

Guía

# Salud de Suelos

Manual para el cuidado de la salud de suelos

Para agricultores, promotores y extensionistas



Guía

# SALUD DE SUELOS

## Índice

<b>Agradecimientos</b> .....	i
<b>Prólogo</b> .....	iii
<b>Capítulo 1: La Salud del Suelo</b> .....	1
1.1 ¿Cómo la salud del suelo afecta la salud de los agricultores, la de su propia familia y a la comunidad agrícola en la que conviven?.....	1
1.2 ¿Cuándo se enferman las personas y los suelos?.....	3
1.3 Resumen.....	4
<b>Capítulo 2: Recomendaciones metodológicas para mejorar         nuestro trabajo en salud de suelo</b> .....	5
2.1 Introducción.....	5
2.2 De campesino a campesino.....	6
2.3 El diagnóstico comunitario.....	6
2.4 Herramientas para el diagnóstico.....	7
2.5 Utilizando los recursos disponibles.....	8
2.6 Tomando decisiones y comenzando a trabajar.....	9
2.7 Probando nuevas ideas.....	9
2.8 Midiendo los cambios.....	10
<b>Capítulo 3: Conocimiento tradicional y científico</b> .....	11
3.1 Introducción.....	11
3.2 El conocimiento agrícola tradicional y local .....	11
3.3 Oportunidades y debilidades de los métodos científicos.....	16
3.4 Lecciones.....	18
<b>Capítulo 4: El suelo está vivo</b> .....	19
4.1 Introducción.....	19
4.2 Importancia de la actividad microbiana en el suelo.....	19
4.3 El concepto de rizósfera.....	24
4.4 Bacterias predominantes en la comunidad microbiana del suelo.....	25
4.5 Hongos- Amigos y enemigos al mismo tiempo.....	27
4.6 Actinomicetos: producen antibióticos supresivos a los patógenos de las plantas.....	28
4.7 Los nematodos.....	28
4.8 La fauna.....	30
4.9 Resumen.....	32

<b>Capítulo 5: El cuerpo del suelo</b> .....	33
5.1 Introducción.....	33
5.2 El marco físico (similar a los huesos humanos).....	33
5.3 Aire y agua.....	34
5.4 Organismos vivos.....	35
5.5 Materia orgánica.....	35
5.6 El perfil del suelo.....	40
<b>Capítulo 6: ¿Cómo determinar la salud del suelo?</b> .....	43
6.1 Introducción.....	43
<b>Capítulo 7: ¿Cómo mejorar el suelo?</b> .....	57
7.1 Introducción.....	57
7.2 Suelos con problemas de nutrientes.....	57
7.3 Suelos con poca vida y poca materia orgánica.....	65
7.4 Prácticas de manejo para mejorar la salud microbiana del suelo...	74
7.5 Suelos con problemas de plagas.....	80
7.6 Problemas físicos del suelo.....	95
<b>Capítulo 8: Cursos y prácticas de campo en salud del suelo</b> .....	101
8.1 Introducción.....	101
8.2 ¿Cómo preparar un curso sobre salud de suelos?.....	101
8.3 Ayudas para preparar una presentación con acetatos.....	106
8.3 Prácticas de campo.....	120
Práctica 1. El muestreo del suelo.....	120
Práctica 2. ¿Cómo interpretar un análisis de suelo?.....	125
Práctica 3. ¿Cómo sacar una muestra para análisis de nematodos?.....	128
Práctica 4. Extracción de nematodos del suelo.....	134
Práctica 5. Evaluación de la diversidad de hongos y bacterias.....	137
Práctica 6. Infiltración de agua.....	140
Práctica 7. Estabilidad de los agregados del suelo.....	141
Práctica 8. Bioensayos de suelos: potencial de daño de los patógenos de las raíces.....	143
Práctica 9. Conteo de la diversidad y abundancia de macroartrópodos y lombrices de tierra.....	146
Práctica 10. Texturización por tacto.....	150
Práctica 11. Experimentación con cal para corregir la acidez del suelo.....	151
Práctica 12. Control de zompopos.....	152
<b>Referencias Citadas</b> .....	155
<b>Glosario</b> .....	157



---

## Agradecimientos

---

Esta guía ha sido financiada por la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID), como parte del Proyecto de Reactivación Agrícola de Honduras, ZAMORANO/USAID

Las palabras e ideas contenidas en esta guía corresponden a varias personas. Para formular la estructura, el formato y el contenido de la misma, se convocó a un taller en el que participaron varios colaboradores, representando a ONGs, al Gobierno de Honduras, a centros de investigación y capacitación de agricultura orgánica/sostenible, y a miembros de la Facultad de la Universidad de Cornell y La Escuela Agrícola Panamericana (El Zamorano).

En especial, nos gustaría reconocer el apoyo técnico y la colaboración de las siguientes personas e instituciones sin las que no hubiera sido posiblemente editar esta obra:

Manuel Rodríguez	ANAF AE
Alfredo Peralta	INAOH/BIOTierra
Armand Van Wambeke	Universidad de Cornell
Ana Margoth Andrews	Zamorano
Peter Trutman	Universidad de Cornell
John P. Reilly	Universidad de Cornell
Nancy Erickson	Zamorano
Alfredo Rueda	Zamorano
José Mardoqueo González	Catholic Relief Services, El Salvador
Antonio Vásquez	PROMIPAC El Salvador
Nery E. Cortés	CANA-Plandero
Gerardo Santos	CEASO
Martín Ramos	Fundación BANHCAFE
J. Mauricio Rivera	FHIA
Julio Herrera	FHIA
Marco Trejo	CIAT
Darlan Esteban Matute López	Consultor
Joseph Esnard	Universidad de Cornell
Barbara Bellows	Universidad de Cornell
Octavio Ávila	Zamorano

Antonio Jaco	Zamorano
Werner Melara	Zamorano
Julio López	Zamorano
Raúl Zelaya	Vecinos Mundiales
Susana Restrepo	Zamorano
David Thurston	Universidad de Cornell
Eric Nelson	Universidad de Cornell
George Abawi	Universidad de Cornell
Paul Robbins	Universidad de Cornell
Todos del Grupo de Salud de Suelo de Cornell	

### **Contribuciones específicas:**

- Capítulo 1:** Barbara Bellows
- Capítulo 2:** Raúl Zelaya, Peter Trutmann
- Capítulo 3: Peter Trutmann, David Thurston
- Capítulo 4:** Joseph Esnard, Eric Nelson
- Capítulo 5:** Peter Trutmann
- Capítulo 6:** Wisconsin Soil Health Card/ CIAT, Paul Robbins, Bayron Reye, Juan Carlos Rosas, John Reilly
- Capítulo 7:** Monika Hesse-Rodríguez (Sembradores de Esperanza,1997), Peter Trutmann, George Abawi, Barbara Bellows, Joseph Esnard, Armand Van Wambeke
- Capítulo 8:** Proyecto PROMIPAC , Nancy Erickson, Hernando Domínguez, George Abawi, Steve Sherwood UNiversidad de Cornell, Melissa Stine Universidad de Maryland, Michael Zeiss Zamorano, United States Department of Agriculture (USDA), Armand Van Wambeke, John Reilly.



---

## Prólogo

---

El suelo no es sólo el piso para poner los pies. Es el medio que alimenta los cultivos y al mismo tiempo la base de la rentabilidad de la agricultura. Continuamente está manteniendo y siendo mantenido por los árboles y toda clase de plantas. Los agricultores lo califican algunas veces como "nutrido, oscuro o suave"; mientras en otras ocasiones se quejan porque es "delgado, deslavado o duro". Ellos saben que la salud y la productividad de sus cultivos depende de la "salud" del suelo que ellos trabajan.

El concepto de "salud del suelo" o "calidad del suelo" es, en ciertos términos, nuevo, aunque se trata de combinar conceptos e información ya conocidos sobre el manejo sostenible del recurso suelo. En años recientes se han realizado múltiples esfuerzos por parte de científicos especialistas en suelos, con el fin de ponerse de acuerdo en una línea de base que explique en qué consiste un suelo "saludable". La esperanza es que con una línea de base mínima podamos estandarizar y cuantificar indicadores físicos, químicos y biológicos del suelo. Aunque hemos visto nuevos avances en el manejo ecológico del suelo, todavía no hay consenso en lo que debe constituir esta línea de base de indicadores, para que podamos decir que nuestro suelo está sosteniendo suficientemente nuestras comunidades. El desafío es cómo podemos juntar conceptos y perspectivas locales/indígenas sobre el suelo con el conocimiento de lo que es la complejidad en suelos agrícolas. Tenemos que tomar en cuenta que los criterios que los productores y los científicos usan para caracterizar los suelos son diferentes y diversos.

Esta guía trata de proveer información disponible sobre el cuidado del suelo, en forma teórica y práctica. La inspiración de la guía es el libro "Donde No Hay Doctor" escrito por David Werner, Carol Tuman, y Jane Maxwell. La Guía está dirigida a gente que trabaja en o acerca de comunidades rurales, como promotores, extensionistas, líderes de comunidades y otras personas con interés en el manejo sostenible de los recursos del medio ambiente. Está escrita tomando en cuenta los siguientes principios sobre un manejo sostenible del suelo:

- Mantener la materia orgánica que cubre el suelo y que reduce al mínimo la labranza.
- Búsqueda y utilización de los recursos nutrientes indígenas.

- Reconocimiento y aprovechamiento de la variabilidad en las características del suelo.
- Uso de diferentes plantas, especialmente leguminosas, en sistemas de cultivos.
- Mantener el ganado lo más lejos posible del sistema de cultivos.
- Los fertilizantes incrementan el contenido de los nutrientes del suelo.
- Dar importancia a los principios ecológicos del conocimiento indígena-local así como a los principios científicos de la ecología.

(Adaptada de Weil, 2000).

Nuestra área de enfoque se centra en diferentes partes de Honduras y la región centroamericana, pero esperamos que las experiencias de este trabajo en la promoción de la salud del suelo sean aprovechables en otros países del mundo. Sabemos que cuando hablamos de suelos las "recetas" no funcionan muy bien porque hay tantas diferencias debido a las "micro" condiciones locales, o sea, que en cada lugar las propiedades del suelo son diferentes.

En esta guía tratamos de proporcionar algunas herramientas, que nos pueden guiar en el importante trabajo de conservación y regeneración del suelo. "La asistencia técnica se basa simplemente en recomendaciones y recetas que no son aplicables a la realidad de las condiciones locales, donde los más perjudicados son los agricultores quienes son, al final, los usuarios de estos sistemas de extensión." Debemos tomar en cuenta que esta no es una guía estática, sino todo lo contrario, es un manual dinámico que podemos validar y verificar utilizando nuestros propios esfuerzos.

En el Capítulo 1 planteamos una discusión entre el concepto de salud del suelo y la salud humana. El Capítulo 2 consiste en una presentación sobre la forma en que podemos mejorar nuestro trabajo como extensionistas, promotores y líderes de comunidades en la búsqueda de la salud del suelo. El contenido del Capítulo 3 se basa en la importancia de considerar en forma positiva el conocimiento tradicional en las comunidades en que estamos viviendo y trabajando. Que el suelo está vivo es el tema del Capítulo 4, donde se expone una discusión sobre los macro y micro organismos en el suelo y el rol importante que ellos juegan. El Capítulo 5 trata sobre el

cuerpo del suelo, aquí encontramos una presentación sobre la materia orgánica. En el Capítulo 6 hemos adaptado un cuadro de indicadores de salud de suelos, elaborado en el Centro de Investigación de Agricultura Tropical (CIAT); el cuadro es una herramienta de campo que las comunidades o los agricultores pueden usar para apreciar o monitorear la calidad del suelo en sus cuencas o parcelas. Prácticas recomendadas, constituyen el cuerpo del Capítulo 7, en éste, ofrecemos técnicas como la elaboración del "bocashi" (materia orgánica fermentada) y obras de conservación de suelos. El tema del Capítulo 8 son las prácticas de campo, las cuales nos ofrecen la oportunidad de conocer nuestros suelos. Incluimos en éste una estrategia de cómo elaborar un curso de salud de suelos. Finalmente, en el glosario complementamos los conceptos técnicos que aparecen en toda la extensión de la guía.



## Capítulo 1: La Salud del Suelo

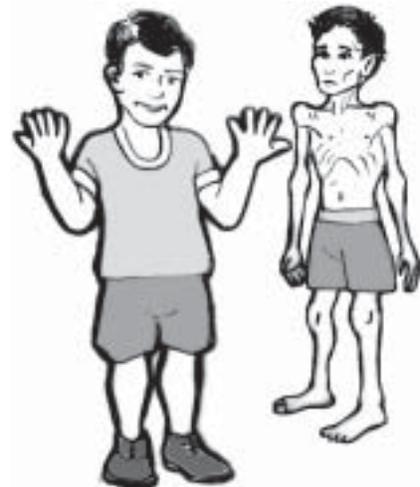
### 1.1 ¿Cómo la salud del suelo afecta la salud de los agricultores, la de su propia familia y a la comunidad agrícola en la que conviven?



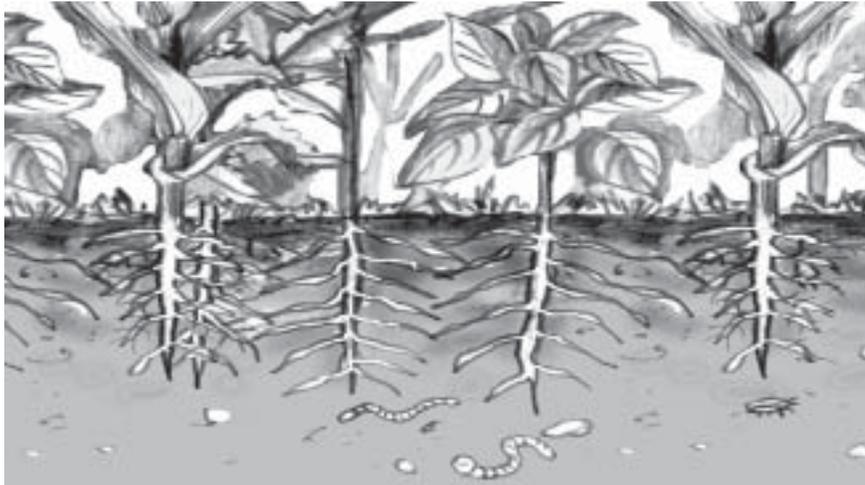
Para entender la salud del suelo vamos a discutir cómo definimos a una persona o a una familia saludable. Las personas saludables son capaces de trabajar y ejercitarse sin problemas y, al descansar, pueden recobrar sus energías rápidamente. No se enferman aunque trabajen, jueguen o convivan con personas enfermas, e incluso pueden dejar de comer o dormir por un día o dos sin sentirse cansados. Por el contrario, una persona débil o enferma, no puede trabajar lo suficiente y necesita más tiempo para descansar y recuperar sus fuerzas. Además, por tener las defensas

bajas, son más susceptibles, que una persona sana, a contraer infecciones o enfermedades serias. De manera similar, un suelo no saludable o enfermo no produce como debería, afectando la rentabilidad de sus parcelas y la calidad de vida de la familia.

Un niño o un adulto se mantiene saludable alimentándose bien, tomando suficiente agua pura y durmiendo regularmente. En general, las personas sanas no toman alcohol en exceso, no fuman y no usan drogas que debilitan sus cuerpos. Una familia saludable previene la propagación de las enfermedades dentro del hogar, manteniendo limpios todos los espacios y cuidando su aseo personal. También evitan exponerse a los peligrosos químicos domésticos o agrícolas.



Un suelo saludable es como una persona sana. Cuando éste está bien alimentado puede producir cultivos saludables y abundantes. Un suelo suave y suelto puede retener el agua como una esponja. Esta habilidad de retener el agua permite que las plantas continúen creciendo aunque hayan sequías.



¿Cómo se puede ver un suelo saludable? En general, un suelo sano es profundo, de color oscuro, suave y húmedo cuando se toca. Además, se deshace fácilmente cuando se toma entre los dedos y al cortarlo se encuentran insectos y lombrices. La coloración oscura y la sensación grasienta se debe a la cantidad de años durante los cuales las plantas han crecido, han muerto y se han descompuesto en el suelo. Las plantas en descomposición no solamente proveen alimento a los insectos y lombrices, sino a otros pequeños seres vivos que muchas veces no se ven. Éstos son los "microorganismos", o sea animalitos y plantitas muy pequeñas que no los podemos ver a simple vista, que ayudan a proteger las plantas contra las enfermedades y a proveerles nutrientes, así como a descomponer la materia orgánica.

Al igual que una persona, el suelo debe tener acceso los nutrientes (su propio alimento), acceso al agua sin contaminantes y descanso para mantenerse saludable. Debe estar libre de agentes dañinos o sustancias peligrosas. Para nutrirlo, no sólo es necesario aplicar fertilizantes químicos; también es indispensable regresar los residuos de las plantas o las excretas (estiércol o cagaduras) de los animales al suelo. La materia orgánica que se produce con los residuos de plantas y excrementos, los cuales descompuestos e incorporados al suelo, proveen de alimento a los microorganismos y mantienen el suelo suave y oscuro. Aplicar fertilizantes sin retornar la materia orgánica al suelo, es como tratar de mantener una persona saludable dándole solamente vitaminas, sin proveerle otros alimentos nutritivos.

Así como una persona necesita descansar para estar saludable y listo para trabajar, el descanso y las rotaciones son muy importantes para mantener la salud del suelo. Pero la cantidad de descanso o nutrición que el suelo de una comunidad necesita, no es igual en cada comunidad agrícola. Como las personas, algunos suelos son naturalmente más saludables que otros. En una comunidad el suelo puede tener una coloración negra; en otra, puede sentirse arenoso por la cercanía del mar; puede ser denso, por las raíces que crecen profundamente en la tierra, o puede ser delgado, por las rocas que están debajo y/o se ven en la superficie. Por eso es importante determinar cuáles son las necesidades del suelo en cada región para tomar las medidas apropiadas para mejorar su calidad.

¿Cómo descansa el suelo? Anteriormente, los barbechos permitían que el suelo descansara. Durante el descanso, los árboles y las enredaderas sostenían el suelo evitando que éste se lavara. Las plantas crecían, botaban sus hojas y morían, y este material muerto ya descompuesto era consumido por los insectos, las lombrices y los microorganismos, produciendo un suelo suave y oscuro.

## 1.2 ¿Cuándo se enferman las personas y los suelos?

Las personas pueden enfermarse por no comer ni dormir bien, o por utilizar sustancias no saludables, como cigarrillos o drogas. En algunas ocasiones también ocurre que, aunque quieran cuidarse alimentándose bien, no pueden mantenerse saludables, porque no pueden o no tienen como comprar alimentos u obtener agua limpia o usar los suplementos vitamínicos que previenen la diseminación de las enfermedades.



Hay problemas similares con los suelos. A medida que la población humana ha ido aumentando y se han establecido más áreas de cultivos, la posibilidad de dejar las tierras en barbecho disminuyó, muchas veces por razones económicas, por la falta de terrenos para cultivar, no permitiendo al suelo descansar para que se recupere. Al trabajar demasiado el suelo, éste pierde su saludable coloración negra, pues los residuos de las plantas son

continuamente removidos durante la cosecha o quemados en la preparación del suelo. La tierra puede empezar a debilitarse o endurecerse si el suelo queda desnudo y expuesto a los golpes de la lluvia, ya que ésta endurece la superficie y lava su contenido. Por otro lado, la aplicación continua de plaguicidas también puede enfermar el suelo, pues éstos pueden matar los insectos, lombrices y microorganismos que ayudan a descomponer la materia orgánica.



### 1.3 Resumen

El suelo es la base de la producción agropecuaria. En él, las plantas se sostienen, extraen los nutrientes que se producen en éste, toman el agua y el aire del mismo, y encuentran las condiciones físicas como textura, permeabilidad y temperatura, que necesitan para crecer y producir.

La importancia de mantener en el suelo un equilibrio químico (cantidad y proporción adecuada de nutrientes), físico (porosidad, capacidad de retención de agua, drenaje, temperatura y respiración) y biológico (todos los organismos visibles y no visibles del suelo), ha sido subestimada por los sistemas de producción convencional y su efecto ha traído como consecuencia suelos pobres y enfermos que no son capaces de sostener un buen rendimiento por sí mismos.

La continua labranza para la producción de cultivos debe ser acompañada de medidas protectoras del suelo, evitando así su empobrecimiento o deterioro y, por ende, su capacidad para soportar los cultivos. El buen manejo del suelo permite que éste sea capaz de producir cultivos con buenos rendimientos, no sólo una vez, sino para las siembras futuras.



## Capítulo 2: Recomendaciones metodológicas para mejorar nuestro trabajo en salud de suelo

### 2.1 Introducción

#### Cambiando nuestro modelo de producción agrícola

Varias décadas de asistencia técnica, crearon en la región centroamericana sistemas de extensión y transferencia tecnológica que se enfocaron casi enteramente en la importación de tecnologías agrícolas de otras partes del mundo: pesticidas, semillas híbridas, maquinaria, etc., que iban en contra de la agricultura indígena-local caracterizada por su intensa mano de obra y el uso de tecnologías orgánicas e integradas.

Pero finalmente, estas nuevas tecnologías tuvieron muy poco impacto en la economía campesina y en el sector agrícola en general y, después de millones de dólares invertidos en la transferencia de metodologías importadas, hemos llegado a la conclusión que necesitamos metodologías de educación en el campo que tomen en cuenta las



*En el modelo tradicional de asistencia técnica agrícola, los técnicos dan recetas, sin permitir a los productores tomar decisiones por sí mismos.*

necesidades, las posibilidades y las ideas locales. Lo anterior no sólo implica incorporar procesos más participativos, sino también cambiar por completo nuestro modelo de pensamiento en relación con la búsqueda de soluciones a nuestros problemas de producción agrícola.

Este nuevo modelo debe incluir, entre otros, los siguientes elementos:

- Del simple planteamiento de soluciones al análisis profundo de los problemas y sus causas reales

- De una simple orientación hacia la comunidad a una verdadera estrategia de trabajo, tomando como base a los miembros de la comunidad
- De un análisis puramente técnico a un análisis que incluya los aspectos sociales que afectan las decisiones productivas
- De la simple transferencia de tecnologías a la capacidad de adaptarlas a la realidad y crear nuevas ideas
- De la pura adopción a la participación de todos los sectores afectados por el proceso

## 2.2 De campesino a campesino

Muchas organizaciones dedicadas a impulsar proyectos de desarrollo en nuestra región consideran importante que los miembros de la misma comunidad actúen como promotores de las diversas actividades de educación, organización, investigación y servicios que ofrecen.

La utilización de promotores campesinos tiene las siguientes ventajas: ser parte de la realidad campesina, que la sienten y se identifican con ella; conocimiento de los elementos que motivan a la familia rural a realizar cambios en sus vidas y, que normalmente son reconocidos por los miembros de la comunidad en que trabajan.

Las metodologías que involucran esta relación campesino-campesino han demostrado también que responden mejor al ejemplo planteado anteriormente en este capítulo, ya que permiten profundizar en los análisis de la comunidad más allá de lo puramente técnico, lo mismo que agregar las ideas y conocimientos de la comunidad a las nuevas ideas, adaptando las soluciones planteadas de una manera más participativa.

## 2.3 El diagnóstico comunitario

Un primer paso en el planteamiento de nuevas acciones técnicas en el campo, es la profundización en el conocimiento de los problemas que afectan a la comunidad en el momento de la intervención.

Para el técnico es claro que el problema de la *salud del suelo* se debe a la falta de atención del agricultor hacia él mismo y a conceptos errados en relación con el suelo, como algo más que un medio que permite el crecimiento

de las plantas. Estas dos razones van más allá de lo técnico y pueden deberse a factores como: conceptos erróneos por intervenciones anteriores, otros problemas de la realidad socioeconómica de la familia rural, limitaciones económicas, falta de conocimientos, etc.

Debido a lo anterior, es necesario llevar a cabo, con la participación de las familias involucradas, un diagnóstico comunitario que permita conocer con cierto grado de detalle, las verdaderas causas de la falta de salud en los suelos. Existen muchas herramientas que permiten lograr un diagnóstico comunitario detallado y útil, pero lo más importante es que se pueda plantear la percepción verdadera de los productores involucrados y sus familias.

**Un diagnóstico bien realizado, debe ayudarnos a conocer lo siguiente:**

- Las necesidades que la comunidad percibe como sus más grandes problemas (necesidades sentidas)
- Las necesidades reales que causan las necesidades sentidas, y que de una u otra manera pueden ser resueltas con la voluntad de la comunidad y los recursos disponibles

---

*Cuando hay actividad participativa de la comunidad agrícola, cada persona contribuye en la definición de los recursos compartidos de suelo, bosque, agua, etc.*



## 2.4 Herramientas para el diagnóstico

Como se mencionó anteriormente, existen cientos de herramientas metodológicas para la realización de un diagnóstico; sin embargo, la mejor herramienta es adquirir la confianza de los participantes para profundizar el diálogo y permitir un intercambio de información abierto y honesto.

Una buena herramienta puede ser, simplemente, un cuestionario sencillo y claro del que se obtengan respuestas directas sobre los temas que queremos conocer. Ejemplos de estas preguntas pueden ser:



## 2.5 Utilizando los recursos disponibles

Dentro de la temática de *salud del suelo* el recurso disponible más importante es, por supuesto, el suelo mismo. La conservación y salud de éste dependerá de la situación de la parcela y de los recursos del agricultor. Sin embargo, existen recomendaciones generales que pueden ser la base de su manejo:

**No quemar.** El fuego puede ser una herramienta práctica para la "limpieza" de la parcela, pero también puede terminar con los nutrientes y seres vivos que se encuentran en ella.

**Realizar obras de conservación** que reduzcan la erosión provocada por el agua y el viento como: terrazas, curvas a nivel, acequias, barreras vivas y muertas, etc. Todas contribuyen a mantener el suelo en su lugar.

**Aplicación y conservación de materia orgánica.** Ésta es una fuente de fertilidad para el suelo y mejora su textura. La materia orgánica puede provenir de los rastrojos de nuestros propios cultivos o del estiércol de nuestra huerta o fincas cercanas. Otras actividades como la rotación y la asociación de cultivos, pueden dar resultados positivos para mejorar sustancialmente la salud del suelo.

Finalmente, el uso moderado y responsable de agroquímicos es esencial para que el suelo mantenga su calidad y salud.

## 2.6 Tomando decisiones y comenzando a trabajar

Una vez que entendemos nuestras necesidades y comprendemos los conceptos relacionados con la salud del suelo, lo mismo que los recursos con los que contamos, es el momento para tomar la decisión de comenzar el trabajo.

Existen muchas formas para iniciar las actividades de recuperación y conservación del suelo. El primer paso consiste en comprender que éste es un organismo vivo y que de la manera en que lo manejemos dependerá que sea saludable o enfermo.

Para recuperar y mantener la salud del suelo se debe comenzar a trabajar de inmediato. Los elementos básicos contenidos en esta publicación pueden ser compartidos con los miembros de la comunidad para decidir qué tipo de medidas se van a tomar, en relación con la recuperación de los suelos y su manejo posterior.



## 2.7 Probando nuevas ideas

Algunos de los elementos importantes para el impacto y los buenos resultados de una campaña de salud de suelos, son la participación de todos los miembros de la comunidad agrícola, mantener una actitud de aprendizaje constante sobre el tema y utilizar los recursos existentes.

Si bien esta publicación presenta ideas preliminares, es importante tener una actitud de apertura a nuevas ideas sobre el tema. Los promotores y agricultores participantes deben estar abiertos a probar, en pequeñas secciones de su parcela, diferentes técnicas de conservación y mejoramiento del suelo. Adicionalmente, cada agricultor debe compartir los resultados, buenos o malos, con los compañeros productores, para facilitar su diseminación.

Es bueno recordar que el aprendizaje y la enseñanza no deben limitarse a las aulas de la escuela, sino que deben convertirse en actividades compartidas por los miembros de la comunidad. Una responsabilidad básica del promotor



agrícola debe ser la de fomentar el intercambio de conocimientos entre los miembros de la comunidad para el aprendizaje y el desarrollo de todos.

## 2.8 Midiendo los cambios

Una vez que se haya comenzado el trabajo, es importante detenerse un poco y explorar que tanto la comunidad, y en especial los agricultores, hayan progresado en el entendimiento de los conceptos de

*salud de suelos* y su aplicación en el campo. Se debe revisar constantemente qué cambios han ocurrido en relación con el mejoramiento y la conservación de suelos en la comunidad.

Cada tres o seis meses, durante el período de la intervención, es importante indagar con los participantes preguntas como las siguientes:



Estas preguntas serán muy útiles para evaluar el progreso de nuestro trabajo hacia el objetivo final: manejar nuestros suelos como organismos vivos y saludables.



## Capítulo 3: Conocimiento tradicional y científico

### 3.1 Introducción

En todas las regiones del mundo los agricultores usan remedios caseros para los problemas del suelo, en base a creencias locales acerca del mismo. En algunos países las recetas tradicionales han sido pasadas por muchas generaciones de padres a hijos.

Si nuestro objetivo es mejorar la salud del suelo debemos considerar el conocimiento local y darle igual énfasis tal como se le da al conocimiento científico. En este capítulo hacemos una introducción de las fortalezas y debilidades de cada tipo de conocimiento, para que el promotor sea más consciente en su trabajo al asistir a los productores en su área. El progreso hacia un suelo saludable está basado en la unión entre conocimiento local y científico.



### 3.2 El conocimiento agrícola tradicional y local

El conocimiento agrícola tradicional y local es muchas veces impresionante y comprensible. Generalmente los agricultores aprenden acerca del manejo tradicional de suelos por sí mismos, por el conocimiento que el tiempo les da, y por las decisiones que toman en el camino, debido a las nuevas ideas que han sido probadas relativamente en un tiempo corto.

Unos pocos ejemplos pueden ilustrar esto.

- Clasificación local de suelos.
- La utilización de abundante materia orgánica y otras fuentes externas como fósforo para mantener y mejorar el suelo.
- El uso de camas altas para cultivar en regiones húmedas.
- Construcción de obras para estabilizar el suelo y evitar la erosión.
- Sembrar distintos cultivos en las parcelas y en diferentes temporadas.

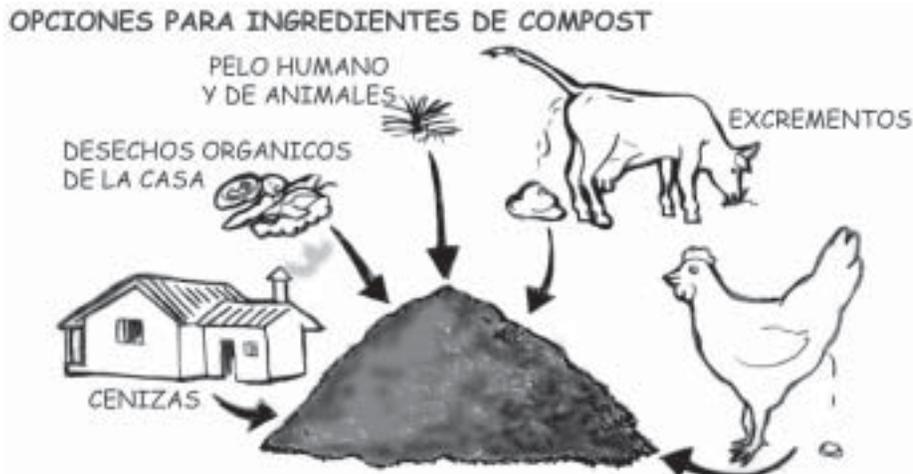
## Clasificación local del suelo



Existen grupos indígenas en Guatemala donde tienen cuatro criterios para clasificar el suelo de acuerdo a: su color, textura, drenaje, y su contenido. Para cada categoría hay subcategorías: para el color hay 8 categorías; en la textura hay 10; en su drenaje 5 y en su contenido 2. En teoría, hay una gran posibilidad de descripciones para nombrar los suelos en esta región.

## Materia orgánica y fuentes externas

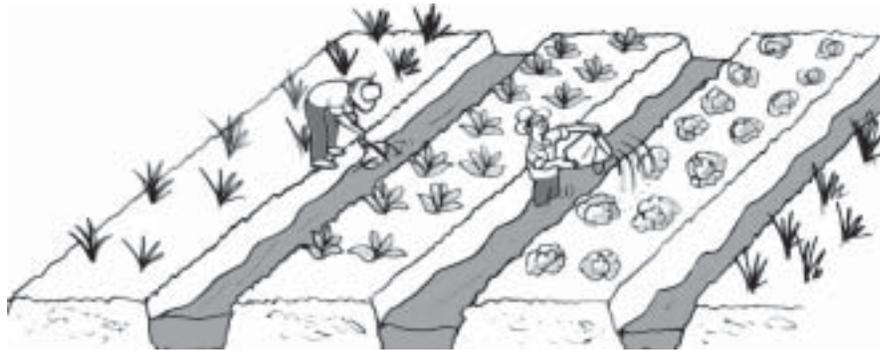
El uso de grandes cantidades de materia orgánica ha sido común en muchos grupos humanos. Tanto los Incas en el Perú como los chinos en Asia usaban todo tipo de materia orgánica, especialmente los excrementos humanos, los cuales "compostaban" para eliminar problemas de enfermedades. Con su aplicación obtenían muy buenos resultados. A través de la historia también se han usado peces muertos, plantas de lagos, sedimentos de las riveras de los ríos, basura orgánica y guano (excremento de aves marinas). Este último fue usado por los Incas y se usa actualmente para obtener fósforo y buena producción en las regiones altas.



El uso de estiércol también ha sido muy popular, especialmente el de animales confinados, por la facilidad que tiene para ser recogido. Muchos pueblos lo han usado combinándolo con paja, orina y otros residuos.

### **Camas altas**

La utilización de camas altas y montículos ha sido útil para muchos agricultores por miles de años, pues permiten que haya un mejor drenaje, irrigación, fertilidad y un manejo más cómodo de las heladas. Al haber más

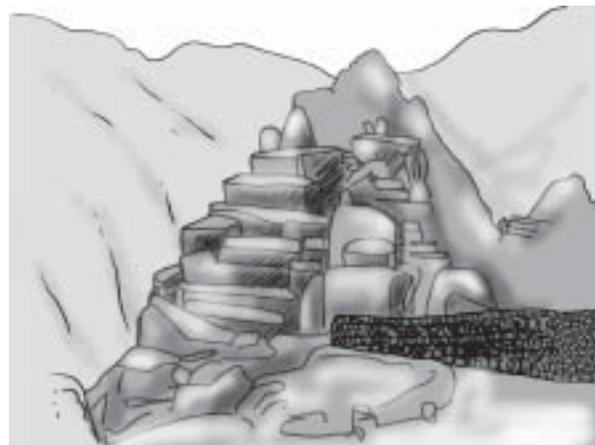


drenaje se pueden controlar con facilidad las enfermedades de las raíces. Son muy utilizados en lugares donde existe mucha agua, por ejemplo alrededor de ríos o partes bajas. Después de cada ciclo aumentan el material para sembrar y obtienen muy buenos rendimientos. Un sistema muy utilizado en las afueras de la ciudad de México son las "chinampas", los productores que manejan este sistema lo hacen poniendo una capa de sedimento fértil extraído de las canales (zanjas) y lo colocan encima de las camas altas, después de cada siembra. Este sistema ha producido altos rendimientos por lo menos durante mil años.

### **Terrazas**

La mayoría de recomendaciones para estabilizar el suelo también vienen de prácticas tradicionales. Por ejemplo, las culturas prehispánicas de Guatemala, México y Perú usaron varios tipos de terrazas que actualmente están adaptadas en los sistemas de producción locales. Cada vez la estructura de la terraza ha sido adaptada a la situación local.

*Machu Pichu, Perú*



## ¿Qué creen los productores en Centroamérica?

Hablando en particular de nuestra región, los productores han adquirido muchos conocimientos a través de las prácticas que realizan a diario, ya que ellos son innovadores y siempre están probando y experimentando cosas nuevas y que transmiten a las siguientes generaciones. Muchas de estas ideas son tomadas por los científicos para comprobar su eficacia, a través de diseños y métodos estadísticos, y cuando funcionan, son publicadas.

Los siguientes son algunos ejemplos del conocimiento tradicional de los agricultores de nuestra región, en relación con la idea de un suelo bueno o malo:

SUELO BUENO	SUELO MALO
El que se siembra por primera vez.	Cuando ya no produce, es que la tierra está cansada.
El suelo de color negro y que no se raja.	Cuando el suelo es muy delgado.
Cuando encontramos lombrices.	En suelo crudo no se produce mucho.
Cuando hay vegetación de hoja ancha.	Cuando los suelos son arcillosos o muy arenosos es difícil producir.
Cuando produce sin necesidad de echarle abonos químicos.	Cuando hay zacates es malo.
Todo suelo a la orilla de una vega.	Donde se forman chagüites no se puede producir.
	Si el suelo es seco se raja y es improductivo.
	Si no se prepara bien, no hay cosecha.

## Prácticas tradicionales no apropiadas

Pero por otro lado, hay prácticas tradicionales que hoy en día no son útiles y que pueden destruir el suelo y el ambiente. Por ejemplo, el corte y

la quema de árboles y bosques que han sido prácticas que en la agricultura de tiempos pasados se podía realizar, porque la población humana era poca y que actualmente no se puede realizar porque hay menos disponibilidad de tierras y los ciclos para que el suelo se recupere son más cortos.



### Otras creencias tradicionales

- Los indígenas hacen ritos, danzas y ofrendas a la tierra para obtener buena producción.
- La quema controlada es buena para la mayoría de los productores.
- En una tierra de carbonal, al cortar y quemar, las primeras cosechas son buenas; las otras no.
- Cuando llueve mucho se huela el cultivo.
- Al aplicar cal, ceniza o estiércol, los suelos se mejoran y producen más.
- El suelo "zacatoso" (muchas malezas de gramíneas) tiene muchas plagas.

## 3.3 Oportunidades y debilidades de los métodos científicos

### Oportunidades

Los métodos y herramientas modernas proveen nuevas oportunidades a las personas, especialmente si entienden que ellos mismos ya lo hacen en la forma tradicional de manejar el suelo.

Para citar algunos ejemplos, la ciencia moderna ha producido máquinas que reducen la cantidad de horas de trabajo; cultivos que producen más granos en ciertas condiciones y que son más resistentes a ciertas plagas. También ha generado conocimientos sobre como funcionan las cosas y como se manejan el cultivo y el suelo. Ahora se sabe más acerca de la vida en el suelo, como se mantiene ésta y ayuda a mejorar la salud del suelo y de los

cultivos. También se sabe como se propagan y controlan las enfermedades. ¿Qué animales son plagas o enfermedad y qué animales o enfermedades los matan?

### COMO NOS AYUDA LA CIENCIA



La ciencia también ofrece metodologías para probar las nuevas ideas, las cuales son fáciles de aplicar.

**Ejemplos de algunas teorías y aplicaciones del conocimiento científico en Honduras:**



- 
- El uso de micorrizas y *Risobium* mejora la absorción de nutrientes.
  - La aplicación de "bokashi" mejora el suelo.
  - El pH ácido no es apto para cultivar.
  - La realización de análisis de suelo y nematodos, ayuda a determinar los macro y micro nutrientes y las poblaciones de nematodos presentes en el suelo.
  - El uso de calicatas es importante para conocer el suelo.
  - La textura y la estructura, son importantes de considerar para la reparación de los suelos.
  - El conteo de la diversidad de organismos permite entender la dinámica del suelo.
  - Conocer el nivel freático nos ayuda a saber qué disponibilidad de agua tenemos en el suelo.
  - Las obras de conservación de suelos los protegen físicamente.
  - El uso de abonos verdes mejora la protección al suelo y la disponibilidad de nutrientes.
  - La lombricultura es útil para repoblar áreas compactadas.
  - La mecanización.
  - Erosión por el viento y el agua, para entender el proceso y protección de los suelos.
  - Los indicadores de nivel de nutrientes aclaran la necesidad de aplicar fertilizantes.
  - El mapeo de suelos permite conocer la distribución y disponibilidad de áreas de siembra.
  - La enmiendas ayudan a mantener la nutrición del suelo.
  - El control biológico sirve para apoyar la naturaleza y reducir el uso de químicos contaminantes.
  - El uso de algunos productos químicos, para el manejo y control de plagas.

Es importante observar que dentro de esta lista de conceptos hay elementos del conocimiento tradicional que fueron adaptados e incorporados al cuerpo de esta información y ahora son parte de la "agricultura científica".

## Problemas

Sin embargo, tanto el uso del método tradicional como del científico pueden dañar mucho el suelo. Es importante escoger bien; no se deben usar métodos desconocidos o que hayan sido rechazados por alguna mala experiencia en el pasado. Ambos métodos deben usarse juntos. Por algún tiempo los agricultores que deseaban producir más usaron métodos industriales modernos que hacían creer que el suelo era solamente estructura muerta como la arena y que eran capaces de hacer crecer las plantas alimentándolas sólo con fertilizantes químicos para incrementar la producción. Pero esto no es verdad. Se sabe que el suelo contiene mucha vida que es esencial para una agricultura saludable, por otro lado, que los fertilizantes químicos no se deben usar en suelos muy ácidos y que también pueden incrementar las enfermedades del suelo.



Además, los métodos modernos constantemente simplifican la diversidad de vidas del suelo. Esto disminuye la resistencia o tolerancia a enfermedades y plagas. Cada vez son menos las variedades de plantas en el sistema agrícola. Muchas variedades milagrosas que son usadas, de repente empiezan a enfermarse y no son capaces de producir. De la misma manera, los

plaguicidas que inicialmente se calificaron como milagrosos, porque curaban los cultivos de las enfermedades y las plagas, empezaron a ser menos efectivos e hicieron que las personas, los animales y el suelo se enfermaran.

## 3.4 Lecciones

Muchos de los remedios "tradicionales" y "modernos" tienen un enorme valor para curar el suelo. Algunas prácticas agrícolas pueden ser a su vez peligrosas y dañinas. Y está claro que mientras más aprendemos del manejo tradicional del suelo, más respetamos este conocimiento que ha sido probado por mucho tiempo y, somos más cautelosos para reemplazarlo por nuevos métodos. En conjunto, si en el manejo de nuestro suelo unimos de forma crítica el conocimiento local y el científico, obtendremos un punto de apoyo esencial para lograr la salud del suelo.



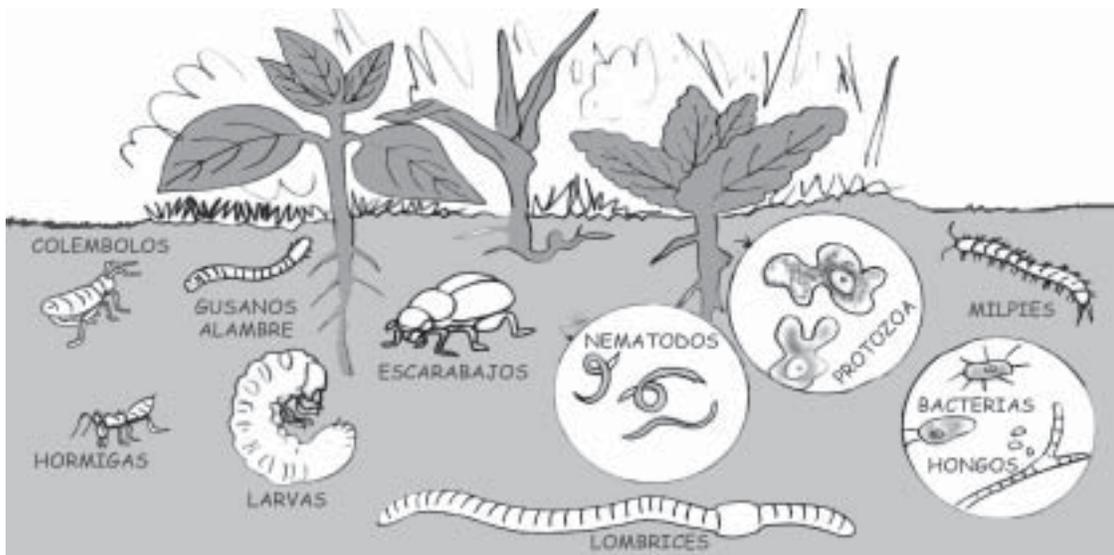
---

## Capítulo 4: El suelo está vivo

---

### 4.1 Introducción

Un suelo saludable presenta una gran actividad de aquellos seres vivos que lo componen, por eso decimos que el suelo está vivo, producto de la enorme cantidad de macro (grandes) y micro (pequeños) organismos que lo habitan. En el suelo podemos encontrar: hongos, algas, protozoarios, anélidos, ácaros, colembolas, nematodos, arañas, hormigas, etc. Generalmente nadie presta atención a los animales del suelo mientras no sean una plaga y no incomoden. Una parte de ellos son tan pequeños, que sólo pueden ser vistos con microscopio. Otra parte son visibles al ojo humano, pero de tamaño tan reducido que sólo pueden ser vistos observando atentamente. Otra parte de ellos, son de mayor tamaño, como las lombrices, ciempiés e innumerables insectos ya conocidos por todos. En este capítulo no pretendemos cubrir la complejidad de todos los macro y micro organismos en sus respectivos hábitat (lugar donde viven en forma natural los animales o las plantas), sino dar un panorama general de lo que significa el rango de vida en la tierra bajo nuestros pies.



### 4.2 Importancia de la actividad microbiana en el suelo

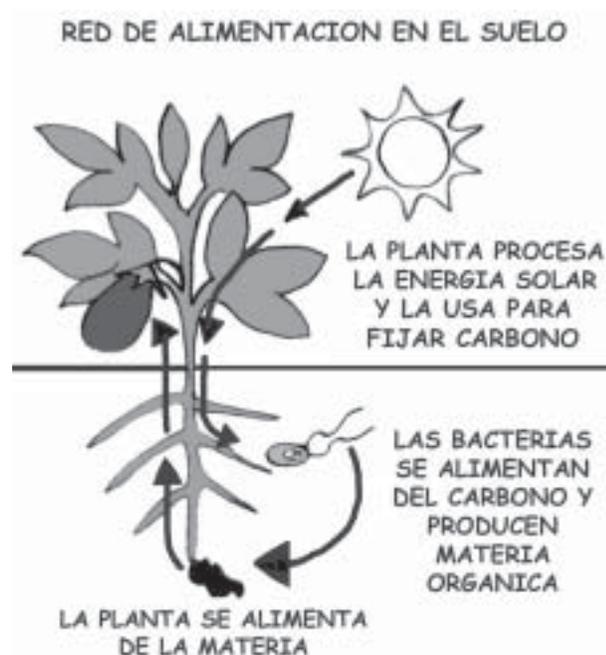
Dada la población y diversidad de microorganismos en los suelos agrícolas, no sería una sorpresa que los microorganismos ejecuten una variedad de funciones, algunas de extrema importancia para la salud del suelo y las plantas.

Estas actividades son extremadamente importantes para el normal funcionamiento de las plantas. Sin embargo, los microorganismos pueden ser afectados de manera drástica por los ambientes químicos, físicos y biológicos; por factores como el pH, la fertilidad, la disponibilidad y el contenido de materia orgánica, el contenido de residuos, la temperatura, la porosidad del suelo, la variedad de cultivos, etc. Como resultado, todas las prácticas de manejo (por ejemplo: la preparación, la quema, la exposición del suelo al sol, uso de fertilizantes amoníacos, etc.) que afectan estos factores también afectan la actividad microbiana de una o varias maneras. Cuando el proceso microbiano es afectado en forma negativa, generalmente se ven efectos indirectos que reducen la salud y el vigor de las plantas. Cuando se afecta en forma positiva, éste se manifiesta mejorando el vigor de la planta, la tolerancia al estrés y la resistencia a las plagas.

## Función de la parte viva

Las comunidades (ecosistemas) del suelo continúan funcionando bien cuando los organismos benéficos están presentes en las cantidades adecuadas, en el tiempo correcto en el ambiente que los soporta. Si los refugios del suelo tienen un adecuado balance entre los tipos y números de organismos, sólo son necesarias mínimas aplicaciones de fertilizantes, plaguicidas y otros agroquímicos, para el adecuado manejo de los cultivos. Esto significa la reducción de los costos asociados con las aplicaciones de fertilizantes y plaguicidas, y la disminución de

contaminación de las fuentes de agua. Una indicación de que el ecosistema del suelo no es saludable, es encontrar evidencia de impactos negativos en fuentes cercanas de aguas (por ejemplo, la disminución del número de peces, cangrejos o anguilas en quebradas, lagos o lagunas cercanas).



## Actividades importantes de los microorganismos del suelo

Actividad		Beneficio
<b>Reciclaje de nutrientes</b> Prevención de la lixiviación de nutrientes (para que no escape el agua a lo profundo del suelo, evitando posibilidad de no ser aprovechada)	g	Hace que haya mayor o menor disponibilidad de nutrientes para las plantas
<b>Degradación de la materia orgánica</b> Producción de humus que estimula el crecimiento de las plantas Efecto indirecto en el control de plagas del suelo	g	Permite una mayor disponibilidad de nutrientes
<b>Fijación de nitrógeno</b>	g	Incrementa el nitrógeno
<b>Producción de polisacáridos</b>	g	Mejora la estructura del suelo
<b>Producción de compuestos antibióticos</b>	g	Aumenta la resistencia a las plagas
<b>Simbiosis con micorrizas</b> (las raíces y micorrizas se benefician mutuamente)	g	Permite un incremento en la disponibilidad de fósforo y agua
<b>Promoción del crecimiento de las plantas</b> Tolerancia a enfermedades Mejoramiento en la toma de nutrientes Mejoramiento en la utilización del agua Tolerancia al estrés	g	Hay un mejor desarrollo de las raíces
<b>Control natural de plagas</b>	g	Protección contra plagas

Muchas veces se piensa que en las tierras agrícolas que tienen un alto contenido de arena o que reciben altas dosis de plaguicidas no hay microorganismos. Pero esto no es verdad. Lo que ocurre es que la actividad microbiana es baja y ciertamente diferente, comparada con un suelo que no ha recibido aplicaciones de plaguicidas o que presenta un alto contenido de materia orgánica.

En el siguiente dibujo se pueden apreciar las cantidades de algunos microorganismos encontrados en un suelo agrícola en tierras altas con grandes poblaciones de ellos, haciendo más dinámico el suelo por la actividad natural de esos seres vivos.



## Microbios fijadores de nutrientes

Por millones de años las plantas se han desarrollado y protegido a sí mismas usando un sistema cooperativo que trabaja bien (sin necesidad de aplicaciones de fertilizantes). En éste, la mayoría de habitantes (bacterias) poseen sistemas elaborados de enzimas (proteínas) que les permiten romper la materia orgánica. Las bacterias del suelo tienen requerimientos muy altos de nitrógeno para elaborar proteínas. Las proteínas juegan un papel relevante en los seres vivos. Las bacterias necesitan mucho más nitrógeno que los animales celulares. Esto significa que gran parte del nitrógeno presente en la materia orgánica, o el nitrógeno libre en la solución del suelo, usualmente se fija dentro de la bacteria. Por tanto, si el suelo de la granja tiene solamente "buenos" microbios (y no otros organismos como los nematodos y protozoos), una cantidad significativa de nitrógeno y otros nutrientes podría ser fijada por estos microbios y no estar disponible para las raíces de las plantas. Esto es significativo cuando nosotros consideramos el hecho de que en un centímetro cúbico (como un cubito maggie o de una piedra de gravín) de espacio en ciertos suelos, podríamos potencialmente albergar de medio a un millón de bacterias.

## Organismos que ayudan a liberar nutrientes

Entonces, ¿cómo podemos lograr que el nitrógeno fijado por los microbios esté disponible para que lo tomen las plantas? Allí es donde entran los consumidores primarios. La mayoría de los consumidores primarios son los protozoos y los diminutos animales invertebrados como los nemátodos (¡Los buenos!). La cantidad relativa de carbono comparada con el nitrógeno contenida

en animales, como los nematodos, es muchas veces más alta que la de bacterias, por lo cual los nematodos tienen una mayor demanda de carbono. Para obtener suficiente carbono los nematodos come-bacterias deben consumir muchas de ellas para satisfacer su propio apetito. Pero como las bacterias tienen un contenido alto de nitrógeno (bajo carbono), los nematodos deben expulsar este exceso de nitrógeno (usualmente como amonio), porque éste podría llegar a niveles tóxicos dentro de sus cuerpos. El amonio expulsado es convertido en nitrato, el cual está disponible para que lo capturen las raíces de la planta. Por eso los consumidores primarios que se alimentan de microbios son necesarios para el adecuado funcionamiento del suelo. Los nematodos a su vez se convierten en un recurso alimenticio para los nematodos predadores, los pequeños artrópodos y los hongos que se alimentan de éstos. Por lo tanto, en un sistema saludable de cultivo, las poblaciones de microbios, nematodos y otros habitantes se mantienen controlados naturalmente. Es importante anotar aquí que los ecosistemas del suelo son mucho más complejos de lo que nosotros podemos visualizar. Solamente una fracción de todas las diferentes formas de vida en los ecosistemas del suelo, ha sido identificada y caracterizada por los científicos.

Es importante aumentar los nematodos de vida libre y disminuir los parásitos de plantas (fitoparásitos). Todos los sistemas del suelo tienen al menos una especie de fitoparásitos presentes. Los nematodos, mientras se alimentan, perforan muchos agujeros microscópicos en las raíces y causan daño en las células de éstas. El número de perforaciones de las raíces por fitonematodos será mínimo si en un ecosistema saludable hay un buen balance de predadores, presa y organismos antagonistas, una apropiada descomposición de materia orgánica, una buena estructura del suelo y ciclos intactos de procesos de nutrientes. Una fuerte correlación puede existir entre las mejores respuestas de las plantas, los más bajos números de nematodos fitoparásitos y los más altos de nematodos de vida libre o benéficos. Los productos de la descomposición de la materia orgánica son apropiados para incrementar los números totales de bacterias en el suelo, las cuales a su vez incrementarán los nematodos come-bacterias que podrían incrementar los nematodos come-hongos, los cuales, a su vez, no discriminarán y también se alimentarán de nematodos fitoparásitos. Infectados o antagonizados, los nematodos fitoparásitos tienen menos oportunidades de perforar las células de las raíces y retirar o causar distorsión y la fuga de nutrientes de las plantas. Las fisuras, perforaciones o raíces colonizadas atraen a los hongos secundarios y a las bacterias que aceleran la pudrición de las raíces, o simplemente debilitan o predisponen los sistemas radiculares

a enfermedades. Un sistema de raíz debilitado no tomará los nutrientes apropiadamente y será más susceptible a la invasión de hongos y bacterias que afectan las plantas (los cuales de hecho son una minoría).

### 4.3 El concepto de “rizósfera”

Gran parte de la actividad microbiana del suelo tiene lugar en las raíces de las plantas. Durante el curso normal del crecimiento y desarrollo, éstas liberan (exudan) una variedad de compuestos orgánicos inmediatamente y alrededor de las raíces. Esta zona, donde se produce la exudación de las raíces y que está influenciada por la actividad microbiana, es comúnmente llamada rizósfera.

Por las exudaciones de las raíces, la rizósfera es rica en carbono. Este carbono supe de mucha energía a los microbios para su crecimiento y desarrollo. Los tipos y las cantidades de compuestos de carbono que liberan las raíces pueden ser afectadas por los cambios en la fisiología de la planta, la cual a su vez, es afectada por muchas razones

como la edad, el tipo de suelo, el material del mismo, la temperatura, la fertilidad, la intensidad de la luz y las actividades de los microorganismos. Todo esto afecta en cierto grado la exudación de las raíces y el tipo de la actividad microbiana de la rizósfera.



Cuando no hay plantas, la tierra se encuentra limitada en la cantidad de carbono disponible que mantiene el crecimiento y la actividad microbiana. Cuando el carbono se presenta en forma de humus, éste se vuelve importante para la salud de las plantas. Mientras los microorganismos están en la rizósfera de la planta, ésta puede suplirles de grandes cantidades de carbono que ellos necesitan como alimento. Los exudados de las raíces y otras formas de introducir carbono al suelo (como la forma orgánica de enmendar), es descompuesto por los microbios, luego, ellos empezarán a incorporar su fracción de humus al suelo.

## 4.4 Bacterias predominantes en la comunidad microbiana del suelo

De todos los microorganismos del suelo, las bacterias son las que se encuentran en las más grandes poblaciones y son tal vez las más diversas en cuanto al número de especies y su comportamiento. Las bacterias son pequeños organismos que se reproducen abundantemente por simple división celular, produciendo masivamente



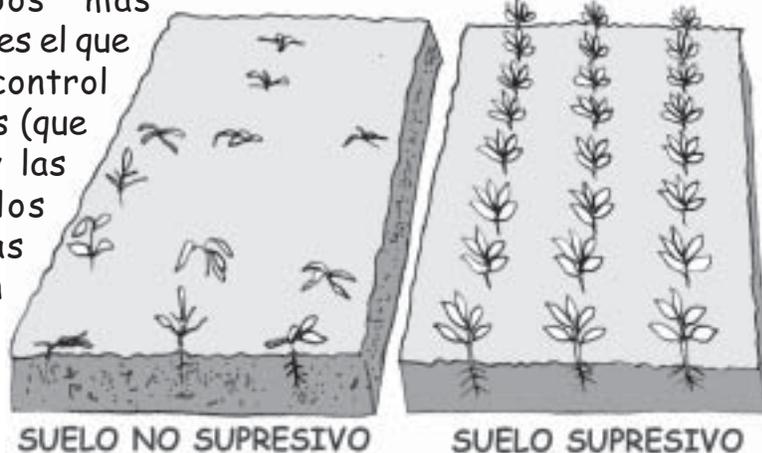
gran cantidad de bacterias en un período corto de tiempo. Bajo condiciones favorables, una bacteria puede multiplicarse en dos en sólo 20 minutos. Es decir, que una bacteria puede dar origen a un millón de bacterias en ¡10 horas! Aunque el total del número de bacterias puede ser grande, el tamaño de cada bacteria individual es muy pequeño: usualmente no miden más de uno o dos micrones (0.00004 pulgadas).

Durante el crecimiento poblacional de las bacterias, una diversidad de ellas puede tener disponible una elevada cantidad de carbono, por su alta actividad de alimentación. Durante la transformación del carbono natural, se originan numerosos subproductos que generan grandes cambios químicos que pueden ocurrir en el suelo como resultado del crecimiento y de la transformación del alimento por parte de las bacterias. Por eso se dice que las bacterias son los microorganismos más significativos en el desarrollo del suelo.

Las bacterias requieren agua para su crecimiento y reproducción. Su supervivencia está limitada en suelos con poca materia viva. Muchas bacterias son buenas saprófitas (que viven en materia orgánica en descomposición), algunas son endofíticas (viven dentro del tejido de las plantas, especialmente las raíces), y un número limitado puede causar enfermedades a las plantas, a los animales y a los humanos. Las bacterias saprófitas y las endofíticas son usualmente buenas competidoras con los patógenos de las plantas y, como resultado, reducen el daño que estos hongos pueden causarles a las plantas.

De particular importancia para el suelo, son las bacterias que transforman los nutrientes del suelo para promover directamente el crecimiento de la planta. Estos organismos juegan un papel clave en el mantenimiento del delicado balance entre la materia acumulada y la materia degradada. Numerosas bacterias de los géneros *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Enterobacter* y *Klebsiella* son eficientes fijadoras de nitrógeno. Pueden tomar el nitrógeno de la atmósfera y convertirlo para que la planta lo pueda usar. Sin duda estos organismos contribuyen sustancialmente para que los agricultores economicen en fertilizantes nitrogenados. Algunas de estas bacterias producen de manera natural hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas. Las bacterias del género *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Azospirillum* son bien conocidas por promover el crecimiento de las plantas. En especial la especie *Azospirillum* estimula el crecimiento de las raíces y promueve la germinación mientras que las *Pseudomonas* son bien conocidas por suprimir patógenos.

Uno de los grupos más importantes de bacterias es el que está involucrado en el control biológico de los patógenos (que enferman las plantas) y las enfermedades que ellos causan. Estas bacterias pueden ser encontradas en todo tipo de suelo agrícola. Su efecto puede durar un tiempo indefinido. Es decir, son



bacterias benéficas que previenen el ataque controlan los patógenos que atacan a las plantas. En algunos casos, las altas poblaciones de estas bacterias son responsables del desarrollo de lo que se llama un suelo "supresivo". Estas bacterias benéficas inhiben la actividad de los patógenos de las plantas, producen sustancias antibióticas o activan hongos benéficos. Todas estas bacterias que viven y mueren en los tejidos de las plantas, aportan gran cantidad de materia orgánica y dan enmiendas al suelo. En los suelos supresivos las plantas se desarrollan mejor y no son atacadas por patógenos.

Gran parte del control biológico que ejercen las bacterias se puede encontrar particularmente en la materia orgánica o en el "compost". De hecho, la aplicación de este último ha sido usada como alternativa efectiva contra los hongos. Igualmente, hay una gran cantidad de compañías

comerciales que están vendiendo preparaciones de bacterias para usarlas como control microbiano.

## 4.5 Hongos - Amigos y enemigos al mismo tiempo

Los hongos son conocidos por causar enfermedades en las diferentes actividades agrícolas. Sin embargo, los hongos patógenos sólo representan una pequeña proporción del total de la comunidad de hongos del suelo; la mayoría son benéficos para la salud de las plantas, como los géneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Mucor*, y *Mortierella*.



A diferencia de las bacterias, los hongos crecen por estructura filamentosa (como hilos) y se reproducen por esporas. Obtienen su energía de la descomposición de la materia orgánica. Generalmente predominan más que las bacterias en suelos con pH alrededor de 5.5, mientras que las bacterias tienden a ser predominantes en pH altos. Los suelos que reciben aplicaciones de fungicidas con frecuencia, pueden variar dramáticamente la composición de la comunidad de hongos, dependiendo del tipo, dosis y frecuencia del fungicida utilizado. Los fungicidas, aparte de afectar los patógenos y la actividad de los hongos que descomponen la materia orgánica, también afectan los grupos que son especialistas en funciones de la rizósfera.

Las micorrizas son un grupo especializado de hongos que están en asociación simbiótica con las raíces de las plantas. La relación de las micorrizas, es que se benefician del carbono que producen las plantas mientras que ésta se beneficia del incremento en la nutrición con fósforo y un mayor movimiento de agua hacia las raíces. Como otros hongos, las micorrizas son sensibles a los diferentes fungicidas comúnmente usados para manejar las enfermedades de las plantas.

Algunos hongos más conocidos en el ecosistema de la agricultura son los endofíticos. Normalmente se encuentran en las semillas, envolviendo las

hojas, en todo el forraje y en los terrones de tierra que rodean la planta. Son comunes en el centeno perenne, en las plantas rastreras y en las gramíneas duras que han sido explotadas.

#### **4.6 Actinomicetos: producen antibióticos supresivos a los patógenos de las plantas**

Uno de los grupos de microorganismos del suelo menos conocido y que se ha estudiado poco, es el de los actinomicetos. Éstos son clasificados más de cerca como bacterias pero crecen como hongos. Aunque su población en algunos suelos puede ser alta, su tasa de reproducción es muy lenta comparada con otros microorganismos del suelo. Muchas veces el olor que se siente de la materia orgánica viene de compuestos volátiles producidos por los actinomicetos.

Los actinomicetos son más abundantes en suelos secos con bastante materia orgánica y altas temperaturas. Como grupo, no toleran un pH bajo (menos de 5.0). Prefieren crecer a temperaturas entre 80 y 100° F. Algunos de los géneros de actinomicetos del suelo incluyen *Streptomicetes*, *Nocardia*, *Micromonospora* y *Actinoplanes*.

Estos organismos son conocidos por su habilidad de aportar importantes compuestos para la industria y la medicina. Muchos antibióticos que son usados como medicina para los seres humanos y los animales, vienen de los actinomicetos. Como los hongos, éstos dependen de la materia orgánica para su nutrición. En particular, parecen estar más adaptados a la materia descompuesta. Por consiguiente, los actinomicetos juegan un mejor rol en la formación del humus del suelo.

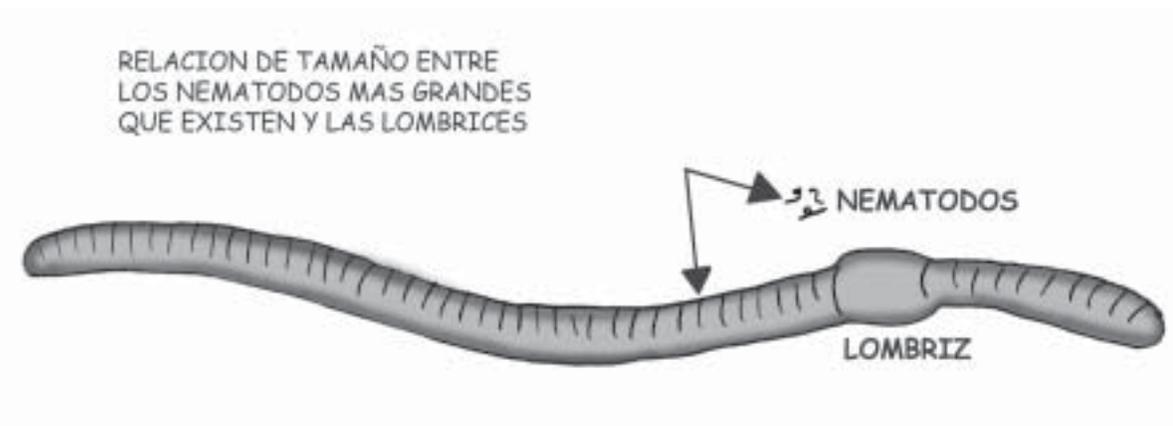
Los actinomicetos también juegan un papel en la supresión de enfermedades del suelo. Muchos compuestos antibióticos producidos por éstos afectan el crecimiento y desarrollo de los hongos patógenos.

#### **4.7 Los nematodos**

En general los nematodos (no sólo los fitoparásitos) son diminutos gusanos redondos que miden entre 0.2 y 0.5 milímetros.

- < Forman el más abundante grupo de animales
- < Están presentes en todos los suelos y cuerpos de agua

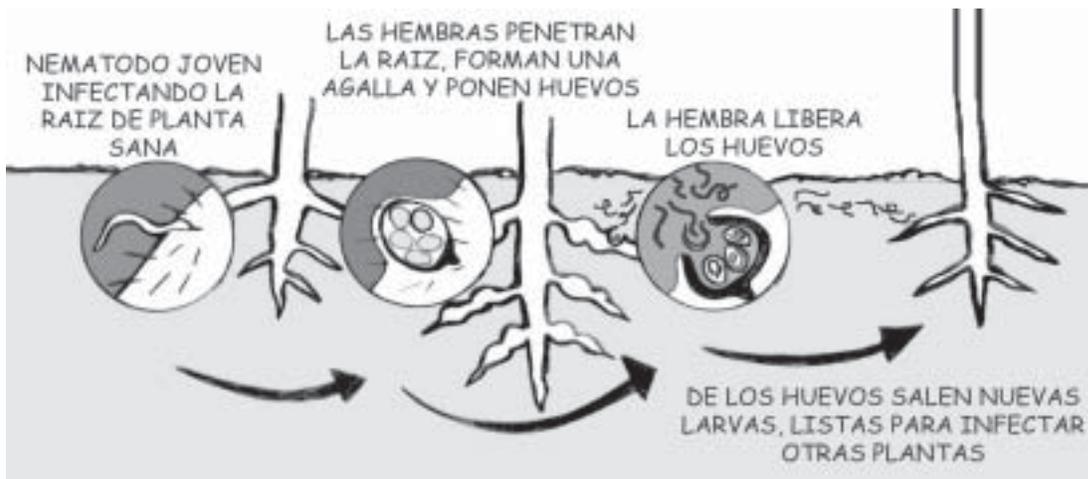
- < La mayoría no son parasíticos
- < Pueden ser parasíticos (en plantas, animales y seres humanos)
- < Los nematodos de vida libre no son parasíticos y se pueden alimentar de:
  - ⊙ otros nematodos
  - ⊙ bacterias
  - ⊙ hongos
  - ⊙ materia orgánica en descomposición
  - ⊙ algas
  - ⊙ muchas otras cosas (no especializadas)



Los nematodos de vida libre en el suelo (no parasíticos o benéficos) contribuyen a los procesos de descomposición, alimentándose de hongos y bacterias. Como son animales microscópicos con presencia de altas poblaciones en la mayoría de los suelos, son buenos sensores del estrés químico, biológico y físico; tanto el causado naturalmente como el ocasionado por el hombre al ambiente del suelo. Por eso se califican como bioindicadores útiles del estado de salud del suelo. Cuando hay presencia de contaminantes tóxicos en el suelo, se ve afectada la diversidad y la supervivencia de los nematodos.

La mayoría de los nematodos, incluyendo las especies fitoparasíticas, son microscópicos o apenas visibles. Los nematodos de las plantas viven en el agua del suelo o en los fluidos de las mismas plantas. Cada nematodo hembra produce entre unas pocas docenas hasta más de 500 huevos. Los huevos de algunas especies sobreviven sin eclosionar por años en un hospedero, pero eclosionan rápidamente cuando son estimulados por la exudación de las plantas. Su actividad, crecimiento, y reproducción se incrementa con los aumentos de temperatura entre 50 ° F (10° C) y 90° F (32° C). Para muchos nematodos el ciclo de vida dura entre tres y seis semanas.

La mayor parte de los nematodos parásitos de las plantas permanecen completamente fuera de las raíces, tienen su estilete (como una aguja retráctil) clavado en las plantas (ectoparásitos). Una minoría son endoparásitos y pasan todo su ciclo de vida dentro de las raíces. Algunos de los endoparásitos se mueven libremente dentro y fuera de las raíces en todas sus etapas de desarrollo (endoparásitos migratorios), mientras que otros permanecen en una posición fija, para alimentarse, dentro de los tejidos radiculares, casi todo su ciclo de vida (endoparásitos sedentarios).



## 4.8 La fauna

### Las lombrices de tierra

La lombriz de tierra es un anélido que a través de su metabolismo mejora la estructura del suelo. Cuando ellas construyen sus galerías remueven el suelo y mezclan verticalmente las sustancias orgánicas de la capa arable. Existen lombrices que perforan galerías en todas las direcciones, y en esta acción segregan una mucosa que da firmeza a las paredes de las mismas, y por lo general, son excavaciones más profundas que las realizadas por los arados, ya que algunas llegan hasta los 4 metros de profundidad, con la ventaja de que no destruyen la estructura del suelo. Además, al construir sus galerías, contribuyen a mejorar la circulación del aire y del agua. Sus deyecciones o excrementos las almacenan en la superficie del suelo, a la entrada de las galerías, en cantidades que fluctúan entre 10 a 90 toneladas por manzana al año (3 a 4 veces más nutrientes disponibles que un suelo sin lombrices).

Sus excretas aumentan de tres a once veces el nivel de fósforo, potasio y magnesio disponible en el suelo; elevan de cinco a diez veces el nivel de nitratos y de calcio, disminuyendo la acidez de la tierra. El fomentar un

número mayor de lombrices de tierra significa aumentar la capacidad productiva del suelo. No basta sembrar lombrices o aplicar el humus que estas producen, es necesario fomentar el desarrollo y la acción de estos organismos mediante rotaciones y asociaciones de cultivos, uso de abonos orgánicos, abonos verdes, y manteniendo el suelo cubierto.



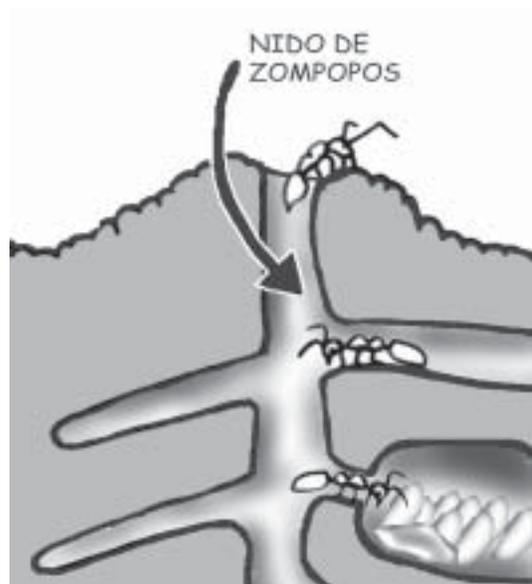
## Los Zompopos

Las hormigas corta-hojas, conocidas comúnmente como zompopos (que pertenecen en su mayoría al género *Atta* spp) son consideradas en la actualidad como una de las principales plagas de América tropical.

Los zompopos son un tipo de hormiga. Se diferencian de las demás hormigas porque presentan tres o cuatro pares de espinas en su dorso o espalda. Son fungívoros, es decir comen hongos, los cuales cultivan en sus nidos, pero para hacer ese cultivo requieren de hojas de plantas, siendo ese es el momento en que producen el daño a los cultivos. Son insectos de ciclo de vida completo que pasa por cuatro etapas de desarrollo a lo largo de su vida, o sea que las etapas de desarrollo por las que pasan son: huevo, larva o gusano, pupa o cartucho y adulto.

Los zompopos viven organizados en colonias, las mismas están divididas en castas o clases sociales; todas las castas son hembras, excepto el zángano.

Los zompopos utilizan las antenas como medio de comunicación, con ellas pueden percibir olores y sabores, y así identificar a los que son o no miembros de su colonia. Otro mecanismo de comunicación son las feromonas, sustancias químicas propia de cada zompopera, que les facilita regresar al nido ya que es como un rastro o huella olorosa que dejan en forma de



pequeñísimas gotas. Estas gotas se desprenden del extremo de su abdomen a medida que caminan y con esta substancia también marcan su territorio, defendiéndolo de la invasión de otras colonias de zompopos.

Ellos son insectos territoriales que limitan el área de terreno donde se establecen. Su mayor actividad se realiza antes de la entrada del invierno, entre los meses de marzo y abril, que es cuando las colonias se encargan de producir reinas y zánganos. En estos meses las cámaras de cría y cultivo del hongo se encuentran cerca de la superficie, encontrándose entre 20 centímetros a 1 metro de profundidad, por esta razón se recomienda en esta época hacer más controles en el nido.

Ellos trabajan particularmente por la noche que es cuando causan el mayor daño. A los zompopos les favorece el clima cálido, pero cuando hace demasiado frío pueden entorpecer y hasta suspender sus actividades; para proteger a la reina, se agrupan alrededor de ella para darle un poco de calor. El hongo que ellos mismos cultivan para su alimento puede ser de color blanco, amarillo claro o anaranjado.

Aunque puede parecer extraño, los zompopos también nos dan ciertos beneficios: proveen materia orgánica de alta calidad al suelo, mejorando así las características físicas y biológicas del mismo, ya que se favorece la multiplicación de bacterias, insectos, nematodos y otros organismos. Este abono orgánico está compuesto de restos de hongo, zompopos muertos, residuos del material vegetal y tierra, y es llamado comúnmente "zompopina".

## 4.9 Resumen

El suelo no es un pedazo de tierra muerta. En muchos sentidos, es como un organismo: respira como nosotros, tiene partes vivas como los microorganismos (pequeños animales) y una estructura como la de nuestros huesos. Un suelo saludable tiene presencia de organismos vivos o el tipo y la cantidad de especies deseables en niveles óptimos para producir alimentos.

El suelo varía considerablemente en su composición, en sus propiedades físicas y químicas. Aunque el tipo de suelo, la textura y la zona climática donde éste se encuentra son relevantes, la gran cantidad de organismos vivos como las lombrices, los insectos, las bacterias, los hongos, los actinomicetos, las levaduras, las algas y los protozoarios, están involucrados en la variedad de actividades importantes que mantienen las plantas y el suelo saludables. Esta es una actividad muy relevante que pocas veces se entiende.

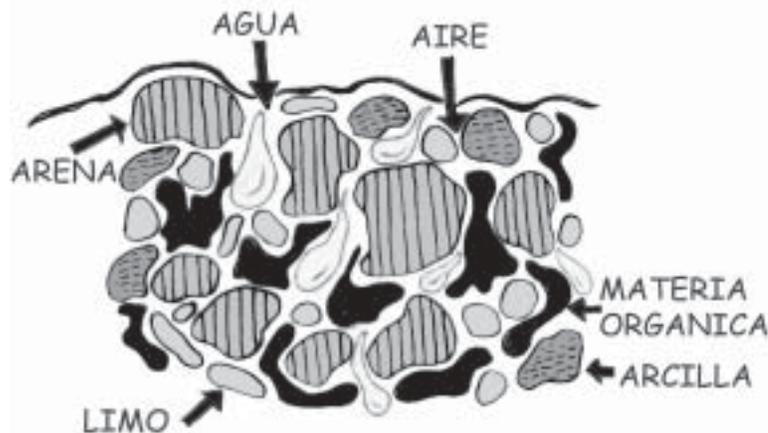


## Capítulo 5: El cuerpo del suelo

### 5.1 Introducción

En este capítulo describiremos las diferentes partes del suelo. En muchas formas el suelo es un organismo vivo, cuyas formas difieren de las plantas y animales que conocemos. Tiene un marco o estructura que lo sostiene, así como los huesos sostienen el cuerpo humano o como el tallo sostiene a la planta, el suelo es sostenido por minerales o piedras. La vida en el suelo descrita en el Capítulo 4 presenta las funciones del suelo como la carne y los tejidos lo hacen en los animales y plantas. La materia orgánica, el agua y el aire nutren el suelo, así como la sangre lo hace en los humanos o la savia en las plantas.

El suelo está compuesto principalmente de minerales (45%), agua y aire (50%) y materia orgánica (5%). La proporción de materia orgánica, incluyendo la parte viva del suelo, es pequeña, pero su función es muy importante en la salud de éste. El cuerpo del suelo tiene también un perfil. Discutiremos primero las partes del suelo y luego el perfil del suelo.



### 5.2 El marco físico (similar a los huesos humanos)

Los huesos del suelo están compuestos por diminutas piedras como partículas, llamadas minerales. Los más grandes son los granos de arena que pueden verse a simple vista, los otros son más pequeños llamados limo (como lo que compone el lodo) y los más pequeños son las partículas de arcilla. Los suelos están hechos de varias proporciones de estas partículas. Algunos suelos son principalmente arenosos, otros tienen mayores proporciones de limo y

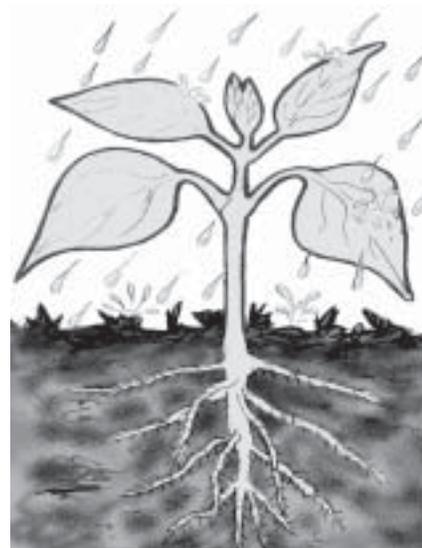
arcilla. La proporción de estas partículas en el suelo determinan sus características físicas en cuánto al aire y agua que pueden sostener. ¿Por qué?. Los espacios que provee el marco de minerales son cruciales porque como son alojados juntos, éstos permiten que haya porosidad y actúan como una esponja absorbiendo el agua, los nutrientes y el aire que la planta necesita para su crecimiento. Los agregados también mantienen la tierra en su lugar, protegiendo el suelo de la erosión causada por el agua de la lluvia y el viento.

Hay más espacios libres en los suelos arenosos, porque están hechos de grandes partículas que sostienen grandes espacios de aire que permiten que el aire se mueva fácilmente hacia y desde la superficie. Pero, ellos, no pueden sostener mucha agua ya que el agua es sostenida por las superficies minerales. Los mayores espacios de aire tienen menos superficies y, por la misma razón, las arcillas del suelo tienen mucho menos espacios entre partículas; las partículas son tan diminutas, que sostienen mucha más agua. El mejor suelo contiene una buena mezcla de limo.



### 5.3 Aire y agua

Así como es crucial el agua y el aire para las personas, lo es también para la salud del suelo. Si el marco físico de los suelos es bueno entonces el aire puede entrar y salir libremente permitiendo a los organismos del suelo respirar y funcionar. Los espacios entre los minerales del suelo deben habilitar suficiente agua para moverse a través de éste, debiendo permanecer retenida en los minerales y en los poros, para estar disponible para las plantas y otros organismos del suelo. El agua contiene una rica cantidad de nutrientes y provee energía a muchas formas de vida en el suelo, para que éstas puedan moverse y esparcirse, especialmente la vida



microscópica (animalitos que no se pueden ver a simple vista), como bacterias, hongos y protozoos. La vida en el suelo frecuentemente es activa en agua o en delgadas capas de agua que se encuentran en la superficie de lugares que proveen nutrientes.

## 5.4 Organismos vivos

La importancia de los organismos vivos en el suelo ha sido discutida en el Capítulo 4. El suelo contiene diferentes tipos de organismos, hay desde bacterias y ascomicetos que solamente pueden ser vistos con un microscopio (aparato que sirve para ver más grandes las cosas chiquitas), hasta gusanos y escarabajos visibles a simple vista. Estos organismos desarrollan muchas labores que ayudan a los suelos para que sean productivos, además, cumplen funciones ambientales importantes como el reciclaje de nutrientes, liberándolos después para que las plantas se nutran, y la planta captura el nitrógeno del aire, nitrificándolo a una forma útil para que les sirva a los organismos, ayudando así a la descomposición de materiales orgánicos, excavando canales aéreos, manejando organismos dañinos y demás. Desde la perspectiva de la salud del suelo, tener un buen contenido de organismos de suelo es crucial.

## 5.5 Materia orgánica

La materia orgánica es muy importante para la salud del suelo. Es necesaria para mantener los nutrientes disponibles para las plantas y organismos del suelo, retener la humedad de éste, permitir que los suelos estén suaves y fáciles de trabajar y disminuir las enfermedades de los cultivos. Muy importante, la mayoría de los organismos existentes en el suelo viven o dependen de la materia orgánica para desarrollar las actividades que hacen al suelo y al ambiente saludables. La mayoría de los microorganismos se encuentran sobre o en la parte orgánica del suelo. Los animales más grandes dependen de la materia orgánica por los nutrientes y por la degradación de más grandes a más pequeñas partículas. Los pelos absorbentes de las raíces y las sustancias pegajosas producidas por los microorganismos, son los que alimentan la materia orgánica actuando como pegamento y sosteniendo juntas las partículas o agregados del suelo.

***Si usted remueve la materia orgánica remueve la mayoría de la vida en el suelo.***

La materia orgánica está formada por animales y plantas descompuestos. Los insectos, las lombrices, nematodos y otros microorganismos, descomponen el material fresco de las plantas y el estiércol, y así se forma la materia orgánica. Si usted deja los tallos de las plantas después de la cosecha o después de trillar, éstos se van a quebrar y descomponer con el tiempo, volviéndose negros y grasosos.

## Los tres tipos de materia orgánica

Hay varios tipos de materia orgánica. Primeramente, el suelo puede contener materia orgánica vieja que ha sido descompuesta. Esto ayuda a mejorar la estructura y capacidad del suelo para retener el agua. Esta materia orgánica ha estado en el suelo por muchos años y ya no contiene muchos nutrientes.

El segundo tipo de materia orgánica, es aquella parcialmente descompuesta, que alberga la mayoría de la vida del suelo porque provee un sustrato de nutrientes para los seres vivientes, así también como ser capaz de absorber y mejorar la estructura del suelo. Los compost, algunos excrementos más viejos, y la materia orgánica verde después de que ha sido dejada en el suelo por dos semanas, son parte de este tipo de materia orgánica. Un suelo debe regularmente ser repleto con el segundo tipo de materia orgánica, esto para que funcione bien.

Un tercer tipo de materia orgánica es la materia orgánica fresca. Ejemplos son: plantas, partes de plantas, directamente cultivadas en el suelo, o desperdicios domésticos frescos incorporados en el suelo. Este tipo de materia orgánica está llena de azúcares que son fácilmente disponibles para ser usados y son de alto valor energético, los cuales muchos organismos usan primero. Debido a la intensa actividad biológica. Esta materia orgánica es peligrosa al crecimiento de las plantas porque quema las raíces.

Las siguientes son algunas de las características que los agricultores asocian con un suelo saludable, debido a que éste tiene una adecuada cantidad de materia orgánica.

- Presencia de lombrices.
- El suelo es suave y fácil de trabajar.
- No tiene surcos en la superficie.
- Provee los nutrientes para el crecimiento de la planta.

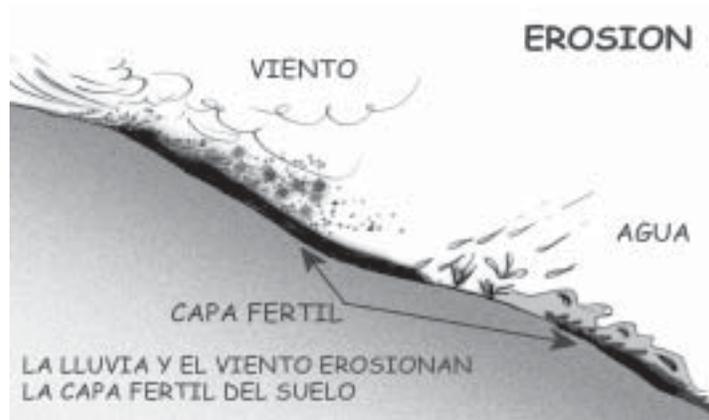
- Retiene agua y las plantas resisten la sequía.
- Las plantas que están sembradas en éste tienen un sistema de raíces denso y ramificado.
- Hay pocas enfermedades en las plantas.
- La materia orgánica les provee alimento a las lombrices. La materia orgánica genera un ambiente suave, húmedo y fresco para las lombrices.
- La materia orgánica es liviana y esponjosa. Liga las partículas del suelo en grupos que forman agregados.
- Las plantas crecen y los residuos de la superficie protegen el suelo de ser lavado por la lluvia.
- La materia orgánica tiene nutrientes para el crecimiento de la planta. Hace que los nutrientes se peguen al suelo como fertilizantes, estando siempre disponibles.
- La materia orgánica absorbe el agua como una esponja y la pone a disposición de la planta.
- La materia orgánica ayuda a mantener el suelo abierto y aumenta la aireación para que crezcan las raíces. Tiene nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.
- La materia orgánica provee un hábitat en el que viven varios tipos de insectos y lombrices que protegen la planta de enfermedades. También provee nutrientes que la ayudan a mantenerse sana.

### **¿Por qué la materia orgánica se pierde del suelo?**

Hay diversas razones por las cuales se puede perder materia orgánica del suelo. A continuación se citan las más importantes:

- Al remover del suelo los residuos de la cosecha (Ejemplo: uso de tallos y hojas para alimentar al ganado).
- Por la erosión, pues ésta arrastra partículas de suelo y de materia orgánica hacia otros campos, hacia las acequias de las carreteras o hasta los lagos y ríos. Las plantas en crecimiento pueden proteger los suelos de la erosión, pues sus hojas suavizan la caída de las gotas de lluvia al suelo. También las raíces de las plantas mantienen el suelo en su lugar. Dejar los residuos de las plantas sobre la superficie del suelo como un "mulch", puede agregar materia orgánica mientras se protege el suelo contra la caída de la lluvia.

- Con algunas prácticas de labranza. Cuando se labra con un arado de vertedera el suelo que se encuentra bajo la superficie se traslada encima del campo y queda expuesto a más aire, agua y altas temperaturas. Este tipo de labranza disminuye la cantidad de materia orgánica, ya que los microorganismos crecen más rápido y consumen más alimento en la superficie, en comparación con los que están en el suelo profundo.
- Por la práctica del monocultivo. Cada planta favorece el crecimiento de organismos específicos del suelo. En los lugares donde hay una gran variedad de plantas, como ocurre en los bosques, también hay diferentes organismos en el suelo. Cada uno de éstos tiene preferencia por un algunos tipos de materia



orgánica como fuente de alimento. Esta diversidad de preferencias hace que el material de las plantas sea descompuesto de manera uniforme. Si en el campo se siembra un sólo tipo de planta año tras año, solamente los organismos que se alimentan de sus residuos continuarán creciendo. Estos organismos desintegrarán rápidamente estos residuos, resultando en una pérdida más rápida de la materia orgánica; lo que no ocurriría, si hubiera una gran diversidad de plantas y organismos en el suelo.

- Por el abuso con fertilizantes nitrogenados. El nitrógeno es un nutriente importante para los organismos del suelo. Agregar nitrógeno adicional estimula el crecimiento de bacterias en comparación con los hongos. Las bacterias son efectivas comiendo y descomponiendo materia orgánica. Los hongos crecen más lentamente que las bacterias y son más efectivos formando geles que mantienen unidas las partículas del suelo.
- Por las quemas, pues éstas remueven los residuos que pueden formar parte de la materia orgánica y degradan el suelo.

### **Los suelos se enferman cuando pierden materia orgánica**

Los suelos con bajos contenidos de materia orgánica son conocidos como *suelos cansados* y tienen una menor capacidad para responder a los cambios de manejo. Al perder la materia orgánica, los suelos son menos fértiles,

están más propensos a volverse duros y compactos, a tener abundante maleza y a producir plantas que crecen más lentamente y que son susceptibles de ser atacadas por plagas y enfermedades. Los suelos cansados frecuentemente necesitan aplicaciones adicionales de materia orgánica, nutrientes y prácticas de manejo de suelos; y aún así, no producen los mismos rendimientos que los suelos mejor manejados.

Muchos de los problemas asociados con suelos cansados o con bajos niveles de materia orgánica, se deben a la incapacidad de los organismos del suelo de crecer por no tener la comida que necesitan, pues éstos se alimentan de materia orgánica, la que a su vez convierten en nutrientes que las plantas requieren para crecer.

La materia orgánica permite el crecimiento de microorganismos y de pelos radiculares en las raíces de las plantas. Los microorganismos del suelo forman geles y pegamentos que mantienen las partículas de suelo juntas en terrones pequeños y suaves llamados *agregados*. Los pelos radiculares también ayudan a mantener los agregados juntos. Estos últimos permiten que el suelo sea poroso y actúe como una esponja absorbiendo agua, nutrientes y el aire necesarios para el crecimiento de las plantas. También permiten que las raíces de las plantas crezcan fácilmente a través de la absorción y el uso de los nutrientes, el agua y el aire que están en el suelo. Al no restringir el crecimiento radicular y el acceso de las raíces a los nutrientes, las plantas crecen saludables, no se caen fácilmente y resisten algunas condiciones de sequía. Los agregados también mantienen el suelo en su lugar y lo protegen de ser removido por el agua o el viento.

Los suelos que han perdido materia orgánica tienen menor capacidad para soportar los cultivos durante los años secos, que los que tienen un mayor contenido de materia orgánica, pues durante las épocas secas los suelos no pueden absorber agua con facilidad, se secan rápidamente y dejan de proveer agua a las plantas. Si los suelos son arcillosos, permanecen húmedos por más tiempo durante los años lluviosos, permitiendo que los organismos que causan pudriciones a los tallos y raíces dañen los cultivos. Aún en años húmedos, los suelos arenosos con poca materia orgánica tienen menor capacidad de mantener agua para el crecimiento de las plantas.

Cuando usted no puede aplicar mucho estiércol o fertilizante en el campo, los suelos con altos niveles de materia orgánica proveen nutrientes para mantener bien el cultivo. Si el contenido de materia orgánica es bajo, el suelo no puede proveerlos y tiene menor capacidad para retener los nutrientes que son aplicados como fertilizantes.

Cuando hay una alta incidencia de plagas o enfermedades, las plantas que crecen en suelos con poca materia orgánica presentan más problemas. El suelo con buen contenido de materia orgánica sostiene altas poblaciones de organismos y de éstos, sólo unos pocos causan enfermedades. La mayoría son útiles, pues descomponen la materia orgánica y para sobrevivir compiten con los que causan enfermedades. En suelos con bajos niveles de materia orgánica, los organismos causantes de enfermedades tienen menos competencia y por tanto, tienen mayor capacidad de infectar las plantas.

## 5.6 El perfil del suelo

El cuerpo del suelo tiene también una forma visible, llamada perfil. Usted puede encontrar esta forma por excavación a través del suelo de uno a dos metros, de esta forma puede usted tener una idea. Está compuesto de una capa fértil, los horizontes A y B y la roca madre.

### La capa fértil del suelo

Es la zona del suelo donde está la mayor concentración de macro y micro nutrientes esenciales para el crecimiento de la planta. Si se escarba con una pala un suelo saludable, la capa fértil del suelo puede llegar hasta uno o dos pies, sin impedimento y sin encontrar rocas.

La capa fértil del suelo contiene y sostiene los nutrientes de la planta. Durante las lluvias, el agua puede ser absorbida sin que se lave o erosione. Las plantas crecen bien cuando hay una capa fértil suficientemente profunda, porque sus raíces son capaces de penetrar buscando humedad y nutrientes. Cuando esto sucede, las plantas permanecen verdes y crecen aún en condiciones de sequía. Las plantas con un sistema de raíces denso no se caen fácilmente durante las lluvias fuertes.

### Horizontes A y B

Progresivamente así como nosotros vamos bajando el perfil del suelo frecuentemente vemos el cambio de color y los suelos llegan a ser más y más rocosos. Este horizonte "A" es usualmente de colorido más claro que la parte superior del suelo, pero de una consistencia similar. Contiene poco o nada de materia orgánica. El horizonte "B" es muchas veces de color similar

al horizonte "A" pero contiene piedras más y más grandes. Los horizontes "A" y "B" son realmente roca madre degradada, lo cual es parte de un proceso natural que se convierte en la base del suelo. La erosión remueve la superficie valiosa y expone primero al horizonte "A", luego el horizonte "B" y finalmente la roca madre. Por ello, la presencia de campos rocosos es una indicación de que ha ocurrido erosión.

## Roca Madre

La Roca Madre es la base de roca original la cual provee los minerales del suelo. El tipo de nutriente y composición de la roca madre determina si un suelo es bueno o malo para la agricultura.





## Capítulo 6: ¿Cómo determinar la salud del suelo?

### 6.1 Introducción

Un indicador es algo que nos da una idea del estado de nuestros suelos. En este capítulo proporcionamos un ejemplo de lo que se llama un cuadro de indicadores. Mas que nada, el cuadro es un proceso participativo con el que un productor o una comunidad se pueden asesorar para verificar la calidad de sus suelos, siempre con el apoyo colaborativo de un promotor/extensionista.

El propósito es ayudar a las comunidades y agricultores a organizar y estimar de manera sencilla y rápida información sobre el estado de salud de los suelos. El cuadro de indicadores provee una indicación general sobre como está el suelo. Por esta razón, las preguntas piden opiniones y estimados, no respuestas precisas ni detalladas.



Para las comunidades que están priorizando e identificando suelos que presentan un alto riesgo de degradación, es recomendable completar el cuadro de indicadores al mismo tiempo cada año. El mejor momento para completar el cuadro de indicadores por parte de los agricultores es un poco antes o después de la cosecha. Para algunas propiedades del suelo que cambian mucho durante las etapas de crecimiento del cultivo, como infiltración o actividad de lombrices, es mejor marcar los puntos varias veces durante las diferentes etapas.

Cada pregunta\* en el cuadro tiene un rango de puntos, desde cero (0) hasta dos (2). Un punto de cero (0) significa una condición no saludable, uno (1) indica que el suelo está dañado y dos (2) indica un estado sano. Para completar el cuadro de indicadores haga lo siguiente:

1. Lea cada pregunta y cada respuesta con cuidado.
2. Elija la respuesta que describe mejor su suelo. Puede usar los números 0, 1 ó 2 como respuestas:
  - 0 No saludable
  - 1 Dañado
  - 2 Sano
3. Dé respuesta a todas las preguntas que pueda para asegurar una evaluación más exacta.
4. Si una pregunta no se aplica a su suelo, marque **NA (No Aplicable)**.

---

\* Los números pequeños después del título de algunas preguntas representan la importancia que este factor tiene para los agricultores de San Juan de Linaca, Danlí, Honduras.

**SUELO.** Las preguntas se refieren a las primeras 9 pulgadas.

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Persona encuestada:** \_\_\_\_\_

**Nombre y ubicación de la parcela:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

<b>Propiedades descriptivas</b>	<b>Marca</b>
---------------------------------	--------------

**1. COLOR DEL SUELO MOJADO<sup>9</sup>** (¿Cuál es el color del suelo cuando está mojado?)

- 0 La tierra es café claro, amarillo claro, anaranjado, gris claro, o casi blanco.
- 1 La tierra es color café, gris o rojizo.
- 2 La tierra es negra, café oscuro o gris oscuro.

**2. FERTILIDAD DEL SUELO<sup>2</sup>** (¿Qué tan fértil es el suelo?)

- 0 El suelo es pobre, de bajo potencial. Sin abono, no se produce nada.
- 1 El suelo es algo fértil, pero siempre necesita abono para producir bien.
- 2 El suelo es fértil, de alto potencial. No necesita abono.

**3. PROFUNDIDAD DE LA CAPA FÉRTIL<sup>1</sup>** (¿Qué tan profunda es la capa fértil del suelo?)

- 0 No hay capa fértil, o la capa fértil es muy delgada, menos de 2 pulgadas. La tierra mala está muy cerca a la superficie.
- 1 La capa fértil tiene poca profundidad, entre 2 y 5 pulgadas.
- 2 La capa fértil es profunda, más de 5 pulgadas.

**4. DUREZA<sup>14</sup>** (¿Es duro el suelo?)

- 0 El suelo es duro, denso o sólido. No se puede deshacer entre dos dedos.
- 1 El suelo es firme y se quiebra entre dos dedos con fuerza moderada.
- 2 El suelo es suave; se deshace fácilmente con poco esfuerzo.

**SUELO. Las preguntas se refieren a las primeras 9 pulgadas.**

**Propiedades descriptivas**

**Marca**

**5. DRENAJE<sup>19</sup>** (¿Cómo sale el agua después que entra en el suelo?)

- 0 Hay mal drenaje. El suelo frecuentemente se llena con agua, o se forman charcos.
- 1 El suelo libera agua despacio y se seca lentamente.
- 2 El suelo libera muy bien el agua y no causa problemas a los cultivos por exceso de humedad.

**6. FACILIDAD DE LABRAR<sup>12</sup>** (¿Es fácil de romper el suelo?)

- 0 Casi no entra el arado ni el azadón a la tierra.
- 1 La tierra se pega al arado, es difícil de labrar; hay que trabajar mucho con azadón para romper la tierra.
- 2 Los bueyes aran rápido, el trabajo con azadón es fácil y la tierra queda suelta.

**7. ESTRUCTURA DEL SUELO<sup>3</sup>** (¿Qué tan suelto es el suelo?)

- 0 El suelo es polvoso o forma terrones grandes.
- 1 El suelo forma terrones de tamaño mediano.
- 2 El suelo está suelto, formado por terrones pequeños que se pueden desmenuzar y que se deshacen fácilmente.

**8. PIEDRAS** (¿Hay piedras en el suelo?)

- 0 El suelo es muy pedregoso.
- 1 Hay piedras, pero no estorban en el manejo del cultivo.
- 2 No hay piedras.

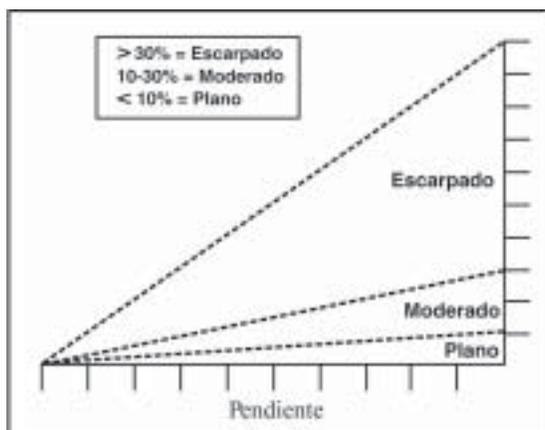
**SUELO.** Las preguntas se refieren a las primeras 9 pulgadas

**Propiedades descriptivas**

**Marca**

**9. PENDIENTE<sup>13</sup>** (¿Qué tipo de pendiente tiene este lote?)

- 0 Es muy escarpado.
- 1 Es moderado.
- 2 Es más o menos plano.



**10. EROSIÓN<sup>10</sup>** (¿Hay erosión del suelo en esta parcela?)

- 0 Mucha tierra se ha lavado o removido con la lluvia o el viento. Se han formado zanjas o cárcavas.
- 1 La pérdida del suelo ha sido moderada.
- 2 La tierra se ha lavado muy poco; resiste erosión por agua o viento.

**11. INFILTRACIÓN<sup>11</sup>** (Cuando no hay cobertura en la superficie del suelo, ¿penetra el agua en el suelo?)

- 0 El suelo no absorbe agua; el agua se encharca o corre por encima.
- 1 El agua penetra al suelo lentamente. Después de lluvias fuertes, corre un poco encima y hay poco encharcamiento.
- 2 El agua se penetra al suelo inmediatamente; el suelo es esponjoso y no hay encharcamiento.

**SUELO.** Las preguntas se refieren a las primeras 9 pulgadas

**Propiedades descriptivas**

**Marca**

**12. TACTO** (¿Al tocarlo, cómo se siente el suelo?)

- 0 El suelo es pegajoso cuando está húmedo.
- 1 El suelo es liso o graneado. Al apretarse se encoge y queda como masa.
- 2 El suelo es suelto. Al apretarlo y soltarlo, se desgrana o deshace.

**13. TEXTURA DEL SUELO<sup>15</sup>** (¿Qué tipo de suelo es arenoso, barroso o franco?)

- 0 El suelo presenta problemas de manejo porque es demasiado arenoso, barroso o pedregoso.
- 1 El suelo es arenoso o barroso, pero eso no causa problemas al productor, ni al cultivo.
- 2 El suelo es franco; ni demasiado barroso ni muy arenoso.

**14. RETENCIÓN DE AGUA<sup>17</sup>** (¿Cómo retiene o mantiene la tierra el agua?)

- 0 La tierra se seca demasiado rápido después de una lluvia.
- 1 La tierra tiende a secarse lentamente sólo durante una temporada seca.
- 2 El suelo retiene muy bien la humedad, absorbe y drena agua fácilmente.

**15. PÉRDIDA DE SEMILLA** (¿Se pierde la semilla sembrada a causa de las lluvias?)

- 0 Se pierde mucha semilla, porque la lluvia se las lleva o quedan soterradas.
- 1 Se pierden unas pocas semillas.
- 2 La semilla no se pierde.

**16. EDAD DE LA TIERRA<sup>16</sup>** (¿Hace mucho tiempo que se siembra la tierra?)

- 0 El suelo tiene más de 5 años que se cortó la montaña, se ha estado cultivando por muchos años.
- 1 El suelo tiene de 3 a 5 años desde que se cortó la montaña y no es muy nuevo.
- 2 El suelo recién se le cortó la montaña, entre 0 y 2 años. El suelo es nuevo, casi virgen.

**SUELO.** Las preguntas se refieren a las primeras 9 pulgadas

**Propiedades descriptivas**

**Marca**

**17. CRECIMIENTO DE MALEZAS<sup>8</sup>** (¿Pueden crecer en este suelo malezas?)

- 0 Solamente algunos tipos de malezas pueden crecer en este suelo.
- 1 En este suelo el crecimiento de diferentes tipos de malezas es regular.
- 2 Muchas malezas de diferentes tipos pueden crecer en este suelo.

**18. LOMBRICES DE TIERRA<sup>4</sup>** (¿Hay lombrices de tierra en el suelo?)

- 0 Es raro ver lombrices.
- 1 Hay pocos hoyos de lombriz o tierra de lombriz.
- 2 Hay muchos agujeros y lombrices.

**19. ACTIVIDAD BIOLÓGICA** (¿Se ven animalitos, insectos, musgo o lama en el suelo?)

- 0 Se ve poca vida en el suelo (poco musgo, lama, hormigas, insectos, gusanos o «animalitos»).
- 1 Se ve algo de vida en el suelo.
- 2 Se ve mucha vida en el suelo.

**20. AGUA SUPERFICIAL** (¿Cómo es el agua superficial en esta región, el agua de los cauces, quebradas, ríos y drenajes naturales?)

- 1 El agua es color café con tierra y sedimento, pero generalmente sólo después de las lluvias.
- 2 Generalmente, el agua es cristalina y limpia.

## PRÁCTICAS DE MANEJO

### Propiedades descriptivas

### Marca

**21. COBERTURA DEL SUELO** (¿Cuánto tiempo durante el año queda cubierto el terreno en esta parcela con cultivos, broza, hojas, malezas o rastrojo?)

- 0 El suelo queda cubierto por cultivos, hojas, malezas o rastrojos por lo menos 3 meses del año, sólo cuando está creciendo el cultivo. El resto del año, el terreno está limpio, desnudo y sin rastrojo.
- 1 El suelo queda cubierto entre 4 y 8 meses del año, sólo durante primera y postrera.
- 2 El suelo queda completamente cubierto todo el año.

**22. BARRERAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS** (¿Hay barreras de conservación de suelos, barreras vivas o barreras muertas en la parcela?)

- 0 No hay barreras.
- 1 Hay algunas barreras.
- 2 Hay barreras suficientes.

**23. ESTADO DE LAS BARRERAS [Si hay barreras]** (¿En qué estado están las barreras?)

- 0 En mal estado.
- 1 Estado regular o deficiente.
- 2 Bien mantenidas y funcionando.

**24. ROZA Y QUEMA**<sup>18</sup> (¿Practica usted la roza y quema en esta parcela?)

- 0 Roza y quema todos los años para sembrar.
- 1 Roza y quema cada dos años o más.
- 2 No practica la roza y no quema

**PLANTAS.** Estas preguntas tratan la condición de los cultivos como maíz, frijol, hortalizas, café y frutales en un año típico, con lluvias y temperatura adecuadas.

**Propiedades descriptivas**

**Marca**

**25. GERMINACIÓN DE LA SEMILLA** [Para cultivos anuales]

(¿Cómo nacen las semillas después de la siembra?)

- 0 Mucha semilla no nace.
- 1 La semilla nace dispareja o dispersa.
- 2 La semilla nace rápido y fácilmente.

**26. TASA DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO** (¿Cómo

crece y se desarrolla el cultivo o el árbol?)

- 0 Malo - el cultivo o el árbol crece y se desarrolla despacio. Se tarda mucho para producir.
- 1 Regular - el cultivo o el árbol crece y se desarrolla más o menos bien, pero produce tarde.
- 2 Bueno - el crecimiento y desarrollo del cultivo o el árbol es rápido y produce a tiempo.

**27. TALLOS<sup>6</sup>** (¿Para los cultivos como maíz y maicillo, cómo es el grosor de los tallos?)

- 0 Los tallos son delgados y raquíuticos.
- 1 Los tallos tienden a recostarse hacia un lado.
- 2 Los tallos son gruesos, rectos y quedan parados aunque moleste el viento.

**28. HOJAS<sup>5</sup>** (¿Cómo es la apariencia de las hojas de los cultivos y árboles?)

- 0 Las hojas son amarillas y hay pocas.
- 1 Las hojas son angostas, pequeñas y de color verde amarillento.
- 2 Las hojas son anchas, frondosas y de color verde oscuro.

**29. TAMAÑO DEL CULTIVO** (¿Cómo es el tamaño del cultivo o el árbol?)

- 0 Los cultivos o árboles se ven sin vigor, pequeños y el tamaño de las plantas no es uniforme.
- 1 El cultivo o el árbol es mediano.
- 2 El cultivo o el árbol es grande y vigoroso.

**PLANTAS.** Estas preguntas tratan la condición de los cultivos como maíz, frijol, hortalizas, café y frutales en un año típico, con lluvias y temperatura adecuadas.

**Propiedades descriptivas**

**Marca**

**30.RESISTENCIA A SEQUÍA** (¿Resisten las plantas o árboles la sequía?)

- 0 Las plantas se secan rápido y nunca se recuperan.
- 1 Las plantas sufren durante temporada seca y se recuperan despacio.
- 2 Las plantas resisten a la sequía.

**31.RESISTENCIA A PLAGAS Y ENFERMEDADES** (¿Resisten las plantas o árboles las plagas y enfermedades?)

- 0 El daño por plagas y enfermedades es severo.
- 1 Las plantas sufren por plagas y enfermedades, pero el daño es moderado.
- 2 Las plantas aguantan las plagas y enfermedades.

**32.DEFICIENCIAS NUTRICIONALES** (¿Es suficientemente fértil el suelo para los cultivos y los árboles?)

- 0 El cultivo o árbol se ve mal alimentado (las hojas están manchadas, quemadas, rayadas, descoloridas o amarillas).
- 1 El cultivo o árbol pierde fuerza cuando está creciendo.
- 2 El cultivo o árbol se nutre bien del suelo.

**33.MADUREZ DEL CULTIVO** (¿Cómo es la apariencia del fruto del cultivo o del árbol?)

- 0 El fruto o producto de esta planta, no madura bien, es arrugado y de mal color.
- 1 El fruto o producto no llena bien y madura lentamente.
- 2 El fruto o producto es grande, lleno, maduro y tiene buen color.

**34a. TIPO DE CULTIVO** [Si el productor cultiva esta tierra] (¿Qué crece en esta parcela en primera y en postrera?)

Nombre de cultivo(s)

Primera: \_\_\_\_\_

Postrema: \_\_\_\_\_

**PLANTAS.** Estas preguntas tratan la condición de los cultivos como maíz, frijol, hortalizas, café y frutales en un año típico, con lluvias y temperatura adecuadas.

**34b. PRODUCCIÓN** (¿En un año con precipitación suficiente, qué resultados obtiene por manzana?)

Rendimiento (por manzana)

Primera: \_\_\_\_\_

Postrera: \_\_\_\_\_

**Propiedades descriptivas**

**Marca**

**34c. RENDIMIENTO<sup>7</sup>** (¿Cómo considera Ud. el rendimiento en esta parcela?)

- 0 ¿Bajo?
- 1 ¿Regular?
- 2 ¿Excelente?

**35. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y GANANCIA** (¿Son bajos o altos sus costos y ganancias?)

- 0 La ganancia es poca, debido a que la inversión en insumos y mano de obra es alta.
- 1 La ganancia es variable. El rendimiento se mantiene, pero siempre hay gasto en insumos (abonos, foliares, pesticidas).
- 2 La ganancia es alta, y los rendimientos se mantienen altos, con poco de gastos en insumos.

SALUD, ANIMALES Y AGUA. Estas preguntas tratan de la salud general de las personas y animales que viven en esta área y la calidad del agua.

**Propiedades descriptivas****Marca****36. SALUD HUMANA** (¿Cómo es la salud de las personas en esta área?)

- 0 La salud de las personas es mala. Los problemas de salud son frecuentes. La recuperación de las enfermedades es difícil y larga.
- 1 A veces hay problemas de salud.
- 2 Las personas gozan de buena salud.

**37. SALUD ANIMAL** (¿Cómo es la salud animal?)

- 0 Los animales se enferman y mueren continuamente. No se reproducen, ni crecen bien.
- 1 Los animales se enferman de vez en cuando.
- 2 La salud de los animales es excelente.

**38. VIDA SILVESTRE** (¿Hay vida silvestre en esta región?)

- 0 Es muy raro ver animales silvestres, como pájaros, culebras, venados o conejos.
- 1 Pocas veces se ven animales silvestres.
- 2 Los animales silvestres son abundantes.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Revise el cuadro de indicadores y cuente el número de preguntas con un tanteo, por ejemplo, de 2.

1. Marque este número en la caja que corresponde a «SANO» abajo y haga lo mismo con los tanteos de 0 y 1.
2. Sume los tres números en el cuadro que dice «TOTAL».
3. Divida el número de cada categoría entre el total de todas las categorías y el resultado multiplíquelo por 100 para obtener el porcentaje de las respuestas de cada categoría.

<u>CATEGORÍA DE SALUD</u>	<u>NÚMERO</u>	<u>%*</u>
SANO (Tanteo de 2)	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>
DAÑADO (Tanteo de 1)	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>
NO SALUDABLE (Tanteo de 0)	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>
<u>TOTAL</u>	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>	100%

\*% =  $\frac{\text{Número}}{\text{Total}} \times 100$

Las preguntas con una respuesta de NA (no aplicable) no se toman en cuenta al momento de realizar el cálculo. Por ejemplo, si hay 20 preguntas con una respuesta de «SANO», 16 preguntas con una respuesta de «DAÑADO», 4 con «NO SALUDABLE» y 5 con NA (no aplicable), los resultados serían:

<u>CATEGORÍA DE SALUD</u>	<u>NÚMERO</u>	<u>CÁLCULO*</u>	<u>%*</u>
SANO (Tanteo de 2)	<input style="width: 50px; height: 30px; text-align: center;" type="text" value="20"/>	$\frac{20}{40} \times 100 =$	<input style="width: 50px; height: 30px; text-align: center;" type="text" value="50"/>
DAÑADO (Tanteo de 1)	<input style="width: 50px; height: 30px; text-align: center;" type="text" value="16"/>	$\frac{16}{40} \times 100 =$	<input style="width: 50px; height: 30px; text-align: center;" type="text" value="40"/>
NO SALUDABLE (Tanteo de 0)	<input style="width: 50px; height: 30px; text-align: center;" type="text" value="4"/>	$\frac{4}{40} \times 100 =$	<input style="width: 50px; height: 30px; text-align: center;" type="text" value="10"/>
<u>TOTAL</u>	<input style="width: 50px; height: 30px; text-align: center;" type="text" value="40"/>		100%

\*EI cálculo para por ciento =  $\frac{\text{NÚMERO}}{\text{TOTAL}} \times 100$

## PRIORIZACIÓN DE RESULTADOS

Cuando usted está calculando los resultados, es posible darle una mayor importancia a los indicadores o características que son más relevantes para su región, comunidad o finca.

A todo el mundo le gustaría tener todos sus indicadores en la categoría «SANO», pero un suelo en esta condición no es común. Cuando los indicadores están en la categoría «DAÑADO», es importante hacer monitoreo por un tiempo para ver si están mejorando o degradándose, y tomar decisiones sobre la necesidad de aplicar acciones o cambios. Para los indicadores en la categoría «NO SALUDABLE,» es importante, cuando sea posible, hacer cambios en el uso o manejo de la tierra con el fin de mejorar las condiciones y evitar problemas graves.

De la misma manera, podemos pesar cualquier número de indicadores que queremos, si descartamos un número igual de factores no importantes. O, podemos pesar algunas preguntas con triple valor, si descartamos otros tres indicadores. También, podemos priorizar los indicadores en un orden diferente al asignado por los agricultores de la región, si lo deseamos. Pero si estamos comparando nuestros resultados con los resultados de otros agricultores, es importante que estemos de acuerdo en si vamos a «pesar» o no pesar los indicadores. Si vamos a pesar indicadores, necesitamos pesar los mismos indicadores. Esperamos que esta entrevista sencilla sea útil para usted.



## Capítulo 7: ¿Cómo mejorar el suelo?

### 7.1 Introducción

#### Elementos básicos para mejorar la salud del suelo

Para mejorar y mantener la buena salud del suelo se requiere que los productores estén muy pendientes de las prácticas que hacen que el suelo se mantenga fértil y sano; éstas deben estar orientadas hacia los siguientes aspectos:

- Brindar atención permanente a la fertilidad del suelo como base de cualquier sistema de producción.
- Cuidar y aumentar la vida en el mismo.
- Prevenir la erosión.
- Hacer obras de conservación de suelos.

### 7.2 Suelos con problemas de nutrientes

#### Suelos que no proveen suficientes nutrientes a las plantas

Las plantas dependen de los nutrientes del suelo para crecer. Ellas combinan el aire con productos que sintetizan la energía del sol y con los elementos que el suelo provee. Los elementos que necesitan son numerosos, los más importantes son nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Estos son elementos primarios.



El suelo requiere muchos más elementos para poder ser saludable. Muchos otros nutrientes son importantes, pero son usados en cantidades menores por las plantas y otros organismos del suelo, como ejemplo de ellos tenemos al Boro (B), Cobre (Cu), Hierro (Fe) y Molibdeno (Mo). La cantidad y la forma de la liberación de estos elementos menores, en la disponibilidad de nutrientes a la planta, es lo que diferencia a un suelo bueno de uno pobre.

La roca madre o material original necesita de transformaciones físicas y químicas para deshacerse. Como resultado de estas transformaciones la roca

madre pasa a formar parte del suelo donde se liberan los nutrientes. Algunos de estos nutrientes están disponibles y otros necesitan la acción de organismos antes de estar disponibles a la planta.

Otro factor importante que debe considerarse es que los nutrientes del suelo deben estar en cantidades balanceadas y en una forma química para que puedan ser aprovechados de forma efectiva por las plantas.

Usualmente los suelos no pueden proveer los nutrientes necesarios para una u otra clase de plantas. Estos problemas son denominados deficiencias nutricionales. Las principales deficiencias son:

### Deficiencia de nitrógeno

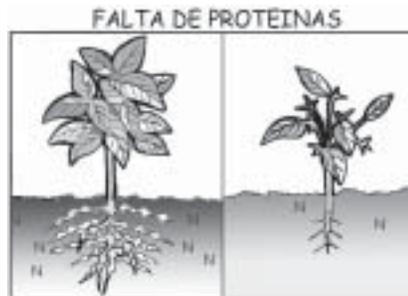
Cuando el nitrógeno es deficiente las plantas no pueden funcionar bien o crecer bien o no pueden defenderse por sí mismas. El nitrógeno es un nutriente crítico para posibilitar la producción de proteínas y otros materiales esenciales en las plantas. Las proteínas son utilizadas por las plantas para funcionar y crecer. Usualmente la materia orgánica es la más importante fuente de nitrógeno en el suelo, a menos que se usen fertilizantes químicos o plantas leguminosas como las arvejas o plantas que produzcan vainas. También las asociaciones desarrolladas con la bacteria llamada *Rhizobium*. El *Rhizobium* puede desarrollar nódulos en las raíces, los cuales toman el nitrógeno del aire. El nitrógeno que esa bacteria usa puede ser utilizado por las plantas y más tarde por otros organismos a través de la descomposición de leguminosas.

#### Síntomas

- Plantas enanas y hojas de color verde claro o amarillo. Particularmente las hojas más bajas son amarillas, especialmente entre las venas.

#### Primeros auxilios

- 1 Aplicación de compost alrededor de las plantas y trabajar gentilmente el suelo. Ser cuidadoso para diluir abonos fuertes, especialmente gallinaza para evitar quemaduras en las raíces. Para evitar algunos problemas con la aplicación de compost como fuente de abono, se debe hacer un análisis del suelo. Sin un análisis, existe la posibilidad de quemaduras severas en las raíces.
- 2 Aplicación de nitrógeno en fertilizantes químicos. Riegue el fertilizante en forma foliar alrededor de las plantas y, si es granular, incorpórelo al suelo.



## Prevención y mejoramiento

- Agregue regularmente materia orgánica al suelo.
- Rotar regularmente con cultivos de leguminosas. Incorporar los residuos en el suelo, a menos que esté practicando labranza mínima.
- Si hay un período de barbecho, cubrirlo con cultivos de cobertura, como *mucuna*.
- Los fertilizantes naturales deben ser usados con cautela, ya que si bien es cierto que estos pueden ayudar a aumentar la cantidad de materia orgánica, no deja de ser cierto que si se aplican fertilizantes en exceso los suelos pueden volverse muy ácidos.
- En conclusión, si se aplica mucha materia orgánica verde los suelos serán muy ácidos y esto es perjudicial para las plantas; en este caso se debe aplicar cal o ceniza para equilibrar el pH en el suelo.

### CULTIVOS DE COBERTURA

¿Dónde encontrar semillas de leguminosas e instrucciones de siembra?

Las semillas están casi siempre disponibles en ONGs, las instrucciones en otros manuales u otros productores locales. Si tiene acceso a computadora y correo electrónico hay un excelente grupo de apoyo disponible, donde usted puede preguntar o dar consejos a otros en el uso de cultivos de cobertura y cualquier otra pregunta relacionada con suelos. El grupo se llama Mulch-L. Para contactarlos se debe escribir a Lucy Fisher a: [lhf2@cornell.edu](mailto:lhf2@cornell.edu)

## Deficiencia de fósforo

El fósforo también es importante en el crecimiento de las plantas. Antiguas culturas latinoamericanas, como los Incas del Perú, estaban enteradas de la importancia del fósforo, ya que los cultivos en las laderas andinas producían poco si no agregaban este elemento. Por ello, transportaban cada año a las altas montañas andinas, grandes cantidades de excremento de pájaro, desde islas cercanas donde abundaban las aves. El excremento de aves es rico en fósforo. Hoy el fósforo es uno de los tres fertilizantes agrícolas más importantes que existen.

### Síntomas

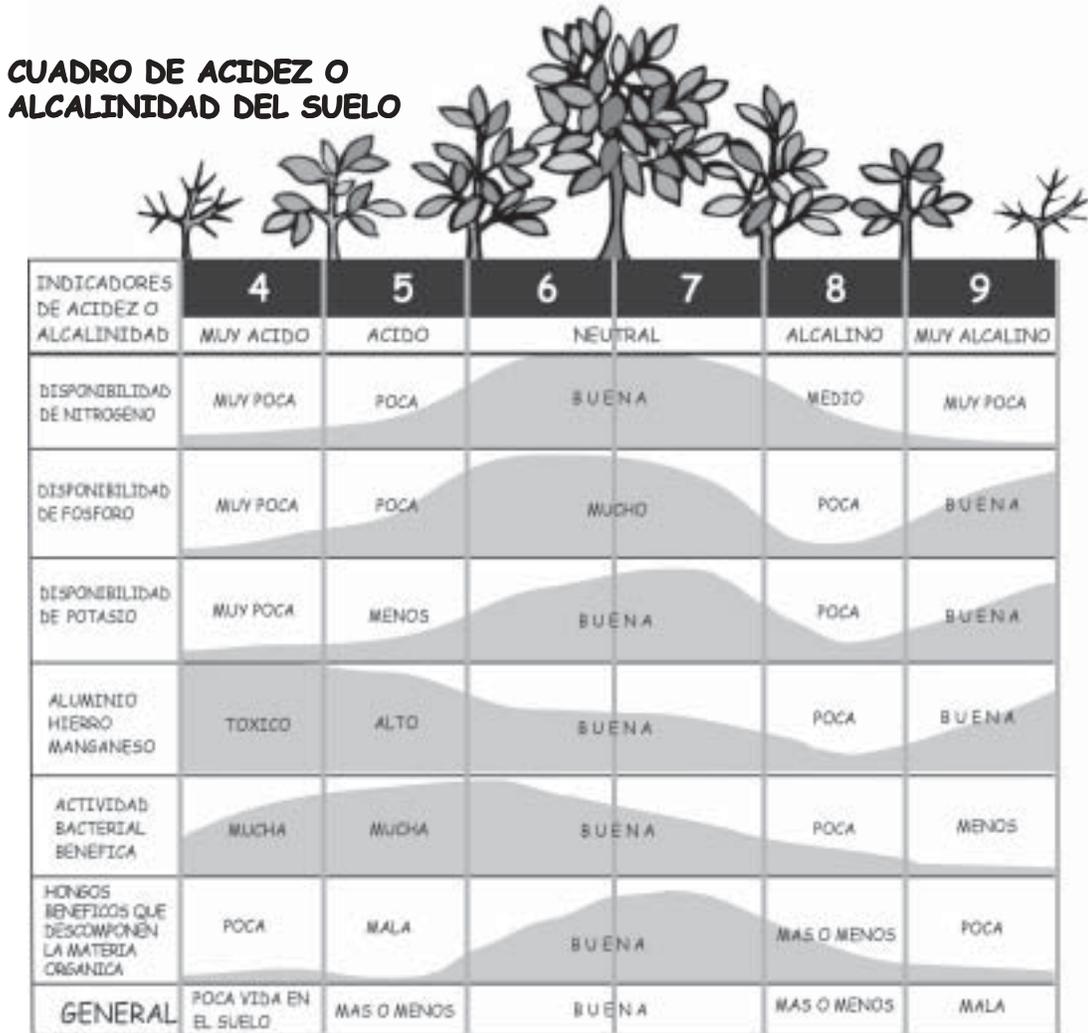
Plantas con manchas moradas en los brotes y en los bordes de las hojas.

### Primeros auxilios

- Aplicar abono de aves de corral, en forma diluida.
- Esparcir un fertilizante químico rico en fósforo incorporado en el suelo alrededor de las plantas.

### Prevención y mejoramiento

- 1 Incorporación regular de abono, especialmente de aves. Si usted no lo puede conseguir de forma fácil y barata, piense en otras formas de conseguirlo. Por ejemplo: puede incrementar el número de gallinas que hay en su traspatio; poner las gallinas en jaulas, para así poder recoger fácilmente el estiércol.
- 2 Inocular las semillas con micorrizas; muchas plantas son ayudadas por hongos como éste, que colaboran en la absorción del fósforo del suelo.
- 3 Usar roca fosfórica. En muchos lugares la roca de fosfato se puede adquirir fácilmente. Las rocas de fosfato mejoran la cantidad de fósforo a largo plazo. La mejor forma de usarlo es en polvo. Si usted usa piedra machacada, entonces los efectos se ven dos años después y se necesitan grandes cantidades.
- 4 Si usted tiene suelos muy ácidos, el primer paso a seguir es el de reducir la acidez del mismo, de esta forma el fósforo del suelo se vuelve disponible a las plantas.



## Deficiencia de micronutrientes o elementos menores

Cuando las plantas tienen deficiencias de nutrientes empiezan a canibalizar sus tejidos y eso las hace más débiles y menos resistentes a las infecciones provocadas por un gran número de hongos. Similarmente los organismos del suelo requieren de un suplemento esencial de micronutrientes para funcionar.

**Boro (B):** La falta de este elemento produce un crecimiento lento y pocas raíces.

**Cobre (Cu):** El borde de las hojas presenta quemaduras. Reacción severa con algunos herbicidas. Bronceamiento de las puntas de las hojas. Puede causar esterilidad y bajo peso en trigo y frutales.

**Hierro (Fe):** La deficiencia de este elemento provoca un crecimiento lento, amarillamiento en varias leguminosas, arverjas y frutales

**Molibdeno (Mo):** Reduce el crecimiento, produce amarillamiento, marchitez, caída de hojas en leguminosas y avena.

**Disponibilidad de nutrientes:** Usualmente los microelementos son liberados por la roca madre a partir de la cual los cultivos pueden extraerlos. Para asegurar la liberación de microelementos del suelo se deben hacer aplicaciones de materia orgánica o cenizas.

### Prevención y mejoramiento:

1) Manejar la acidez del suelo entre 6-7 de pH.

2) Agregar regularmente al suelo fuentes alternativas de nutrientes, como residuos de cosecha, estiércol, uso de árboles alrededor del terreno que aportan nutrientes a la superficie del suelo, a través de las hojas que caen y otras fuentes orgánicas.

3) Prevenir la erosión en la capa superficial.



## Acidez del suelo y el manejo de la toxicidad del aluminio

La acidez del suelo es provocada por el exceso de ciertos elementos llamados iones de hidrógeno que pueden tener diferentes causas. La realidad es que no hay nada malo con la acidez cuando ésta no impide el desarrollo del cultivo y los problemas que éste pueda presentar. Por ejemplo, la mayoría de los bosques crecen muy bien en suelos ácidos y ciertas plantas los prefieren también. Pero en suelos frágiles, los cuales se acidifican tan pronto como se usan, los cultivos no pueden crecer bien. La acidez del suelo es fácil de diagnosticar con una simple medición de pH y los resultados pueden ser indicativos de la necesidad de análisis más complejos.

### ¿Cómo se desarrolla la acidez del suelo?

En muchos casos los suelos se vuelven ácidos porque la roca de donde se derivan es muy pobre en minerales. Para ser saludables, los suelos necesitan elementos como: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K) y Fósforo (P), para mencionar los más importantes. Los suelos ácidos están propensos a perder minerales por la lixiviación; entre más nutrientes son lixiviados mayor es la acidez.

La rosa y quema de la vegetación puede intensificar el proceso de acidificación, dado los períodos largos en que el suelo está expuesto a lixiviación y extracción de nutrientes mediante la vegetación sin ser devueltos al suelo. Se pueden decir que estos suelos son como poblaciones que sufren de pobreza, desgaste y deficiencias. Parece ser común que las plantas se enfermen en estos suelos ácidos.

La acidez a menudo tiende a tener serios efectos secundarios, que comienzan con la concentración de aluminio en la solución del suelo, que puede llegar a niveles de toxicidad para la mayoría de los cultivos. La acidez invade la estructura interna de las partículas del suelo y lleva aluminio a la solución del suelo, donde las raíces de las plantas tratan de absorber agua y nutriente. Aunque estos procesos son extremadamente lentos y pueden tomar cientos de años en provocar problemas de salud en suelos, una vez que el nivel de aluminio llega a alcanzar los niveles de tolerancia de las plantas cultivadas, éstas reducen drásticamente su producción.



La toxicidad de Magnesio (Mg) también puede agravar el problema, particularmente en suelos pobres en materia orgánica. El problema puede limitarse a la capa superficial o afectar las capas más profundas del suelo. En el primer caso, al comenzar las lluvias, las raíces de las plantas más sensibles no pueden penetrar el suelo y se vuelven menos resistentes al estrés por agua y nutrientes, el cual pueden ocurrir durante períodos secos.

Por último, pero no menos importante, es que el aluminio se une al fósforo y las plantas no pueden absorberlo. El suelo no necesita mucho fósforo para satisfacer la demanda de las plantas, pero si necesitan de él particularmente las leguminosas, para producir las enzimas que absorben nitrógeno del aire. La fijación del fósforo puede ser el problema más serio en la rehabilitación de suelos enfermos que sufren el síndrome de acidez, particularmente en suelos ricos en barro (arcilla). La disponibilidad de fósforo es más importante en el caso de leguminosas que son plantas ideales para regenerar el suelo con materia orgánica saludable, abonos verde y las plantas de leguminosa que lo proveen.

También las persona pueden provocar la acidez del suelo en pocos años, al aplicar fertilizantes acidificantes a suelos saludables.

### **Síntomas:**

- No hay síntomas visibles de acidez en el suelo para evaluar la seriedad del problema, sin embargo algunos de los siguientes signos son indicativos de problemas por acidez:
  - a) Suelos de colores claros en áreas de mucha precipitación lluviosa.
  - b) Los suelos ácidos pueden ser fácilmente identificados usando el Kit de pruebas de ácido o papel litmus.

### **El desarrollo de la acidez del suelo puede resumirse en los siguientes tres pasos.**

- 1) Si la roca madre es deficiente en minerales entonces produce acidez, o cuando hay pérdida de nutrientes debido a la lixiviación.
- 2) Cuando el pH es menor, elementos como el aluminio están más disponibles y pueden causar toxicidad.
- 3) El aluminio se une con el fósforo haciéndolo no disponible para las plantas y otros organismos en el suelo, lo cual conduce al desarrollo de serios síntomas de deficiencia de fósforo.

- Los productores pueden apoyarse en la experiencia de otros agricultores que tengan suelos en condiciones ecológicamente comparables y cultivos idénticos, ya sea para diagnóstico o prácticas de manejo correctivo.
- Las comunidades de plantas, especialmente de malezas y rebrotes, pueden ser indicativos de los tipos de problemas del suelo, como los siguientes:
  - Cultivos que no crecen bien y muestran signos múltiples de estrés por falta de nutrientes.
  - Crecimiento de helechos y otras plantas a las que les gusta la acidez en el campo.
- El tamaño de la raíz puede ser una señal de acidez.

El Kit de prueba del pH del suelo puede dar al agricultor una medida suficientemente precisa de la acidez. Un pH de 5.5 o mayor que éste indicaría que la acidez y el aluminio no son un problema mayor, sin embargo, pueden existir graves deficiencias de nutrientes, que pueden reducir drásticamente la producción en las parcelas.

## Primeros auxilios

Encalar es la práctica más efectiva para reducir la acidez del suelo y disminuir el nivel de aluminio en la solución del suelo. Para encalar el suelo se debe solicitar el diagnóstico a un laboratorio de suelos, con la asistencia de un agrónomo. Aún las sugerencias de imitar un tratamiento aplicado en otro campo lleva muchos riesgos, porque las condiciones del suelo entre un campo y otro pueden ser diferentes.

Los productores pueden conducir un experimento en el campo, que les pueda ayudar a determinar la cantidad de cal requerida para preparar la tierra. Para ese propósito se pueden hacer cuatro diagramas de 5 metros por 5 metros, marcados en partes uniformes y representativas del campo. Cada parte recibe el mismo tratamiento (rangos básicos de fertilizantes), excepto por la cantidad de cal que es aplicada en ellos: cero kilogramos (0 toneladas por hectárea), 2.5 kg. (1 tonelada por hectárea), 7.5 kg. (3 toneladas por hectárea) y 15 kg. (6 toneladas por hectárea). El experimento puede ser repetido para aumentar



la veracidad de la prueba, la respuesta del cultivo será el mejor indicativo del rango de aplicación de cal y se le puede observar continuamente para estimar si deja efectos residuales.

## Prevención y mejoramiento

Los agricultores tienen varias alternativas para combatir los problemas de acidez del suelo. Las siguientes son algunas de ellas:

- Selección de especies tolerantes.
- Darle descanso al suelo (período de barbecho).
- Corregir la salud del suelo con abonos verde, cultivos de cobertura y agroforestería.
- Aplicación de enmiendas de cal o cenizas.

Estas alternativas se pueden combinar y usar los resultados más satisfactorios. Un prerequisite importante para conseguir la recuperación y rehabilitación del suelo es protegerlo contra la erosión y, de esta forma, conservar los beneficios de los esfuerzos curativos sobre la tierra, que el agricultor utiliza. La mejor alternativa, por supuesto si es posible, es prevenir la acidificación con un manejo planificado.

## 7.3 Suelos con poca vida y poca materia orgánica

La base para lograr un suelo sano es el suministro continuo de suficiente materia orgánica, la cual, al descomponerse por la acción alimenticia de las lombrices, bacterias, hongos, insectos, mil pies y nematodos, entre otros, la transforman en humus. Este último libera minerales, brindando nutrientes a las plantas y buenas condiciones ecológicas

### Los tres tipos de materia orgánica

Hay varios tipos de materia orgánica. Primeramente el suelo puede contener materia orgánica que ha sido descompuesta. Ésta ayuda a mejorar la estructura del suelo y la capacidad de retención del agua, esta materia orgánica ha estado en el suelo por muchos años y no contiene suficientes nutrientes.

El segundo tipo de materia orgánica es la parcialmente descompuesta. Esta sustenta la mayoría de la vida existente en el suelo, ya que provee los nutrientes para los organismos vivos del suelo. Compost, abonos viejos y materia orgánica verde que ha estado en el suelo por dos semanas, son partes de este tipo de materia orgánica. Un suelo debe ser abastecido regularmente con este tipo de materia para que funcione bien.

Un tercer tipo de materia orgánica es la fresca. Ejemplos de ésta son las partes de plantas incorporadas en el suelo, o materia orgánica fresca de los desperdicios de la casa. Este tipo de materia orgánica está llena de azúcares que pueden ser fácilmente usados como fuentes con alto valor energético, el cual es usado por muchos organismos primarios. Debido a la intensa actividad biológica, este tipo de materia orgánica es peligrosa para las plantas ya que puede quemar las raíces.

y de alimento para los organismos vivos del suelo. Un buen suelo usualmente contiene de 3 a 8% de materia orgánica.

Cuando los suelos no tienen suficiente materia orgánica, entonces falta suficiente vida, que permita el correcto funcionamiento del mismo, faltando también las características que permiten al suelo tener una estructura que realice la absorción del agua, la liberación de nutrientes y la resistencia a condiciones extremas.

## **Síntomas**

Cuando los suelos no tienen suficiente materia orgánica, ellos muestran varios problemas, tal como los siguientes:

1. Usualmente los suelos tienen un color claro.
2. Una pobre estructura y casi siempre no trabajables: no retiene bien el agua, o no permiten a las raíces penetrar profundamente.
3. No hay un olor característico de los suelos.
4. Poca cantidad de lombrices en este tipo de suelo.
5. La salud de los cultivos es pobre, propensos a las enfermedades, especialmente las del suelo.
6. Deficiencias de nutrientes.
7. Una mayor cantidad de malezas crecen en suelos con baja actividad biológica, como aquellos con poca materia orgánica.

## **Primeros auxilios**

Empiece agregando materia orgánica a las partes del campo que muestran deficiencias severas.

Si no tiene suficiente materia orgánica, empiece aumentando abonos verdes en el campo, que deben ser incorporados antes de sembrar el siguiente cultivo.

En algunos casos no se debe desechar el uso de fertilizantes químicos; Se deben usar sólo en campos pobres en nutrientes y con poca materia orgánica, pueden ser un camino para incrementar la cantidad de materia orgánica, pero sólo úselos como última alternativa. Después de la cosecha los residuos de la misma deben ser incorporados, incrementando así la cantidad de materia orgánica.

Cada productor debe considerar la situación de sus propios campos de cultivo para encontrar una solución satisfactoria en su caso. Considerando que debe hacer una serie de mediciones al mismo tiempo, por ejemplo, si un productor tiene los problemas de erosión y falta de materia orgánica, puede ser inútil agregar materia orgánica al suelo sin corregir lo que causa la erosión.

### **Prevención y mejoramiento**

Regularmente agregue grandes cantidades de diferentes de materias orgánicas a su suelo. Hay muchas maneras disponible, aquí hay algunos ejemplos:

Puede agregar rastrojos de otras plantas como Madre de Cacao, que crece en las cercas vivas. Sus hojas protegen el suelo del impacto de las gotas de lluvia, mientras se descomponen para proveer nutrientes a las plantas y materia orgánica al suelo.



Los siguientes son tipos de materia orgánica recomendados para mantener y aumentar la fertilidad del suelo:

### **Abonos orgánicos**

#### **Estiércol**

Las principales fuentes de estiércol en nuestro medio son las vacas, los caballos, los conejos, las cabras, las aves, los cerdos y las ovejas. Para usarlos, estos materiales deben estar debidamente descompuestos. La manera de acelerar este proceso de maduración es haciendo bultos, los cuales se guardan por un período no menor de tres meses antes de distribuirlos en el campo. Al usarlos, es conveniente incorporarlos al suelo lo más pronto posible para reducir su desecación y volatilización.

#### **Gallinaza**

Está compuesta del estiércol de gallinas o pollos de granja, residuos de concentrados y plumas, y del aserrín o la viruta utilizados como cama en los galpones de las aves. La gallinaza también contiene muchas bacterias, hongos, nematodos y larvas que ayudan en el proceso de descomposición. El mejor material es el de las gallinas ponedoras, ya que ha estado expuesto por más

tiempo y eso lo hace ser un abono más maduro. La gallinaza es una buena fuente de nitrógeno y de materia orgánica, y su principal aporte es mejorar las características de fertilidad del suelo con algunos nutrientes como fósforo, potasio, calcio, magnesio y hierro. Para su uso se debe tener la seguridad de que la gallinaza ya ha sido "compostada", pues de otra manera, ocasiona problemas al cultivo. También es recomendable incorporarla lo más pronto posible al suelo.

### **Aboneras**

Se pueden preparar las aboneras utilizando diversos materiales disponibles en las fincas, inclusive, utilizando los desperdicios no sintéticos de las casas. Su elaboración es sencilla y consiste en reunir los ingredientes en un lugar preferiblemente plano; dependiendo de la zona, éstos pueden ser bagazo de caña, gallinaza, cáscaras de banano, cascarilla de arroz, tierra fértil, cal dolomítica, residuos de cosecha, pasto picado y desperdicios de cocina. Los materiales se van agregando en capas y el tamaño de la abonera dependerá de la cantidad de abono que se necesite. Se recomiendan aboneras de 5 metros de largo, 1.5 metros de ancho y 1.5 metros de alto; para alcanzar esta altura es necesario repetir el orden en que se agregaron las distintas capas de ingredientes. Es conveniente regar con agua después de cada capa.

Cuando se haya terminado de colocar los materiales hay que cubrir la abonera con un plástico para protegerla de la lluvia y de la evaporación. Desde la tercera hasta la doceava semana, se debe remover todo el material cada cuatro días. Dependiendo del clima de la zona el abono estará listo en tres meses.

### **Abonos verde como coberturas vivas y "mulch"**

Los abonos verdes son aquellas plantas que se siembran para mejorar la materia orgánica y fertilidad del suelo, incorporándolas preferiblemente antes de su floración. Estas plantas son preferiblemente leguminosas (de la misma familia de los frijoles).

Fuentes importantes de abono verde para el suelo son las coberturas vivas y el "mulch". Este último es una cobertura de materiales vegetales cortados y colocados sobre el suelo para cubrirlo o poniéndolo alrededor de las plantas del cultivo o entre las hileras, el "mulch" se descompone lentamente encima del suelo. Cualquiera de las dos coberturas que se utilicen (vivas o muertas) aportan materia orgánica, protegen el suelo contra el calor del sol y proporcionan buenas condiciones para que vivan muchos organismos

en el mismo. Las leguminosas son plantas que además de proteger físicamente al suelo y de proporcionarle materia orgánica cuando le son incorporadas, también fijan nitrógeno del aire.

## El manejo del frijol terciopelo como "mulch"

En el Norte de Honduras, los agricultores aprovechan el prolongado ciclo de cultivo (más de 270 días al año), estableciendo el frijol abono como cultivo único durante la principal temporada lluviosa (primera) y sembrando luego el maíz en la misma parcela durante la temporada secundaria de lluvias (postrera). En diciembre, el frijol terciopelo se corta con machete y luego se siembra el maíz de postrera en la capa de hojas y tallos en descomposición. No se quema el campo y no se incorpora la leguminosa en el suelo. Con el tiempo, durante el ciclo del maíz, el frijol terciopelo se autosiembra espontáneamente a partir de las vainas que han madurado en el mantillo. Las vainas estallan cuando están secas y expulsan las semillas en el campo en forma pareja. El frijol terciopelo asume agresivamente el control de la parcela de maíz alrededor de la época de la cosecha (abril a junio), usando los tallos de maíz como tutores. Desde ese momento hasta la próxima roza (en diciembre) no se efectúan otras operaciones en el campo y éste permanece en un breve barbecho de frijol terciopelo.

### Algunas especies de abonos verdes recomendados:

*Arachis (Arachis pinto)*  
*Canavalia (Canavalia ensiformis)*  
*Desmodium (Desmodium ovalifolium)*  
*Dolichos lablab (Lablab purpureus)*  
 Frijol abono o terciopelo (*Mucuna pruriens*)  
*Pueraria (Pueraria phaseoloides)*

### Establecimiento inicial

La mayoría de los agricultores siembran por primera vez el frijol terciopelo en el campo 40 a 60 días después de la siembra del maíz en la postrera, o del ciclo del maíz de invierno. Los agricultores siembran 2 ó 3 semillas de frijol terciopelo por postura, a una distancia de 1 a 2 metros entre los surcos de maíz. Los costos de mano de obra del establecimiento inicial del campo de frijol terciopelo son mínimos, por lo general de unos 190 lempiras por hectárea. La semilla comúnmente tiene una mezcla de tipos, y la cantidad usada varía entre 10 y 15 kilogramos por hectárea. Como los agricultores no cuentan con un mercado de semilla de frijol terciopelo, usan la semilla de la leguminosa, recogida en los campos donde ya está establecida.

El establecimiento inicial del frijol terciopelo en ocasiones se realiza sembrando la semilla al voleo en el campo de maíz, evidentemente para ahorrar mano de obra. Sin embargo, se considera más eficiente el método del chuzo porque favorece un establecimiento parejo. Algunos agricultores establecen el frijol terciopelo directamente después de limpiar un campo en descanso.

### **Restablecimiento anual**

Después del establecimiento inicial, la abonera puede necesitar resiembra en el siguiente año, en los sitios donde el frijol terciopelo no pobló densamente el campo la primera vez. No obstante, una vez que se ha establecido el frijol terciopelo los agricultores por lo general confían en la resiembra natural para mantener la población. Se produce la autosiembra natural a menos que el agricultor corte el cultivo antes de que se hayan generado suficientes vainas maduras.

La resistencia del campo de frijol terciopelo es notable. Los agricultores de algunas zonas de Honduras se han basado en la autosiembra natural del frijol terciopelo durante más de 15 años, sin nunca volver a sembrar sus cultivos de abonera con semilla nueva. En Honduras, aún después del marcado fracaso del ciclo del frijol terciopelo en el invierno de 1993-1994, la semilla producida por las escasas matas de frijol terciopelo, que sobrevivieron y alcanzaron la madurez, en el siguiente año fue tan abundante, que la mayoría de los agricultores no tuvieron necesidad de resembrar sus parcelas.

Si bien rara vez es necesario, algunos agricultores arrojan vainas de frijol terciopelo en sus campos en el momento de la roza para asegurar que haya poblaciones uniformes. Otros resiembran el frijol terciopelo más tarde, en los sitios donde no se restableció por sí solo. La semilla usada para la resiembra, por lo general, se cosecha de las plantas que crecen en árboles o rocas, donde la producción de semilla es más favorable que bajo el denso follaje de una población de frijol terciopelo.

La resiembra natural del frijol terciopelo permite a los agricultores mantener permanentemente el cultivo en sus campos sin ningún costo directo. En consecuencia, si bien los agricultores no reciben ningún beneficio económico directo de la semilla de frijol terciopelo, no necesitan hacer una inversión directa en el mantenimiento del cultivo. Sin embargo, la práctica tiene algunas implicaciones menos favorables para el manejo, las plantas de frijol terciopelo que germinan en la parcela de maíz pueden crecer tan vigorosamente a comienzos del ciclo que los agricultores tienen que ralea

las plantas emergentes o «podarlas» para retrasar su predominio hasta que se coseche el maíz. No obstante, esto se puede efectuar durante las operaciones normales de desyerbe, agregando muy poco a los costos totales de mano de obra, y esto no siempre es necesario.

A largo plazo el vigor de la población de frijol terciopelo también puede verse afectado negativamente por la autosiembra natural. Cuando los agricultores no complementan la autosiembra natural con la resiembra deliberada, las áreas donde no existen plantas de frijol terciopelo pueden ser colonizadas por malezas agresivas, como la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*). Esto ha sucedido en zonas donde la maleza se ha convertido en una plaga importante.

### **La roza del frijol terciopelo**

Cortar el cultivo de frijol terciopelo cuando alcanza la madurez y comienza a morir en forma natural, es la principal actividad que requiere el manejo del mulch de frijol terciopelo. En una determinada comunidad o, incluso, en un campo particular, se usa una amplia gama de fechas de roza, pero todos los agricultores tienen cuidado de cortar el frijol terciopelo sólo después de que ha producido suficientes vainas viables. Una vez asegurado esto, en la elección del momento de la roza influye cuan tarde piensan los agricultores que pueden esperar para sembrar el maíz de invierno, sin correr demasiado riesgo de exponerlo a la sequía, al avanzar la temporada. Los factores vinculados con la mano de obra familiar o contratada también influyen en la elección del agricultor para la fecha de roza.

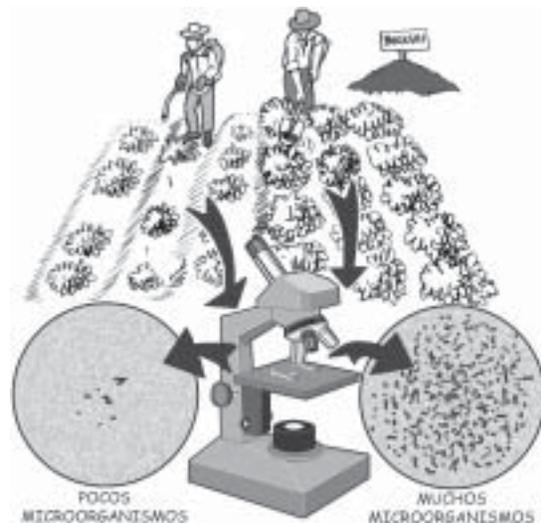
La roza implica cortar la cubierta de frijol terciopelo con un machete y usar un gancho de madera para arrancar los tallos del suelo o los que están en las rocas. Los agricultores no intentan cortar los tallos de frijol terciopelo en trozos pequeños porque esto aumentaría el tiempo dedicado a este trabajo y podría destruir las vainas necesarias para la autosiembra natural. No obstante, algunos agricultores insisten en que el material cortado debe ser desparramado en forma pareja sobre la superficie del campo para asegurar una cobertura adecuada del suelo y un crecimiento uniforme del maíz. La roza del frijol terciopelo requiere menos trabajo que la roza de un descanso arbustivo tradicional: alrededor de 10 días por hectárea para una abonera, en contraste con unos 18 días por hectárea para un campo que ha estado en descanso durante 4 ó 5 años. La roza del frijol terciopelo origina costos de mano de obra considerablemente más bajos que las técnicas tradicionales de preparación de tierra.

## Abonos orgánicos fermentados ("bocashi")

Los abonos orgánicos fermentados son fertilizantes que se elaboran empleando como materia prima los desechos de origen vegetal y animal que salen de las fincas o de las agroindustrias (como las plantas de procesamiento de alimentos y de las viviendas).

La palabra "bocashi" es de origen japonés y significa *materia orgánica fermentada*. Este abono es muy rico en nutrientes y en microorganismos benéficos, favorece la aireación del suelo e incorpora materia orgánica. Su elaboración debe hacerse preferiblemente bajo techo y con un piso firme. Los ingredientes varían de acuerdo con la región. A manera de ejemplo damos los siguientes:

- Gallinaza de aves ponedoras
- Carbón quebrado en pedacitos muy pequeños
- Semolina de arroz o concentrado para cerdos o terneros
- Cascarilla de arroz, pulpa de café, bagazo de caña
- Carbonato de calcio o cal dolomítica
- Melaza o miel de purga de caña de azúcar
- Levadura para pan o estiércol fresco de vaca
- Tierra fértil
- Agua
- "Bocashi" maduro
- Harina de hueso
- Residuos de las cosechas y residuos caseros
- Cualquier material como cartón, papel, etc., que no sea sintético.



Para la elaboración de los abonos orgánicos es necesario usar herramientas como palas, baldes, termómetro, manguera para el agua, mascarillas contra el polvo y botas. Normalmente los agricultores que fabrican abonos orgánicos fermentados, tardan unos 15 días en obtener el producto terminado, listo para ser aplicado al suelo y fertilizar el cultivo. La cantidad de ingredientes depende de cuánto producto se necesita fabricar, de acuerdo con el área a fertilizar. A continuación se ilustra el procedimiento y la cantidad de ingredientes para producir tres toneladas (60 quintales) de "bocashi".

El "bocashi" se puede utilizar para fertilizar directamente el cultivo o los semilleros. Si los semilleros se hacen en bandejas se puede utilizar un 40% de "bocashi" y un 60% de arena y tierra, así las plantas crecerán bien sin necesidad de hacer fertilizaciones adicionales.

1. Recoger los materiales.
2. Dispersar 10 quintales de bagazo de caña en el suelo. Mezclar con 10 quintales de gallinaza.
3. Incorporar 3 quintales de carbón vegetal molido.
4. Mezclar con 10 quintales de tierra negra.
5. Agregar medio quintal de semolina.
6. Mezclar bien con medio quintal de bocashi maduro.
7. Agregar medio quintal de cal agrícola.
8. Mezclar homogéneamente todos los componentes anteriores.
9. Incorporar una y media libra de levadura disuelta en 5 litros de agua.
10. Disolver medio galón de melaza en un galón de agua.
11. Mezclar nuevamente todos los componentes anteriores homogéneamente.
12. Agregar agua suficiente hasta obtener un 50% de humedad.
13. Para determinar la humedad hay que tomar un puñado de material y al presionarlo con la mano, debe mantener su forma sin escurrir agua.
14. Cubrir con plástico. Revolver 2 veces por día durante los 9 primeros días y mantener una temperatura de 55 a 60 grados centígrados. Una vez terminado y homogenizado el montículo cúbralo durante 15 días.

### Velocidades de descomposición de varios tipos de materia orgánica.

Tipo de material	Relación C/N	Velocidad de descomposición
Rastrojo de sorgo	Alta (entre 30 y 100)	Lenta (Entre 90 y 100 días)
Granza de arroz	Muy alta (superior a 100)	Muy lenta (más de 180 días)
Aserrín de madera	Muy alta (superior a 100)	Muy lenta (más de 180 días)
Gallinaza	Depende del material utilizado como cama de avario	
Vaina de frijol	Baja (inferior a 30)	Rápida (menos de 60 días)
Pulpa de café	Baja (inferior a 30)	Rápida (menos de 60 días)
Estiércol de ganado	Baja (inferior a 30)	Rápida (menos de 60 días)
Excreta de gallina o pollo	Baja (inferior a 30)	Rápida (menos de 60 días)
Plantas de abonos verdes (mucuna, canavalia, vigna dolichos)	Baja (inferior a 30)	Rápida (menos de 60 días)
Rastrojo de maíz	Alta (entre 30 y 100)	Lenta (entre 90 y 100 días)

\*Los períodos de descomposición son promedios, bajo condiciones de temperatura ambiente entre 22 y 30 grados centígrados y humedad suficiente para posibilitar el crecimiento microbiano.

### Rango de macronutrientes encontrado en varias fuentes de materia orgánica.

Fuentes	N	P	K	Ca	Mg
Compost	1.44%	.69%	1.57%	4.72%	0.45%
Lombricompost	2.90%	0.57%	0.14%	1.72%	0.38%
Pulpa de café	2.0%	.19%	3.0%	1.50%	0.25%
Gallinaza	3.96%	3.0%	1.0%	3.3%	1.78%
Estiércol de corral seco	2.0 %	0.65%	1.8%	2.85%	1.32%
Bocashi	0.9 %	2.0%	1.0%		

## 7.4 Prácticas de manejo para mejorar la salud microbiana del suelo

### Humus de lombrices

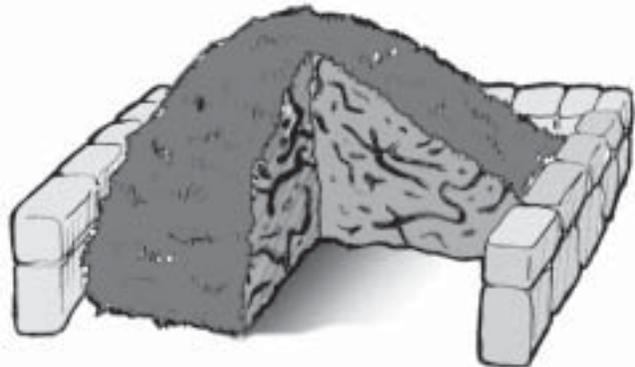
Las lombrices ayudan a mejorar la estructura del suelo, lo vuelven menos pesado, mejoran el drenaje y permiten que en éste haya más aire, lo que favorece a los organismos que viven en él. Las lombrices se alimentan de

materia orgánica y la transforman en humus, este último es una gran fuente de nutrientes para las plantas y un gran alimento para los animales visibles y no visibles que viven en el suelo. En algunos países la fertilidad del suelo se mide de acuerdo con la cantidad de lombrices que éste tiene, de tal manera que a mayor cantidad de lombrices el suelo es más fértil.



El humus de lombrices se puede producir haciendo una cría en arriates o en cajones de cemento o de madera. Las lombrices tienen una gran capacidad de reproducción cuando están bien alimentadas y esto trae como resultado mayor cantidad de humus. Se alimentan de casi cualquier material orgánico y en poco tiempo lo transforman en abono. Los materiales más utilizados para alimentarlas son el estiércol de equinos, vacunos, conejos y ovejas; basura orgánica casera e industrial; residuos de cosechas; pulpa de café, papel o cartón, etc. Cuando ya se obtiene el humus, éste se puede utilizar para hacer semilleros, fertilizar arriates, plantas ornamentales, cultivos en invernaderos, jardines y campos de cultivo.

CORTE DE COMPOST MOSTRANDO TUNELES HECHOS POR LOMBRICES

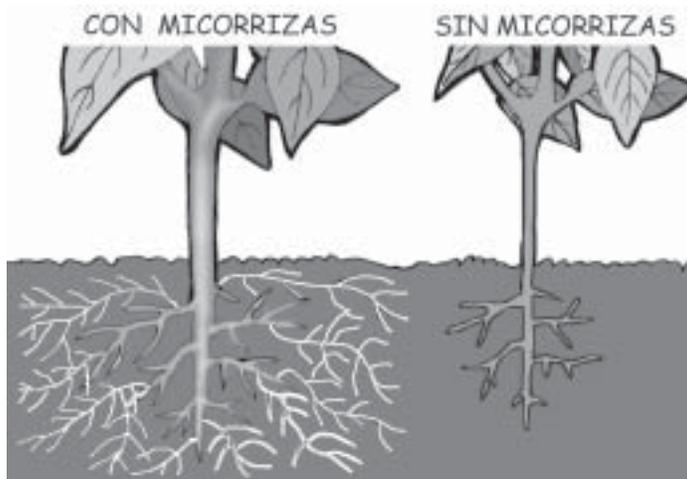


La materia orgánica que se emplea para alimentar las lombrices depende de la región y de la facilidad que los productores tengan para obtenerla. Lo que si es seguro es que siempre se podrá disponer de algún tipo de alimento para producir el humus, independientemente de la zona. Para poner un ejemplo, algunos caficultores están usando la pulpa de café para "compostarla" con las lombrices y así producir abono para hacer los viveros y fertilizar sus plantaciones.

### **Aplicación de hongos micorrizas y bacterias simbióticas**

Las micorrizas son unos hongos que pueden penetrar en las raíces de las plantas, aunque hay algunas que sólo actúan superficialmente. El gran aporte

de estos hongos consiste en que aumentan el área de absorción de agua y nutrientes de las raíces y los vuelven solubles; además, al ocupar un espacio en las raíces, no permiten la invasión de otros organismos capaces de producir enfermedades. Las plantas con micorrizas, tienen un mayor número de raíces y éstas son más vigorosas que en una planta sin micorrizas.



En el siglo pasado, la revolución verde hizo posible incrementar los rendimientos de los cultivos agronómicos mediante el uso de agroquímicos. Con el pasar del tiempo, la aplicación de fertilizantes y pesticidas se fue incrementando, ocasionando deterioros en el ambiente (contaminación de suelos y fuentes de agua). En la última década, instituciones de investigación se han preocupado por buscar alternativas que sean más amigables al ambiente, pero con igual o mayor eficiencia que las propuestas por la revolución verde. Debido a esto, se han venido promoviendo la agricultura orgánica y otras tecnologías que reducen la contaminación del medio ambiente. Entre estas tecnologías se encuentra el uso de los biofertilizantes.

La investigación científica y tecnológica en las últimas décadas han permitido el estudio de organismos del suelo (bacterias u hongos) que favorecen al desarrollo de las plantas. Entre estos organismos están las micorrizas (hongos benéficos del suelo), las cuales se asocian con las plantas en los ambientes naturales (por ejemplo los bosques) donde ambos han coevolucionado. Las micorrizas establecen una asociación benéfica mutua (simbiosis) con las raíces de las plantas superiores facilitando su nutrición y absorción de agua.

Las micorrizas reciben de la planta los nutrimentos necesarios para desarrollarse, siendo estos en su mayoría carbohidratos. A cambio de esto, las micorrizas le retribuyen a las plantas los siguientes beneficios:

- 1 **Mayor cantidad de hojas y crecimiento de las raíces.** La planta inoculada con el hongo incrementa el crecimiento de sus raíces y aumenta la cantidad de hojas así como el vigor de las mismas, lo cual favorece un buen desarrollo y salud de la planta. Los requerimientos de carbohidratos, en

la planta, se incrementan porque necesita alimentar al hongo; para ello, la planta incrementa su follaje para satisfacer esa demanda.

- 2 **Mejor absorción de fósforo y otros nutrientes.** Esto se consigue gracias a las estructuras del hongo, las cuales funcionan como un sistema de raíces en forma adicional, facilitando la absorción de nutrimentos que no están disponibles en situaciones normales.
- 3 **Mayor tolerancia a enfermedades del suelo y al ataque de parásitos.** La micorriza actúa indirectamente como barrera protectora de la raíz disminuyendo los sitios donde los parásitos puedan infectar a la planta.
- 4 **Mejor tolerancia a la falta de agua y a la presencia de sales.** Dado que las hifas (estructuras) del hongo son más delgadas y tienen mayor crecimiento que las raíces, éstas pueden explorar mayor área de suelo, facilitando el transporte de agua hacia la planta.
- 5 **Mejor estructura del suelo al agregar las partículas en torno a la raíz.** Las hifas del hongo tienen la particularidad de formar agregados en el suelo, mejorando su estructura, lo que favorece la aireación en el suelo.
- 6 **Producción de hormonas estimulantes para el crecimiento.** Especialmente las citoquininas que estimulan el crecimiento.

Si se tiene un cultivo perenne inoculado con micorrizas, el hongo se encarga de colonizar el suelo creando un ambiente natural que favorece el desarrollo del cultivo sin necesidad de una aplicación adicional de micorrizas. En los cultivos de ciclo corto, si no se desinfecta el suelo después de cada cosecha, con aplicar micorrizas en tres o cuatro ciclos, el hongo coloniza el suelo, obteniéndose el mismo efecto que en los cultivos perennes.

Las micorrizas pueden encontrarse comercialmente en presentaciones líquidas y sólidas (en tabletas, granular o en sustrato de suelo).

### **Modo de aplicación de micorriza en presentación sólida**

Se puede aplicar en varias etapas en la vida de las plantas, así tenemos que:

- Al sembrar semillas, esquejes o estacas, se debe colocar el producto debajo de éstas para favorecer su contacto con las raíces al momento de emerger.

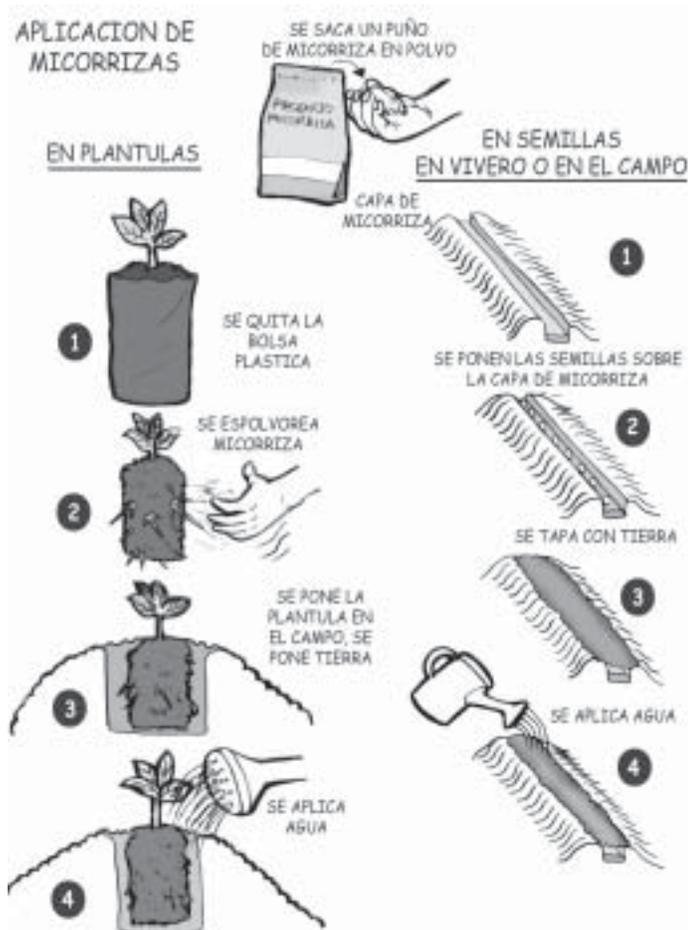
- Cuando las plantas se llevan del semillero a la bolsa o macetero, el producto se debe aplicar en forma pura por debajo del pilón o raíces, procurando su contacto con las mismas. El producto no se debe mezclar con la tierra utilizada en la bolsa o macetero.

- Al transplantar las plantas al campo, se debe abrir un hoyo del tamaño adecuado para el pilón y colocar el producto de manera pura al fondo, para mantener el contacto con las raíces. La dosis por planta varía según el tamaño de la bolsa utilizada.

- El producto también puede ser aplicado en plantaciones establecidas de frutales, forestales y otras especies perennes. Para aplicar el producto, se necesita hacer varios hoyos angostos alrededor del perímetro de la base del árbol. Se debe profundizar hasta encontrar raíces pequeñas y finas, aplicar el producto sobre éstas y luego rellenar el hueco con tierra.

En los cuatro casos mencionados, **NO SE DEBE ABONAR** con fertilizantes químicos ni orgánicos al momento de la inoculación, porque estos afectan el establecimiento de la simbiosis entre la micorriza y la planta. La aplicación de fertilizantes se debe comenzar a partir de la cuarta semana del transplante, utilizando la mitad de la dosis normal.

Se debe tener **CUIDADO** de no utilizar materiales ricos en fósforo, pues el exceso de este nutriente afecta la relación benéfica entre la planta y el hongo.



## Recomendaciones

La cantidad de inoculante Mycoral® que se aplica por planta o semilla varía según el tamaño y la especie utilizada, de acuerdo a las siguientes recomendaciones:

- **Plantas forestales\*, frutales y ornamentales.** Durante la siembra en semillero se deben usar entre 5 y 10 gramos por semilla. Cuando se transplanta a la bolsa, se deben utilizar entre 60 y 80 gramos por planta (según el tamaño de la bolsa). Al realizar el transplante al campo, se pueden usar entre 150 y 200 gramos por planta.
- **Cultivos hortícolas\*.** Durante su siembra en semillero o invernadero, son necesarios entre 3 y 6 gramos por semilla. Al realizar el transplante al campo, utilizar entre 50 y 60 gramos por pilón. Si el cultivo se siembra directamente en el campo, usar 100 gramos por metro lineal.
- **Cultivos industriales, pastos y granos.** La cantidad recomendada al momento de la siembra en el campo es de 100 gramos por metro lineal.

## Control de calidad

Como en todos los procesos, la calidad es un factor importante a considerar. Por ello, Mycoral® es producido bajo condiciones controladas para garantizar al consumidor un producto de alta calidad. La calidad se controla mediante el conteo de esporas y la tinción de raíces.

Para el conteo de esporas, se toma una muestra de 100 gramos de suelo y se cuela para poder separar las esporas del suelo. Posteriormente, se centrifuga y se cuentan las esporas en un mililitro de solución. Un inóculo es de buena calidad cuando contiene más de 60 esporas por mililitro de solución.

Para la tinción de raíces, de la muestra de suelo colectada en los tamices se toman las raíces jóvenes, se las coloca en unos "cassettes" para teñirlas con azul de tripano, el cual facilita la visualización de las estructuras del hongo dentro de la raíz. En las raíces teñidas se pueden observar hifas, vesículas y arbusculos del hongo. Se considera que el inoculante es de buena calidad, si las raíces de las plantas inoculadas presentan más de 60% de colonización por las estructuras de micorriza.

---

\*Mycoral® no es aplicable a todas las especies forestales u hortícolas.

## 7.5 Suelos con problemas de plagas

Las plantas muriendo en un campo muy limpio significa que el suelo está enfermo, o los cultivos son manejados en forma inadecuada. Otro factor físico que afecta es la sequía, ya que ésta puede causar la muerte de las plantas. Si usted encuentra raíces enfermas o pocas de ellas, entonces usted está enfrentando un problema del suelo. Hay varias formas en las cuales las raíces dañadas y las plantas muertas pueden ocurrir en suelos enfermos.



### Problemas con hongos

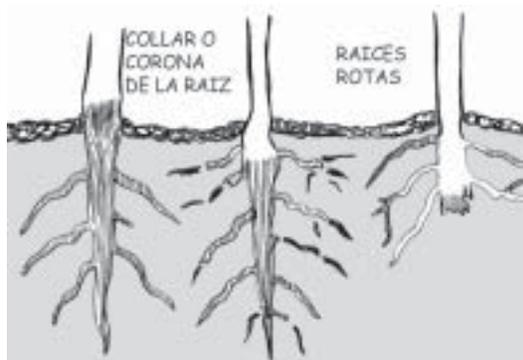
#### Síntomas

**En el campo:** Poca semilla germinada, crecimiento desigual del cultivo y campos abiertos por causa de plantas muertas. En plantas viejas, varias ramas se caen de la planta.

**En las plantas:** En los casos menos severos las hojas se vuelven amarillas prematuramente, el crecimiento se detiene y las hojas son pequeñas. En casos severos las plantas botan sus hojas, se secan y mueren.

**En la tierra:** daño o pérdidas de raíces principales o laterales. Algunas veces la corona o la parte de los vástagos justo al nivel del suelo están afectados.

**Como revisar:** escarbe y saque algunas plantas y lave las raíces con agua. Los problemas con hongos siempre causan descoloración de la raíz, si usted corta la raíz se puede ver cuan lejos ha sido infectada ésta. Las raíces saludables deben verse blancas a cremosas.



Algunas veces solamente las partes más externas de la raíz son afectadas o una pequeña parte de la raíz principal es dañada. Las raíces que alimentan a la planta y no la raíz principal son atacadas por algunos patógenos, resultando en la incapacidad de la planta para alimentarse del suelo y como consecuencia se produce la falta de agua y nutrientes para la planta. El daño más severo



ocurre cuando la raíz principal es afectada cerca de donde se unen con el tallo. La raíz principal de las plantas severamente infectada puede pudrirse hasta desaparecer. La descomposición corta el abastecimiento de agua y nutrientes de todas la raíces a las hojas y frutos, y detiene el flujo de comida de las hojas a las raíces. Las raíces de plantas muy infectadas también usualmente son afectadas en la reducción de su tamaño, tienen menos fibra radicular y muestran diferentes grados de decoloración y putrefacción.

### Factores que afectan la pudrición de la raíz

La capacidad de hacer daño de un organismo que pudre la raíz depende de muchos factores que reducen el vigor de la planta, factores como el clima, mucha o muy poca agua, daños físicos o la compactación del suelo pueden causar estrés a la planta, Usualmente una alta incidencia y continuos problemas de pudrición de raíz son asociados a suelos pobres y al manejo del cultivo. lo anterior es una señal de que el productor debe cambiar sus prácticas.

**Principios:**

1. Las enfermedades causadas por organismos producen pequeñas esporas que sobreviven en el suelo y en las plantas enfermas. Algunos organismos pueden vivir en el suelo y atacan plantas solamente cuando están débiles o cuando hay muchos organismos causantes de la enfermedad. La planta pierde sus defensas mientras más tiempo permanezcan las esporas en el suelo, es más probable que germinen en la ausencia de plantas que puedan infectar, o sean infectadas por otros organismos.
2. Las esporas y partes de los organismos causantes de la enfermedad se pueden eliminar, prevenir su germinación, o debilitarlas por otras comunidades de organismos en el suelo que están asociados con materia orgánica. La materia orgánica también mantiene insectos y pequeños animales que consumen los organismos causales de enfermedades.
3. Los organismos causantes de la enfermedad de vez en cuando son más propensos a infectar plantas estresadas: por ejemplo, plantas que son pobremente alimentadas, crecen en suelos duros o de pobre estructura, suelos anegados, muy secos o suelos ácidos.



Severos casos de putrefacción de la raíz son mayores cuando prevalecen condiciones favorables para los organismos causantes del problema, especialmente en la etapa crecimiento.

La pudrición de la raíz es también prevaleciente en situaciones donde el cultivo u otros similares crecen continuamente en el mismo campo (monocultivo) o donde la rotación de cultivos es mínima y los cultivos susceptibles son usados en la rotación. Esto promueve la acumulación de patógenos en el suelo. Algunas veces la pudrición de la raíz es propagada debido a las prácticas sanitarias inadecuadas, como ser el uso de suelos contaminados y viveros o semilla infestados. Las plantas jóvenes son más susceptibles a las enfermedades y una vez infestada y transplantada forman la base para la infección del resto del suelo.



Se debe entender como estos organismos dañinos trabajan, para así poder encontrar una solución apropiada al problema, también comprender que los principios fundamentales junto con las recomendaciones, permitirán encontrar las soluciones adecuadas y así desarrollar suelos saludables para los cultivos. Las recomendaciones que siguen a continuación son tomadas de algunos principios básicos que regulan el crecimiento de los causantes de las pudriciones de la raíz y suelos insalubres. Estos sirven como una guía para ayudarse así mismo. Si usted sabe estos principios será capaz de usarlos óptimamente y desarrollar otras innovaciones más apropiadas para mejorar la situación de sus suelos.

### **Primeros auxilios**

Ningún tratamiento funciona siempre bien; puede ser que sea exitoso al principio pero después puede fracasar. Usted debe usar tantas prácticas como le sean factibles aplicar, para todos los campos con y sin un historial de pudrición severa de la raíz. Es mucho más sencillo prevenir ataques severos que reducirlos una vez que el campo está altamente infectado.

Ofrecemos las siguientes sugerencias:

1. En los viveros, revisar si las raíces están aún esparcidas uniformemente sobre el campo. De lo contrario usted probablemente utilizó plantas, semillas o suelo contaminado.
2. Estabilizar el drenaje y si es posible utilizar camas o camellones en los campos propensos a la pérdida de agua.
3. Promover la producción de raíces secundarias por medio del aporque de suelo seco, alrededor de los tallos.
4. Suplir de nutriente y materia orgánica, especialmente abono o compost, podría ayudar en la formación de nuevas raíces e inhibir o destruir los patógenos de la pudrición de la raíz.

Los tratamientos químicos usualmente perjudican económicamente y algunos no son muy efectivos para curar las enfermedades de las plantas. Algunos compuestos o mezclas que inducen a la resistencia de las plantas son algo nuevo y muy específico que valdría la pena probar.

### **Solarización del suelo**

La solarización es un proceso de calentamiento solar, que proporciona una reducción de los organismos que causan enfermedades, si ésta es usada

junto con otras prácticas de manejo del suelo puede ayudar a restaurar la salud del suelo.

1. El primer paso es preparar el semillero, o sea levantar la cama de siembra.
2. Luego agregar suficiente agua a la cama.
3. Una vez que se ha regado, se coloca un plástico sobre el semillero (el plástico debe ser transparente).



4. Las orillas del plástico deben cubrirse de tal manera que no penetre el aire.
5. En días soleados deje el plástico de 7 a 9 días.
6. En días nublados se deja de 14 a 15 días o más.
7. Después se destapa el semillero ya listo para la siembra.

La solarización esteriliza o reduce severamente los organismos vivos del suelo en los primeros 4 a 8 pulgadas, eliminándolos por medio del calor. Los suelos también pueden ser usados en el campo si estos han sido pasteurizados y con apropiada materia orgánica, para restaurar las comunidades de organismos benéficos del suelo.

## La biofumigación

Biofumigación es el mismo proceso de solarización, la diferencia es:

1. La incorporación de 3 palas de gallinaza al suelo
2. Colocar en la superficie desperdicios de crucíferas
3. Humedecer el suelo
4. Tapar con plástico transparente

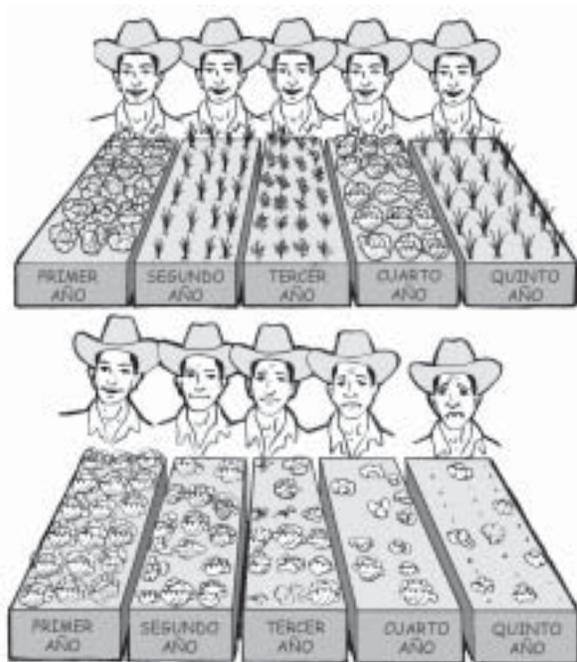
Se produce una reacción de gas metano, por la reacción de la gallinaza y el gas de las crucíferas más la acción del sol, este último es sustituto del bromuro de metilo.

## Prevención y mejoramiento

### Rotaciones largas de cultivos

La mejor forma de reducir el problema es incrementando las rotaciones de cultivos, por lo menos en ciclos de seis años. Por ejemplo, en los campos de frijol con rotaciones de 3 años o menos se produce un incremento de las enfermedades, hasta el punto de que es imposible el crecimiento del cultivo.

Si se siembra el frijol en asocio con: maíz, cebolla, ajo o cucurbitáceas se obtienen muchos beneficios para el suelo, pudiendo experimentarse el asocio con otra clase de cultivos.



### Construcción de camellones y camas

En zonas con climas húmedos o helados se pueden presentar problemas con pudrición de las raíces. Una práctica que puede evitar este problema es la siembra en camellones o camas, ya que éstas provee un buen drenaje y aireación a las raíces, reduciendo las condiciones adecuadas para que se desarrolle la enfermedad.

#### Camellones

No son difíciles de construir, y usualmente son hechos usando arado de bueyes o el tractor en forma lineal en el campo y tiene elevaciones entre los 20 a 30 centímetros de alto.

#### Camas altas

Estas tienden a incrementar la aeración y reducir el riesgo de la pérdida de agua. La forma de las camas dependerá mucho de la región y del clima. Se usan generalmente en áreas pantanosas, valles bajos y áreas donde el flujo de agua está casi en reposo. Las camas también son usadas en áreas tropicales, especialmente alrededor de los lagos superficiales



donde hay altas precipitaciones de lluvia. Pero son más comunes en valles bajos donde el suelo, el barro y la materia orgánica se amontonan en canales estrechos entre cada montículo. El tamaño de las camas varía de medio metro por 5 metros de ancho, a 10 por 50 metros de largo.

El contenido de materia orgánica ayuda a retener el agua que circula en los canales, permitiendo que se desarrollen tanto animales como plantas. En algunas áreas los canales son utilizados para el desarrollo de la acuicultura.

## Regulación de materia orgánica a los suelos

La materia orgánica es la que proporciona los nutrientes necesarios para la vida del suelo y si se está agregando regularmente al suelo, entonces los organismos que se encuentran en éste son capaces de competir con aquellos organismos patógenos que son los que causan la pudrición de las raíces.

### Labranza mínima

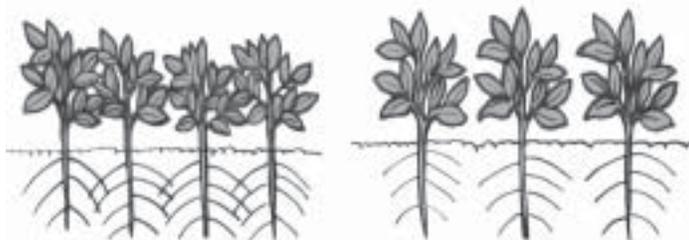
El daño de la pudrición de la raíz se podría disminuir reduciendo la compactación de los suelos y mejorando los mismos por medio de la labranza mínima. hay un sinnúmero de métodos tradicionales de labranza mínima y uno de ellos es la siembra con chuzos o espeques después de la tala.



Una técnica usada como última alternativa para la reducción malezas es la aplicación de herbicidas.

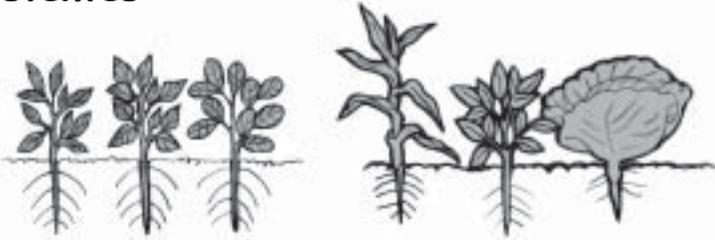
### Densidad de plantas

La densidad de plantas influye mucho en la presencia de enfermedades como la pudrición de las raíces, ya que al aumentar la densidad aumenta la incidencia de las enfermedades. Básicamente lo que sucede es que en los campos se acostumbra a sembrar cultivos de la misma variedad, los que pueden tener resistencia o no a las mismas enfermedades, En áreas donde se siembran poblaciones altas de la misma variedad se corre el riesgo que una enfermedad se transmita fácilmente.



## Uso de variedades resistentes

El uso de variedades resistentes contra la pudrición de la raíces es un arma poderosa para controlar ésta y otras enfermedades. Si no se usa la resistencia no sólo está en el camino equivocado sino que también se está perdiendo el potencial del cultivo.

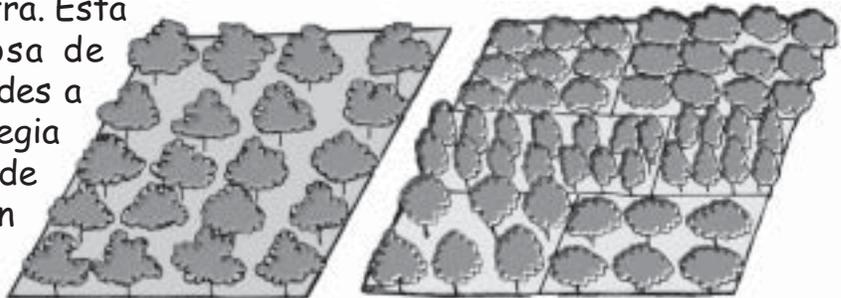


Para mantener la salud del suelo se debe hacer la integración de estrategias para reducir la población y actividad de los patógenos que provocan la pudrición de la raíz. El primer principio es que al usar las variedades resistentes se debe hacer junto con otras prácticas, que ya se han mencionado en este Capítulo. En segundo lugar, las variedades resistentes pueden mantener su resistencia por un período largo, si se usa junto con otras variedades que tienen la resistencia en sus genes. Si se usa sola una variedad resistente es probable que el patógeno de la pudrición de la raíz encuentre la forma de competir y sobrevivir, venciendo la resistencia del cultivo. Los patógenos irían más allá, encontrando una forma de pasar por encima de todas las variedades resistentes.

### Aumentar la diversidad genética de los cultivos

El uso de la diversidad genética (diferentes tipos de variedades de cultivos o cultivos en asocio) es una vía altamente efectiva para manejar las enfermedades de los cultivos, incluyendo las enfermedades de las raíces. Algunas variedades resistentes o tolerantes son mejores que otras. Algunas son más resistentes a un tipo de pudrición de la raíz que otras.

Adicionalmente, las variedades o cultivos no resistentes a la pudrición de la raíz no tendrían ninguna barrera para protegerse de la enfermedad. El riesgo disminuye porque si una variedad es eliminada otra sobrevivirá y tomará el espacio que deje la otra. Esta es una forma poderosa de manejar las enfermedades a bajo costo. Otra estrategia podría ser la siembra de diferentes variedades en diferentes campos como un mosaico, y



hacer una rotación de los campos con cada variedad. En esta forma unos campos serán infectados con el patógeno de la pudrición de la raíz y otros campos se mantendrán saludables. La estrategia trabaja mejor en pequeñas áreas donde se siembre cada variedad.

## Problemas por nematodos

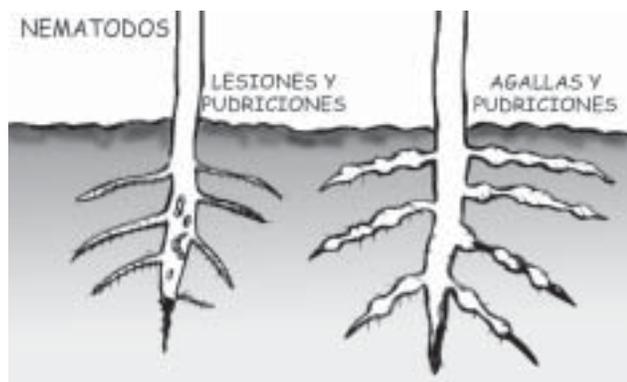
Aunque el diagnóstico de problemas por nematodos usualmente es difícil, hay muchas pistas que se emplean durante el proceso de investigación. Éstas incluyen síntomas (tipo, patrón, oportunidad), historia del cultivo, especies de nematodos y densidades.



## Síntomas

### En las raíces, buscar:

- Lesiones
- Agallas
- Puntas de raíces dilatadas y cortas
- Proliferación de raíces laterales
- Sistemas radiculares atrofiados y poco profundos
- Pocas raíces absorbentes
- Pudrición acelerada



Como los síntomas en las raíces no se presentan exclusivamente por nematodos, éstos deben ser siempre considerados en conjunto con otras observaciones cuando se estén diagnosticando problemas por nematodos.

### Síntomas aéreos:

- Marchitamiento
- Declinación gradual/Adelgazamiento
- Amarillamiento de las hojas

**Síntomas en el campo:**

- No hay uniformidad (plantas afectadas en parches irregulares).
- Los nematodos dependen del agua de la superficie para tener un amplio rango de movimiento, del agua de irrigación, del suelo que se pega a la maquinaria, del césped. Sin embargo, los nematodos muestran una distribución irregular horizontal y vertical en el suelo (de alguna manera parchosa). Los síntomas relacionados arriba también siguen esta distribución irregular, pero las áreas afectadas por nematodos usualmente no muestran distintos límites claros.

No obstante, estos síntomas se asemejan a los estados tempranos de muchas enfermedades de plantas, ocasionadas por hongos y podrían ser mal diagnosticadas al relacionarlas con nematodos.

**Daños que se presentan con el tiempo**

- Los nematodos de las plantas son parásitos obligados y se alimentan más de éstas cuando las raíces están creciendo activamente. Por tanto, son más numerosos cuando hay condiciones climáticas medias o favorables durante la estación de crecimiento.
- Los cultivos afectados usualmente no muestran síntomas aéreos de daño por nematodos hasta que prevalecen las condiciones ambientales desfavorables (cuando no hay buen suministro de agua en el suelo).

**Densidades de los nematodos**

- Los conteos son el camino más seguro para determinar un problema de nematodos.
- Es importante no confundir los nematodos de vida libre con los nematodos fitoparásitos. A diferencia de los de vida libre todos los fitoparásitos poseen estilete retráctil en su final anterior.
- Debido a la irregular distribución de los nematodos en el suelo, es imperativo que se realicen buenos muestreos de raíces y suelo para confirmar el problema con algún grado de certeza.
- Los agricultores podrían perder su valioso tiempo y miles de lempiras en aplicaciones de fungicidas si el problema no se diagnostica correctamente.
- La decisión de usar nematicidas debe basarse en las recomendaciones de un patólogo o un nematólogo, y no en el límite del nivel de nematodos fijado por un laboratorio. Los nematicidas solamente llegan a ser necesarios si las poblaciones alcanzan niveles inmanejables y si, en particular, hay presencia de especies virulentas. Por ejemplo, los nematodos enquistadores que son muy destructivos para el cultivo de soya.

## Identificación de los nematodos parasíticos en los cultivos de frijol, café, plátano y banana alrededor del mundo.

Si observa los siguientes síntomas, usted podría tener un problema por nematodos en su cultivo. Contacte inmediatamente a un extensionista, nematólogo o patólogo de plantas. Para estar seguro, es importante también hacer un buen muestreo y tener la opinión de un nematólogo calificado, esto es muy importantes.

Frijol	Diagnóstico
Nematodos noduladores ( <i>Meloidogyne</i> spp.)	Buscar agallas en las raíces o nódulos que no se desprendan como los de las leguminosas. En la parte aérea pueden aparecer plantas más pequeñas, menos verdes, blandas o aguadas. Bajo estrés de calor o sequía, las plantas saludables pueden madurar y oscurecerse prematuramente.
Nematodos de quistes ( <i>Heterodera</i> spp.)	Buscar diminutas hembras blancas o café oscuras (menos de 1 milímetro), con forma de limón, que sobresalen en las raíces. Plantas más pequeñas. Amarillamiento en las hojas.
Nematodos del tallo y bulbos ( <i>Ditylenchus dipsaci</i> )	Tallos café-rojizos o semillas lesionadas (similar al daño causado por hongos). Presencia de nematodos en el agua sobre las semillas/hojas durante la noche.
Nematodos reniformes ( <i>Rotylenchus reniformis</i> )	Tallos dilatados. Amarillamiento de nuevas hojas. Las plantas mueren prematuramente. Hay menos raíces que en plantas saludables.
Nematodos lesionadores ( <i>Pratylenchus</i> spp.)	Buscar lesiones café a negras en las raíces (usar microscopio).
Café	Diagnóstico
Nematodos noduladores ( <i>Meloidogyne</i> spp.)	Buscar agallas redondas o nódulos que no se desprendan como los nódulos de las leguminosas- agallas blanquecinas en raíces jóvenes que se tornan oscuras en las raíces más viejas. Masas de huevos producidas dentro de las raíces (usualmente no producidas en el exterior de las raíces). Las raíces laterales inducidas por las presencia de nematodos. Las plantas (especialmente las plántulas) pueden parecer más pequeñas y en general más débiles, las hojas se tornan amarillas y caen.
Nematodos lesionadores ( <i>Pratylenchus</i> spp)	Buscar amarillamiento, oscurecimiento o pudrición de raíces laterales; amarillamiento de hojas y brotes pequeños en plantas jóvenes. Las plantas afectadas aparecen en parches de la plantación.
Nematodos reniformes ( <i>Rotylenchus reniformis</i> )	Crecimiento pobre, no hay síntomas distintivos.

Plátanos/bananos	Diagnóstico
Nematodos de túneles ( <i>Radopholus similis</i> )	Buscar volcamiento de plantas (especialmente durante vientos fuertes); lesiones rojo oscuro en la parte interna de las raíces (cortar con cuchillo); raíces podridas; tiempo de maduración más largos; peso de racimo reducido.
Nematodos lesionadores ( <i>Pratylenchus</i> spp)	Síntomas similares a la infección por nematodos de túnel; las lesiones café rojizas, púrpuras o negras; las plantas son más pequeñas; hay menos hojas; tiempos de fructificación más largos; volcamiento; acortamiento de la vida de la plantación.
Nematodos de espiral ( <i>Helicotylenchus</i> spp.)	Las plantas son más pequeñas; hay menos hojas; el tiempo de fructificación es más largo; acortamiento de la vida de la plantación; volcamiento bajo infestaciones densas; lesiones pequeñas de color café rojizo.
Nematodos noduladores ( <i>Meloidogyne</i> spp.)	Buscar grandes agallas en las raíces o nódulos que causan bandas o distorsiones.
Nematodos reniformes ( <i>Rotylenchus reniformis</i> )	Amarillamiento de nuevas hojas; las plantas mueren prematuramente; hay menos raíces que en plantas sanas.
Nematodos Reniformes ( <i>Rotylenchus reniformis</i> )	Síntomas no distintivos.

### Aumento de los nematodos buenos

Los nematodos "buenos" sirven como bioindicadores de la vitalidad del suelo. La salud de las poblaciones de microorganismos en el suelo se reflejará en el estado de los nematodos de vida libre que están creciendo en el mismo. Es importante aumentar los nematodos de vida libre y disminuir los fitoparásitos. En un ecosistema saludable con un buen balance de depredadores, presas y organismos antagonistas, una apropiada descomposición de materia orgánica, una buena estructura del suelo y ciclos intactos de procesos de nutrientes; el número de perforaciones de las raíces por fitonematodos será mínimo. Una fuerte correlación puede existir entre las mejores respuestas de las plantas, los más bajos números de nematodos fitoparásitos, y los más altos de nematodos de vida libre o benéficos. Por ejemplo, los nematodos entomopatógenos, los cuales son un tipo especial que infectan insectos, comprenden sólo una diminuta fracción de los nematodos benéficos del suelo.

## Primeros auxilios

- Revisar la fuente de semilla en las plantaciones de café.
- Revisar las raíces de las plántulas y asegurarse de que el almácigo esté libre de nematodos parásitos.
- Los nematicidas están disponibles pero son generalmente caros y también muy tóxicos para los humanos y para otras formas de vida en el suelo.

## Prevención y mejoramiento

### Uso de materia orgánica

Los productos de la descomposición de materia orgánica son apropiados para incrementar los números totales de bacterias en el suelo, las cuales a su vez incrementarán los nematodos benéficos que se alimentan de bacterias, hongos y de nematodos fitoparásitos.

### Otras prácticas

Las prácticas para la pudrición de las raíces pueden ser aplicadas para controlar a los nematodos parásitos, como las rotaciones con cultivos no susceptibles y la utilización de la resistencia y diversidad genética.

## Gallina Ciega (Gusano blanco)

### Importancia

Es una plaga importante que se alimenta de las raíces de una gran variedad de pastos y cultivos alimenticios en Centro América. Estos gusanos han sido observados alimentándose de las raíces de numerosas especies de cultivos como: maíz, frijol, sorgo, café, piña, yuca, malanga, banano, plátano, zanahoria, arroz, melón y patate, también se le ha visto en invernaderos, bosques forestales y pastizales. Estos gusanos son comúnmente conocidos por una amplia variedad de nombres locales incluyendo gallina ciega, joboto y orontoco. El adulto es un escarabajo llamado localmente ronrón, a veces pueden ser considerados como plagas cuando la cantidad de ellos es alta y se alimentan del follaje de árboles, de campos aledaños infestados.



## Señales de daño

El gusano daña la planta masticando las raíces funcionales. El daño probablemente será notado, en primer lugar, como una marchitez de la planta, los mismos síntomas que se pueden ver en suelos de baja humedad durante la sequía o después de una infección del tallo o la raíz. De hecho, la planta expresa estrés de sequía porque las raíces están siendo recortadas y removidas por la alimentación de los gusanos. Consecuentemente, no hay suficientes raíces para suplir de agua a las hojas y los tallos sobre la superficie. Síntomas adicionales del daño hecho por gusanos (también similar al estrés de sequía o pudrición radicular) pueden incluir un amarillamiento de las hojas (a veces en tonos púrpura) porque la planta lucha por transportar a las hojas y tallos elementos como el nitrógeno, fósforo y potasio del suelo.

## Verificación del daño

Cuando alguna de las señales de daño son notadas en el cultivo, es importante tratar de determinar la causa. Las plantas severamente dañadas por estos gusanos pueden ser removidas con un pequeño tirón. Debe tenerse cuidado para determinar si el daño fue causado por enfermedades de la raíz o del tallo, o por la masticación de las raíces por estos gusanos. En el caso de los gusanos, se necesita excavar solamente en la zona radicular, para verificar la presencia de los gusanos.

## Ciclo de vida

Los escarabajos adultos emergen del suelo en los meses de mayo a junio. El tiempo de emergencia depende en mayor del momento en que caiga la lluvia y en menor grado de la altitud. Las lluvias tempranas pueden provocar una emergencia de los escarabajos, una lluvia tardía liberará fuera de su ciclo normal a los ronrones o debilitará el vuelo de los escarabajos. El tiempo de emergencia también es relativo a las especies de adultos. Hay un número de especies diferentes de plagas dentro de los gusanos blancos en Honduras, aunque los gusanos y los adultos de diferentes especies pueden lucir muy parecidos. Los escarabajos copulan en la noche y las hembras regresan al suelo a poner sus huevos. Las hembras pueden poner más de 140 huevos, en grupos de 10 ó 20, dependiendo del clima, altitud y de las especies presentes, el desarrollo desde el huevo a adulto puede tomar uno o dos años.

## **Primeros auxilios**

### **Prácticas culturales**

Mejorar el suelo con materia orgánica. Un suelo saludable sostiene plantas saludables. La materia orgánica es la vida del suelo y refuerza el sistema radicular. Un fuerte y bien disperso sistema radicular es más capaz de soportar un ataque de gusanos.

### **Rotación de cultivos**

La rotación de cultivos es importante en el manejo de enfermedades de plantas y puede también ser importante en el manejo de los gusanos blancos. Conocemos poco sobre qué cultivos prefieren los gusanos blancos, pero las rotaciones largas, a través de varias siembras de diferentes cultivos por año, puede prevenir el establecimiento de especies asociadas a un cultivo en particular. Hay alguna evidencia de que las hembras prefieren poner los huevos en los pastos que en las leguminosas. No hay que olvidar incluir leguminosas en la próxima rotación de cultivos.

### **Labranza**

Un arado profundo puede matar mecánicamente las larvas y exponerlas a la predación por pájaros, cuando éstas son traídas a la superficie.

### **Densidad de plantas**

Una alta densidad de plantas en la siembra puede ser necesaria para compensar las pérdidas debidas a la alimentación por gusanos.

### **Cultivo trampa**

Un borde con pasto, alrededor del campo de maíz, puede fortalecer la postura de huevos por las hembras en dicho borde, especialmente si el maíz está libre de malezas. El plantar árboles no hospederos, como el banano o las coníferas, alrededor de los campos puede reducir los sitios de alimentación de los escarabajos. También esta estrategia puede proveer barreras a la inmigración de escarabajos adultos, de áreas fuera del campo.

### **Evitar sobrepastoreo**

Si los gusanos son un problema en los pastizales, trate de no sobrepastorear. Dé al pasto una oportunidad de recuperarse desde la alimentación del animal antes usarlo de nuevo.

## **Trampas de luz**

Si decide usar una trampa de luz para tratar de reducir la postura de huevos, asegúrese que la trampa sea puesta cuando comienza el vuelo de los escarabajos, antes que las hembras comiencen a poner huevos. Las trampas deberán ponerse en el suelo y mantenerlas encendidas por muchas horas para lograr la máxima captura.

## **Mantener libre de malezas**

La presencia de malezas parece que estimula el incremento en la postura de huevos en áreas enmalezadas. En un campo de prueba, comparando los números de gusanos encontrados en el suelo cerca de un cultivo de maíz en crecimiento, en un campo de maíz enmalezado con una área de maíz con y sin malezas se encontró mayor número de gusanos en el área enmalezada. En general las hembras prefieren poner huevos en suelos enmalezados o con pastos, más que en un suelo descubierto. Es de hacer notar que la presencia de raíces de plantas vivas es muy importante para la supervivencia de los gusanos recientemente capturados. Los Suelos descubiertos no sustentan muy bien a los gusanos.

## **Plaguicidas químicos**

Los plaguicidas químicos deben ser usados con extremo cuidado. Debe consultarse a las autoridades locales, para determinar si el producto que se pretende aplicar es conveniente para el propósito que usted desea. Todo plaguicida debe guardarse en un lugar seguro para proteger la salud suya, de su familia, sus animales y cualquier recurso hídrico cercano para evitar la contaminación o efectos tóxicos. Lo más importante es no aplicar estos químicos si no hay necesidad y trate de determinar si la aplicación es necesaria y el costo efectivo.

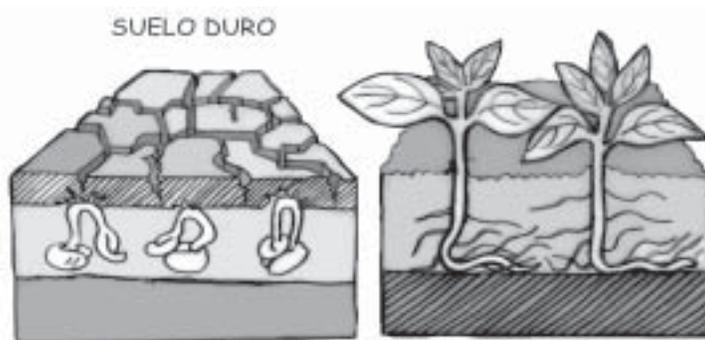
## **7.6 Problemas físicos del suelo**

### **Un suelo duro para trabajar: una capa dura**

#### **El Problema**

Es una capa dura y compacta que se forma sobre la superficie del suelo. Algunas veces puede ser lisa, con apariencia de cemento; en otras ocasiones es irregular y quebradiza, o puede tener la apariencia de un plato de barro

duro cuando las quebraduras están subdivididas. Cuando la costra aparece, es difícil escarbar y pasar el arado. El suelo que no tiene costra es suave, poroso y tiene agregados en la superficie.



El suelo que no tiene costra en la superficie, absorbe el agua libremente y permite la germinación de la semilla.

Las costras del suelo aparecen cuando las plantas y los residuos son removidos y éste queda expuesto a la lluvia y al viento. Durante las lluvias fuertes, el agua resquebraja los agregados del suelo; las partículas finas se esparcen y entran a formar parte de la costra del suelo por el impacto del agua. Cuando el suelo está desnudo, el viento recoge las partículas de materia orgánica y arcilla de la tierra, y las incluye en la costra.

### Primeros auxilios

- Romper la capa dura mecánicamente. Después, seguir con los puntos mencionados adelante en este Capítulo.

### Prevención y mejoramiento

- La aparición de la costra del suelo se puede prevenir manteniendo las plantas o residuos en la superficie del suelo, para que no haya pérdida de materia orgánica.
- Evite el tráfico pesado en el campo, especialmente cuando los suelos están mojados.
- Evite la labranza excesiva del suelo que rompe o pulveriza los agregados de suelo.
- Use prácticas que reduzcan la erosión.
- Use prácticas que incrementan la materia orgánica del suelo.

### ¿Cómo afecta la función del suelo al crecimiento de las plantas?

Las costras actúan como barreras e impiden que el agua se filtre dentro del suelo, y cuando ésta corre por la superficie, el suelo no puede sostener a las plantas. Por otro lado, el agua superficial arrastra las partículas de materia orgánica y causa la erosión.

La costra que se forma después de sembrar dificulta la germinación y emergencia de las semillas, por ser muy dura y espesa. Cuando hay plantas en el campo, la dificultad del suelo para absorber el agua da como resultado cultivos con crecimiento pobre. Esto puede observarse en las épocas de sequía.

- Utilice la labranza mínima. Esta puede mantener intacta la estructura del suelo, También previene la erosión y promueve la acumulación de materia orgánica.

### ¿Cómo afecta la erosión la función del suelo y el crecimiento de las plantas?

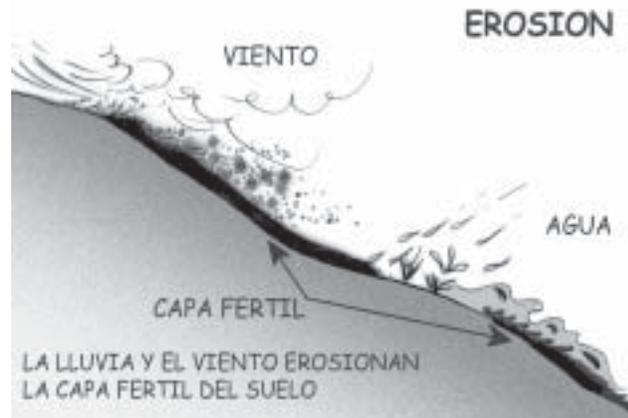
La erosión del suelo remueve la materia orgánica, afecta la profundidad, reduce la fertilidad y disminuye la habilidad del suelo de sostener el agua, el aire y los nutrientes.

La erosión puede ocurrir por tres formas: lavado de la superficie, cárcavas y barrancos. El lavado de la superficie remueve poco a poco capas delgadas del suelo. Las cárcavas son pequeñas grietas o caminos que se crean en la superficie del suelo por los movimientos del agua, y pueden llegar a convertirse en un barranco.

Cuando se remueve la materia orgánica y se reduce la profundidad del suelo, la tierra empieza a ser menos fértil, las cosechas disminuyen y se reduce la habilidad del suelo de absorber nutrientes, agua y aire. Las plantas que crecen en un suelo erosionado se vuelven amarillentas o rojizas.

Si el suelo está muy dañado, las raíces pueden quedar expuestas en las cárcavas y barrancos. Las plantas pueden ser arrastradas por los derrumbes.

### Erosión (suelo delgado)



### El Problema

La erosión es el proceso por el cual la tierra es arrastrada por el viento o por la lluvia. El agua traslada las partículas del suelo a los valles o barrancos, depositándolas debajo de los árboles. Si el campo y las orillas de los riachuelos o ríos están desnudos, el agua puede mover las partículas del suelo al cauce de los ríos. La erosión del viento puede recoger las partículas del suelo y moverlas lejos del campo, haciendo que el aire se llene de polvo y arena.

La erosión del suelo puede presentarse cuando muchos o todos los cultivos y los residuos son removidos de la superficie del suelo debido a la cosecha, la labranza, o la quema del suelo.

### ASISTENCIA INMEDIATA

- Examine el origen del problema de la erosión
- Empiece a construir algunas estructuras físicas básicas que desvíen el flujo del agua

dentro de las parcelas. También piense en la importancia de la cobertura de las superficie del suelo para prevenir la escorrentía.

- Ver lo que se aconseja en términos de actividades a largo plazo.

### **Prevención y mejoramiento**

- Para controlar la erosión del suelo hay que mantener plantas de cobertura o los residuos en la superficie. Las plantas deben crecer contra la inclinación del terreno cultivable, especialmente, si el suelo es muy inclinado.
- Las labranzas de conservación pueden minimizar las pérdidas del suelo debidas a la erosión y deja intacta la mayoría de la vegetación
- Las prácticas de rotación de cultivos pueden ayudar en la aireación y labranza del suelo a través del crecimiento radicular.
- Las adiciones de materia orgánica al suelo incrementan la agregación del mismo, lo que ayuda a proteger al suelo de la erosión.

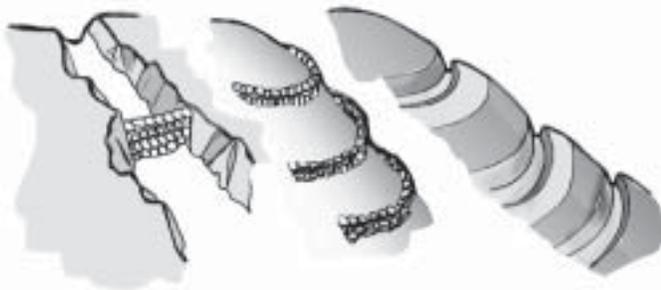
### **Obras de conservación**

La conservación de suelos es un sistema que complementa y combina obras estructurales, medidas agronómicas, de fertilidad y agroforestales. Este sistema debe aplicarse de la forma más completa posible, si se desea tener éxito tanto en la protección del suelo como en la productividad. Tomando en cuenta esta combinación se puede, al mismo tiempo, controlar la erosión, aprovechar mejor el agua, mejorar la fertilidad de los suelos y prevenir con más eficacia las plagas y enfermedades.

#### **Medidas estructurales**

Se distinguen, principalmente tres clases de obras:

- 1) Los muros de retención o barreras muertas de piedra
- 2) Las zanjas o acequias de ladera
- 3) Las terrazas



#### **Muros de retención o barreras de piedra**

Los muros de retención son barreras de piedra que se construye a lo largo de las curvas a nivel.

Ventajas:

1. Fácil construcción
2. Disponibilidad del material
3. Efecto inmediato de retención
4. Requiere poco mantenimiento
5. Amplían la disponibilidad de suelos cultivables en terrenos pedregosos

Desventajas:

1. En terrenos no pedregosos es difícil su construcción por la acarreada del material
2. Son destruidas con facilidad por el ganado.
3. No generan materia orgánica

**Zanjas de ladera**

Las zanjas de ladera son canales angostos que se hacen a lo largo de las curvas.

Ventaja:

1. Reduce la erosión, al disminuir la velocidad de la escorrentía.

Además de las prácticas recomendadas anteriormente, las cuales están orientadas a mantener y mejorar la fertilidad, estimulando la vida en el suelo (todos los organismos que viven en él), y mejorando las condiciones físicas y químicas para el buen desarrollo de las plantas; es necesario considerar también la realización de las prácticas agronómicas que los productores aplican con regularidad en sus fincas

Con el propósito de disminuir las pérdidas del suelo se recomiendan las siguientes prácticas de conservación:

- Cuando el terreno está ubicado en una ladera, se deben hacer los surcos en dirección opuesta a la pendiente para disminuir la velocidad del agua.
- Sembrar en curvas a nivel, con el objeto de restarle fuerza a la escorrentía.
- Sembrar barreras vivas o construir barreras muertas de piedra o de rastrojos, en sentido contrario a la pendiente del terreno.
- Mantener el suelo en buenas condiciones de humedad para favorecer a los microorganismos que viven en él.

- Tapar con tierra los abonos orgánicos después de ser aplicados, para evitar que se sequen con el sol.

Algunas prácticas recomendadas, por varias razones, los agricultores las ven como un obstáculo demasiado grande para implementarlas en el campo, esta falta de implementación está asociada a factores sociales y culturales. Lo mejor es entender las razones del por qué adaptar o no una práctica apropiada a las condiciones locales. Seguidamente listamos las ventajas y desventajas de una serie de diferentes tecnologías de conservación de suelo, según entrevistas realizadas con un grupo de agricultores.

## **Barreras vivas**

### Ventajas:

1. Hay buena retención de suelo
2. Facilidad para su implementación
3. Provee alimento al ganado, sobre todo para aquellos que no tienen potreros
4. Aprovechamiento y venta de subproductos
5. Aporte de biomasa y nutrientes

### Desventajas:

1. Necesitan mucho mantenimiento
2. Problema con algunas variedades invasoras
3. Competencia con el cultivo por nutrientes, luz y agua

## **Labranza mínima**

### Ventajas:

1. Mejor infiltración de agua
2. Mayor aprovechamiento de fertilizantes químicos y orgánicos
3. Expone las plagas a los rayos del sol
4. Facilita el crecimiento radicular del cultivo
5. Mejora notablemente los rendimientos de los cultivos

### Desventajas:

1. Requiere de mucho trabajo pesado
2. Tiene que hacerse cada año
3. Debe acompañarse de algún fertilizante químico u orgánico



## Capítulo 8: Cursos y prácticas de campo en salud del suelo

### 8.1 Introducción

Este capítulo proporciona una estrategia a los promotores, técnicos y paratécnicos para elaborar un curso sobre salud de suelos. La integración de módulos específicos servirá como base para la elaboración de cursos completos sobre salud de suelos. Los puntos que se deben considerar al momento de preparar y ejecutar un curso son:

1. Los conceptos y principios básicos sobre salud de suelos.
2. El suelo como un ente vivo.
3. El cuerpo o estructura del suelo.
4. Cómo clasificar o determinar la salud del suelo.
5. Estrategias/prácticas para mejorar o conservar el suelo.

### 8.2 ¿Cómo preparar un curso sobre salud de suelos?<sup>1</sup>

*"Si lo oigo, lo olvido. Si lo veo, lo recuerdo. Pero si lo oigo, lo veo y lo hago, lo recuerdo por siempre"*

En nuestra preparación para la promoción de salud de suelos ya hemos visto en el Capítulo 2 cuales son las consideraciones que debemos tomar en cuenta. Sobre todo, la meta final de estos módulos que es proveer una oportunidad educativa de aprendizaje. Vale la pena aclarar que no estamos desarrollando un curso que va a resolver todos los problemas que tenemos en nuestros suelos. Más que nada, queremos sembrar los principios de un proceso participativo con el fin de iniciar acciones comunitarias para resolver problemas locales.

Con el proceso de aprendizaje lo que se busca es potenciar a los participantes en tres aspectos:

1. Darles las herramientas necesarias para que puedan explicarse y/o comprender sobre el entorno.
2. Los participantes aprenden como aprender;
3. Dejar que los participantes aprendan cómo, cuándo y por qué crear nuevas posibilidades para la toma de decisiones

<sup>1</sup> Tomado de: *Escuelas de Campo: Guía del Facilitador*

Las cuatro etapas en que se basa el aprendizaje de adultos son:

- I. Experimentación.** En este proceso el adulto necesita experimentar e indagar, para ver si realmente funciona lo que está aprendiendo.
- II. Análisis.** En esta etapa el adulto debe analizar y comparar la información más reciente, ver la información que tenía antes. Si es satisfactoria la información la adoptará como suya.
- III. Procesamiento.** El adulto rescata lo bueno de este nuevo conocimiento y, si realmente es relevante, contribuirá a enriquecer su anterior experiencia.
- IV. Generalización.** Es cuando el individuo está listo para compartir con otros su nueva experiencia. Es decir un intercambio de ideas y experiencias.

El Desarrollo de Tecnología Participativa (DTP) es un proceso colectivo y colaborativo con el fin de iniciar acciones comunitarias para resolver problemas nuevos. La Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano (Honduras), por medio de los cursos de Manejo Integrado de Plagas (MIP) ha desarrollado una metodología de aprendizaje para adultos, conocida como "Escuelas de Campo para agricultores(as)" (ECAS). El Coordinador Regional del Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPAC) dice: "No hay nada nuevo en los conceptos, son los mismos conceptos usados en programas exitosos de aprendizaje de adultos en muchos lugares durante años. Lo nuevo de la metodología es su aplicación al Manejo Integrado de Plagas."

En el esfuerzo para mejorar nuestro trabajo en salud de suelos hay lecciones importantes que podemos aprender de la filosofía de Escuelas de Campo de Agricultores (ECAS). Debemos tomar en cuenta los principios que forman la base filosófica fundamental, sobre la cual debe funcionar una verdadera Escuela de Campo:

La lección (o los elementos) más importantes sobre la filosofía de las ECAS que debemos aprender para mejorar nuestro trabajo en salud de suelos son:

- a) La primera fuente de aprendizaje debe ser el campo.
- b) La base para aprender es la experiencia.
- c) La toma de decisión es la guía del proceso de aprendizaje.
- d) La capacitación abarcará todo el ciclo vegetativo del cultivo (y el manejo agronómico).
- e) El formado de capacitación debe estar basado en las condiciones locales de las ECAS.

Ejecutar o desarrollar una escuela de campo significa básicamente una inversión fuerte de tiempo, recursos, y planificación. Una escuela de campo es una buena opción para difundir información nueva en una forma rápida y participativa, ya que en realidad en la mayoría de los casos no hay suficiente tiempo ni recursos para ser tan comprehensivo en la promoción de salud de suelos. Hemos visto que en ciertas ocasiones el tiempo disponible está definido por factores externos como el financiamiento, metas y objetivos de los patrocinadores del evento. Por esta razón, incluimos sugerencias dentro de los módulos para elaborar un curso de 3 a 5 días.

## **Consideraciones para los módulos**

### **1.- Bienvenida y presentaciones de los participantes, las expectativas, y experiencias**

Primeramente es la introducción y consiste en exponer los objetivos del curso, presentar a los participantes y que ellos hablen un poco sobre sus expectativas y experiencias. Es de suma importancia entender el nivel de conocimiento del grupo antes de empezar. Nosotros llamamos a esta parte el "sondeo" donde tratamos entender el punto de partida y hacia donde queremos llegar.

Dependiendo del tamaño del grupo, el facilitador puede profundizar en la introducción. Es decir, que con grupos pequeños se puede obtener más información sobre el sistema de producción u otro aspecto sobre el tema de discusión. Lo mínimo que debemos pedir es el nombre de cada participante y de dónde vienen. El establecimiento de confianza desde el inicio entre el facilitador y el grupo es clave para dirigir el proceso de aprendizaje.

### **2.- Establecimiento de normas de participación**

Cada facilitador debe establecer sus normas de participación dependiendo de las circunstancias en que se encuentra. Muchas veces estas normas son dichos que nos sirve para establecer una buena relación entre el grupo. Algunos ejemplos serían:

- "Quién brinda más, recibe más"
- "No hay maestro(a)s, no hay alumno(a)s todos aprendemos de todos"
- "La peor pregunta es la que no se hace"

Con esto se busca armar un concepto sobre salud de suelos de manera que los productores(as) entiendan que sus suelos son de mucha importancia. Es decir, el objetivo de un facilitador es armar un concepto por medio de las ideas que dan los participantes y no llevar un concepto ya elaborado. Como hemos visto en el

ejemplo de Guatemala en el Capítulo 3, es posible que dentro de la comunidad ya exista un método para clasificar un suelo como bueno, o no, para cultivar.

### 3.- Conocimientos base

Para esto podemos hacer una lluvia ideas para definir conceptos locales sobre los diferentes suelos

Para guiar la sesión podemos listar las siguientes preguntas:

¿Cómo describen Uds. un suelo "bueno", o "sano" ?

¿Cómo describen Uds. un suelo "malo", o "enfermo" ?

¿Creen Uds. que hay diferencias entre suelos? Si o no y, ¿Por qué?

Podemos dividir los participantes en grupos de trabajo, buscando un balance entre hombres y mujeres dentro de cada grupo. Una manera fácil de hacer la división al azar es por conteo, donde cada persona elige un número " 1, 2, 3, 4" verbalmente según la cantidad de grupos deseados.

Mientras cada grupo está formulando sus respuestas en hojas de cartulina (preferiblemente de diferente color), el facilitador puede colocar un rotafolio al frente del aula, dejando un espacio suficientemente grande para cada hoja.

### 4.- Cuadro de indicadores sobre la calidad del suelo

El propósito de esta actividad del campo es ayudar a las comunidades y agricultores a organizar y estimar de manera sencilla y rápida, información sobre el estado de salud general de los suelos. El cuadro de indicadores provee una indicación general sobre como está el suelo. Por esta razón, las preguntas piden opiniones y estimados, no respuestas precisas ni detalladas.

SUELO BUENO	SUELO MALO
El que se siembra por primera vez.	Cuando ya no produce, es que la tierra está cansada.
El suelo de color negro y que no se raja.	Cuando el suelo es muy delgado.
Cuando encontramos lombrices.	En suelo crudo no se produce mucho.
Cuando hay vegetación de hoja ancha.	Cuando los suelos son arcillosos o muy arenosos es difícil producir.
Cuando produce sin necesidad de echarle abonos químicos.	Cuando hay zacates es malo.
Todo suelo a la orilla de una vega.	Donde se forman chagüites no se puede producir.
	Si el suelo es seco se raja y es improductivo.
	Si no se prepara bien, no hay cosecha.

Empezamos con una breve explicación de la meta de la actividad, dejando suficiente tiempo al final para preguntas y sus respuestas. Es recomendable dividir la audiencia en grupos pequeños para responder a las preguntas de la actividad. Cada grupo necesita de un facilitador para guiar el proceso. En el aula, o el lugar donde se desarrolla la actividad, cada grupo presenta los resultados de su cuadro de indicadores de calidad de suelos. Podemos hacer un cuadro de los resultados del grupo en una sola hoja de rotafolio para hacer comparaciones entre los resultados de los otros grupos (donde hay diferencias, donde hay similitudes, y por qué). En este momento el/la facilitador(a) puede marcar en otra hoja de rotafolio el resumen y los puntos clave de la discusión.

## **5.- Resumen y Clausura**

La clausura nos da la oportunidad de concluir el evento. Debemos considerarla como una oportunidad de recapitular y evaluar lo que hemos enseñado y aprendido, y al mismo tiempo dar importancia al proceso de reflejo crítico. Hay varias formas en que podemos concluir el módulo. En esta fase del proceso de aprendizaje queremos dar énfasis en la importancia de repasar los puntos clave de cada módulo. Como se dice al principio de esta sección, "Si lo oigo, lo olvido. Si lo veo, lo recuerdo. Y, si lo hago, lo aprendo y será mío por siempre". En nuestro trabajo con productores del campo, donde hay una posibilidad de mucho analfabetismo, tenemos que asegurar que en la clausura se trate de incluir "la voz" de los y las participantes y no excluirlos.

Podemos asignar a cada subgrupo un tema discutido para que presente los puntos clave del mismo de acuerdo a sus puntos de vista. Debe dársele oportunidad a la creatividad de las personas para poder documentar y recapitular su manera de expresar las ideas.

## **6.- Monitoreo y Evaluación**

En el proceso de monitoreo y evaluación se trata de medir que tan exitosos hemos sido como facilitadores y si pudimos cumplir nuestras metas de enseñanza/aprendizaje. Hay varias herramientas disponibles para acercar el asunto al éxito o fracaso del módulo. Sabemos que cambiar las costumbres y las prácticas de manejo del suelo dentro de una finca o una comunidad es un proceso lento y se requiere de mucho tiempo y recursos.

Por otro lado hay que estar pendientes y atentos a las innovaciones que las personas hacen con una práctica o idea determinada que les fueron transmitidas; ya que la capacidad de adoptar, adaptar o modificar, o generar soluciones a problemas determinados nos dice que tanto impactó la enseñanza transmitida.

## 8.3 Ayudas para preparar una presentación en acetatos

Los siguientes textos (comienza en esta página hasta la 119 de esta Guía) están diseñados para preparar una presentación, en acetatos, sobre salud de suelos.

---

### CONCEPTOS Y PRINCIPIOS DE LA SALUD DE SUELOS

---

- < Mantener la materia orgánica, que cubre el suelo, y reducir al mínimo labranza convencional.
- < Buscar y utilizar los recursos y nutrientes locales.
- < Reconocer y aprovechar de la variabilidad en las características del suelo.
- < Utilizar diversidad de plantas, especialmente legumbres en sistemas de cultivo.
- < Integrar el ganado en el sistema que cultiva lo más posible.
- < Los fertilizantes realizan el capital nutriente del suelo y "Jump-Start" integrados cultivando sistemas.
- < Dar importancia a los principios ecológicos indígena-locales del conocimiento del conocimiento del suelo y los principios apropiados de la ecología.
- < La mejor defensa contra las plagas no es un campo estéril, sino un campo lleno de vida

---

## ¿QUÉ ES SALUD DE SUELOS?

---

- ⟨ **Buena condición física, incluyendo materia orgánica**
  - Efectos directos sobre el cultivo
  - Efectos indirectos, por medio de organismos
  
- ⟨ **Buena cantidad y equilibrio entre nutrientes, incluyendo el pH**
  - Efectos directos sobre el cultivo
  - Efectos indirectos, por medio de organismos
  
- ⟨ **Alta diversidad de organismos vivos**  
(para que ninguna especie pueda crecer demasiado)
  - Competencia
  - Enemigos naturales
  
- ⟨ **Bajas cantidades de organismos nocivos**

---

## EL SUELO ESTÁ VIVO

---

### 1. Gran actividad biológica

-Enorme cantidad de macro y microorganismos que lo habitan, encontrándose en él: hongos, algas, protozoarios, anélidos, acaros, colémbolas, nematodos, arañas, hormigas, etc.

### 2. Factores que afectan los microorganismos

-ambientes químicos, físico y biológico  
-pH  
-la fertilidad  
-la disponibilidad y el contenido de materia orgánica  
-el contenido de residuos  
-la temperatura  
-la porosidad  
-la variedad de cultivares, etc.

### 3. Ejemplos de las actividades de microorganismos

-Reciclaje de nutrientes  
-Prevención de la lixiviación de nutrientes  
-Degradación de la materia orgánica  
-Producción de humus que estimula el crecimiento de las plantas  
-Efecto indirecto en el control de plagas del suelo  
-Fijación de nitrógeno  
-Tolerancia a enfermedades  
-Mejoramiento en la toma de nutrientes  
-Mejoramiento en la utilización del agua  
-Tolerancia al estrés  
-Control natural de plagas

### 4. Ejemplos de los beneficios de microorganismos

- Hace que haya mayor o menor disponibilidad de nutrientes para las plantas  
- Permite una mayor disponibilidad de nutrientes  
- Incrementa el nitrógeno  
- Mejora la estructura del suelo  
- Aumenta la resistencia a las plagas  
- Permite un incremento en la disponibilidad de fósforo  
- Hay un mejor desarrollo de las raíces

---

## **¿QUÉ QUIERE DECIR LA VIDA DEL SUELO?**

---

### **DE GRANDE A PEQUEÑO:**

#### **1. Plantas (raíces y semillas)**

- Cultivo
- "Buenezas"
- Malezas

#### **2. Lombrices de tierra**

#### **3. Insectos y otros artrópodos**

#### **4. Nematodos (gusanos pequeñitos)**

#### **5. Hongos (crecen en forma de hilos)**

#### **6. Microbios de células individuales**

- Bacterias
- Actinomyces
- Protozoarios

---

## ¿QUÉ HACE LA VIDA DEL SUELO?

---

### **Algunos organismos son nocivos**

- Gallina ciega
- Marchitez bacterial del tomate y la papa
- Nematodos agalladores

PERO: la gran mayoría son inofensivos o benéficos:

### **1. Mejoran la infiltración y aireación**

- Lombrices de tierra
- Bacterias que producen «pegamento»

### **2. Fijan nitrógeno**

### **3. Aumentan la disponibilidad de otros nutrientes**

- Demasiado profundo: "buenezas"
- En una forma no «digerible»: cambios químicos hechos por bacterias
- Concentración demasiado baja: micorrizas

### **4. Reducen la toxicidad en las plantas de:**

- Sales
- pH extremos
- Otras sustancias (Counter)

### **5. Controla plagas**

- Depredadores (cazadores):  
insectos, nematodos y protozoarios
- Patógenos (causan enfermedades): Las bacterias y los hongos atacan a los insectos y los nematodos
- Competidores (competencia entre microbios)

**\*\*La mejor defensa contra las plagas no es un campo estéril, sino un campo lleno de vida\*\***

---

## ¿CÓMO LA VIDA DEL SUELO AYUDA A MANTENER EL EQUILIBRIO ENTRE ORGANISMOS?

---

**1. La mejor defensa contra las plagas no es un campo estéril, sino un campo lleno de vida.**

- Yogur o crema ácida
- Vino o cerveza

Debido a la estabilidad de la comunidad de organismos.

Analogía: una comunidad de personas

**2.) Suponga que hay una familia de plagas que tiene la costumbre de construir casas en forma de triángulos:**

Si la familia llega a un lugar sin personas (sin casas), pueden crecer sin límite:

Padre :

Hijos :::::

Nietos ::::::::::: ::::::::::: :::::::::::

**3.) En contraste, si la familia llega a una comunidad donde ya hay diversas casas, no les queda espacio adecuado para construir casas: ???**

La «forma de la casa es el "nicho ecológico" de un organismo.

Diversidad (no solamente abundancia) es importante para:

- Contrarrestar/contrapesar diversos Problemas (plagas, químicos)
- Asegurar un uso más completo y eficiente de los recursos

---

## ¿CÓMO COLABORAN LOS DIVERSOS ORGANISMOS?

---

### 1. Pedazo de materia orgánica

-Insecto

-Nematodo

-Bacterias



Analogía: una comunidad de personas.

Inicialmente: sólo agricultores

Luego: vendedores de herramientas

Luego: zapateros para los vendedores, etc.

### 2. Más diversidad es más eficiente.

Ejemplo: La gallinaza es un desecho para un productor de pollos y fertilizante para un productor de hortalizas.

---

## **PARA CUALQUIER GRUPO DE ORGANISMOS**

---

**1. Dentro de cada grupo de organismos, hay malos y buenos:**

- Depredadores - Parásitos - Competidores

**2. El más diverso es la vida del suelo y es difícil que un organismo malo lo domine.**

- Suelos saludables pueden suprimir enfermedades;
- Gallina ciega controlada por depredadores en labranza cero

**3. El más diverso el suelo, el mejor sería su estructura (infiltración de agua) y el balance**

- De sus nutrientes (pH, etc.)

**4. Para lograr un suelo diverso, se necesitan:**

- Materia orgánica (fuente de energía)
- Protección de extremos en la temperatura y la humedad
- Microbios en "compost" contra estiércol, comunidades de malezas

---

## ¿QUÉ VEMOS CUANDO MEDIMOS LA VIDA DEL SUELO EN DIVERSAS PRÁCTICAS?

---

### **Comparaciones entre prácticas agrícolas:**

- Cero labranza contra labranza convencional
- Cultivos de cobertura contra herbicidas
- Incorporación de estiércol o abono verde contra no realizar la práctica
- Uso de plaguicidas contra no realizar la práctica

- 1. Las prácticas agrícolas más estables y con más materia orgánica deben tener una vida más diversa en el suelo.**
- 2. Las prácticas agrícolas con una vida más diversa en el suelo, deben tener menores cantidades de plagas.**

### **SINO:**

- 1. Tal vez la práctica tiene otro efecto (fuera de su efecto sobre diversidad) que es más importante:**
  - El efecto del laboreo del suelo es más importante en la labranza convencional contra el gusano alambre y los zompos
  - Cero labranza cero produce más zacate, y por tanto, más falso medidor (Mocis)

### **Y/O**

- 2. Tal vez no se midió bien la diversidad de la vida o la cantidad de plagas**
  - Número inadecuado de sitios dentro del campo
  - En un sitio dado, el muestreo no se hizo bien
  - No se hizo muestreo en las raíces

---

## MICROBIOS BENÉFICOS PARA MEJORAR LA SALUD DE SUELO QUE SE VENDE EN FORMA DE PRODUCTOS COMERCIALES

---

### Productos contra nematodos fitoparásitos:

1. **“Deny”**

Elaborado con base en la bacteria benéfica *Burkholderia cepacia*

2. **“Biostat”**

Elaborado con base en el hongo benéfico *Paecilomyces lilacimis*

### Productos contra hongos y bacterias fitopatógenas:

1. **“Mycobac”**

Elaborado con base en el hongo benéfico *Trichoderma lingnorum*

**“Root Shield”**

Elaborado con base en el hongo benéfico *Trichoderma harzianum*

2. **“Subsol”**

Elaborado con base en la bacteria benéfica *Bacillus subtilis*

### Hongos micorrizas para inocular las raíces (mejora absorción de nutrientes y agua):

**“Mycoral”**

Elaborado con base en una mezcla de 3 especies de micorrizas benéficas.

---

## ¿QUÉ HACEN LOS INSECTOS DEL SUELO?

---

### 1. Favorecen a los microbios benéficos

- Reducen el tamaño de pedazos de la materia orgánica
- Mueven los pedazos y les dan la vuelta

### 2. Mejoran la estructura del suelo

- Producen excremento que sirve como pegamento
- Producen túneles (poros)

### 3. Controlan algunas plagas

- Comen de preferencia hongos fitopatógenos
- Comen nematodos
- Comen otros insectos

---

## EL CUERPO DEL SUELO

---

**1. ¿De qué consiste el suelo?**

- minerales (aproximadamente 45%)
- agua y aire (aproximadamente 50%)
- materia orgánica (aproximadamente 5%)

**2. Está formado por animales y plantas descompuestas.**

**3. Los insectos, las lombrices y otros microorganismos descomponen el material fresco de las plantas y el estiércol, y así se forma la materia orgánica.**

**4. Es necesario para mantener los nutrientes disponibles, retener la humedad, permitir que los suelos estén suaves y fáciles de trabajar, y disminuir las enfermedades.**

**5. ¿Qué es la capa fértil?**

- La zona en el suelo donde está la mayor concentración de macro y micro nutrientes esenciales para el crecimiento de la planta.

**6. ¿Cómo afecta la capa fértil el crecimiento de las plantas?**

- Cuando hay una capa fértil suficientemente profunda sus raíces son capaces de penetrar buscando humedad y nutrientes.

---

## ¿CÓMO DETERMINAR LA SALUD DEL SUELO?

---

### 1. La importancia de un plan de monitoreo

- Documentar observaciones sobre características de suelo durante varios momentos del año.

### 2. Aprovechar las herramientas más cercanas que tenemos

- El poder de observación: Ver, tocar, oler, saborear
- Indicadores locales: malezas, historia del terreno, etc.

### 3. Diagnóstico comunitario

- Actividad del CIAT para cuantificar el estado local de la calidad del suelo, una vez por año.

### 4. Herramientas portables

- "Kit" de Calidad de suelo (pH meter, conductividad eléctrica, estabilidad de agregados, nitratos/nitritos, densidad aparente, respiración ( $CO_2$ ), número de lombrices).

### 5. Análisis del laboratorio

- Consultar un técnico para llevar una muestra de suelo a un laboratorio profesional.

---

## ¿CÓMO MEJORAR SU SUELO?

---

- 1. Atender las necesidades de los organismos**
  - Comida: materia orgánica (abonos verdes)
  - Otras necesidades (humedad, temperatura, pH, aireación, etc.)
  
- 2. Reducir toxinas (insecticidas, fungicidas, herbicidas)**
  - Efectos sobre un organismo mismo
  - Efectos sobre su comida
  
- 3. Dejar la comunidad de organismos sin romperla**

(Ej: labranza cero)
  
- 4. Liberar organismos benéficos**
  - "Compost" o "bokachi"
  - Productos comerciales (Mycoral, Kodiak, etc.)
  
- 5. Obras físicas de conservación de suelo**
  - Los muros de retención o barreras muertas de piedra
  - Las zanjas o acequias de ladera
  - Las terrazas

## 8.4 Prácticas de campo

Las siguientes prácticas son ejercicios para mejorar su conocimiento del estado del suelo. Unos requieren de equipo y suministros especiales, otros son de un carácter más sencillo. Todos comprenden de un "plan de monitoreo", donde junto con un promotor o extensionista el productor juega un rol activo en el monitoreo del suelo. La motivación para realizar este plan puede ser económica. Por ejemplo, si estamos comprando fertilizantes u otros insumos para controlar las plagas y enfermedades sin saber el estado de nuestros suelos, es posible que no estemos aplicando el insumo adecuado para un buen desarrollo de las plantas. En este sentido estamos gastando dinero sin saber realmente el estado de nuestros suelos.

---

### Práctica 1. El muestreo del suelo

---

**Fuente:** Dra. Nancy Erickson, Escuela Agrícola Panamericana

**Objetivo:** Obtener muestras compuestas de 0 a 15 centímetros de profundidad y de 15 a 30 centímetros para posteriores análisis en el laboratorio.

**Tiempo requerido:** Variable

#### **Materiales requeridos:**

Hay varias herramientas que se pueden utilizar para recolectar muestras de suelos. Las más comunes son el barreno, el tubo de muestreo, y la pala de espada. Aparte de estas se pueden usar: una pala corriente, un palín de jardinero o transplante, un pico y otros artefactos más especializados como varios cilindros y taladros a motor. Un balde para colocar y mezclar las submuestras, bolsas de papel o plástico. El tamaño de la bolsa debe ser lo suficientemente grande como para contener alrededor de una libra de suelo, que es lo que generalmente pesa una muestra compuesta. Una caja o bolsa para colocar en ella las bolsas con muestras, etiquetas (o pedazos de papel) para identificar las muestras, una navaja o instrumento para sacar el suelo del barreno, pala, etc., una cinta métrica para asegurarse que la muestra viene de la profundidad apropiada.

## **Puntos importantes:**

Muchas veces el costo de un análisis de suelo es demasiado costoso para un pequeño productor. Sin embargo, debemos iniciar el plan de monitoreo con los recursos que tenemos disponibles. En lugares rurales un plan de monitoreo debe incluir de las siguientes etapas:

- A). Observaciones usando sus sentidos (vista, tacto, olor, sabor). Hacer un hoyo (calicata) de 1 metros cuadrados cerca del cultivo en consideración para ver los diferentes horizontes. Tocar el suelo. Tratar de establecer diferencias en color, textura olor, sabor, etc. Apuntar en un cuaderno las diferencias entre los suelos de su finca y tratar de relacionar estas diferencias con problemas que existen o niveles de rendimiento que son variables. Dibujar un mapa con todas estas características e información.
- B). Buscar el apoyo de un técnico que esté manejando herramientas portátiles, como un medidor de pH. Esta herramienta nos da una lectura rápida de la acidez del suelo. Sabemos que el pH está muy realacionado a ciertas características biológicas, químicas, y físicas de un suelo saludable.
- C). Mandar una muestra de su suelo a un laboratorio especializado en suelos.

## **Procedimiento:**

### **Recolección y preparación de muestras para análisis de suelos**

La recolección correcta de una muestra de suelo para su análisis es de suma importancia. Una pequeña muestra, de aproximadamente una libra de peso representará un volumen de suelo, proveniente de una área relativamente extensa, comúnmente de 2 a 10 hectáreas, o sea de aproximadamente de 4.5 a 22 millones de kilogramos de suelo. La muestra por lo tanto, para que sea representativa debe ser una mezcla de varias submuestras tomadas en diferentes sitios del área. Dicha área debe ser lo más uniforme posible en cuanto a las características del suelo y al manejo que se le ha dado en el pasado. Debe de evitarse mezclar suelos de diferentes texturas o tipos, de diferentes condiciones de drenaje, o que han recibido tratamientos diferentes. Los análisis de rutina se hacen con el horizonte superficial, o la capa arable entre 15 y 20 centímetros de profundidad. Cuando se trata de muestras para análisis de investigación o estudios específicos, el muestreo se hace a diversas profundidades, según el caso.

El análisis del suelo no puede ser más preciso, ni reflejar mejor las condiciones del campo representado, que la muestra sobre la cual se corre

la prueba. Por lo tanto la toma de la muestra es de extrema importancia. El error total de los análisis de suelo se debe a los errores que se cometen en el muestreo y los errores del procedimiento analítico del laboratorio. Se ha encontrado que los errores cometidos en el muestreo de campo son mayores y más frecuentes que los de laboratorio.

### **Características ideales de una muestra compuesta**

1. Debe de estar formada de submuestras, las cuales deben de ser del mismo volumen y deben representar la misma sección transversal de la zona del suelo de donde se está haciendo el muestreo.
2. Las submuestras deben de haberse tomado de varios sitios dentro del área considerada y estos sitios deben de ser escogidos al azar.
3. Debe de provenir de un suelo lo más uniforme posible en cuanto a características, drenaje y manejo pasado (vegetación, cultivos, enclamientos, fertilizaciones, etc.)

### **Profundidad del muestreo:**

Esto depende del objetivo del análisis para el cual se necesita la muestra. Para análisis de rutina, que tienen como objetivo la recomendación de la cantidad de fertilizante a aplicarse, se acostumbra a tomar tan sólo muestras de la capa arable, puesto que ésta representa con mayor fidelidad el tratamiento que el suelo haya tenido en el pasado y provee la mejor información que nos guiará hacia la decisión del tratamiento que se le debe dar en el futuro. La profundidad en este caso debe ser de 0 a 20 centímetros en el caso de los cultivos agronómicos y de 0 a 5 centímetros para suelos bajo pastos.

Cuando se quieren tomar muestras del sub-suelo para completar el análisis superficial se toman muestras entre los 20 y 40 centímetros, pero deben de manejarse por separado sin mezclarlos con las tomadas de la capa arable. En el caso de cultivos arbóreos, como por ejemplo, frutales es cuando con mayor frecuencia se suele tomar muestra fertilizantes y por barrenamiento. Cuando los análisis son para estudios específicos o investigaciones, las muestras se toman de la forma y la profundidad que el caso demande.

### **Epoca de muestreo:**

Generalmente se recomienda recolectar las muestras durante el período de siembra, en el caso de los cultivos agronómicos, preferiblemente lo más

cerca posible a la fecha de siembra, siempre que sea posible. En pastos, antes del comienzo del nuevo crecimiento anual o antes de sembrarlos. En árboles frutales, después de la fructificación, antes del comienzo del período de crecimiento vegetativo. En hortalizas también antes de plantarlas.

La idea general es determinar la capacidad del suelo para abastecer las planta con nutrimentos, antes de sembrar el cultivo o con prioridad a la época de mayor demanda de elementos nutritivos por parte de las plantas en crecimiento o en producción, o de esta manera llegar a la conclusión de cuanto fertilizante es necesario aplicar para obtener una producción máxima y económica.

### **Frecuencia de muestreo:**

Sería ideal tomar muestras y analizarlas cada año. Sin embargo, esto es innecesario la mayoría de las veces, además de poco económico, por lo que es suficiente tomar un solo muestreo dentro de la rotación, este es cada 2 a 5 años. Esta frecuencia es suficiente para indicar la tendencia de la fertilidad y la reacción del suelo con el objeto de desarrollar un programa de manejo técnico adecuado en el sistema de cultivo que se siga.

### **El equipo adicional para la toma de muestras:**

Instrucciones para tomar la muestra

- La finca o la superficie considerada deberá de ser dividida en áreas no mayores de 10 hectáreas. Si es que se tiene un área o campo muy uniforme en cuanto a condiciones del suelo, topografía y manejo del pasado, se puede representar un área mayor en cada muestra compuesta, especialmente si es para sembrar un monocultivo grande, extenso.
- Áreas que son diferentes en cuanto a tipo de suelo, topografía, drenaje, y tratamiento anterior o vegetación virgen, deben de considerarse separadamente para el muestreo.
- Dentro de cada parcela delimitada se toma una serie de submuestras que han de formar la muestra compuesta, representativa de toda la parcela. El número de submuestras puede fluctuar entre 20 y 30. Las submuestras deben de tomarse de sitios distribuidos uniformemente al azar en toda el área de la parcela, como lo ilustra la Figura, o cruzando el terreno en forma de "zig-zag".

- Se puede hacer el zig-zag sobre el área requerida, contando el número de pasos para llegar al final del lote. Si queremos sacar 10 submuestras de este lote dividimos el número de pasos totales por el número de submuestras que ocupamos. Por ejemplo, cuando hacemos el zig-zag y hay 500 pasos en nuestro lote, dividimos 500 por 10. Entonces, tomaríamos una submuestra cada 50 pasos. Si queremos 20 submuestras sacamos una submuestra cada 25 pasos. Este es para asegurarnos que nuestras submuestras estén tomadas al azar.
- Dependiendo de sus objetivos y los recursos, de estas 10 ó 20 submuestras, se pueden mezclar todas juntas en una balde y sacar 1 ó 2 muestras.
- Es preciso evitar submuestras de áreas pequeñas que difieren notablemente dentro de la parcela, y que sin embargo, no muestran separadamente por ser demasiado pequeñas, por ejemplo, sitios bajos donde se empoza el agua, zonas en donde se han concentrado sales, puestos de acumulación de materia orgánica, lomitas erosionadas, sitios donde estuvieron amontados cal y fertilizantes, etc.
- Sin embargo, no debemos evitar áreas de nuestras fincas que representa un problema.
- Con la pala de espada: Se hace un hoyo lo suficientemente grande como para poder sacar con comodidad, por medio de la pala, una rebanada de suelo, a la profundidad deseada. Esta rebanada debe ser de un espesor de 2 centímetros. Luego de sacar la pala del hoyo, se corta la rebanada sobre la misma pala, por medio de una navaja o espátula, de tal forma que se obtenga un prisma cuadrangular de más o meno de 2 centímetros por 8 centímetros por 15 centímetros, para las muestras de la capa arable, o de mayor o menor longitud según convenga. Se coloca la muestra en el balde.

### **Información que debe acompañar con las muestras de suelos:**

Hacer en forma "check list": el nombre de agricultor, superficie del terreno, número de submuestras tomadas, uso anterior del terreno, profundidad de la muestra, historia del terreno durante los últimos años, cultivo que se planea sembrar este año o rotación para los tratamientos anteriores enclamiento, fertilización, estiércol, etc., localidad, tipo de suelo (si es que ha sido clasificado), uso actual del terreno, drenaje, y pendiente.

## Práctica 2. ¿Cómo interpretar un análisis de suelo?

<b>Fuente:</b>	Dra. Nancy Erickson, Escuela Agrícola Panamericana
<b>Objetivo:</b>	Conocer los componentes de un análisis de suelo
<b>Tiempo requerido:</b>	Una hora
<b>Materiales requeridos:</b>	Muestras de suelo
<b>Puntos importantes:</b>	Un análisis de suelo nos proporciona información útil sobre nuestros suelos.

Este número es una medida del hidrógeno activo en el suelo. La presencia o la ausencia del hidrógeno determina si el suelo está ácido o alcalino. Los valores del pH de la mayoría de los suelos son entre 4.0 a 8.5. Las condiciones levemente ácidas (6.0-6.9) generalmente son preferidas.

### Capacidad del intercambio catiónico (la CCE)

Este número establece la tarifa en la cual los nutrientes (cationes) serán almacenado y liberado por un suelo determinado. El valor de la CCE es una estimación obtenida de los valores de los cinco cationes principales, contenidos en los suelos agrícolas (potasio, magnesio, calcio, sodio e hidrógeno).

El valor de la CCE se puede utilizar como estimación de la textura de suelo:

Arena	Arena Franco	Franco arenoso/limoso	Franco	Franco arcillosa	Arcilla
0-8	8-12	13-20	21-28	29-40	>40

### Porcentaje de saturación de bases

Los cinco cationes principales en suelos son: Hidrógeno (H), Potasio (K), Magnesio (Mg), Calcio (Ca), y Sodio (Na). Cuando comparamos los resultados de nuestros análisis con los porcentajes sugeridos: Hidrógeno (0-5%) Potasio (3-7%) Magnesio (15-20%) Calcio (65-75%) Sodio (0-5%), podemos ver exactamente como corregir un desbalance, usando diferentes clases de enmiendas (e.g. materia orgánica, cal, yeso, azufre, etc.)

## Materia orgánica

La materia orgánica es el resultado del proceso de descomposición de los residuos orgánicos (planta y animal). En suelos agrícolas el rango productivo de MO se extiende a partir de 0.5 a 10%. Este rango es determinado sobre todo por las condiciones geográficas y climáticas.

La materia orgánica actúa como almacén para los alimentos de la planta y mejora la compactación del suelo. La MO tiene una capacidad muy alta para sostener cationes y también agua del suelo

## Nitratos

Los nitratos son una forma de nitrógeno que está disponible a la planta. El nitrógeno juega un rol importante en el crecimiento de la planta.

## Fósforo

Cuando los científicos del laboratorio están procesando las muestras para fósforo del suelo, ellos tienen que saber el pH del suelo para seleccionar cual de los dos métodos deben usar para hacer la extracción. Es decir sus resultados pueden ser diferentes según el método que se use en el laboratorio. Incluimos los rangos de los dos métodos más comunes:

Grado	Método Rebuszo	Método Olsen
Bajo	1-15ppm	1-9ppm
Bajo a Adecuado	15-25ppm	10-15ppm
Adecuado	26-40ppm	16-24ppm
Alto	>40ppm	>24ppm

## Potasio

El Potasio juega un rol muy importante en la floración de la planta. La textura del suelo tiene una gran influencia en la disponibilidad para las plantas. Por ejemplo en los suelos arenosos hay una tendencia del Potasio a "lixiviar", o es decir ser "lavado" de la zona más cercana a las raíces.

Grado	Potasio ppm
Bajo	1-120
Bajo a adecuado	121-190
Adecuado	191-300
Alto	>400

## Interpretación del análisis de la fertilidad de suelos

Nutriente	Bajo	Normal	Alto
pH	<5.0	6.0-6.8	>7.2
Nitrógeno total %	<0.2	0.3-0.4	>0.5
M.O %	<3	4-5	>6
P ppm	<4	10-20	>40
K ppm	<150	250-350	>600
Ca ppm	<800	1000-6000	>10000
Mg ppm	<150	180-250	>500

---

## Práctica 3. **¿Cómo sacar una muestra para análisis de nematodos?**

---

**Fuente:** Hernando Domínguez, Escuela Agrícola Panamericana

**Objetivo:** Iniciar un plan de muestreo para nematodos.

**Tiempo requerido:** Variable

### **Materiales requeridos:**

La apropiada recolección de muestras requiere de un equipo de muestreo. Las muestras de suelo se pueden extraer con las siguientes herramientas: Pala, Palín, Tubo Haufler, Muestreador Cono Esser

Las muestras se deben tomar de manera que el suelo extraído salga como una franja entera, de dos a cinco centímetros de ancho por 15 a 40 centímetros de profundidad. El muestreador Cono Esser y el Tubo Haufler extraen franjas exactas del ancho y largo. La pala y el palín pueden sacar demasiado suelo a lo ancho, y es necesario eliminar el exceso con la mano o un cuchillo para que queden las medidas mencionadas.

Las muestras de raíces se sacan con un palín o pala. Se recomienda sacarlas con suelo adherido para que no se partan las raíces más tiernas y para ayudar a conservar la humedad.

### **Procedimiento:**

El reconocimiento de una infestación de nemátodos se hace a través de un monitoreo y éste consiste en:

- Revisión visual de las plantas y los lotes



- Revisión de las partes afectadas en las plantas individuales
- Recolección de muestras de raíces y suelo para extracción, identificación y conteo de nematodos

La extracción, identificación y conteo de los nematodos lo hace un laboratorio especializado. Por esto, el agricultor debe tener cuidado de hacer una apropiada recolección de muestras de raíz y del suelo.

**Lo más importante en la entrega de muestras es:**

- Que las muestras sean **"representativas"**
- Que lleguen **frescas** al laboratorio; es decir, que tengan nematodos **vivos**

Para que el muestreo sea representativo es necesario que la muestra refleje la población del área de la cual ésta se extrajo. Para asegurar esta representatividad se hacen:

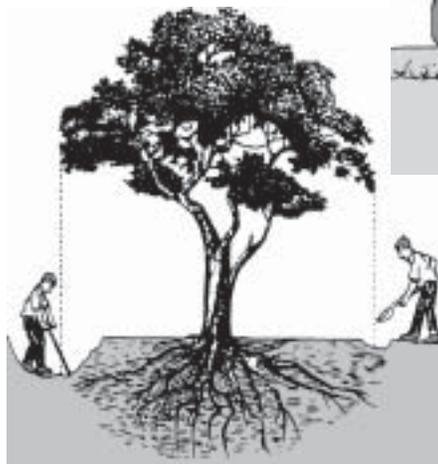
- El muestreo de la porción de suelo en la cual se concentran los nematodos
- El muestreo del cultivo indicado
- El muestreo para que toda el área esté representada en la muestra

**Puntos importantes:**

**Concentración de nematodos**

Los nematodos se concentran en la zona de las raíces (rizósfera) y de ésta se debe sacar la muestra.

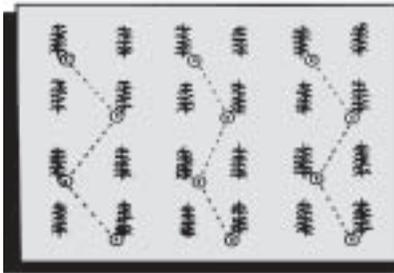
La muestra de un árbol se toma en línea con los extremos de la copa, a una profundidad de 0.5 a 1.5 metros, dependiendo de la localización de las raíces tiernas del árbol.



### Muestreo del cultivo indicado

Evite sacar una muestra de la rizósfera de malezas que estén a la par del cultivo de interés. Para mayor representatividad evite las malezas.

Si las malezas ocupan una proporción grande del lote se hacen dos muestras: una del cultivo y una de las malezas. En lotes sin sembrar, las muestras se sacan a la profundidad de la rizósfera del cultivo anterior, y, si es posible, de los surcos en donde estaban las raíces.

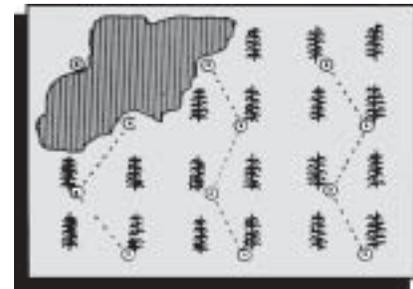


### Representatividad

El muestreo se hace siguiendo un patrón de zigzag. Este patrón asegura que se tomen muestras del área general. Esto es muy importante ya que los nematodos se agregan en el campo y no se distribuyen uniformemente.

### Áreas de mayor probabilidad

En lotes severamente atacados por nematodos se pueden formar pelones o manchones sin material vegetal. Al tomar las muestras se deben evitar las áreas peladas y hacerlo a los alrededores. Las áreas peladas no proveen alimentación y las poblaciones bajan por anilación de los nematodos.

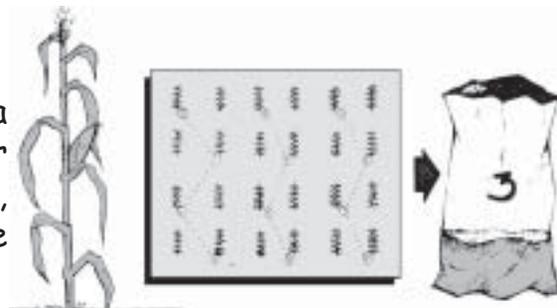


### Área de muestreo

Una muestra de suelo está compuesta de 10 a 15 submuestras. Esta última es una extracción de suelo. Las submuestras se mezclan para hacer una muestra y ésta se deposita en una bolsa plástica transparente.

### Valor relativamente bajo

El área de donde se toma una muestra varía según el cultivo. Para cultivos de valor relativamente bajo (maíz, sorgo, soya etc.), una muestra (una bolsa) no debe representar más de cuatro hectáreas.

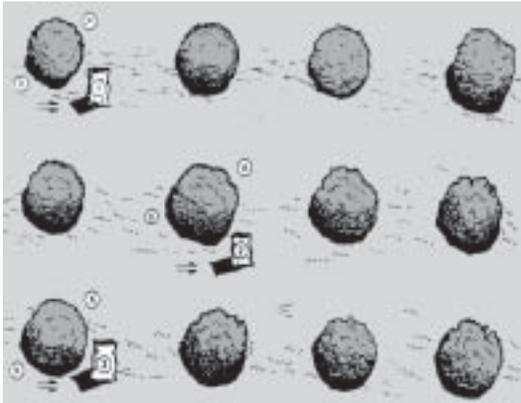


### Valor relativamente alto

En cultivos de valor relativamente alto (fresa, melón, brócoli etc.), una muestra (una bolsa) no debe representar más de dos hectáreas.

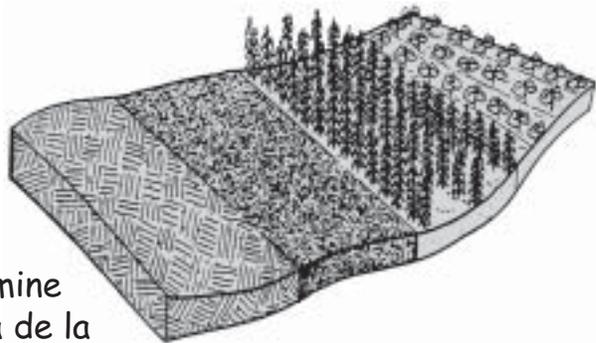


El muestreo de cultivos perennes se hace siguiendo el patrón de zig-zag, pero en este caso cada muestra (una bolsa) representa un árbol o arbusto. Se sacan dos submuestras para cada muestra.



La muestra debe ser uniforme y representar una textura de suelo similar y una historia de cultivo común. Por ejemplo, en un lote con una sección arcillosa y otra arenosa se dividen y se hacen dos muestras aparte (dos bolsas). También, si una sección del lote fue sembrada con frijol y otra con maíz, se dividen y se hacen dos muestras aparte (dos bolsas).

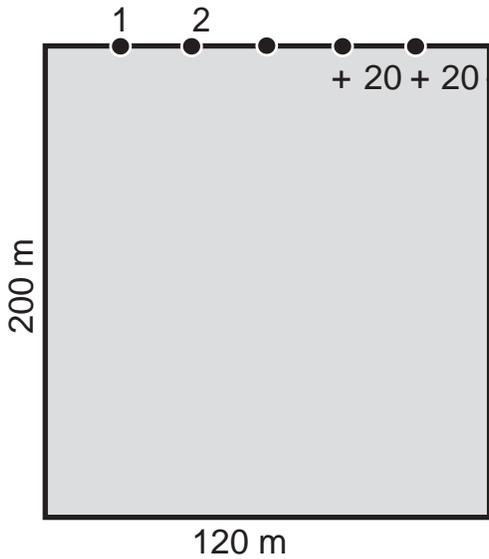
### Pasos en el muestreo con grupos de trabajadores



- 1.- Determine el área de la parcela. Haga un estimado con pasos de a metro. Decida las hectáreas por muestra con base en el valor relativo del cultivo.
- 2.- Separe los trabajadores uniformemente, según la siguiente fórmula:

Distancia total/ n + 1, donde n = número de personas o número de paradas.

Por ejemplo, en un campo de 120 metros de ancho por 200 metros de largo donde se piensa sembrar frijol, cinco trabajadores se colocan a 20 metros del borde y de cada uno de ellos.



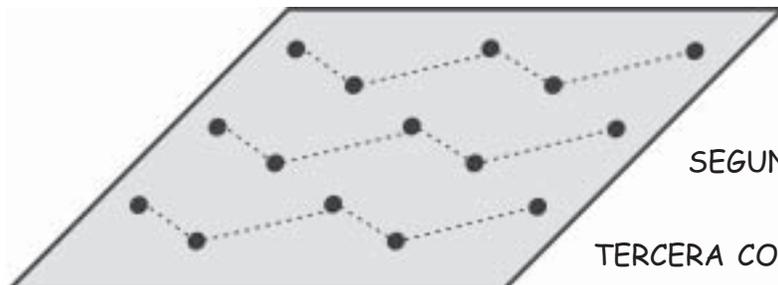
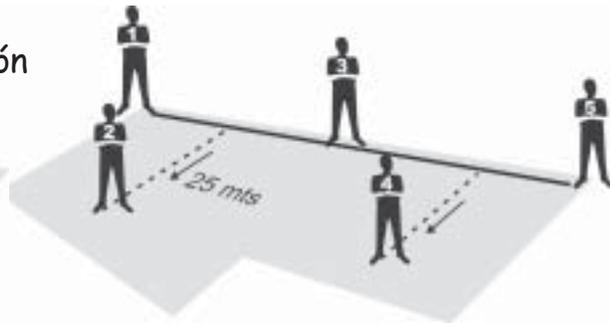
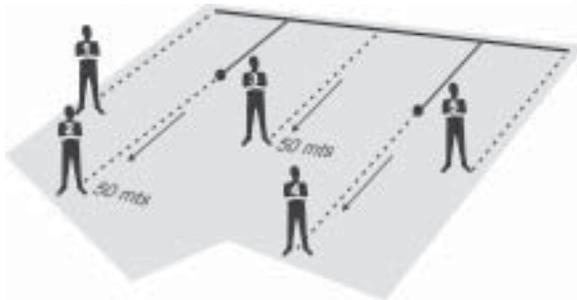
$$\frac{120}{5+1} = \frac{120}{6} = 20$$

Como una muestra está compuesta de 10 a 15 submuestras y hay cinco trabajadores, se hacen tres paradas para hacer un total de 15 submuestras. La fórmula de distancia de parada es:

$$\frac{200}{3+1} = \frac{200}{4} = 50$$

3.- Haga el patrón de zig-zag con los trabajadores. Para hacer el patrón se adelanta el segundo y el cuarto trabajador. Use una distancia que sea la mitad de lo que se hace entre paradas. En nuestro ejemplo serían 25 metros.

4.- Se adelanta el zig-zag a la posición del primer muestreo



PRIMERA COLECCIÓN

SEGUNDA COLECCIÓN

TERCERA COLECCIÓN

5.- Se repite hasta tener el número de submuestras indicadas.

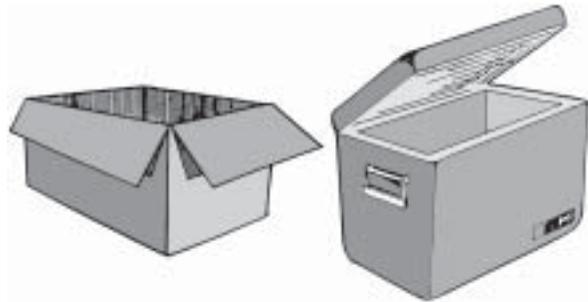
**CONDICIONES AMBIENTALES**

El muestreo debe hacerse cuando las condiciones del suelo sean apropiadas para un buen crecimiento de la planta. El suelo debe estar húmedo pero sin extremos de sequía o inundación. No se debe hacer un muestreo cuando:



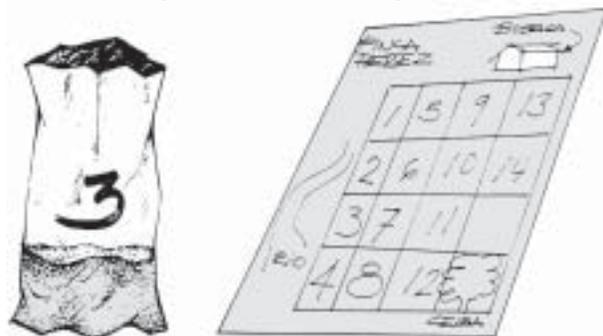
El suelo está seco, saturado, o compacto. Para que las muestras lleguen frescas y con nematodos vivos al laboratorio, es necesario proteger las bolsas de suelo y raíces. Las muestras se deben cuidar de los excesos de temperatura o sequía. Si la temperatura se eleva más de 45° C los nematodos empiezan a morir. También mueren si se reseca el suelo, ya que éstos son acuáticos.

Es necesario que las muestras sean puestas en bolsas plásticas transparentes, y que no se expongan a la luz directa del sol. Se pueden colocar en una caja de cartón o preferiblemente en una hielera.



Es esencial que toda bolsa sea debidamente marcada y que un mapa identifique las bolsas de muestras con sus respectivos lotes y cultivos.

La localización de áreas identificadas como infestadas requiere de un mapa suficientemente detallado como para poder tomar medidas de manejo.



## Práctica 4. Extracción de nematodos del suelo

**Objetivo:** Extraer nematodos del suelo para luego analizarlos en un laboratorio.

**Tiempo requerido:** Variable

**Materiales requeridas:** Tamiz # 20 (500  $\mu$ )  
 Nivel de agua  
 Suelo  
 Agua  
 Papel filtro  
 Alambre  
 Nematodos en agua  
 Tubo de goma  
 Grapa o pinzas de presión  
 Embudo  
 Malla de metal  
 Solución de azul de metileno  
 Soporte de madera o de metal  
 Clip  
 Manguerita

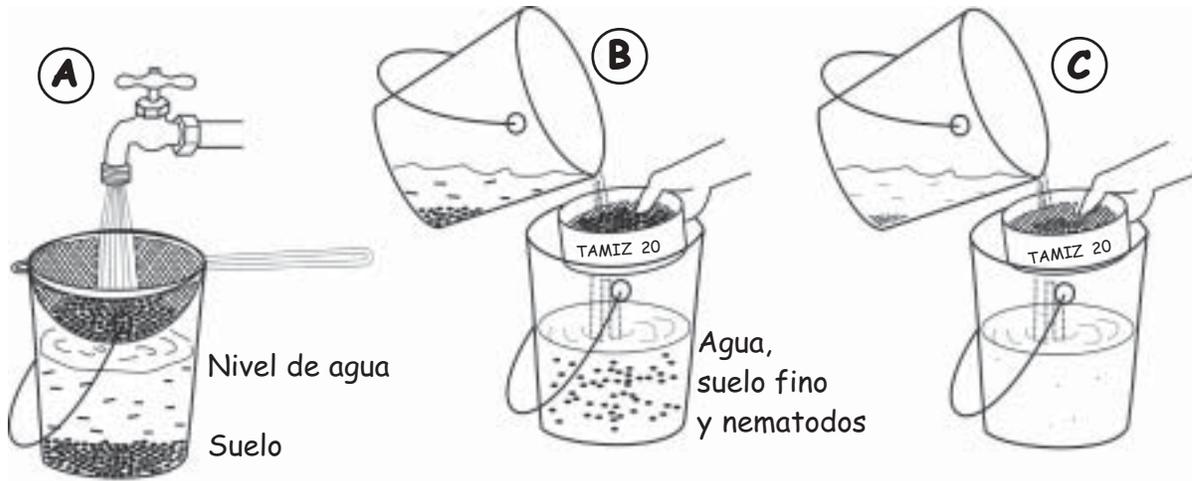
### Procedimiento:

#### Método del embudo baermann modificado

- 1- Se vierte el balde y se colectan los residuos grandes en un tamiz # 20. Se espera 30 segundos. Los nematodos y los residuos se lavan en el tamiz y se recogen en un vaso de precipitación.
- 2- El contenido del vaso de precipitación se debe verter sobre el embudo. Los nematodos se filtran hasta el fondo del tubo.
- 3.- Descarte el material grueso que quedó en el tamiz de 500  $\mu$ . Los nematodos y las partículas de suelo más pequeñas quedan en el tamiz de 50  $\mu$ . Concentre los nematodos en un sólo lado del tamiz para facilitar su traslado al embudo. Deje limpio el tamiz de 500  $\mu$ .

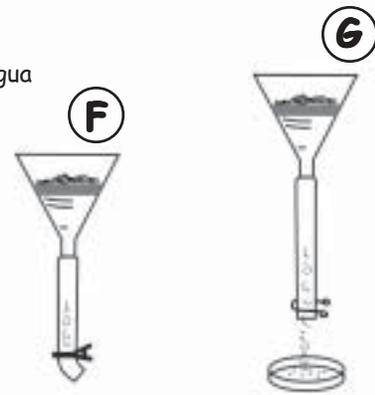
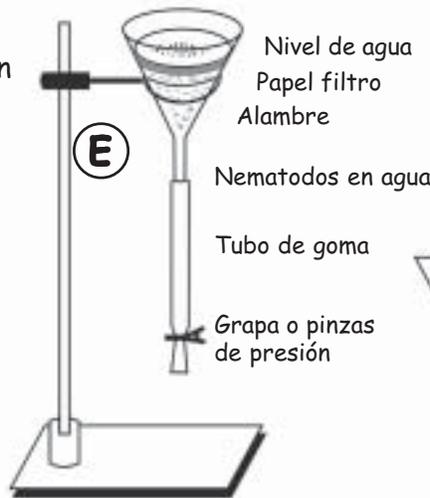


Se vierte el balde y se colectan los residuos grandes en un tamiz # 20



Los nematodos y los residuos se lavan en el tamiz y se recogen en un vaso de precipitación

Se esperan 30 segundos



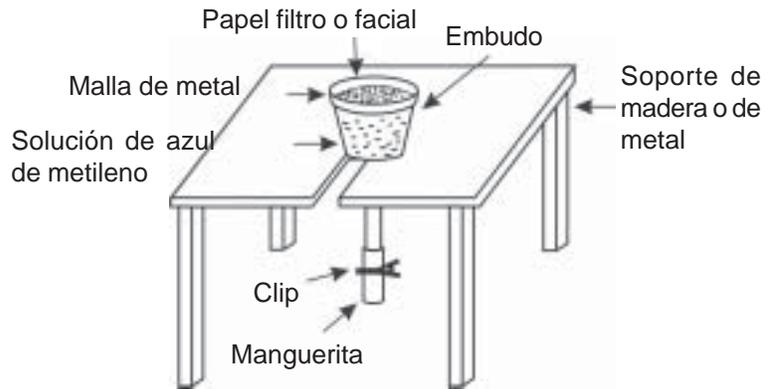
El contenido del vaso de precipitación se debe vertir sobre el embudo

Los nematodos se filtran hasta el fondo del tubo

Después de cierto tiempo se recobran los nematodos

4.- Prepare el embudo, conectando a su cuello la manguerita de jebe y colóquelo sobre el soporte de madera o metal. Cierre la manguerita con un clip y llene el embudo con la solución de azul de metileno, hasta un poco más de la mitad del embudo. Coloque la malla de metal y papel filtro o facial en la parte superior del embudo.

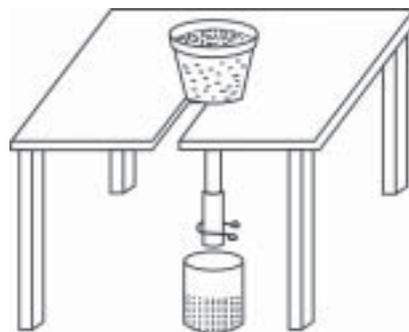
5.- Con una pipeta que contenga la solución de azul de metileno, enjuague el tamiz de 50  $\mu$  sobre el embudo, trasladando los nematodos y las partículas del suelo, que quedarán sobre el papel filtro y la malla de metal. Agregue suficiente solución de azul de metileno al embudo para que cubra, con una ligera capa, la suspensión que contiene los nematodos. Deje limpio el tamiz de 50  $\mu$ .



Los nematodos por movimiento propio atravesarán el papel filtro y la malla de metal, luego sedimentarán hacia la parte inferior del embudo. Las partículas de suelo quedarán retenidas en el papel filtro. Debe evitarse que los bordes del papel sobrepasen el diámetro del embudo, porque puede succionar la solución, que caerá en forma de gotas fuera del embudo.



6.- Al cabo de 24 ó 48 horas, abra el clip y colecte 50 ml. de la suspensión con los nematodos. En una placa de siracusa observe bajo el microscopio de disección, los nematodos colectados.



---

## Práctica 5. Evaluación de la diversidad de hongos y bacterias

---

**Fuente:** George Abawi y Steve Sherwood, Universidad de Cornell

- Objetivos:**
1. Comparar la diversidad de las poblaciones tanto bacteriales como de hongos entre diferentes tipos de suelos, como una experiencia general para discutir la vida microbiana en los suelos.
  2. Señalar el impacto del manejo de los suelos en la diversidad microbiana.

**Tiempo requerido:** Se debe integrar esta actividad con la de extracción de nematodos. Se necesitan cerca de 30 minutos para preparar diluciones y cultivos. Después de 5 días de crecimiento, se necesitan 15 minutos para observar estos últimos.

Para observación directa, los participantes necesitan cerca de 15 minutos para preparar los portaobjetos y 30 minutos para observar y hacer conteos.

**Materiales requeridos:**

- 3 platos de agar rosa bengala con el antibiótico estreptomycin (RBS) (para seleccionar hongos)
- 3 platos de nutriente agar (NA) para cultivos generales.
- Agitadores, alcohol y llama esterilizadora
- Parafilm
- 2 muestras de suelo
- Agua destilada
- Gotero
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Microscopio compuesto

## Procedimiento:

Para cultivos de bacterias v hongos:

1. Diluya y mezcle bien 10 gramos de suelo en un recipiente con 100 ml de agua destilada y esterilizada. (En Zamorano la práctica usada para esterilizar el agua es ponerla en el autoclave por 25 minutos a 250 grados Fahrenheit o 16 ppin2 de presión.)
2. De la "solución madre" mencionada arriba, extraiga con una pipeta 1 ml de solución y agréguela a un tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada y esterilizada. Esta solución será utilizada para sembrar el cultivo de hongos.
3. Repita el paso #2 sacando 1 ml de la solución y agregándola a un segundo tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada y esterilizada.
4. Repita el paso #3 dos veces hasta tener 4 tubos de ensayo con las varias diluciones de la solución madre.
5. Para el cultivo de bacterias, extraiga con una pipeta limpia 0.5 ml del tubo de ensayo número 4. Coloque la solución en un plato petri que contenga Nutriente Agar (NA). (También se puede usar el medio NAB para seleccionar específicamente para bacterias y contra hongos.)



Dispérsela con un agitador previamente esterilizado con el fin de obtener una distribución uniforme. Se puede repetir dos veces para tener un total de tres repeticiones.

1. Tape y selle el plato (los platos).
2. Coloque el plato en una incubadora a 28 grados centígrados por 5 a 8 días y compare los resultados visuales de la diversidad de bacterias.
3. Para la evaluación de hongos, usando la misma pipeta, extraiga del primer tubo de ensayo 0.5 ml de la dilución de suelos. Riéguela sobre la superficie de un plato de agar Rosa Bengala (RB) y dispérsela con un agitador previamente esterilizado con el fin de obtener una distribución uniforme. Repita esto dos veces para tener un total de tres repeticiones.

4. Ponga esto en la incubadora entre 5 y 8 días, y compare los resultados visuales de la diversidad de hongos.

Para observación directa:

1. Usando la misma 1:10 dilución de suelos, coloque 0.1 ml (1 o 2 gotas) de solución en un portaobjeto. Máncelo con una gota o acid fúchsin (opcional) Tape la gota con un cubreobjeto y examine el suelo con un microscopio.
  - Observe la gota, tomando en cuenta la densidad y diversidad de microorganismos.
  - Compare los resultados entre los tratamientos de suelos.

**Puntos importantes:**

- Los residuos de cultivos y las enmiendas orgánicas del suelo tienden a intensificar la actividad microbiana del suelo y éste, junto con una serie de productos de la descomposición (algunos fitotóxicos y otros fúngitóxicos), pueden afectar a los patógenos, la susceptibilidad del hospedero, o ambos.
- La población y diversidad de microorganismos en un suelo representa un indicador general de la salud del mismo, es decir, la habilidad que tiene para digerir materia orgánica y contribuir a un ambiente favorable (físico, químico y biológico), a la vida en general y a los cultivos en particular.

**Preguntas importantes sobre el ejercicio:**

- ¿Cuál tratamiento de suelo contenía la mayor diversidad de bacterias y hongos? ¿Por qué?
- ¿Cómo podrían las prácticas agrícolas influenciar la población microbiana? ¿Cuáles prácticas promueven suelos más sanos?

**Literatura relacionada:**

*Abawi, G. and H.D. Thurston. 1994. Efecto de las coberturas y enmiendas orgánicas al suelo y de los cultivos de cobertura sobre los patógenos del suelo y las enfermedades radicales: una revisión en Tapado: Los Sistemas de siembra con cobertura. CIIFAD-CATIE, pp. 97-108.*

## Práctica 6. Infiltración de agua

- Fuente:** Melissa Stine, Universidad de Maryland en College Park
- Objetivos:**
1. Comparar la velocidad de infiltración del agua entre tipos de suelos diferentes
  2. Observar cómo la estructura y textura de un suelo es afectada por la velocidad de infiltración del agua
- Tiempo requerido:** 5 a 10 minutos por sitio
- Materiales requeridos:** Un reloj que marque segundos  
Un cilindro (puede ser una lata de leche en polvo a la que se le han quitado los dos fondos)  
1 pedazo de plástico (de 1 pie cuadrado; puede cortar una bolsa plástica)  
Una tabla de madera  
Un martillo  
Una botella de agua

### Procedimiento:

1. Ponga el cilindro sobre el suelo con la tabla de madera encima. Martille suavemente la tabla para meter el cilindro en el suelo hasta aproximadamente 2 pulgadas. Colóquelo lo más recto posible.
2. Cubra el suelo dentro del cilindro con el plástico.
3. Eche suavemente el agua dentro del cilindro.
4. Quite el plástico y cuente los segundos hasta que toda el agua se haya infiltrado.
5. Repita el mismo procedimiento en otro sitio para comparar la diferencia en la velocidad de infiltración entre sitios.

**Nota:** Para comparar sitios diferentes, éstos deben tener la misma pendiente y textura.



---

## Práctica 7. Estabilidad de los agregados del suelo

---

**Fuente:** Melissa Stine, Universidad de Maryland en College Park

**Objetivos:**

1. Demostrar cómo las prácticas de manejo del suelo afectan la agregación de las partículas en el mismo, y, por lo tanto, la porosidad, la infiltración y la habilidad de éste para retener nutrientes.
2. Observar el impacto del agua sobre los agregados del suelo.

**Tiempo requerido:**

- 10 minutos para sacar una muestra compilada de cada campo
- 20 minutos para tamizar la muestra dos veces
- 24 horas para secar los agregados
- 10 segundos para hacer cada prueba de agregación

**Materiales requeridos:** Una pala para sacar la muestra del suelo  
 Un balde u otro recipiente para llevar el suelo  
 Un tamiz con malla de aproximadamente 1/4" (tela metálica gruesa)  
 Un tamiz con malla de aproximadamente 1/16" (tela metálica normal)  
 2 hojas de periódico viejo  
 Un "mini-tamiz": una taza de plástico sin fondo con tela metálica normal pegada con cinta en sus bordes.  
 Agua  
 Marcador (para etiquetar las tazas)

### Procedimiento:

#### Parte I: Preparación de la muestra

1. Saque varias sub-muestras de las primeras 4 pulgadas del suelo y mézclelas en el balde.
2. Encima del papel periódico, tamice la muestra fresca. Hágalo en el tamiz de 1/4" sin esforzarse demasiado y deseche el suelo que no se tamizó.
3. Pase los agregados que se cayeron por el tamiz de 1/4" por el de 1/16",

---

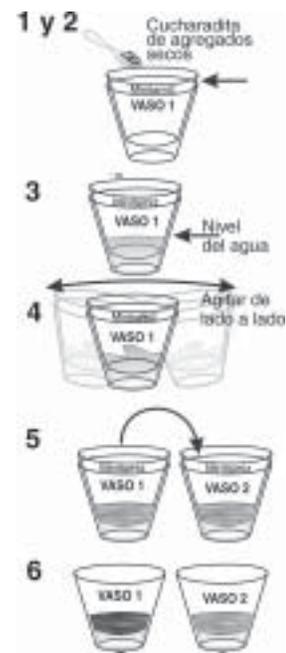
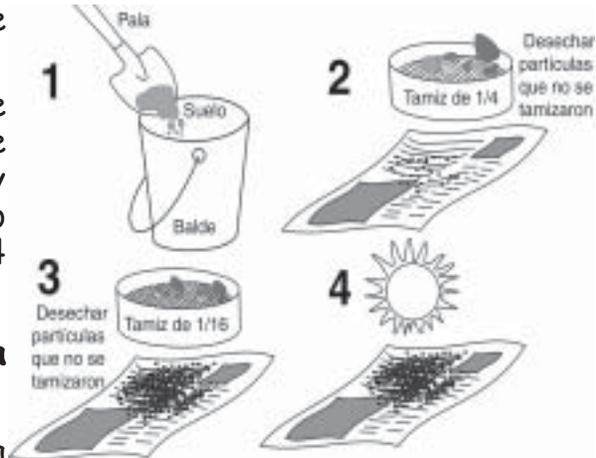
Nota: Hacer el mismo procedimiento para un suelo que ha tenido prácticas de conservación y un suelo que no las ha tenido, para comparar al final.

y deseche el suelo que se cayó de este último.

4. Ponga los agregados que no se cayeron por el tamiz de 1/16" sobre las hojas de un periódico viejo y séquelos al sol o en un lugar tibio con buena ventilación durante 24 horas.

**Parte II: Observación de la estabilidad de los agregados**

1. Ponga el mini-tamiz dentro de una taza marcada con el #1.
2. Ponga aproximadamente una cucharadita de los agregados secos dentro del mini-tamiz.
3. Llene suavemente con agua hasta que los agregados estén cubiertos.
4. Inmediatamente agite de lado a lado por 10 segundos y saque el mini-tamiz del agua.
5. Ponga el mini-tamiz dentro de la otra taza marcada con el #2 y llénela con agua hasta que los agregados estén cubiertos. Empújelos por el mini-tamiz usando los dedos. Luego quite el mini-tamiz de la taza.
6. Llene las tazas #1 y #2 con agua hasta el mismo nivel, y compare la diferencia en visibilidad del agua dentro de las dos tazas.
7. Compare también la diferencia en visibilidad entre la taza #1 del suelo con prácticas de conservación y la taza #1 del suelo sin estas prácticas. Haga lo mismo con la taza #2 entre los dos suelos.



**Preguntas importantes sobre la práctica:**

1. ¿Qué significa la visibilidad del agua en la taza # 1 en comparación con la de la taza #2?
2. ¿Cuál es la importancia de la agregación para la infiltración del agua, el movimiento de organismos y el crecimiento de las raíces en el suelo? ¿Cómo afecta la habilidad del suelo para retener nutrientes?
3. ¿Cuál es el efecto del agua sobre los agregados del suelo? ¿Qué significa la estabilidad de los agregados para mantener la protección de la fuerza del agua?
4. ¿Qué tipos de prácticas afectan la estabilidad de los agregados del suelo?

## Práctica 8. Bioensayos de suelos: potencial de daño de los patógenos de las raíces

**Fuente:** George Abawi, Universidad de Cornell.

**Objetivos:**

1. Determinar y comparar la incidencia y severidad de las enfermedades de las raíces en suelos con un cultivo susceptible y bajo condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad.
2. Fijar el impacto de las prácticas de manejo de suelos en patógenos de raíces y el daño potencial a cosechas hospederas.
3. Suministrar datos para la planeación de las cosechas evitando las tierras infestadas con patógenos de raíces.

**Materiales requeridos:** Tubo con embudo para muestra de suelos.

Balde, bolsas plásticas, marcadores y rótulos

Cedazo o tamiz grueso (cerca de 0.5 cm o malla 8-20).

Macetas plásticas o de barro.

Plantas de lechuga en semillero de 2-4 semanas de haber sido plantadas y semillas de frijol (California Red Kidney, Labrador, etc.) .

Invernadero o "casa malla".

### Procedimiento:

1. Coleccione muestras de suelos de cada tratamiento (4 a 6 muestras).
2. La colección de cada una de las muestras deberá representar todo el campo y consistir en 20 a 30 sub-muestras para un volumen mínimo de cinco litros de suelo (coleccionadas en el balde, colocadas en bolsas plásticas y rotuladas). El volumen del suelo requerido depende del tamaño de las macetas usadas. Con macetas pequeñas un volumen de un litro y medio será suficiente.
3. Mezcle cuidadosamente las muestras compuestas de suelos y páselas por la malla. Agregue agua al suelo hasta que se pueda formar una bola

con un puñado del suelo, pero que ésta se quiebre fácilmente con un dedo.

4. Divida la muestra de suelo en dos partes iguales, una para tratarla con calor y otra para dejarla sin tratamiento.
5. Ponga la muestra para el tratamiento de calor en una bolsa plástica resistente al calor y la otra mitad en una bolsa plástica común.
6. Ponga las bolsas del tratamiento de calor en un horno a 60°C por 3 días, en el sol por 28 días, o en un autoclave por 1 hora a 250 grados Fahrenheit.
7. Coloque el suelo de cada muestra compuesta en cuatro macetas de 10 cm (500 cc.) cada una.
8. Siembre semillas de lechuga en dos de las macetas (5 semillas por maceta) y las semillas de frijol en las otras dos (5 semillas por maceta). La lechuga es un buen indicador (muy susceptible) a los nematodos del nudo de la raíz, mientras que el frijol es buen indicador de varios patógenos de hongos de pudrición de la raíz. (*Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Macrophomina*, *Fusarium*, *Thielaviopsis*), así como también a nematodos parasíticos, especialmente nematodos de lesión (*Pratylenchus* spp.).
9. Incube en un invernadero o «casa malla» durante 4 a 5 semanas, y riegue (mantenga la humedad del suelo a la capacidad del campo o más) y fertilice tanto como sea necesario (una vez a la semana con un fertilizante completo diluido).

### **Evaluaciones:**

1. Registre el número de plantas y examínelas el color, la fuerza y cualquier síntoma o signo de enfermedad.
2. Cuidadosamente remueva las raíces del suelo en cada una de las macetas y lave con cuidado y con abundante agua.
3. Evalúe las raíces de frijol para un total de severidad en la pudrición de la raíz en una escala, de sana (no existen síntomas visibles de enfermedad) a severa (>75% de hypocotyl y tejido de raíz están enfermos, reducidas en tamaño y en un estado avanzado de pudrición). Marcas de poca (<25%), mediana (25-75%) de tejido afectado con intensidad aumentando de síntomas y pudrición.

4. Coloque alrededor de 2 a 5 gramos de las raíces de frijol limpias en un frasco con 50 a 100 cm de agua y agite por un período de tres días. Separe las raíces, ajuste el volumen de la suspensión y cuente los nemátodos que se recobraron de las raíces.
5. Observe las raíces de lechuga para evaluar la severidad de la inflamación causada por nemátodos de nudo de raíz en una escala de sana, poca, mediana, severa, <25%, 25-75%, >75% (ver la hoja para categorías de síntomas).
6. Si fuera necesario, la producción total de huevos de nematodo de raíz/ sistema de raíz o raíz/gramo se puede determinar por el método de hipoclorito de sodio o una modificación del mismo.

### **Conceptos para consideración:**

1. El ordenamiento del suelo con indicadores (plantas conocidas susceptibles) bajo condiciones favorables a una enfermedad como una técnica, puede predecir daño potencial en los suelos producido por enfermedades. Se utiliza el suelo tratado por calor como un punto de referencia para saber el potencial del suelo.
  - a. ¿Es la práctica efectiva?
  - b. ¿Correlaciona con lo que realmente pasó en el campo? ¿Es práctico?
2. Al cabo de 24 ó 48 horas, abra el clip y colecte 50 ml. de la suspensión con los nematodos. En una placa de siracusa observe bajo el microscopio de disección, los nematodos colectados.

---

## Práctica 9. **Conteo de la diversidad y abundancia de macroartrópodos y lombrices de tierra**

---

- Fuente:** Michael Zeiss, Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana
- Objetivos:**
1. Demostrar que no todos los microorganismos son plagas.
  2. Demostrar que las prácticas de manejo del suelo, relativamente, cambian la abundancia de grupos de macroorganismos.
- Tiempo requerido:** 1 hora y media (1 hora para extraer las muestras y 1/2 hora para clasificar los organismos).
- Materiales requeridos:** Por lo menos dos campos con diferentes prácticas de manejo de suelo (preferiblemente incluir un campo con labranza convencional y otro con labranza cero)
- Pala, preferiblemente con hoja plana.
- Palín de mano (pala para jardinería).
- Regla (en centímetros).
- Frasquitos llenos de alcohol (70% etanol).  
Cantidad: 5 frasquitos por campo.
- Bolsas plásticas para guardar los frasquitos.
- Marcador para etiquetar las bolsas plásticas (muestras).
- Pailas plásticas (1 por campo) para guardar frascos (con un volumen de tres galones) con el fin de recoger el agua que pasa a través de los tamices.

---

Nota: Si el suelo está demasiado húmedo para cernirlo con los tamices, además se necesitará:

Agua (aproximadamente 5 galones por campo), preferiblemente dentro de un tambo con regadera.

### **Preguntas de razonamiento:**

Antes de empezar los procedimientos, formule las siguientes preguntas a los estudiantes. Usted no necesita responder estas preguntas ahora; éstas serán discutidas con más detalle durante la evaluación.

1. ¿Qué macroorganismos viven en el suelo?
2. ¿Son plagas la mayoría de los macroorganismos? ¿Qué funciones ecológicas tienen los microorganismos?
3. ¿Cuáles prácticas de manejo de suelo podrían afectar a los microorganismos? ¿Mediante cuáles mecanismos podrían ellas afectar a los organismos (matándolos, acelerando su reproducción, etc.)?
4. ¿Es un grupo específico de microorganismos un buen indicador de la salud del suelo? Si es así, ¿cuál grupo? ¿Cómo podemos cuantificar la abundancia de éste?
5. ¿Es el total de microorganismos un buen indicador de la salud del suelo? Si éste es el caso, ¿cómo podemos contar la cantidad total?
6. ¿Es el rango de tipos (diversidad) de microorganismos, un buen indicador de la salud del suelo? Si es así, ¿cómo podemos cuantificar la diversidad?

### **Procedimientos:**

Divida los estudiantes en grupos de 2 a 5 personas. Para hacer más eficiente el trabajo, se pueden asignar diferentes grupos para tomar muestras en diferentes campos. Sin embargo, de ser posible, cada grupo debe tomar muestras por lo menos en un campo de labranza convencional y en uno de labranza cero. De esta forma, cada grupo experimentará personalmente los cambios en la macro-fauna causada por la labranza.

Lleve a cabo la siguiente secuencia en cada uno de los campos que desea muestrear:

1. Marque un cuadro (20 x 20 cm.) en la superficie del suelo. Coloque la pala plana, verticalmente, sobre uno de los lados del cuadro. Use el pie para empujar con fuerza la pala a una profundidad de aproximadamente

- 25 cm. Suavemente saque la pala del suelo. Haga lo mismo en los otros tres lados.
2. Coloque los tamices en el plástico amarillo uno sobre otro. Los tamices deben estar en orden, de acuerdo con el tamaño de los huecos de la malla (los tamices con aberturas grandes deben estar sobre los tamices con aberturas pequeñas).
  3. Use el palín para remover los primeros 5 cm. de cama (materia orgánica en descomposición) y suelo, y colóquela sobre el tamiz. Suavemente deshaga con sus dedos todos los terrones grandes. En su hoja de datos, anote las características físicas de este estrato de suelo (0-5 cm. de profundo).
  4. Levante todos los tamices a la vez. Manténgalos sobre el plástico amarillo; rápidamente rote y bata los tamices de modo que el suelo gire alrededor de los tamices, pero sin botarlo. Continúe hasta que el suelo haya pasado a través del tamiz.
  5. Busque en el suelo cernido sobre el plástico amarillo (o en la palangana). Anote todos los microorganismos en la hoja de datos. Deposite cualquier organismo no identificado en los frascos. Coloque los frascos, etiquetados con el nombre del campo y el estrato de suelo (profundidad) en una bolsa plástica.
  6. Repita el paso #5 en el suelo que quedó en cada uno de los tamices.
  7. Arroje el suelo de los tamices y del plástico amarillo (NO coloque el suelo de nuevo en el agujero). Repita los pasos 3 y 6 en el suelo entre 5 y 15 cm. de profundidad.
  8. Repita los pasos 3 y 6 en el suelo entre 15 y 25 cm. de profundidad.
  9. Usted ha terminado con este campo. Si desea tomar muestras de otro campo, debe repetir el procedimiento arriba mencionado.
  10. Regrese al laboratorio. Utilice la guía de identificación para identificar los organismos en sus frascos. Registre sus nombres en la hoja de datos.

### **Evaluación de los resultados del ejercicio:**

1. Por cada práctica del manejo de suelo del cual tomó muestras, calcule el promedio de organismos encontrados en cada categoría (promedio de lombrices, zompopos, etc.)
2. Distribuya los resultados entre todos los estudiantes. Si los diferentes grupos tomaron muestras de distintos campos, cada grupo debe presentar sus resultados a los demás estudiantes.

3. Presente las preguntas del razonamiento 1-2 (página 1). Asegúrese de que cada estudiante entienda el papel ecológico de cada organismo encontrado (consulte la guía de identificación para mayor información sobre papeles ecológicos).
4. Una vez más, presente las preguntas del razonamiento 4-6 (página 1). Discuta cómo los resultados pueden ser utilizados en mejor forma para evaluar la salud del suelo en cada práctica de manejo de suelo.
5. Discuta porqué la salud del suelo fue o no fue diferente entre las distintas prácticas de manejo de suelo.

### **Literatura relacionada:**

Dejud, I.F. 1992. Labranza convencional y cero: evaluación agronómica y económica de plagas y factores de mortalidad del maíz y frijol en relevo. Tesis Ingeniero Agrónomo. DPV. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras.

---

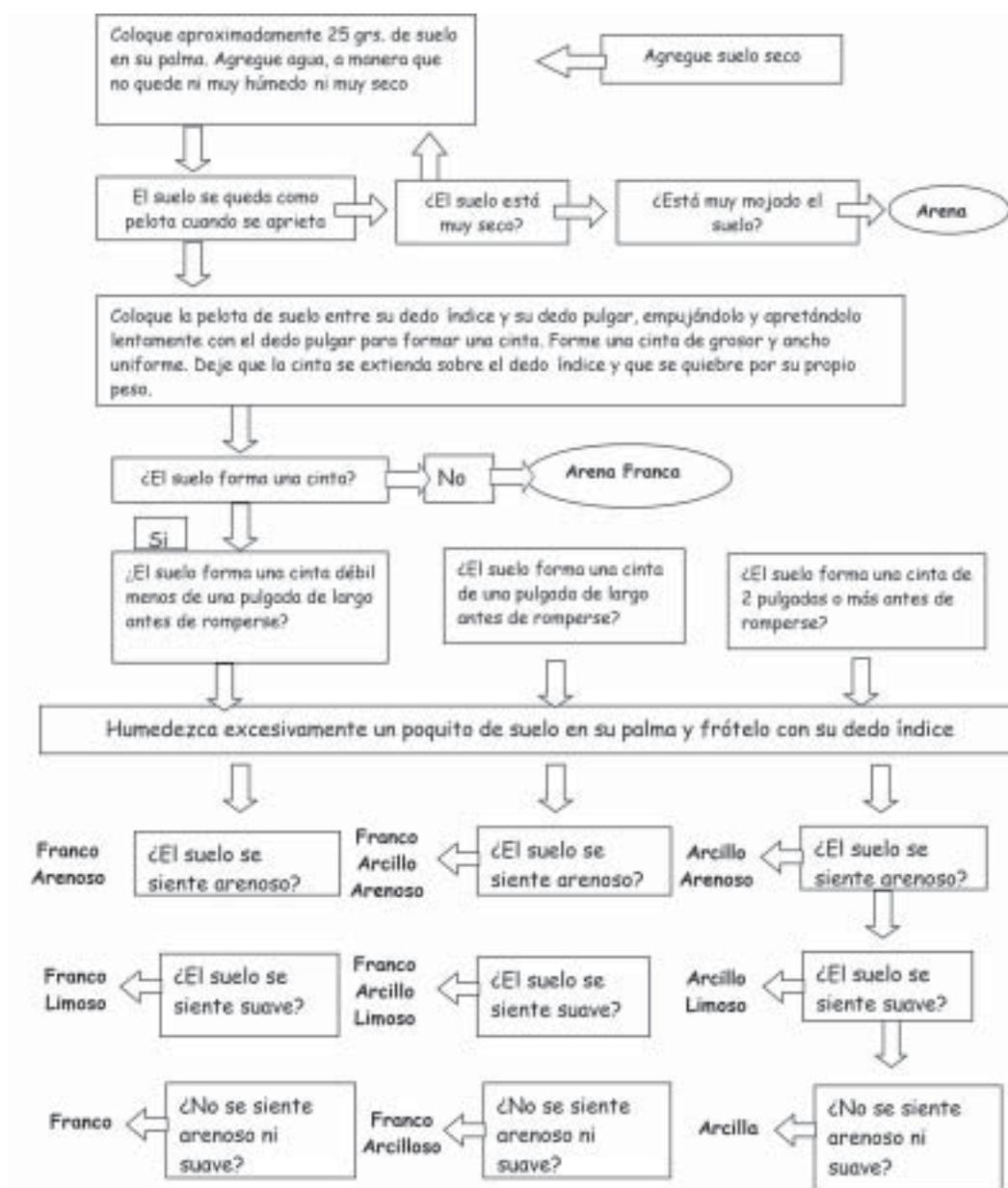
Nota: Si el suelo está demasiado húmedo para cernirlo con los tamices, tome los tamices y colóquelos sobre las palanganas; luego use agua limpia de un recipiente (garrafa o bote) para lavar el suelo a través de los tamices.

## Práctica 10. Texturización por tacto

**Fuente:** Adaptada de Soil Quality Test Kit Manual, USDA, 1998

**Objetivos:** Determinar la textura del suelo en una forma sencilla y rápida

**Tiempo requerido:** 30 min.



---

## Práctica 11. Experimentación con cal para corregir la acidez del suelo

---

**Fuente:** Dr. Armand Van Wambeke, Department of Soil, Crop, and Atmospheric Sciences, Universidad de Cornell.

Se puede determinar la necesidad de cal para su cultivo, comparando las respuestas de las plantas a varias cantidades de cal puestas en el campo (cantidades por unidad de área). En los suelos ácidos, el crecimiento de las plantas se mejora típicamente con aplicaciones de cal, que se necesitan para controlar la acidez del suelo. La acidez obliga hacer estas aplicaciones en todo el período del cultivo. Cuando las cantidades de cal son suficientes, el exceso de ésta no produce ninguna ventaja adicional al cultivo y puede hacer realmente más daño que beneficio. Para conducir el ensayo, escoja cuatro áreas de terreno, cada una de 25 metros cuadrados (5 x 5 metros) para cada tratamiento. A cada uno de estas áreas aplique un fertilizante "básico". Esto ayudará a asegurarse de que no hay nutrientes esenciales deficientes que interfieran con la respuesta de la cosecha a la cal. Después, aplique e incorpore (labrando o azadoneando) varias cantidades de cal.

En una de las parcela de 25 metros cuadrados no utilice cal (nivel cero); en la segunda aplique 2.5 kilogramos; a la tercera 7.5 kilogramos y a la cuarta 15 kilogramos de cal; 2.5 kilogramos de cal es equivalente a una tonelada de cal por hectárea (para tener una buena producción, dependiendo de la cantidad de cal que necesita el suelo, se pueden aplicar de una a seis toneladas de cal por hectárea). Siembre el cultivo como de costumbre, observando cualquier diferencia entre áreas tratadas, midiendo el porcentaje de germinación y el crecimiento vegetal y la salud del cultivo. En la cosecha, mida y compare la producción en cada área de prueba. De esta manera se tendrá la seguridad de cual es la cantidad de cal requerida que permitirá el buen crecimiento del cultivo y una mayor cosecha en sus terrenos cultivables.

Si usted sospecha que el nivel ideal de cal para su campo está entre dos de las cantidades aplicadas en el ensayo, puede hacer una nueva prueba en otra parte del campo, partiendo de entre ambos niveles, usando tres o cuatro niveles de cal. Es una buena idea mantener la prueba en el terreno para varias cosechas sin la aplicación de más cal. Esto le ayudará a determinar el "efecto residual" de su aplicación de la cal y el tiempo en el cual la cal permanece en el suelo. En muchas regiones no es necesario abonar cada año con cal.

---

## Práctica 12. **Control de zompopos**

---

<b>Fuente:</b>	Omote, M. 2001. Escuela Agrícola Panamericana
<b>Objetivo:</b>	Asesorar el daño causado por zompopos e implementar un plan de control
<b>Tiempo requerido:</b>	Variable
<b>Materiales requeridos:</b>	Piocha pala botas bomba de mochila 250-300 gramos de jabón o detergente por bomba ("Axion", "Ariel", "Unox" entre los más efectivos); y agua.

### **Procedimiento:**

Primero, se localizan los nidos en el terreno. Se excava el nido (o los nidos) hasta dejar al descubierto las cámaras de cría y producción de hongos, a medida que se descubran cada una de las cámaras y los zompopos se alteren y empiecen a salir se aplica el jabón diluido en el agua de la bomba a una concentración de 250 a 300 gr por 20 litros de agua (o 7 bolsitas de detergente de 40 gramos cada uno).

El jabón actúa como insecticida de contacto, reacciona de forma química con el cuerpo del zompopo, que impide la respiración de los zompopos matándolos al instante después de la aplicación. Se pueden usar detergentes como: "Axion", "Unox", "Xtra", "Ariel" o pasta de lavar loza como "Doña Blanca", "Supremo" u otro que contenga sodio en su formulación, esto se puede ver en la etiqueta del jabón. Se ha comprobado que la aplicación de jabón causa una mortalidad mayor al 80%.

La mejor temporada para abrir zompoperas es al inicio del invierno, ya que las colonias suben las cámaras de cría hacia la superficie y se preparan para iniciar nuevas colonias.

Es importante destruir todas las cámaras, principalmente las cámaras donde está el hongo, la reina y los huevos. Al excavar, se debe tener cuidado de otros animales que se hayan refugiado en el nido, tales como serpientes.

### **Puntos importantes:**

La táctica más usada para combatir los zompopos ha sido el uso de los productos químico-sintéticos, que tienen como desventaja su alta toxicidad, destruyen la fauna (entre ellos a los enemigos naturales), la flora, etc. Uno de los productos más populares hasta hoy en día es el MIREX, altamente tóxico y residual. Según las investigaciones y evaluaciones en los EEUU, se dice que este insecticida porta un metabolito cancerígeno, por ello su uso ha sido prohibido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), así como en los EEUU, Canadá, Cuba y otros países.

Para el manejo de esta plaga se deben realizar inspecciones cada 3 a 6 meses, con cada siembra nueva o al inicio de las lluvias. Se recomienda que si se tiene un nido en 100 metros cuadrados, éste debe eliminarse para prevenir futuros ataques. En un nido ya establecido se debe ejercer control durante todo el año.




---

## Referencias consultadas

---

### Prólogo

Escuelas de Campo: Guía del facilitador. Zamorano, COSUDE. Proyecto PROMIPAC, 2001. 100 p.

Weil, Ray. 1999. Soil Management for Sustainable Intensification: Some Guidelines. World Bank Rural Week Program on Sustainable Intensification Washington D.C. Available at: <http://www.agnr.umd.edu/users/nrsl/faculty/asa-panel.htm#Introduction>.

### Capítulo 4: El suelo está vivo

Kolsmans, E.; D. Vásquez. 1996. Manual de Agricultura Ecológica. MAELA y SIMAS. 120p.

Omonte, M. 2001. Diseño, ejecución y evaluación de un curso sobre la biología, ecología, y manejo de zompopos (*Atta spp*) para pequeños agricultores. Tesis Ing. Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 62p.

Primavesi, A. 1980. Manejo Ecológico del Suelo. 5ta. Edición. Libería "El Ateneo" Editorial, Buenos Aires. 499p.

### Capítulo 5: El cuerpo del suelo

Magdoff, F. and van Es, H. (2000). Building soils for better crops. Second Edition. Sustainable Agriculture Network handbook series;bk40 ISBN 1-888626-05-4.

### Capítulo 6: ¿Cómo determinar la salud de su suelo?

Cuadro adaptado para el uso de agricultores en laderas de Centroamérica por Charlotte Gaye Burpee, CIAT -Centro Internacional de Agricultura Tropical- (Apartado 1410, Tegucigalpa, Honduras, Teléfono: 504-232-

1862), con fondos de COSUDE -Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación- Cuadro modelado de acuerdo con el elaborado por Wisconsin Soil Health Scorecard (Wisconsin Soil Health Program, Department of Soil Science, University of Wisconsin, Madison, U.S.A.), 1997.

## **Capítulo 7: ¿Cómo mejorar su suelo?**

### **Suelos con poco vida y materia orgánica.**

Sección basada en el manual "Sembradores de Esperanza" de Monika Hesse-Rodríguez (1997), PROCONDEMA-Guaymuras-Comunica. AA 1843, Tegucigalpa, Honduras.

Abawi, G.S., and M.A. Pastor-Corrales. 1990. Root rots of beans in Latin America and Africa: Diagnosis, Research Methodologies, and Management Strategies. CIAT publication No. 35, Cali, Colombia. 114p.

Abawi, G. S., Crosier, D. C., and Cobb, A. C. 1985. Root rot of snap beans in New York. New York's Food and Life Sci. Bull. 110, 7p.

Caudle, N. 1991. Groundworks 1, Managing Soil Acidity. Publicado por: Tropsoils, Box 7113, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7113.

Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) 2000. Folleto sobre elaboración de "bocashi". La Lima, Honduras. 1p.

Melara, W., J. López, y J. Delgado. 1997. Como usar el sol para desinfectar semilleros. Departamento de Protección Vegetal. El Zamorano, Honduras, C.A. 8p.

Rosas, J.C.; Reyes, B. 2001. Beneficios y aplicación de las micorrizas. Zamorano, Honduras. 8p.

Schwarz and Gálvez Eds. 1980, Bean Production Systems. Disease, Insect and climatic constraints to *Phaseolus vulgaris*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado Aereo 6713, Cali, Colombia.

Trutmann P. unpublished.

## **Capítulo 8: Cursos y prácticas de campo en salud de suelo**

Escuelas de Campo: Guía del facilitador. Zamorano, COSUDE. Proyecto



PROMIPAC, 2001. 100p.

USDA (United States Department of Agriculture). 1998. Soil Quality Test Kit Guide. Washington, USA. 82p.

---

## Glosario

---

**Abono verde:** Cultivo de alta densidad (a menudo una leguminosa) sembrado con el propósito de reincorporar la planta al suelo.

**Acequias:** Canal o zanja por donde se transporta o se conduce el agua a un determinado lugar, ya sea para regar u otros fines.

**Actinomicetes:** Grupo de organismos que pueden ser confundidos como bacterias, siendo verdaderos hongos. Pertenecen a la familia *Actinomycetales*. Juegan un rol importante en la síntesis del humus del suelo. Frecuentemente trabajan a más profundidad que las bacterias. Tienen la capacidad producir antibióticos.

**Actividad metabólica:** Proceso que comprenden las diferentes reacciones químicas dentro de un organismo.

**Agregados:** Grupo de partículas o unión de éstas en el suelo.

**Antibióticos:** Sustancias producidas por una especie de organismo, la cual, en concentraciones menores, mata o previene el crecimiento de otro tipo de organismos.

**Asociación de cultivos:** Siembra de diferentes grupos de plantas con diferentes fines, como el de diversificar el material genético en el agroecosistema.

**Asociación simbiótica:** Es cuando dos organismos se benefician mutuamente al convivir juntos.

**Bacteria:** Organismo de una sola célula. Cada especie tiene su forma característica. Contribuyen en la descomposición de la materia orgánica para producir enzimas. Pueden trabajar en cualquier ambiente con o sin oxígeno.

**Barbecho:** Por lo general, un terreno en descanso. De vez en cuando un barbecho puede ser "manejado", es decir que en ese terreno no se siembra todos los años, pero que podría haber un cultivo de valor dándonos rendimiento (por ejemplo frutales). Ciertos sistemas aprovechan el uso de árboles de leguminosas en el barbecho para mejorar el suelo.

**Barreras vivas y muertas:** Son obstáculos físicos que se usan en terrenos cultivables para aminorar el impacto negativo del viento, el agua, y el establecimiento de plagas en los cultivos.

**Biofertilizante:** Término general para describir la incorporación de material al suelo para aportar al crecimiento de la planta.

**Calicata:** Elaboración de un hueco en el suelo con el interés de ver los diferentes horizontes de suelos que hay bajo la planta.

**Capa fértil:** Estrato superior donde hay presencia de materia orgánica. La capa fértil es el resultado de varios factores: manejo (profundidad de labranza), enmiendas, agregados, roca madre, etc.

**Compactación/compactado:** Capa que se forma en los procesos de preparación del suelo e impide el crecimiento de las raíces.

**Compost:** Es el resultado de la descomposición de diferentes materiales (por lo general con el apoyo de oxígeno), realizada por la actividad de micro y macro organismos. El producto de esta descomposición es el "humus", una sustancia que, dentro otras cosas, proporciona nutrientes a las plantas. Generalmente, tiene un buen efecto al mejorar los componentes físicos, químicos, y biológicos del suelo.

**Conservación de suelos:** Un rango de prácticas/obras que se realizan para evitar la pérdida del suelo.

**Contorno:** Una línea imaginaria que conecta diferentes puntos, en una misma altura, sobre la superficie del suelo.

**Camas altas:** Obras de conservación que se hacen en lugares y temporadas muy húmedas. Tienen un buen efecto en el crecimiento de los raíces de las plantas y en el control de varias enfermedades del suelo.

**Costra:** Capa dura del suelo que impide el desarrollo normal del sistema radicular de la planta.

**Curvas a nivel:** Curvas trazadas conforme a la superficie irregular de un terreno. Para hacerlas se utiliza un instrumento llamado nivel "A".

**Diagnóstico comunitario:** Investigación realizada en y con la comunidad, donde los miembros de la misma son participantes activos y no pasivos.

**Diseminación:** Actividad de extender o divulgar una información.

**Diversidad genética:** Individuos con diferentes características fenotípicas y/o genotípicas (pueden ser plantas u organismos vivos).

**Empatía:** Tener buena actitud en sus relaciones con los demás.

**Enfermedad:** Síntomas que presentan las plantas (se manifiestan en las hojas o en las raíces) y que es causado por un macro o micro organismo, provocando pérdidas económicas.

**Escarabajos:** Insectos que poseen una cubierta protectora dura y tiene un ciclo de vida de cuatro etapas.

**Escorrentía:** La pérdida de suelos, por lo general en terrenos inclinados y sin cobertura vegetativa. es causada principalmente por la acción del agua.

**Estiércol:** Resultado del proceso digestivo de un organismo vivo.

**Estructura:** Ordenamiento que tienen las diferentes partículas del suelo.

**Fertilizantes químicos:** Compuestos elaborados en el laboratorio o una fábrica para proporcionar nutrientes a la planta.

**Geles:** Sustancias gelatinosa o viscosa (muchas veces compuesto de proteína) que juegan un rol en el establecimiento de una buena estructura del suelo ya que ayudan a juntar los agregados del suelo.

**Horizonte A:** Horizonte superficial de un suelo mineral, el cual mantiene un nivel máximo de materia orgánica, actividad biológica, y/o lixiviación de materiales como Hierro y Aluminio y limo. Combinado con el horizonte O, es la zona por donde crecen más fuertes las raíces de las plantas.

**Infiltración:** Es la capacidad que tiene el suelo para absorber agua en los diferentes estratos.

**Intercambio catiónico:** Indicador de la fertilidad del suelo en términos de la suma de "cationes" que un suelo se puede absorber (por ejemplo el calcio).

**Lavado del suelo:** Arrastre de nutrientes por medio de procesos naturales (principalmente por el flujo de agua).

**Lombriz:** Organismo descomponedor del suelo. Pertenece al grupo de los anélidos.

**Lixiviación:** Arrastre de los elementos minerales hacia los estratos inferiores del suelo, en donde las plantas no los pueden aprovechar para su nutrición.

**Materia orgánica:** está formada por animales y plantas descompuestas. Los insectos, las lombrices, nematodos y otros microorganismos descomponen el estiércol y el material fresco de las plantas, formándose de esta manera la materia orgánica.

**Micorriza:** Hongo en simbiosis con las raíces de las plantas y que las ayuda a capturar elementos que necesitan para su crecimiento. Esta simbiosis, en particular, permite a la planta aprovechar el fósforo del suelo.

**Microorganismos:** Organismos que no podemos ver a simple vista. Hay varios grupos que juegan diferentes roles en el ecosistema del suelo. Grupos de suma importancia son los hongos, bacterias, protozoarios, y nematodos. Entre ellos pueden haber microorganismos benéficos o maléficos.

**Minerales:** Componentes de roca que están compuestos por una mezcla de elementos. Son esenciales para la salud humana y del suelo.

**Mineralización:** La conversión de un elemento de un estado orgánico a un estado inorgánico, a través de la acción de microorganismos. Es importante para ver si los microorganismos están trabajando y haciendo disponible a las plantas los nutrientes del suelo.

**Monocultivos:** La siembra continua de un solo cultivo en el mismo lote o parcela.

**Mulch:** Cobertura natural que es utilizada para proteger el suelo.

**Nematodo:** Organismo pequeñísimo, que tiene forma de lombriz y es abundante en varios suelos. Hay nematodos benéficos y maléficos.

**Nutrientes:** Alimentos que necesitan las plantas para crecer y desarrollarse.

**Patógenos:** Organismos que causan enfermedades.

**Participativa:** Es un proceso que trata de involucrar a varias personas en la toma de decisiones para cambiar su realidad inmediata.

**Plaguicidas:** Productos elaborados en laboratorios o fábricas, usados para controlar plagas.

**Porosidad:** Porcentaje del suelo que no está ocupado por sólidos (por ejemplo: granos de arena). En otros términos, la facilidad que tiene el suelo para filtrar el agua.

**Respiración anaeróbica:** Proceso en el cual las bacterias no necesitan de oxígeno para realizar su trabajo.

**Retención de agua:** Capacidad de un suelo para mantenerse húmedo, después de haber recibido agua.

**Risobium:** Bacteria fijadora de nitrógeno.

**Riego:** Proporcionar agua a las plantas para que crezcan y se desarrollen bien.

**Rotación:** Sembrar un cultivo por otro en una determinada época y área cultivable. Se usan diferentes clases o familias de plantas.

**Semillas híbridas:** Semillas producidas por el cruce de dos variedades.

**Suelo alcalino:** Suelo con pH de más de 7, con alto cantidad de cationes de Sodio

**Suelo ácido:** Un suelo con pH menor de 7, con altas cantidades de cationes de Aluminio e Hidrógeno.

**Terrazas:** Son obras de conservación de suelo en terreno con pendientes.

**Terrones:** Agregados del suelo que se forman en la superficie.

**Toxicidad:** Es la capacidad que tienen las sustancias de perjudicar a un organismo vivo.