y calidad de lo que podemos producir en nuestras fincas y jardines, y también afecta a la cantidad de carbono que se almacena en el suelo frente a la que se libera a la atmósfera. La cantidad de materia orgánica presente en un suelo (materia orgánica del suelo) es la base de la salud de un suelo. La materia orgánica del suelo se compone de aproximadamente un 58% de carbono.

Dado que la vida se basa en el carbono, las moléculas que lo contienen son un componente muy dinámico del ecosistema del suelo que cambia constantemente de forma. Las plantas extraen el dióxido de carbono de la atmósfera, el carbono orgánico derivado de las plantas

llega al suelo a través de las raíces y la hojarasca, la vida dentro del suelo utiliza esas aportaciones como alimento y energía para mantener su vida (descomposición), lo que hace que parte de ese carbono se libere de nuevo a la atmósfera en forma de dióxido de carbono.

Observar de cerca el suelo para entender su vitalidad y fertilidad no es algo nuevo. Mucho antes del estudio occidental de la ciencia del suelo, las comunidades indígenas practicaban –y aún practican– métodos para evaluar la salud del suelo, utilizando características como el color o la presencia de plantas o insectos específicos que nos dicen algo sobre el sistema en su conjunto. Basándose en estas prácticas, los científicos del suelo han creado pruebas que podemos realizar en el campo para observar y medir los signos de vida.

Esta guía presenta métodos de análisis del suelo que pueden ser realizados en el campo por agricultores, jardineros o cualquier persona que desee entender y apreciar el suelo desde una perspectiva diferente. Aunque estas pruebas no pretenden sustituir el envío del suelo al laboratorio, pueden considerarse un complemento de los análisis de laboratorio anuales o semestrales.

Cuanto más se familiarice con las pruebas, más fácil le resultará entender lo que cada una de ellas puede mostrarle. En la mayoría de los casos, estas pruebas pueden ser realizadas por una sola persona, pero puede ser útil y ciertamente más divertido hacerlas con otra persona. Si forma parte de un equipo o comunidad agrícola, comparta la experiencia de conocer la historia de su suelo con los demás.

En segundo lugar, esta guía presenta prácticas de gestión que se sabe que construyen y mantienen la salud del suelo y almacenan más carbono orgánico. Tome lo que le interese y funcione para su finca y los recursos disponibles.

1 Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems: Long Term Experiments in North America, eds. Eldor A. Paul et al. (CRC Press, 1996).

2 Gensuo Jia et al. “Land-climate interactions,” in Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems, eds. Valérie Masson-Delmotte et al. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019), 133, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2019/11/05_Chapter-2.pdf.

Protocolos de medición de la salud del suelo en el campo

Para que la salud del suelo permita el crecimiento de plantas (y personas) florecientes y el almacenamiento de carbono orgánico, primero tenemos que saber con qué estamos trabajando. Mantener un ecosistema vibrante en suelos sanos o devolver la vida a los suelos degradados comienza con una evaluación de las condiciones existentes. Aprender a medir la salud del suelo ayuda a comprender y apreciar los procesos naturales que están ocurriendo. Identificar las limitaciones que no son obvias mediante la observación diaria proporciona información para apoyar la toma de decisiones de gestión.

Las pruebas incluidas en esta guía pueden realizarse en el campo. Las pruebas de cuento de lombrices, de infiltración y de estabilidad de agregados pueden realizarse con herramientas que se encuentran en casa o en una ferretería. Las pruebas de Color del suelo, Dureza del suelo, Biomasa microbiana y Respiración del suelo requieren un equipo especializado que puede encontrarse en línea en tiendas especializadas o en un laboratorio.

Cómo empezar

El primer paso en las pruebas es comprender su objetivo. ¿Quiere comparar la calidad del suelo de un campo con la de otro? ¿Le interesa hacer un seguimiento de los cambios a lo largo del tiempo para ver cómo afectan las diferentes prácticas de gestión a la salud y el carbono del suelo?

La descripción de cada prueba proporciona una explicación de lo que indican los resultados, lo que puede ayudar a orientar su plan de evaluación según su objetivo de evaluación. Puede decidir elegir un lugar para realizar cada una de las pruebas, o seleccionar una o dos de las pruebas puede ser suficiente si tiene un aspecto de la salud del suelo que desea evaluar, como la compactación.

Hay muchos factores que influyen en la salud del suelo, incluido el tipo de suelo inherente, o cómo es el suelo natural en ese espacio. Esto puede variar incluso dentro de una misma finca. Es útil saber cuál es su tipo de suelo para entender sus tendencias naturales, cómo se comporta y qué necesita para prosperar para realizar diferentes tipos de agricultura. Puede encontrar su tipo de suelo a través de [Soil Web](#) o [Web Soil Survey](#). Las instrucciones en español para utilizar Web Soil Survey están disponibles en el folleto de [Web Soil Survey versión 3.0 en español](#).

Los resultados de cualquier prueba de suelo, ya sea enviada a un laboratorio o evaluada en el campo, están influenciados por el tipo de suelo inherente así como por el manejo. Si bien es útil y se anima a discutir los resultados y las experiencias de las pruebas de suelo, especialmente con otros agricultores de su región, es importante recordar que cada finca es única y tiene su propia historia.

Cuándo realizar la prueba

Se recomienda realizar las pruebas en primavera o en otoño. Muchas de estas pruebas requieren condiciones de "humedad en el campo", lo que generalmente se considera uno o dos días después de una lluvia o un riego significativo. Aunque estas pruebas pueden realizarse en verano, las temperaturas más cálidas y las condiciones de sequedad pueden afectar a los resultados. Por ejemplo, las lombrices de tierra suelen excavar más profundamente en el suelo cuando las condiciones son cálidas y secas. Los resultados de un conteo de lombrices en estas condiciones pueden no reflejar el número de lombrices que hacen magia en el suelo a lo largo de un año determinado.

Realizar pruebas todos los años en el mismo lugar y bajo condiciones climáticas y de campo similares puede ser útil para comprender la salud de su suelo y para seguir los cambios a lo largo del tiempo. Sin embargo, los cambios en los resultados de la evaluación pueden tardar de 3 a 5 años en aparecer a medida que se realizan cambios en la gestión.

Dónde probar

Puede optar por probar un espacio individual del que desee seguir el cambio a lo largo del tiempo. O puede probar dos espacios diferentes para ver qué puede aprender del contraste. Por ejemplo, si ha tenido un campo en producción durante cinco años, podría ser interesante probar un área no alterada para ver cómo difieren los espacios. Registre las descripciones detalladas de la ubicación y las coordenadas del GPS para ayudarlo a desplazarse al mismo lugar de prueba en años posteriores.



**Quiero
saber la
historia
de mi
suelo.**

**Rafael Aponte,
Rocky Acres Community Farm**

Notas de campo

La documentación de los detalles sobre la ubicación del lugar de la prueba, las condiciones meteorológicas, los eventos de riego y el historial de gestión le ayudarán a realizar pruebas en condiciones similares en el futuro y a realizar un seguimiento de los cambios en un lugar específico. Rellene toda la información de que disponga.

Nombre de finca

Prueba(s) realizada(s) por

Fecha de prueba

Dirección del sitio de pruebas

Tiempo y temperatura

ID de campo:

Cultivo(s):

Fecha del último evento de lluvia o riego:

Coordenadas GPS o descripción de la ubicación para volver a visitarla más adelante:

(Puede registrar las coordenadas GPS utilizando una aplicación móvil como [Gaia GPS](#) o [Google Earth](#))

Latitud

Longitud

Descripción del sitio (por ejemplo, el centro de la fila 15, campo 3) o un mapa dibujado a mano

Tipo de suelo (si se conoce, por ejemplo "Honeoye"):

Textura del suelo (si se conoce, por ejemplo, "Franco limoso"):

NRCS tiene una [Guía de la textura por el tacto](#) en inglés que puede utilizar para identificar la textura del suelo en el campo.

Temperatura del suelo

Para tomar la temperatura del suelo se puede utilizar un termómetro de carne que se encuentra en un supermercado o en Internet.

Historia de administración

Incluya información de 3 años atrás, si se conoce, para cada sitio de prueba.

ESTE AÑO

Eventos de labranza
(marque todos los que correspondan e indique el número de eventos por año)

Arado _____

Rastra _____

Cultivo _____

Con horquilla ancha _____

Pala girada _____

Pasto _____

Con heno _____

Lonas

Mantillo
Lista de materiales:

Cultivos de cobertura
Lista de especies:

Abono

Estiércol

Otras modificaciones
(fertilizantes orgánicos o químicos, alimentación foliar, etc.)

HACE 1 AÑO

Eventos de labranza
(marque todos los que correspondan e indique el número de eventos por año)

Arado _____

Rastra _____

Cultivo _____

Con horquilla ancha _____

Pala girada _____

Pasto _____

Con heno _____

Lonas

Mantillo
Lista de materiales:

Cultivos de cobertura
Lista de especies:

Abono

Estiércol

Otras modificaciones
(fertilizantes orgánicos o químicos, alimentación foliar, etc.)

HACE 2 AÑOS

Eventos de labranza
(marque todos los que correspondan e indique el número de eventos por año)

Arado _____

Rastra _____

Cultivo _____

Con horquilla ancha _____

Pala girada _____

Pasto _____

Con heno _____

Lonas

Mantillo
Lista de materiales:

Cultivos de cobertura
Lista de especies:

Abono

Estiércol

Otras modificaciones
(fertilizantes orgánicos o químicos, alimentación foliar, etc.)

HACE 3 AÑOS

Eventos de labranza
(marque todos los que correspondan e indique el número de eventos por año)

Arado _____

Rastra _____

Cultivo _____

Con horquilla ancha _____

Pala girada _____

Pasto _____

Con heno _____

Lonas

Mantillo
Lista de materiales:

Cultivos de cobertura
Lista de especies:

Abono

Estiércol

Otras modificaciones
(fertilizantes orgánicos o químicos, alimentación foliar, etc.)

Enumere las limitaciones que haya identificado. Entre las posibles limitaciones se encuentran la compactación, la formación de costras en el suelo, los estanques, etc.

Conteo de lombrices

Infiltración

Estabilidad de agregados

Estas pruebas se pueden realizar con materiales o herramientas que se encuentran en su casa o finca, o en una ferretería.

Conteo de lombrices



Las lombrices aportan muchos beneficios al suelo, como la mejora de la infiltración y la contribución a una estructura sana del suelo. Se desplazan por el suelo creando madrigueras que permiten la infiltración del agua y proporcionan vías para el crecimiento de las raíces. Las lombrices de tierra desplazan la materia orgánica hacia el interior del suelo, poniéndola a disposición de la vida microbiana que hay debajo. Las lombrices de tierra se alimentan de residuos vegetales, bacterias, hongos y algas, y tienden a vivir en los lugares donde están disponibles.

Las lombrices de tierra se retiran a las capas más profundas del suelo en condiciones de sequedad o frío, por lo que esta prueba se realiza mejor en primavera u otoño.



Foto por William Cecio



Foto por Daniel Cardon

Equipo necesario:



Pala o paleta



Recipiente para coleccionar las lombrices



Pequeña lona o cubo para recoger la tierra



Cinta métrica o regla



Tiempo estimado de realización: **10 - 15 minutos**

- 1 Mida, marque y cave un hueco de 1 pie x 1 pie x 1 pie, colocando la tierra del hueco en un contenedor o en una lona.
- 2 Coloque un pequeño puñado de tierra húmeda en el recipiente de colección de lombrices y resérvalo.
- 3 Tamice la tierra del interior del hueco, un puñado a la vez. Coloque cada lombriz en el recipiente de colección. Una vez tamizada, la tierra puede volver al hueco.
- 4 Cuando haya recogido toda la tierra, cuente y anote el número de lombrices en el recipiente de colección y anótelos. Devuelva las lombrices contadas a su hogar en la tierra, asegurándose de que estén cubiertas con una pequeña cantidad de tierra húmeda para proteger su delicada piel.

Descripción del sitio:

lombrices encontradas en el hueco: _____

Infiltración



La tasa de infiltración es una medida de la rapidez con la que el agua se hunde en el suelo. Unas tasas de infiltración más rápidas suelen indicar una buena estructura y porosidad del suelo. Esto indica una mayor salud del suelo, carbono en el suelo y capacidad de retención de agua. Una absorción demasiado lenta del agua en el suelo puede dar lugar a la formación de charcos o a la erosión, lo que puede ser problemático para la producción y puede disminuir el carbono del suelo.

Esta prueba simula la exposición de una pulgada de agua al suelo. Por lo general, un tiempo de infiltración inferior a 10 segundos se considera un signo de buena salud, mientras que un tiempo registrado superior a un minuto puede indicar una estructura del suelo deficiente o compactación.

Tipo de suelo inherente e infiltración

- Por lo general, el agua se infiltrará más rápidamente a través de un suelo más arenoso que un suelo que contenga mayores cantidades de barro.
- La tasa de infiltración es muy variable en un campo y puede estar sesgada por canales en el suelo formados por raíces o lombrices.

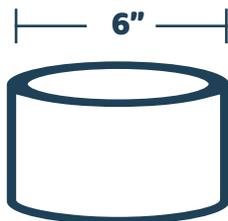
Equipo Necesario

 Anillo de infiltración	 Taza de medir, probeta graduada u otro recipiente con marcas de mililitros (ml)	 Mazo o martillo
 Un trozo de madera	 Aproximadamente 444 ml de agua (1 pulgada de agua en un anillo de 6" de diámetro)	 Envoltura de plástico
 Cronómetro o temporizador	 Tiempo estimado para completar: De 3 a 60 minutos dependiendo de las condiciones del suelo	

Hacer (o comprar) el anillo de infiltración

1

Corte un trozo de tubería de alcantarillado o de cilindro de acero de 6" de diámetro, de al menos 3 pulgadas de profundidad.



2

Afile el extremo con una amoladora angular u otra herramienta, para poder clavar el anillo en el suelo.



o

Como alternativa, **Soil Carbon Coalition** vende anillos de infiltración de acero inoxidable (un par por 45 dólares)

Infiltración



1

Despeje una superficie nivelada en el suelo de su lugar de prueba del tamaño mínimo del anillo de infiltración. Retire con un cepillo cualquier mantillo o residuo y recorte la vegetación.



2

Coloque el anillo en el suelo y coloque el trozo de madera en la parte superior del anillo. Introduzca el anillo uno o dos centímetros en el suelo golpeando la madera con el mazo o el martillo. Tenga cuidado de mantener el anillo lo más nivelado/parejo posible. Coloque la madera y el mazo o martillo a un lado.



3

Alinee la superficie del suelo dentro del anillo con un trozo de envoltura de plástico que sea lo suficientemente grande como para llegar a los lados del anillo.



4

Vierta el agua en el anillo, conteniéndola dentro del envoltorio de plástico.

5

Retire suavemente el envoltorio de plástico y empiece a cronometrar en cuanto lo haya retirado.

6

Detenga el temporizador cuando el agua se haya absorbido y la superficie del suelo esté brillante.

Foto por William Cecio

Descripción del sitio:

Tiempo de infiltración: _____

Estabilidad de agregados



La prueba de estabilidad de agregados ofrece la oportunidad de observar cómo se mantienen unidos los agregados del suelo, los grupos de partículas del suelo, cuando se exponen al agua. Los agregados del suelo más estables y maduros se mantienen mejor unidos y ofrecen resistencia a la erosión. Los agregados del suelo indican la presencia de materia orgánica, que ayuda a unir las partículas del suelo en agregados.

En esta prueba, el suelo recogido en el sitio de la prueba se compara con el suelo recogido en una zona cercana no perturbada, como un borde perenne, un cercado o una zona de césped que no haya sido labrada.

Equipo Necesario:



Pala, paleta o cuchillo de tierra



2 recipientes transparentes de boca ancha, de al menos 32 onzas de volumen, como frascos de conserva de boca ancha



cronómetro o temporizador



2 jaulas de tierra hechas con tiras de tela de ferretería o material similar



Agua de la llave para llenar cada frasco



Tiempo estimado para completar:

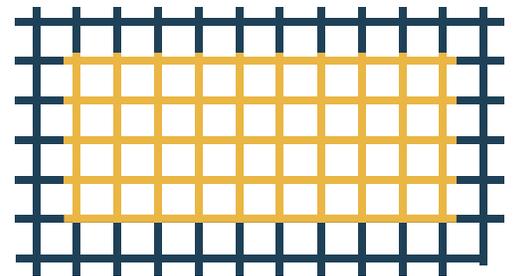
10-15 minutos

Jaula de suelo



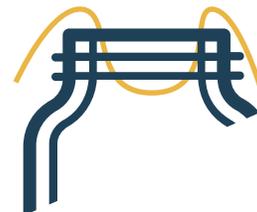
1

Para hacer una jaula de suelo, corte una tira de 2" x 10" de tela metálica de $\frac{1}{4}$ " o $\frac{1}{8}$ ", malla de gallinero u otro material de malla metálica.



2

Doble cada extremo de la tira para que pueda engancharse a los lados del contenedor.



Necesitará dos jaulas de suelo para realizar la prueba de estabilidad de agregados.

Estabilidad de agregados



Foto por William Cecio



- 1 **Llene los dos recipientes transparentes con agua y ponlos a un lado.**
- 2 **En el lugar de la prueba, introduzca una pala, una paleta o un cuchillo de tierra en el suelo y saque una rodaja de tierra. De esta rebanada, seleccione cuidadosamente un trozo de tierra de una profundidad de 4 a 6 pulgadas. Apártela y evite aplastar el trozo de tierra.**
- 3 **Repita la operación en el lugar de comparación, eligiendo un lugar que no haya sido alterado, como un borde perenne o una zona de césped. Tenga cuidado de no perder de vista cuál muestra pertenece a cual lugar de suelo.**
- 4 **Coloque cada trozo de suelo en una jaula de suelo. Al mismo tiempo, sumerja con cuidado la tierra en recipientes separados con agua, enganchándose a los lados de cada recipiente para que permanezcan sumergidos y se mantengan dentro de la mitad superior del recipiente. Ponga en marcha un temporizador.**
- 5 **Observe qué tierra se mantiene unida y cuál se deshace. Después de un minuto, tome una foto para futuras referencias.**
- 6 **Estime el porcentaje de cada trozo de tierra que queda después de un minuto.**

Descripción del sitio:

Describe la ubicación del sitio de comparación:

Estimar el porcentaje de suelo que queda intacto:

Lugar de la prueba: _____ **Sitio de comparación:** _____

Color del suelo

Dureza del suelo

Biomasa microbiana

Respiración del suelo

Estas pruebas requieren un equipo especializado que puede encontrarse en línea en distribuidores especializados o en un laboratorio.

Color del suelo



Foto por Soul Fire Farm

En esta prueba utilizamos el color como indicador de la materia orgánica del suelo, que es la responsable de dar al suelo su color más oscuro. La materia orgánica es la parte del suelo que procede de la materia orgánica viva o que estuvo viva. Como se ha descrito anteriormente, la materia orgánica del suelo tiene aproximadamente un 58% de carbono.

En esta prueba, se sostiene una muestra de suelo junto a una carta de colores de suelo Munsell para encontrar una coincidencia visual y se le asigna la notación Munsell correspondiente.

Equipo Necesario:



Cuchillo de tierra o paleta



Pequeño cubo u otro recipiente para recoger la tierra



Botella de spray con agua

Carta de colores de la tierra Munsell
(Comprar aquí \$75)



Tiempo estimado para completarlo: **10 minutos**

Color del suelo



Foto por William Cecio



1

Utilizando un cuchillo de suelo o una paleta, recoja 10 pequeñas muestras de suelo de una zona que represente el mismo tipo de suelo y el mismo historial de gestión. Recoja el suelo de la capa superficial, de 0 a 8 pulgadas, y combínelo en el cubo, mezclándolo bien.

2

El suelo debe estar húmedo y mantenerse unido, pero no mojado. La tierra húmeda no brillará a la luz del sol. Si la tierra está demasiado seca, utilice la botella de spray para humedecerla.

3

Coja un puñado de tierra y haz una bola.

4

A la luz del sol, sostenga la bola de tierra detrás de los hoyos de la carta Munsell 10YR.

5

Haga coincidir el color de la tierra con el color de la sección del valor de la tabla que corre verticalmente. Anote el número asociado al valor. En la carta Munsell 10YR, este será un número entre 2 y 8.

6

Una vez que se haya determinado un valor, haga coincidir el color del suelo con una ficha de color Chroma en la fila de valor correspondiente. Las fichas de color Chroma van en horizontal y en la carta Munsell 10YR incluirán los números 1, 2, 3, 4, 6 y 8.

7

Registre el valor y el cromas. Por ejemplo 3 / 1.

8

En la tarjeta del Diagrama 10YR, encuentre el Tono que corresponde con el Valor y el Cromas. Por ejemplo, 3 / 1 corresponde a un tono "gris muy oscuro". Registre el Matiz.

Valor = luminosidad u oscuridad

Croma = Intensidad/Vibración

Valor: _____ Cromas: _____

Color del suelo identificado: _____

Dureza del suelo



La dureza del suelo es una medida de la resistencia a la penetración que existe en el suelo. La dureza del suelo influye en la facilidad con la que las raíces, los hongos micorrícicos y otras formas de vida pueden crecer y moverse por el suelo. La compactación se produce cuando los poros grandes de un suelo se colapsan en microporos más pequeños, a menudo como resultado de la labranza o del uso de maquinaria pesada, especialmente en suelos húmedos. Los suelos compactados pueden provocar escorrentía, erosión, poca capacidad de retención de agua, drenaje lento e impedir que las raíces accedan a los nutrientes.

Una herramienta conocida como Penetrómetro mide la presión de penetración en los suelos y las lecturas se registran como

libras por pulgada cuadrada (psi). La mayoría de las raíces de las plantas son incapaces de penetrar en suelos con una lectura del penetrómetro de 300 psi o superior. Esta prueba es más útil en los campos en los que la labranza o el tráfico de equipos es más frecuente o en cualquier otro espacio con más probabilidades de tener compactación.

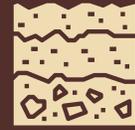
Esta prueba debe realizarse entre uno y tres días después de una lluvia considerable. También es importante tener en cuenta que esta herramienta no es muy eficaz en los suelos que tienen muchas piedras.



Equipo necesario:

Penetrómetro (comprarlo en línea o preguntar en una oficina de extensión u otro proveedor de servicios agrícolas si hay uno que pueda pedir prestado)

Dureza del suelo



1 Utilice la punta más pequeña, en la mayoría de los casos. La punta más grande se utiliza para suelos muy blandos.

2 Presione el penetrómetro en el suelo lentamente, a un ritmo aproximado de 1 pulgada por segundo. El eje del penetrómetro tiene muescas cada tres pulgadas. A medida que se introduce el penetrómetro en el suelo, lea el indicador a medida que cada sección de tres pulgadas del eje entra en el suelo. Asegúrese de leer la sección del medidor correspondiente al tamaño de la punta que está utilizando. En el caso de la punta más pequeña, ésta es la escala interior. Registre los resultados.

3 El número de resultados en un campo depende de la precisión que desee. Se recomienda promediar el total de tres resultados.

4 Anote la profundidad a la que la sonda alcanza la compactación, cuando no puede penetrar más en el suelo.

	Intento 1	Intento 2	Intento 3	MEDICIÓN MEDIA
PSI de 0-6"				
PSI de 6-18"				

La compactación comienza a las _____ pulgadas.

Descripción del sitio:

Biomasa microbiana



Los microbios del suelo liberan compuestos pegajosos que ayudan a unir las partículas del suelo en grupos más grandes, o agregados. Para esta prueba, utilizamos un kit microBIOMETER®, que contiene una solución de extracción de sal y detergente que libera los microbios de las partículas del suelo. Una vez separados los microbios del suelo, se puede medir su biomasa. El sistema microBIOMETER® utiliza una aplicación móvil para leer el contraste de color de los microbios en la solución frente a una tarjeta de prueba especial, y proporciona la biomasa microbiana resultante.

El manual de instrucciones del microBIOMETER® señala que el biocarbón aplicado en los 6 meses anteriores a la prueba puede afectar a los resultados. La aplicación móvil proporciona instrucciones paso a paso para facilitar su uso. Nota: la función del temporizador dentro de la aplicación no continuará una vez que la pantalla se apague, si tiene aplicada la configuración de ahorro de energía. Le recomendamos que utilice el temporizador de su teléfono u otro dispositivo de control del tiempo.

Equipo necesario:

Prueba de campo
microBIOMETER®



Teléfono inteligente
con la aplicación móvil
microBIOMETER® instalada



Cubo o
contenedor
pequeño



Cuchillo o
paleta de tierra



Tiempo de ejecución: **25-30 minutos**

Biomasa microbiana



Foto por William Cecio



Foto por Daniel Cardon



Foto por Soul Fire Farm

- 1** Antes de comenzar la prueba, asegúrese de haber descargado e instalado la aplicación móvil **microBIOMETER**®.
- 2** Con un cuchillo de suelo o una paleta, recoja 10 pequeñas muestras de suelo de una zona que represente el mismo tipo de suelo y el mismo historial de gestión. Recoja la tierra a una profundidad de entre 5 y 6 centímetros y mézclala en un pequeño cubo o recipiente, mezclándola bien. La tierra debe estar húmeda. Recógela de 2 a 3 días después de un evento de lluvia o riego considerable.
- 3** Prepare el líquido de extracción. Abra el paquete de polvo y coloque el vial de extracción boca abajo sobre el paquete abierto. Invierta y golpee para vaciar el contenido en el vial. Con el pequeño medidor con tapa, añada 9,5 ml de agua al vial de extracción.
- 4** Seleccione un puñado de tierra de la tierra mezclada en el cubo. Tamice el puñado de tierra con el tamiz incluido. Agita para eliminar los restos y recoge la tierra tamizada en la bolsa de plástico proporcionada.
- 5** Mida el suelo llenando la jeringa de recolectar suelo hasta ~1 ml con suelo tamizado. Compacte con su dedo hasta 0,5 ml, retire el exceso del extremo y expúlselo en el vial de extracción. La exactitud de los resultados depende de la consistencia del volumen del suelo y de la compactación.
- 6** La tierra compactada (especialmente el barro) debe romperse con la espátula metálica incluida. Deje que el tubo descansa en el hoyo del kit, introduzca el batidor, enciéndalo y deje que se mezcle durante 30 segundos. No es necesario tocar el batidor mientras se mezcla.
- 7** Deje que la tierra se asiente. Esto ocurre en 2 etapas. Tras la mezcla, deje que el líquido repose durante 5 minutos. Golpee el fondo del tubo sobre una superficie dura para que los restos flotantes se asienten. Deje que se asiente durante 15 minutos más. Las partículas de tierra se depositarán en el fondo, creando una suspensión microbiana en la parte superior.
- 8** Toma de muestras de microbios. Utiliza una pequeña pipeta para extraer el líquido desde aproximadamente media pulgada por debajo de la superficie. Apriete la pipeta antes de introducirla para evitar que salgan burbujas. Evite los restos flotantes y la espuma en los bordes.

Microbial Biomass



9

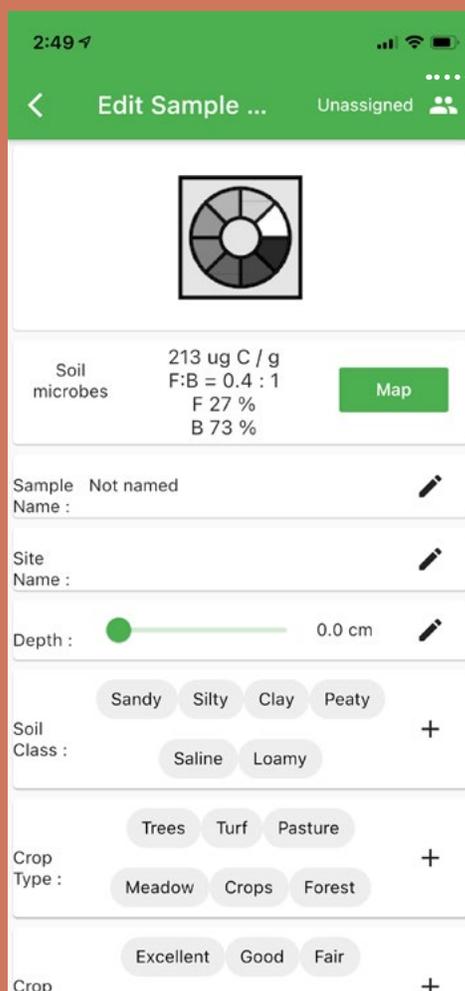
Coloque las gotas en la tarjeta de prueba. Aplique cuidadosamente 3 gotas en la ventana de la muestra. Deje que cada gota se absorba completamente antes de aplicar la siguiente. Analice con la aplicación dentro de 2 minutos.

10

Analice con la aplicación. Coloque la tarjeta de prueba en el lugar apropiado de la tarjeta de respaldo incluida en el kit. La aplicación le pedirá primero que nombre la muestra. A continuación, tomará automáticamente la imagen de la tarjeta de prueba y proporcionará un resultado. Alinee el cuadrado azul de la pantalla con el cuadrado de la tarjeta de prueba. Cuando la imagen es correcta, el cuadrado azul se vuelve verde. Aparecerá una pantalla de detalles de la muestra que le permitirá introducir información específica de la muestra para sus registros.

11

Registre el valor de la biomasa microbiana y la interpretación correspondiente que se encuentra en la aplicación y en la hoja provista con el kit microBIOMETER®.



Descripción del sitio:

Valor: _____

Interpretación (circular): Bajo Regular Bueno Excelente

Respiración de suelo

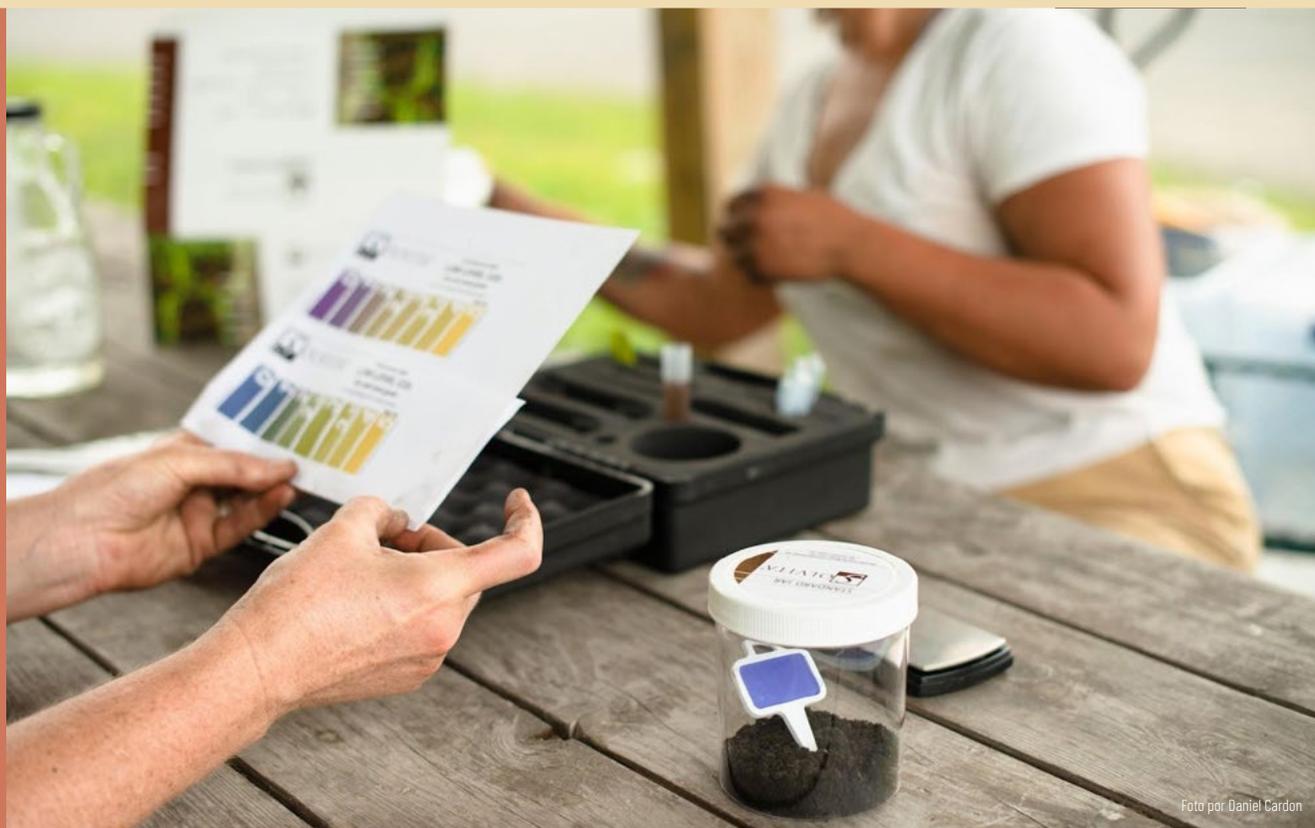


Foto por Daniel Cardon

Los microbios del suelo ingieren y procesan materia orgánica (alimento y energía) y exhalan dióxido de carbono (CO₂). Podemos medir la cantidad de dióxido de carbono respirado utilizando un kit de campo Solvita. La cantidad de CO₂ medida con una sonda Solvita puede servir como indicador de la actividad microbiana potencial en un suelo.

Esta prueba se realiza mejor entre 2 y 5 días después de una lluvia normal o de un evento de riego, después de que el agua se haya infiltrado uniformemente. Si el suelo de muestra está demasiado seco o demasiado húmedo, puede producirse una menor respiración. Realice la prueba poco después de coleccionar la muestra.

Equipo Necesario:

Solvita Basic CO₂ Test (\$99)*
Comprar aquí



Cuchillo o paleta de tierra



Cubo o contenedor pequeño



Colador o tamiz



Recipiente para colocar la tierra tamizada



Termómetro de suelo o de carne



Balanza de cocina



Tiempo requerido: **24 a 26 horas**

Respiración de suelo



Foto por Soul Fire Farm



Foto por Soul Fire Farm

1

Utilizando un cuchillo de suelo o una paleta, colecciona varias muestras pequeñas de suelo de una zona que represente el mismo tipo de suelo y el mismo historial de gestión. colecciona suelo de las 6 pulgadas superiores y métalo en el cubo. Manéjelo con cuidado, tratando de no aplastar o moler el suelo. Registre la temperatura del suelo en cada lugar de la muestra.

2

Tamizar suavemente el suelo para eliminar piedras, raíces u otros restos.

3

Mezcle el suelo de los lugares recolectados junto.

4

Coloque el frasco de prueba en la balanza de cocina, ponga la tara a cero y añada 90 gramos del suelo fresco y húmedo al frasco (hasta la línea de llenado)

5

Abra la bolsa de aluminio y, sin tocar la superficie del gel, introduzca la sonda de prueba en el suelo del frasco. El gel puede separarse de la sonda. En ese caso, vuelva a colocarlo con cuidado en la sonda utilizando la bolsa de papel de aluminio, un instrumento limpio o cualquier otro medio, sin tocar el gel con los dedos.

6

Cierre bien la tapa del frasco y registre la hora de inicio.

7

El control de la temperatura es importante. Mantenga el frasco a unos 70° F.

8

Después de 24 - 25 horas, retire la sonda y compare el color del gel con la tabla de colores incluida en el kit. Anote el número que corresponde al color.

9

Interprete los resultados utilizando la Tabla 1 del manual (véase más abajo).

10

Si la temperatura del suelo no era de 70° F, ajuste los valores utilizando el factor de conversión que se encuentra en la Tabla 2 del manual.

Respiración de suelo



Descripción del sitio:

Temperatura del suelo: _____

Fecha/hora en que la sonda se introdujo en el suelo del frasco: _____ (Leer 24-25 horas después)

Tabla 1:

Color # del gel comparado con la carta de colores:

Resultado de CO₂- C lbs / acre/ día:

Tabla 2:

Factor de conversión de la temperatura del suelo:

Resultado final:

Color # del gel ajustado por el factor de conversión de la Tabla 2:

Tabla 1: Interpretación - Respiración en jarro de prueba a 20-25°C (70-75°F)

A	Color 0 - 1.0 azul-gris	Color 1.0 - 2.5 gris-verde	Color 2.5 - 3.5 verde	Color 3.5 - 4.0 verde-amarillo	Color 4.0 - 5.0 amarillo	Color 5.0 - 6.0 amarillo fuerte
	ACTIVIDAD EXTREMADAMENTE BAJA	ACTIVIDAD BAJA	ACTIVIDAD MEDIA-BAJA	ACTIVIDAD IDEAL	ACTIVIDAD MEDIA-ALTA	ACTIVIDAD MUY ALTA
B	Asociada con suelos extremadamente empobrecidos	Actividad biológica marginal, con baja materia orgánica (OM)	Actividad media, puede estar acumulando OM	Población microbiana activa y buen suministro de OM	Muy activo biológicamente, con muy alta renovación de OM	Alta actividad biológica con excelente suministro de OM
EMISIONES (FLUJO) DE CO ₂ -C en kg/ha/DÍA						
C	0.5 - 1 kg/ha/día	1 - 5	5 - 15	15 - 25	25 - 60	60 - 160
EMISIONES, VALORES INTERNACIONALES (FLUJO) DE CO ₂ en g/m ² /día						
D	0.2 - 0.4 g/m ² /día	0.4 - 2.0	2.0 - 6.0	6.0 - 10.0	10 - 25	25 - 65

A: lectura de color del gel (esto coincide con la clave de color visual oficial de Solvita).

B: pauta sugerida para describir la condición biológica de suelos cultivados.

C: unidades estándar para informar sobre la respiración (vea también la Tabla 3, Columna D). Las unidades son CO₂-C. Los resultados dependen de una variedad de factores como la profundidad del muestreo, la temperatura del suelo y la humedad en el campo.

D: Unidades métricas internacionales basadas en el CO₂. En la hilera C las unidades son CO₂-C. Use el factor 3.7 para obtener el valor CO₂, a partir del valor CO₂-C, o 0.273 para ir de CO₂ a CO₂-C.

Tabla 2: Conversión de temperatura ambiente interior (20° C/ 70° F) a temperatura real medida en el campo durante el muestreo*

Temp. real:	5°C/40°F	10°C/50°F	15°C/60°F	20°C/70°F	30°C/80°F
Para obtener el resultado real en el campo, dividir por	4	2	1.5	1	0.5

Ejemplo de uso de la Tabla 2: si la temperatura del suelo durante el muestreo es 10°C/60°F, y usted realizó la prueba a la temperatura estándar de 20°C/70°F, tome el resultado de CO₂-C en kg/ha, divida por 1.5 y vaya a la Tabla 1.

Vea en Solvita.com el calculador en línea que hace ajustes continuos para obtener la respiración a cualquier temperatura. A la inversa, utilice el índice para convertir las tasas de CO₂ logradas en condiciones no estándar en datos correspondientes a la temperatura estándar de 20°C/70°F (<https://solvita.com/soil/basal-co2-guide>).

Estrategias de Secuestro de Carbono Orgánico del Suelo

La agricultura regenerativa aprovecha el poder de las plantas y el proceso de fotosíntesis, extrayendo el dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero de la atmósfera y almacenándolos en la tierra. En el centro de este sistema está el énfasis en la reconstrucción de la materia orgánica del suelo y la creación de ecosistemas de suelo vibrantes. Cuando construimos un hábitat nutritivo para los organismos vivos del suelo, cosechamos los beneficios de sus servicios, que incluyen el secuestro de carbono y la formación de una base fértil donde puedan crecer las plantas.

George Washington Carver fue uno de los primeros científicos agrícolas en abogar por prácticas regenerativas como la rotación de cultivos, la minimización de la alteración del suelo, el aumento de la diversidad de plantas, el mantillo rico en nutrientes y el uso de cultivos de cobertura leguminosas. **Estas prácticas** dan la bienvenida a comunidades de suelo prósperas y biodiversas, que luego pueden trabajar para construir suelos sanos y capturar carbono (Este enlace te llevará a un artículo en inglés).

Para construir un hábitat acogedor, hay que minimizar las perturbaciones y mantener el suelo cubierto con la mayor frecuencia posible. Desde las lombrices hasta el micelio de los hongos, pasando por las bacterias fijadoras de nitrógeno y las raíces de las leguminosas, no podemos esperar que estas hagan su trabajo si las perturbamos cavando, volcando o utilizando otros métodos de agitación.

Para alimentar a estos trabajadores, hay que proporcionarles materia orgánica, que en su mayor parte es carbono, y que se presenta en muchas formas. Necesitamos una comunidad diversa de organismos del suelo que desempeñe una serie de funciones. Algunos de estos miembros de la comunidad del suelo han establecido relaciones con determinadas plantas. Utiliza la diversidad de las plantas para aumentar la diversidad del suelo y mantener las raíces vivas en el suelo. Se agradece la adición de materia orgánica en cualquier forma, ya sea abono, estiércol animal, el abono verde de un cultivo de cobertura o enmiendas orgánicas.

Minimiza las perturbaciones

El uso de un sistema de cero labranza, la reducción de las operaciones de labranza y el laboreo a menor profundidad ayudan a mantener el equilibrio de los ecosistemas del suelo. La reducción del laboreo también frena la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera. La incorporación de cultivos de cobertura, la colocación de lonas, los acolchados y el compostaje en láminas son herramientas alternativas al uso de la labranza mecánica para la preparación del lecho y el control de las malas hierbas.



Foto por Daniel Cardon

Aplica enmiendas orgánicas

El abono y los estiércoles animales aumentan la materia orgánica disponible para las comunidades biológicas del suelo y también pueden proporcionar cobertura al suelo desnudo. La adición de materia orgánica mejora la estructura del suelo, la infiltración y la capacidad de retención de agua, entre otros beneficios.

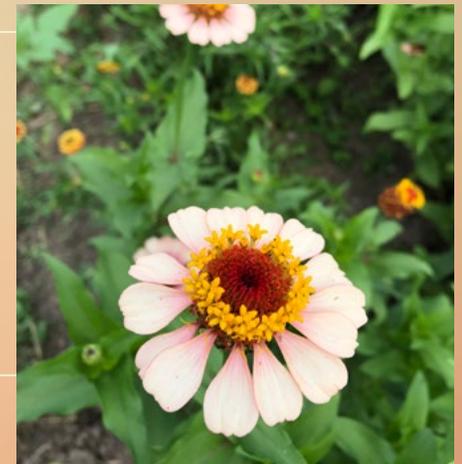


Recurso adicional:

Hoja de Datos: Compost

Rota los cultivos

La rotación de cultivos favorece la biodiversidad en el suelo, al tiempo que reduce la presión de las enfermedades, los insectos y las malezas. Intente realizar una transición rápida entre los cultivos para maximizar los días de cobertura viva. Mantenga los cultivos de cobertura en su rotación. Para aumentar la biodiversidad del suelo y evitar la acumulación de enfermedades, no siga un cultivo con otro de la misma familia. La incorporación de diversas plantas en la rotación significa que usted cosechará los beneficios de un conjunto diverso de plantas y sus estructuras radiculares, nutrientes y microorganismos beneficiosos. Los cultivos forrajeros perennes, como el trébol rojo, la alfalfa, etc., son una buena forma de dejar descansar el suelo entre los cultivos anuales de mayor valor.



Recurso adicional:

Rotación de Cultivos en Sistemas Agrícolas Orgánicos

Siembra cultivos de cobertura

Los cultivos de cobertura son plantas que normalmente no se cultivan para el consumo humano, sino por una serie de beneficios que proporcionan. Aumentan la materia orgánica, estabilizan los agregados del suelo, evitan que el suelo quede desnudo, mejoran la infiltración, rompen la compactación, aumentan la diversidad de microorganismos y mantienen las raíces vivas en el suelo, por nombrar sólo algunos. Los cultivos de cobertura incluyen una amplia variedad de especies diversas que pueden cultivarse como una sola especie, como una mezcla de cultivos de cobertura, o intercalados con otros cultivos anuales o perennes.



Recurso adicional:

Managing Cover Crops Profitably



Cultiva arbustos y arboles

Al integrar los árboles en nuestros sistemas agrícolas, podemos almacenar cantidades significativas de carbono en la biomasa arbórea. Los sistemas agroforestales, como los cultivos en callejones, los cultivos forestales y los silvopastos, aumentan el potencial de secuestro de carbono en las fincas al almacenar cantidades significativas de carbono en los propios árboles. La adición de plantas perennes y leñosas, como los arbustos, también añade diversidad. Tanto las plantas perennes como los árboles aumentan los días de cobertura viva.

Recurso adicional:

[Agroforestry @ Cornell Small Farms](#)

[¿Qué es Agroforestería?](#)

Incluye ganado

Con una buena gestión, la incorporación de animales a un sistema agrícola aumenta la biodiversidad del suelo, la fertilidad, la retención de agua y la materia orgánica. Los animales deben rotar para evitar el sobrepastoreo, que puede conducir a un suelo desnudo o a la pérdida de diversidad vegetal. El pastoreo rotativo anima a los animales a comer una mayor variedad de forraje, lo que ayuda a mantener la diversidad de plantas y suelos, y permite que las plantas vuelvan a crecer mientras los animales están en otras zonas. Los sistemas de pastoreo difieren según la finca y la especie animal.

Recurso adicional:

[Pastures for Profit: A Guide to Rotational Grazing](#)



Cubrir con mantillo

El mantillo con materiales orgánicos o telas mantiene el suelo cubierto, retiene la humedad, suprime las malezas y ayuda a regular la temperatura del suelo. Los acolchados orgánicos aumentan la materia orgánica del suelo y favorecen su agregación. El material de cultivo de cobertura muerto puede servir de mantillo eficaz.

Glosario

carbono

Elemento químico que es uno de los componentes básicos de la vida. Existe en la Tierra en estado sólido, gaseoso o disuelto.

dióxido de carbono (CO2)

Gas que atrapa el calor producido por las actividades humanas (como la quema de combustibles fósiles para obtener energía) y los procesos de la naturaleza (es decir, la descomposición de la materia orgánica y la respiración de las plantas).

secuestro de carbono

Proceso de estabilización del carbono orgánico en el suelo o en los árboles para reducir la cantidad neta de dióxido de carbono que se libera a la atmósfera. El secuestro de carbono tiene el potencial de ser parte de la solución para reducir la cantidad neta de dióxido de carbono que se libera a la atmósfera y así mitigar algunos de los efectos del cambio climático provocado por los seres humanos.

compactación

Condición en la que las partículas del suelo se aprietan entre sí y el espacio de los poros del suelo se reduce. El agua se mueve a través de los poros del suelo, lo que significa que los suelos compactados dan lugar a tasas de infiltración más lentas y a un mal drenaje. La compactación suele estar causada por el laboreo y el tráfico de maquinaria pesada.

muestra de tierra compuesta

Una mezcla de muestras de tierra que juntas representan un área de interés definida.

tasa de infiltración

La rapidez con la que el agua se mueve hacia abajo en el suelo

hongos micorrízicos

Hongos con relaciones (normalmente) mutuamente beneficiosas con las raíces de las plantas, en las que los hongos proporcionan a las raíces agua y minerales a cambio de azúcares de la planta, producidos por la fotosíntesis.

penetrómetro

Instrumento utilizado para medir la compactación del suelo. El manómetro indica la presión en libras por pulgada cuadrada (PSI).

suelo

Mezcla de minerales, agua, materia orgánica, aire y microorganismos. El suelo se encuentra en la superficie de la tierra y sirve de medio para el crecimiento de las plantas.

estabilidad de agregados del suelo

Grupos de partículas del suelo unidas en piezas que contribuyen a la estructura general del suelo. La biología del suelo, que incluye la materia orgánica, los microorganismos y las lombrices de tierra, fomenta la agregación en el suelo, lo que da lugar a una estructura saludable del mismo. Cuando se toma un puñado de tierra dividida en trozos, se observan los agregados del suelo.

biología del suelo

Los componentes vivos del suelo.

salud del suelo

La capacidad del sistema del suelo para apoyar las funciones y servicios esenciales (es decir, el ciclo de nutrientes, la producción de plantas, el almacenamiento de agua, carbono orgánico y nutrientes, la transmisión y purificación del agua, etc.)

materia orgánica del suelo (SOM, por sus siglas en inglés)

La cantidad total de materia orgánica de un suelo. La materia orgánica del suelo se compone de organismos vivos, hojarasca vegetal muerta y restos microbianos, así como de materia orgánica más estable que está protegida contra la descomposición. La materia orgánica del suelo representa entre el 1% y el 5% de la mayoría de los suelos.

respiración del suelo

Medida del dióxido de carbono que se libera de la materia viva del suelo. Los microbios del suelo liberan CO2 al descomponer la materia orgánica.

estructura del suelo

La disposición de las partículas y los agregados del suelo. La estructura saludable del suelo proporciona una base para la infiltración del agua, la penetración de las raíces, la distribución de los nutrientes y una serie de otras funciones que contribuyen a la salud del suelo y al secuestro de carbono.

Recursos adicionales

Building Soils for Better Crops - Ecological Management for Healthy Soils

<https://www.sare.org/resources/building-soils-for-better-crops/>

Comprehensive Assessment of Soil Health - The Cornell Framework

<https://soilhealth.cals.cornell.edu/training-manual/>

Cornell Small Farms

<https://smallfarms.cornell.edu/>

Farming While Black

<https://www.farmingwhileblack.org/>

Natural Resources Conservation Service (NRCS) Soils

<https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/health/>

NOFA/Mass Soil Carbon Grower On-Site Test Protocols

<https://www.nofamass.org/wp-content/uploads/2021/05/NOFAMass-Carbon-Proxy-Test-Manual.pdf>

Soil Carbon Coalition

<https://soilcarboncoalition.org/>

Vida Cycle

<https://soils.vidacycle.com/soil-tests/>

En español

Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo

https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051284.pdf

Los Cinco Principios de la Salud del Suelo: Factores que Promueven la Infiltración y Almacenamiento del Agua

<https://attra.ncat.org/product/managing-soils-for-water-esp/>

El Manejo Sostenible de Suelos

<https://attra.ncat.org/product/el-manejo-sostenible-de-suelos/>

Hoja de Datos: Evaluando el Recurso Suelo para Agricultores Orgánicos Principiantes

<https://attra.ncat.org/product/hoja-de-datos-evaluando-el-recurso-suelo-para-agricultores-organicos-principiantes/>

Reconocimientos

Esta guía fue recopilada por Briana Alfaro con la orientación y la tutoría de Leah Penniman.

Agradecemos amablemente a todos los agricultores con los que hemos trabajado para perfeccionar los protocolos de prueba y que han aportado sus comentarios y perspectivas, entre ellos:

+Ulum Pixan, Matt Feinstein, Micah Flores-Feinstein @ Global Village Farm

+Karen Washington, Michaela Hayes-Hodge, Jane Hayes-Hodge, Christina Chan, Frances A Perez-Rodriguez, Lorrie Clevenger @ Rise & Root Farm

+Rafael Aponte @ Rocky Acres Community Farm

+Leah Penniman, Kai Thomas, Naima Penniman, Azuré Keahi, Brooke Bridges, Kiani Conley-Wilson, Dayo Marsh @ Soul Fire Farm

Agradecimiento a Daniel Cardon y William Cecio por ayudar en los sitios de prueba en las fincas y documentar el proceso con hermosas fotos y video

Gracias a Caro Roszell, que fue la primera en entrenar a Briana para realizar pruebas de suelo en el campo.

Mucha gratitud a Joseph Amsili, que asesoró en los sitios de las pruebas agrícolas, editó y aportó información para esta guía, y respondió a muchas preguntas sobre la salud del suelo

Trabajo de diseño por Nikki Pressley

Trabajo de justicia del lenguaje por Wendelin y Michele Cubillo

Fotos de Briana Alfaro a menos que se indique lo contrario

La guía se basa en los protocolos de prueba desarrollados y refinados por NRCS, NOFA/Mass, Cornell University, Soil Carbon Coalition, Vida Cycle, Woods End Laboratory y microBIOMETER®.

Por favor, comparta ampliamente. [How to use Soul Fire Farm materials with integrity.](#) (Este enlace te llevará a un artículo en inglés)



Este material se basa en un trabajo apoyado por el Instituto Nacional de Alimentación y Agricultura, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, a través del programa de Investigación y Educación sobre Agricultura Sostenible del Noreste, con el número de subvención ONE20-376-34268.