



Suelo productivo y saludable

Serie: Cuadernillos de Agricultura Agroecológica
Colección: Rescatando y Compartiendo Conocimientos sobre Agricultura Sostenible
para El Desarrollo de los Pueblos de América Latina

Investigador

Ingeniero Manuel Cordero Cevallos

Coordinación General

Licenciada Xenia Iris Pereira

Colaborador en Investigación

Ingeniero Marlon Arévalo

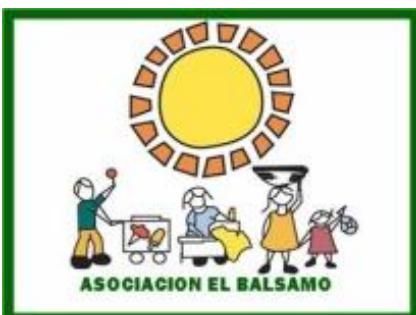
Adaptación de texto**y Arte**

Irma Dinora López Rivas

Fotografías

Archivo de Asociación El Bálsamo, comunidades del Municipio de Chiltiupán, Departamento de La Libertad y del Municipio de Cuisnahuat, Departamento de Sonsonate, El Salvador, Centroamérica.

Esta es una Producción de:

**Asociación El Bálsamo**

Residencial San Luis, Calle Principal y avenida No. 4, Block 1, casa No. 3. San Salvador, El Salvador. Centroamérica. Teléfonos: (503) 2274-7721 y 2274-6913.

E-Mail: asocacionelbalsamo@gmail.com

Sitio web: www.asocacionelbalsamo.org

Con el apoyo de:

Nancy Finlayson

Alberta, Canadá.

San Salvador, El Salvador septiembre de 2013

Se autoriza su reproducción total o parcial, siempre y cuando se cite la fuente

Contenido

- 1. Introducción**
- 2. ¿Qué es el suelo?**
 - 2.1. Propiedades Físicas**
 - 2.1.1. Origen del suelo
 - 2.1.2. Factores que intervienen en la formación del suelo
 - 2.1.3. La profundidad
 - 2.1.4. Componentes del suelo
 - 2.1.5. Clasificación de las partículas del suelo
 - 2.1.6. Textura
 - 2.1.7. Horizontes del suelo
 - 2.1.8. Fines del suelo como medio para el crecimiento de las plantas
 - 2.1.9. Color
 - 2.2. Propiedades Químicas**
 - 2.2.1. Reacción del Suelo pH
- 3. La fertilidad del suelo**
 - 3.1. Macronutrientes y micronutrientes del suelo
 - 3.2. Los nutrientes y sus funciones
- 4. Estudiando el suelo agrícola: ¿Cómo saber si el suelo de nuestra parcela está saludable?**
 - 4.1. La Observación
 - 4.2. Determinación visual de la presencia de materia orgánica y microorganismos en el suelo, utilizando agua oxigenada
 - 4.3. Análisis químico del suelo
 - 4.4. Cromatografía
- 5. ¿Cómo lograr un suelo productivo y saludable?**
 - 5.1 Mejora de la estructura de los suelos
 - 5.2 Fertilización orgánica
- 6. Glosario**
- 7. Referencias Bibliográficas**

Suelo productivo y saludable

1. Introducción

El suelo es la superficie blanda y externa que recubre la capa superior de la corteza terrestre, la cual se ha ido creando lentamente a lo largo de la historia por la mezcla de materia orgánica en descomposición, minerales, agua, aire y microorganismos.

La estructura del suelo constituye la clave para un buen funcionamiento, ya que define el hábitat para los organismos edáficos (del griego *edafon* que significa suelo). Se le llama **edafon** a los microorganismos que habitan, principalmente, en las capas superficiales del suelo: plantas, animales, hongos y bacterias y que desempeñan un papel muy importante en la formación de “suelos saludables”; pues mantienen una comunidad diversa de organismos, que ayudan a controlar enfermedades vegetales, insectos nocivos y malezas, logrando obtenerse buenas cosechas.

Con la implementación de la agricultura convencional, que se caracteriza por la utilización excesiva de sustancias químicas sintéticas, se destruyen esos microorganismos benéficos y la materia orgánica presente en el suelo. Eso está afectando la salud y productividad de los terrenos agrícolas y puede constatarse al consultar a productores y productoras agrícolas, quienes pese a que cada año destinan gran parte de sus ingresos a la compra de agroquímicos, manifiestan que «*sus tierras ya no les producen como antes*», o sea que se están degradando.



Actualmente, la preocupación por garantizar la seguridad alimentaria de las familias y comunidades, así como la atención a los graves problemas ambientales, hace indispensable la búsqueda de nuevas alternativas que propicien la protección, conservación y uso adecuado de los recursos naturales como el suelo.

En este décimo Cuadernillo de Agricultura Agroecológica, se aborda el tema de la salud y productividad de los suelos para uso agrícola.

2. ¿Qué es el Suelo?

El suelo es un recurso natural que está formado por elementos de origen mineral y orgánico que le proporcionan a las plantas sostén, nutrientes, agua, aire y materia orgánica. Es un ecosistema complejo y dinámico en el que se desarrollan procesos físicos, químicos y biológicos, de los cuales depende la fertilidad y la estructura del suelo y, en última instancia, la productividad de los cultivos (El suelo como un ecosistema, s.f.).



Desde el punto de vista agrícola el suelo es el medio donde crecen las plantas y es un almacén de nutrientes, agua y aire.

Desde el punto de vista agroecológico; el suelo se considera como un organismo vivo, que se forma, madura y muere. En él se alojan millones de microorganismos que brindan un valioso aporte a la agricultura. (Jaizme, s.f.).

2.1. Propiedades físicas

2.1.1. Origen del suelo

Es un largo y complejo proceso de descomposición de la *roca madre* (actividad física química), mezclada con materiales orgánicos (restos de animales y vegetales), e inorgánicos como el agua. En dicho proceso intervienen factores como el clima, la temperatura, la velocidad de los vientos, entre otros.

La formación de los suelos se puede resumir de la siguiente manera: La base es la roca madre, la actividad física y química desintegran las rocas por acción de los cambios climáticos, erosión, prácticas agrícolas y acción de plantas y animales. Las plantas, con sus raíces contribuyen a partir las rocas y al morir, los restos de esas plantas se unen al polvo de las rocas.

Luego, otros organismos vivos, también al fallecer, incorporan residuos orgánicos y es así como se va formando el suelo.



2.1.2. Factores que intervienen en la formación del suelo (Chile país forestal, s.f.)

- * **Roca madre o roca original:** Dependiendo de su composición mineral, el suelo estará compuesto por partículas de diversos tamaños y por sustancias químicas diferentes.
 - * **Clima:** Las bajas temperaturas permiten acumulación de abundante hojarasca sobre el suelo, pues la descomposición es lenta. En sitios con altas temperaturas el proceso de descomposición es rápido, debido a la proliferación de hongos y bacterias encargados de este proceso.
 - * **Topografía:** Analiza la pendiente de la tierra y juega un papel importante en la formación del suelo ya que afecta la cantidad de agua que filtra y la materia que se pierde en la erosión.
 - * **El relieve:** En pendientes altas, el suelo generalmente es delgado, con una mayor erosión y menor acumulación de humedad. En terrenos planos, los suelos son más gruesos, siempre y cuando el agua penetre, pero sin que se estanque, de lo contrario, se desarrollarán suelos no aptos para la vegetación.
 - * **Organismos:** Las lombrices e insectos ingieren materia orgánica, la transforman y la incorporan a las diferentes capas del suelo, también abren espacios para que circulen el agua y el aire.
 - * **Vegetación:** Afecta la cantidad de materia orgánica incorporada por la descomposición de frutos, ramas, hojas y raíces, que producen lo que se conoce como humus.
 - * **Tiempo:** La naturaleza demora millones de años en fabricar una capa de buen suelo. Entre más tiempo, los suelos son más desarrollados.

2.1.3. La Profundidad (Infojardin, s.f.)

Es el grosor total formado por la capa superficial del suelo, el subsuelo y la roca madre.

Se habla de profundidad efectiva, hasta el lugar en el cual las raíces de las plantas pueden penetrar con facilidad para absorber agua y nutrientes.

Las categorías de profundidad son:

- * Muy profundo más de 1.50 m
 - * Profundo 1.50 a 1.00 m
 - * Moderadamente profundo 1.00 a 0.50 m
 - * Poco profundo 0.50 a 0.25 m
 - * Muy poco profundo 0.25 o menos

2.1.4. Componentes del suelo: Estos determinan sus propiedades y características (FAO, s.f).



* Materia orgánica (5%): Acumulación de restos de plantas descompuestas y animales su contenido es inestable

- * Agua (25%): El contenido de agua del suelo puede variar por la lluvia o el agua de riego
- * Aire (25%): Es una mezcla de gases y llenan los poros, para ser absorbidos por las raíces y los microorganismos
- * Partículas de suelo o material mineral (45%): Se deriva del material madre de los fragmentos depositados (arena, limo y arcilla)

*** La materia orgánica del suelo (fase sólida)**

Es esencial para la actividad agrícola, además es el resultado del proceso de descomposición de los residuos orgánicos, plantas y animales. Puede almacenar gran cantidad de agua y es rica en minerales. Los microorganismos o pequeños organismos son de dos tipos: los que degradan la materia orgánica (insectos) y los que la descomponen liberando los nutrientes (hongos, lombrices y bacterias). Las principales fuentes de materia orgánica para los suelos son los residuos de cosechas, los estiércoles y los abonos verdes.

*** El agua (fase líquida)**

Su contenido en el suelo es variable dependiendo de la lluvia y del riego. Tiene como funciones suministrar a las plantas el agua que necesitan y disolver los nutrientes para que las plantas puedan asimilarlos.

* Los minerales (fase sólida)

Está constituida por partículas de diferente composición química y de tamaño. Este componente deriva de la roca madre a través de procesos físicos, químicos y biológicos y se considera la fuente principal de nutrientes para las plantas, aportándoles elementos como: Fósforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg), entre otros.

* El aire (fase gaseosa)

Es indispensable para la vida de los microorganismos del suelo y hace posible que las raíces de las plantas puedan respirar y así cumplir con sus funciones.

En el suelo, el aire y el agua se encuentran en espacios que no son ocupados por la parte sólida y a los que se les llama poros. Algunos de mayor tamaño, llamados macroporos, son importantes para la aireación; los otros, más pequeños, se denominan microporos y su función es la retención de agua en el suelo. (Educarchile, s.f.).

2.1.5. Clasificación de las partículas del suelo

Las partículas de suelo dependen de varios factores entre los que se destacan el tipo de roca que los originó, su antigüedad, el relieve, el clima, la vegetación, los animales que viven en él y las modificaciones causadas por la actividad humana.

Partículas del suelo (Kolmans & Vásquez, 1999)	
Fragmentos rocosos	Piedras, grava y cascojo. Su diámetro es superior a 2 mm
Arena	Los granos de arena son ásperos al tacto. Puede ser gruesa, fina y muy fina. Su diámetro es entre 0.05 a 2 mm.
Limo	Al tacto, el limo es como harina o talco y tiene alta capacidad de retención de agua. Su diámetro es entre 0.002 y 0.5 mm.
Arcilla	Al ser humedecida, la arcilla es plástica y pegajosa. Cuando seca, forma terrones duros. Su diámetro es inferior a 0.002 mm

2.1.6. Textura del suelo

Se define como el tamaño de los espacios que existen entre las partículas y se refiere a la proporción de arena, limo y arcilla expresados en porcentaje (%) (tamaño de grano y porosidad). Los suelos están formados generalmente por más de una clase de textura y ésta afecta en gran medida su productividad.

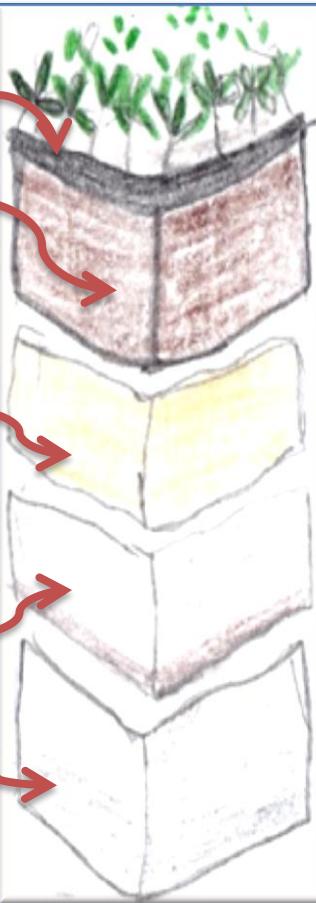
Tipos de suelo según su textura

- * **Suelos arenosos:** Son sueltos y se trabajan con facilidad, pero cuando se preparan surcos para cultivar, éstos se desmoronan y el agua se infiltra rápidamente. Tienen pocas reservas de nutrientes aprovechables por las plantas.
- * **Suelos limosos:** Están formados por gránulos de tamaño intermedio, son pesados y con pocos nutrientes.
- * **Suelos arcillosos:** No drenan ni se desecan fácilmente y al secarse se endurecen y forman terrones. Son fértiles, pero difíciles de trabajar pues su textura impide una aireación adecuada para el crecimiento de las plantas. Están formados por partículas muy pequeñas.
- * **Suelos fracos:** Son mezclas de arena, limo y arcilla. Son muy fértiles pues mantienen la humedad y al secarse forman pequeños terrones que se deshacen. Son los mejores suelos para hortalizas.

Un suelo arenoso, limoso o arcilloso puede volverse franco, progresivamente, agregando materia orgánica.



2.1.7. Horizontes del Suelo (El suelo: concepto y formación, s.f.)

Horizonte O		Capa superficial: Materia orgánica gruesa.
Horizonte A o lavado vertical		Muestra acumulación de materia orgánica (humus) con materiales inorgánicos como arena y arcilla. En ella se enraizan los cultivos.
Horizonte B o precipitación		Contiene menos materia orgánica y muchos materiales inorgánicos (arena, arcilla y cascajo). En este horizonte se depositan los materiales arrastrados desde arriba.
Horizonte C o subsuelo		Constituido por la parte más alta del material rocoso, sobre el que se apoya el suelo.
Roca Madre		Es material rocoso que ha sufrido una alteración química o física. De hecho, éste no es un verdadero horizonte del suelo.

2.1.8. Fines del suelo como medio para el crecimiento de las plantas

- * **Soporte a las raíces:** Crecen generalmente bajo la tierra, fijando las plantas para que no se doblen.
- * **Oxigenación:** Las raíces de las plantas respiran para sobrevivir y crecer.
- * **Retención de agua:** Su eficacia depende de la composición y estructura del suelo.
- * **Nutriente:** Las plantas obtienen del suelo la mayor parte de nutrientes que necesitan.
- * **Sistema de reciclaje de materia orgánica:** Al descomponerse, los residuos orgánicos se transforman en humus.

2.1.9. Color del Suelo

El color es uno de los criterios más simples para calificar las variedades de suelos y es el resultado de las cantidades de materia orgánica y de algunos minerales específicos.

El color de un suelo dependerá de sus componentes y puede usarse como una medida indirecta para identificar sus propiedades. Este varía de acuerdo al contenido de humedad.

- * **Suelo rojo:** óxidos de hierro y manganeso
- * **Suelo amarillo :** óxidos de hierro hidratado
- * **Suelo blanco o gris:** indican presencia de cuarzo, yeso y caolín
- * **Suelo negro o café oscuro:** presencia de materia orgánica; el color no es siempre un indicador de la fertilidad



Generalmente, cuanto más oscuro es el suelo para uso agrícola, más productivo será, por los contenidos de la materia orgánica



2.2. Propiedades Químicas

Las propiedades químicas del suelo como el pH, la capacidad de intercambiar cationes, así como la materia orgánica, están relacionadas al crecimiento de las plantas y la disponibilidad de nutrientes.

2.2.1. Reacción del suelo (pH)

El agua del suelo contiene sales minerales disueltas. A este fluido se le conoce como solución del suelo y puede ser ácida, alcalina o neutra.

La acidez o alcalinidad se mide en una escala entre el 1 y el 14. Si el pH del suelo es menor de 6.5, es ácido y si es mayor que 7, se considera que es alcalino

Los valores óptimos para la agricultura, son entre 6 y 7, o sea, de ligeramente ácido a neutro y eso es porque en suelos muy ácidos o alcalinos, se dificulta la existencia de microorganismos. El pH también influye en la disponibilidad adecuada de minerales, si sus valores son muy altos, o muy bajos, se reducirán algunos nutrientes y otros se podrán encontrar en exceso, lo cual afectará el desarrollo de las plantas.

El pH de un suelo muy ácido, se puede volver neutro incorporándole cal hidratada (hidróxido de calcio Ca(OH)_2) o cal dolomita (CaMg(OH)_4).

Por el contrario, si el suelo es muy alcalino, se le puede aplicar azufre en polvo o sulfato de hierro (EcuRed, s.f.).

3. La fertilidad del suelo

Se define fertilidad a la capacidad del suelo para suministrar a las raíces cantidades de agua y nutrientes esenciales para su crecimiento, desarrollo y producción. Es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo.

Estas características no actúan solas sino, relacionadas, para determinar la fertilidad del suelo. Por ejemplo: un suelo puede poseer suficientes elementos minerales –fertilidad química- pero puede que no esté provisto de buenas condiciones físicas y viceversa. Igualmente, la fertilidad del suelo no es suficiente para el crecimiento de las plantas, el clima juega un papel importante y determinante.

En muchos casos se puede tener un suelo muy fértil, pero que por condiciones climáticas no sea posible lograr buenas cosechas, entonces se cuenta con un terreno fértil, pero no productivo (Sánchez, 2007).

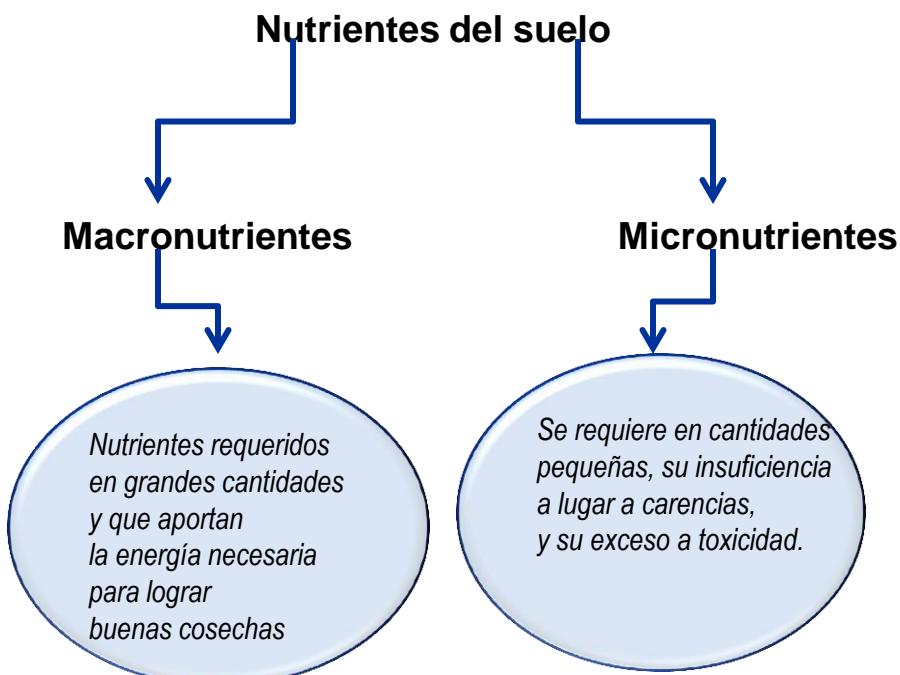
....continuación. Fertilidad del suelo.

La fertilidad del suelo depende de los siguientes factores: disponibilidad de agua, profundidad, materia orgánica presente, organismos vivos y capacidad de almacenar sustancias nutritivas contenidas en el agua.

Las personas que trabajan en la agricultura tienen la posibilidad de mantener y mejorar la fertilidad natural de sus suelos a través de las siguientes medidas:

- * Rotación de cultivos
- * Realización de estudios o análisis de suelos para determinar la cantidad de nutrientes
- * Preparación adecuada de los suelos
- * Aplicación de fertilizantes según análisis y necesidades de los cultivos
- * Restauración continua del contenido de materia orgánica

3.1 Macronutrientes y Micronutrientes del suelo (Nutrientes del suelo, s.f)



Nutrición mineral de las plantas

Aproximadamente el 96% de los tejidos vegetales está compuesto por Carbono (C), Hidrógeno (H) y Oxígeno (O). Estos tres nutrientes están disponibles a partir del aire y el agua, no son minerales y forman la materia orgánica, sintetizada por la fotosíntesis. El suelo actúa como un reservorio de nutrientes para las plantas, estos se encuentran en la fracción no - orgánica y orgánica.

Existen 13 elementos que sí son minerales y que representan cerca del 4% de los tejidos vegetales. Se clasifican en macronutrientes y micronutrientes, dependiendo de la cantidad requerida por las plantas.

Las deficiencias de cualquiera de estos 16 elementos, reduce la producción y limita el crecimiento de los cultivos. Son tomados, principalmente del suelo y absorbidos por la raíz.

Los 16 nutrientes esenciales se clasifican en:

Macro nutrientes		Micro nutrientes	
Primarios	Nitrógeno (N) Fósforo (P) Potasio (K) Carbono (C) Hidrógeno (H) Oxígeno (O)	Cinc (Zn) Hierro (Fe) Manganoso (Mn) Cobre (Cu) Cloro (Cl) Boro (B)	Molibdeno (Mo)
Secundarios	Azufre (S) Magnesio (Mg) Calcio (Ca)		

3.2 Los nutrientes y sus funciones

Las plantas son autótrofas, es decir, son capaces de fabricar sus propios alimentos a partir de sustancias inorgánicas como el agua, dióxido de carbono, sales minerales y luz del sol.

Nutrientes	Función	Síntomas de deficiencia	Toxicidad por exceso
Nitrógeno (N)	<ul style="list-style-type: none"> * Da el color verde intenso a las plantas * Fomenta el rápido crecimiento * Aumenta la producción de hojas * Mejora la calidad de las hortalizas * Aumenta el contenido de proteínas en los cultivos de alimentos y forraje * Alimenta los microorganismos del suelo y ayuda a la materia orgánica * Estimula la floración 	<ul style="list-style-type: none"> * Aspecto enfermizo de la planta * Color verde amarillento debido a la pérdida de clorofila * Desarrollo lento y escaso * Amarillamiento inicial y secado posterior de las hojas de la base de la planta que continúa hacia arriba 	<ul style="list-style-type: none"> * Exceso de follaje * Desarrollo lento de raíces * Retardo de la floración * Producción escasa de frutos * Puede provocar menor resistencia a las enfermedades
Fósforo (P)	<ul style="list-style-type: none"> * Estimula la rápida formación y crecimiento de las raíces * Acelera la maduración y estimula la coloración de los frutos * Participa en la respiración y fotosíntesis de la planta * Ayuda a la formación de las semillas 	<ul style="list-style-type: none"> * Aparición de hojas, ramas y tallos de color purpúreo; este síntoma se nota primero en las hojas más viejas * Desarrollo, madurez lenta y aspecto raquíctico en los tallos * Mala germinación de las semillas * Bajo rendimiento de frutos y semillas. 	<ul style="list-style-type: none"> * Gran desarrollo de raíces * Poco desarrollo foliar
Potasio (K)	<ul style="list-style-type: none"> * Otorga a las plantas gran vigor y resistencia contra las enfermedades * Aumenta el tamaño de las semillas y mejora la calidad de los frutos * Ayuda al desarrollo de los tubérculos (tallo subterráneo) * Favorece la formación del color rojo en hojas y frutos * Regula el consumo de agua 	<ul style="list-style-type: none"> * Las hojas de la parte más baja de la planta se queman en los bordes y puntas * Debido al pobre desarrollo de las raíces, las plantas se degeneran antes de llegar a la etapa de producción * En las leguminosas, da lugar a semillas arrugadas y desfiguradas que no germinan o que originan plántulas débiles 	<ul style="list-style-type: none"> * Interferencia en la absorción y disponibilidad fisiológica de calcio y de magnesio

.....continuación. Los nutrientes y sus funciones

Nutrientes	Función	Síntomas de deficiencia	Toxicidad por exceso
Magnesio (Mg)	<ul style="list-style-type: none"> * Necesario para la formación de los azúcares en los cultivos * Ayuda a regular la asimilación de otros nutrientes * Actúa como transportador del fósforo dentro de la planta * Promueve la formación de grasas y aceites. 	<ul style="list-style-type: none"> * Pérdida del color verde, que comienza en las hojas de abajo y continúa hacia arriba, pero las venas conservan el color verde * Los tallos se forman débiles, las raíces se ramifican y alargan excesivamente * Las hojas se tuercen hacia arriba a lo largo de los bordes 	
Azufre (S)	<ul style="list-style-type: none"> * Ayuda a mantener el color verde intenso * Activa la formación de nódulos nitrificantes en algunas especies leguminosas (frijoles, soya, arvejas, habas) * Estimula la producción de semillas * Ayuda al crecimiento más vigoroso de las plantas. 	<ul style="list-style-type: none"> * Cuando se presenta deficiencia, lo que no es muy frecuente, las hojas jóvenes toman color verde claro y sus venas un color más claro aún; el espacio entre las nervaduras se seca * Los tallos son cortos, endeble, de color amarillo * El desarrollo es lento y raquíctico 	
Calcio (Ca)	<ul style="list-style-type: none"> * Activa la temprana formación y el crecimiento de las raicillas y ayuda a la descomposición de materia orgánica * Mejora el vigor general de las plantas * Neutraliza las sustancias tóxicas que producen las plantas * Estimula la producción de semillas * Aumenta el contenido de calcio en el alimento humano y animal. 	<ul style="list-style-type: none"> * Las hojas jóvenes de los brotes terminales se doblan al aparecer y se queman en sus puntas y bordes * Las hojas jóvenes permanecen enrolladas y tienden a arrugarse * En las áreas terminales pueden aparecer brotes nuevos de color blanquecino * Puede producirse la muerte de los extremos de las raíces 	
Boro (B)	<ul style="list-style-type: none"> * Aumenta el rendimiento o mejora la calidad de las frutas, verduras y forrajes * Está relacionado con la asimilación del calcio y con la transferencia del azúcar dentro de las plantas * Es importante para la buena calidad de las semillas de las especies leguminosas * Germinación de los granos de polen 	<ul style="list-style-type: none"> * Anula el crecimiento de tejidos nuevos y puede causar muerte de la zona apical (terminal) de las raíces 	<ul style="list-style-type: none"> * Se produce un amarillamiento del vértice de las hojas, seguido de la muerte progresiva.

.....continuación. Los nutrientes y sus funciones

Nutrientes	Función	Síntomas de deficiencia	Toxicidad por exceso
Cobre (Cu)	<ul style="list-style-type: none"> * El 70 % se concentra en la clorofila * Estimula la producción de granos * Formación de clorofila 	<ul style="list-style-type: none"> * Severo descenso en el desarrollo de las plantas * Las hojas más jóvenes toman color verde oscuro, se enrollan y aparece un moteado que va muriendo * Escasa formación de la hoja, disminución de su tamaño y enrollamiento hacia la parte interna 	<ul style="list-style-type: none"> * Enanismo, reducción en la formación de ramas y engrosamiento * Oscurecimiento anormal de la zona de las raíces.
Cloro (Cl)	<ul style="list-style-type: none"> * Las plantas lo necesitan en cantidades muy pequeñas, pero son fundamentales para regular la asimilación de los otros elementos nutritivos 	<ul style="list-style-type: none"> * Pérdida de hojas * Rajado en cebollas 	
Hierro (Fe)	<ul style="list-style-type: none"> * Cataliza la formación de la clorofila y actúa como un transportador del oxígeno 	<ul style="list-style-type: none"> * Causa un color pálido amarillento del follaje, aunque haya cantidades apropiadas de nitrógeno en la solución nutritiva * Ocasiona una banda de color claro en los bordes de las hojas * La formación de raíces es corta y muy ramificada 	<ul style="list-style-type: none"> * No se han establecido síntomas visuales de toxicidad de hierro absorbido por la raíz
Manganese (Mn)	<ul style="list-style-type: none"> * Acelera la germinación y la maduración * Aumenta el aprovechamiento del calcio, el magnesio y el fósforo. 	<ul style="list-style-type: none"> * En tomates y remolachas, causa la aparición de color verde pálido, amarillo y rojo entre las venas 	
Zinc (Zn)	<ul style="list-style-type: none"> * Es necesario para la formación normal de la clorofila y para el crecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> * Su deficiencia en tomate ocasiona un engrosamiento basal de los pecíolos de las hojas, pero disminuye su longitud 	<ul style="list-style-type: none"> * Los excesos de Zinc producen clorosis férrica en las plantas
Molibdeno (Mo)	<ul style="list-style-type: none"> * Es esencial en la fijación del nitrógeno que hacen las legumbres 	<ul style="list-style-type: none"> * Los síntomas se parecen a los del nitrógeno, porque la clorosis (amarillamiento) avanza desde las hojas más viejas hacia las más jóvenes, las que se ahuecan y se queman en los bordes 	<ul style="list-style-type: none"> * Los excesos se manifiestan con la aparición de un color amarillo brillante. En la coliflor, con la aparición de un color púrpura brillante en sus primeros estados de desarrollo

4. Estudiando el suelo agrícola:

¿Cómo saber si el suelo de nuestra parcela está saludable?

Toda persona que trabaje en agricultura debe aprender a conocer su suelo. Para ello, existen diferentes técnicas, algunas son muy buenas pero un tanto caras y otras, no tan caras, pero algo complicadas.

En este apartado se aborda un poco de todo. Cada agricultor o agricultora debe elegir la que se adapte a sus posibilidades.

4.1 La observación del suelo

Todo buen suelo agrícola es el que contiene las **Tres “M”**

- * Materia orgánica
- * Minerales
- * Microorganismos

La observación del suelo es una forma sencilla y barata de estudiar la parcela o terreno agrícola y el siguiente cuadro puede servir de guía para identificar la presencia de las **Tres M** en el suelo (CATIE, s.f.).

Minerales	Materia Orgánica	Microorganismos
<ul style="list-style-type: none">* ¿Los cultivos se ven saludables? (sin enfermedad)* ¿Los cultivos se ven verdes (sin amarillamiento) y vigorosos?* ¿La cosecha de este año es igual o mejor que la del año anterior?* ¿El suelo es de color negro, café o gris oscuro?	<ul style="list-style-type: none">* ¿Es fácil enterrar la pala en el suelo?* ¿Si se toma el suelo entre las manos, se siente suelto, con terroncitos?* ¿Cuando llueve, el agua entra fácilmente o escurre rápido?* ¿Debajo de la hojarasca, se ve una capa de suelo negro y suelto, con partes de ramas y hojas	<ul style="list-style-type: none">* ¿Se ven lombrices al hacer un hueco en el suelo?* ¿Se ven algunos insectos en el suelo?* Un suelo saludable presenta una gran actividad de seres vivos ¿Se observan en el terreno?* Al frotar la capa de suelo negro entre las manos, deja una mancha negra?

Resultados:

Si la mayoría de las respuestas a estas preguntas son positivas, su suelo está saludable y por tanto, en condiciones climáticas adecuadas, será muy productivo, pero si las respuestas son negativas, se deberá trabajar para mejorarlo.

4.2. Determinación visual de la presencia de materia orgánica y microorganismos en el suelo, utilizando agua oxigenada.

El agua oxigenada o peróxido de hidrógeno es un desinfectante que mata a los microorganismos por oxidación. Cuando el peróxido de hidrógeno entra en contacto con materia orgánica, éste se descompone en oxígeno y agua.

En el suelo existe materia orgánica que proviene de los seres vivos que en él habitan. Para demostrar la existencia de materia orgánica en el suelo se utiliza agua oxigenada (H_2O_2), que al atacar la materia orgánica libera oxígeno. Esto puede observarse a través del desprendimiento de gases.



Esta una práctica muy sencilla que ayuda a determinar la presencia de materia orgánica en diferentes sustratos. Puede servir para tomar decisiones en cuanto a las prácticas culturales y agronómicas que se deben realizar para incrementar la cantidad de microorganismos y materia orgánica en un terreno agrícola.

Materiales a utilizar:

- * Arena
- * Afrecho de zompopo
- * Abono orgánico Bocashi o Lombrihumus
- * Muestras de suelo tomadas a 20 cm y a 40 cm, de profundidad
- * Cal blanca
- * Jugo de limón
- * 7 frascos de 4 onzas de agua oxigenada de 20 volúmenes
- * 7 vasos transparentes (permite observar mejor la reacción)
- * Reloj para tomar el tiempo de cada muestra

Demostración de determinación visual de la presencia de material orgánica y microorganismos, utilizando agua oxigenada

- 1) Siete frascos de agua oxigenada de 4 onzas y de 20 volúmenes



- 2) Colocar los vasos sobre una mesa, a 25 cm de distanciamiento entre cada uno.

Depositar en los vasos las muestras de: arena, afrecho de zompopo, lombrihumus, abono bocashi, agua con jugo de limón, cal y tierra



- 3) Rotular los vasos con el nombre de cada muestra



- 4) Simultáneamente. Depositar el contenido de un frasco de agua oxigenada a cada una de las muestras.



- 5) Observar, anotar y medir el tiempo que dure la reacción en cada uno de los sustratos desde el inicio de la efervescencia, hasta que la espuma quede estática o pasiva.

Análisis de resultados

Los sustratos como el bocashi y el lombrihumus son los que generalmente muestran mayor efervescencia y eso se debe a la alta cantidad de microorganismos que contienen y que degradan la materia orgánica. Por el contrario, la cal (pH alcalino) y el limón (pH ácido) no mostrarán reacción, lo que indica falta de materia orgánica.

El dato de mayor relevancia para analizar el suelo de una parcela agrícola serán las muestras de tierra a 20 cm y a 40 cm. Generalmente la de 20 cm presenta mayor efervescencia, pero si su reacción es similar en ambos casos y se asemeja a la del limón o la cal, eso significa que la vida y la materia orgánica de nuestro suelo es pobre.

4.3 Análisis químicos del suelo

Los análisis químicos y la composición del suelo que se realizan en laboratorios especializados proporcionan información sobre los **porcentajes (%) de minerales (PPM - partes por millón)**, **pH (medida de la acidez o alcalinidad en los suelos)**, y **materia orgánica** que posee un terreno.

Este tipo de estudios posibilitan desarrollar e implementar planes de fertilización adecuados para mejorar la productividad y conservar el suelo en condiciones óptimas.

En agricultura, especialmente cuando se trata de cultivos anuales consecutivos, se recomienda realizar este tipo de análisis cada 2 años, repetirlo en intervalos de 3 a 4 años y mantener el historial de los resultados.

¿Cómo tomar muestras de suelo, para su análisis químico en un laboratorio?



Para cultivos anuales:

Tomar las muestras de los surcos a una profundidad de 0.20 m.

Si el sistema es de siembra directa:

Muestrear a 2 profundidades, de 0 a 0.10 y de 0.10 a 0.20 m.

Para cultivos perennes:

Realizar el muestreo en la zona de fertilización, principalmente en la proyección de la copa del árbol.

Muestra compuesta:

Se refiere a la muestra de suelo obtenida por la extracción de varias muestras simples o sub-muestras, reunidas en un recipiente y bien mezcladas, de donde se retiran de 0.5 a 1.0 kg de suelo. Son las más usadas para la planificación de la fertilización. Se recomiendan de 15 a 20 sub-muestras por parcela.

Lugares donde **NO** se debe tomar muestras de suelo:

- * A la orilla de los caminos
- * Donde haya habido quemas recientes
- * En sectores recién fertilizados
- * En lugares donde se carga y descarga fertilizantes o agroquímicos
- * Al pie de las cercas o zanjas, alambrados, bebederos, dormideros, montes o surcos muertos

Empacado y envío de muestra a laboratorio:

La cantidad de muestra a enviar puede variar de 0.5 – 1.0 kg, envasada en bolsas plásticas debidamente rotuladas. El suelo debe estar preferentemente seco. Si se encuentra húmedo, se deberá secar a la sombra, sobre un plástico limpio.

Luego se procederá a trasladar la muestra al laboratorio, lo más pronto posible .

Modelo de resultados de un análisis realizado en el Laboratorio de Suelos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA)

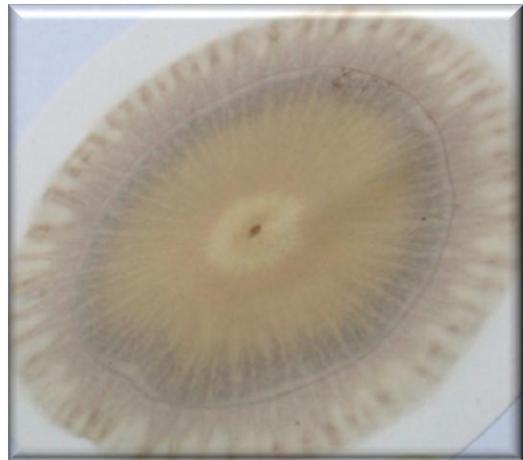
<p style="text-align: center;">CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA LABORATORIO DE SUELOS e-mail centa_labsuelos@yahoo.com Tel. 23020200 Ext.248</p>			
<p style="text-align: right;">Ministerio de Agricultura y Ganadería  EL SALVADOR SISTEMA DE SERVICIOS DE INVESTIGACIONES, INVESTIGACIÓN Y DESEARROLLO</p>			
<p>San Andrés, 19 de julio de 2011</p>			
<p>CARTA No. 20150</p>			
<p>NOMBRE DEL AGRICULTOR: ASOCIACION EL BALSAMO</p>			
<p>CANTON: SAN LUCAS</p>			
<p>MUNICIPIO: CUISNAHUAUT</p>			
<p>DEPARTAMENTO: SONSONATE</p>			
No. Laboratorio	Muestra 20299	Muestra 20300	Muestra 20301
Identificación muestra	PARCELA 3	PARCELA 4	PARCELA 5
Cultivo que desea fertilizar	AÑIL	AÑIL	AÑIL
RESULTADO DEL ANALISIS			
Identificación muestra	PARCELA 3	PARCELA 4	PARCELA 5
Textura	FRANCO ARCILLOSO	FRANCO ARCILLOSO	FRANCO ARCILLOSO
pH en agua 1.2.5	6.3 LIGERAMENTE ACIDO	6.2 LIGERAMENTE ACIDO	6.1 LIGERAMENTE ACIDO
Fósforo (ppm)	1 MUY BAJO	3 MUY BAJO	2 MUY BAJO
Potasio (ppm)	349.2 MUY ALTO	385.20 MUY ALTO	315.30 MUY ALTO
Zinc (ppm)	3.995 ALTO	5.21 ALTO	4.53 ALTO
Manganese (ppm)	28.5 MUY ALTO	29.01 MUY ALTO	30.15 MUY ALTO
Hierro (ppm)	3.47 BAJO	5.28 BAJO	5.85 BAJO
Cobre (ppm)	0.235 BAJO	0.46 BAJO	1.45 ALTO
Materia Orgánica (%)	5.27 ALTO	5.55 ALTO	4.72 ALTO
Calcio (Meq/100g)	23.88 ALTO	23.82 ALTO	21.14 ALTO
Magnesio (Meq/100g)	5.88 ALTO	5.81 ALTO	5.55 ALTO
Potasio (Meq/100g)	0.90	0.99	0.81
Sodio (Meq/100g)	0.25 NO SODICO	0.23 NO SODICO	0.33 NO SODICO
Suma de Bases (Meq/100g)	30.90 ALTO	30.85 ALTO	27.82 ALTO
Acidez Intercambiable (Meq/100g)	0.00 BAJO	0.00 BAJO	0.00 BAJO
CICE (Meq/100g)	30.90 ALTO	30.85 ALTO	27.82 ALTO
Saturación de Bases (%)	100.00	100.00	100.00
Relación Calcio/Magnesio	4.06 MEDIO	4.10 MEDIO	3.81 MEDIO
Relación Magnesio/Potasio	6.57 MEDIO	5.88 MEDIO	6.86 MEDIO
Relación Calcio+Magnesio/Potasio	33.23 MEDIO	30.00 MEDIO	33.00 MEDIO
Relación Calcio/Potasio	26.67 ALTO	24.12 MEDIO	26.14 ALTO
CULTIVO: AÑIL			

4.4 La cromatografía

La palabra cromatografía desciende de la raíz griega, que significa:

Cromos = Color
Grafía = Descripción.

Este método fue adaptado para América Latina hace unos 20 años por dos científicos Brasileños: Sebastián Piñeiro y Jairo Restrepo



La cromatografía es una técnica muy valiosa pues permite conocer la interacción de los minerales con la parte viva del suelo, es decir, se trata de analizar el funcionamiento del suelo como ser vivo, ¿qué tan enfermo o qué tan sano se encuentra? y su nivel de fertilidad. Contrario a lo que se esperaría, el uso excesivo de fertilizantes químicos por largos periodos ha traído graves problemas de contaminación y degradación de los suelos.

La cromatografía es una forma relativamente sencilla, barata y rápida de conocer la salud de los suelos (Cromatografía de suelo, s.f)

¿Cómo tomar muestras de suelo para análisis en cromatología?

Se debe seleccionar una cantidad de puntos en el terreno para obtener las muestra, de cada punto, se puede tomar de 2, 4 ó 5 muestras, dependiendo del cultivo a sembrar. Por ejemplo, si es un cultivo de granos básicos donde las raíces no profundizan demasiado, bastará con 2 ó 3 muestras, pero si se trata de frutales, se deberá tomar varias muestras, porque los árboles absorben nutrientes a mayor profundidad.

Se recomienda tomar muestras donde se observe un suelo muy degradado y otro que esté más saludable, para poder compararlas. Estas se obtendrán a diferente profundidad, para observar en cual existe mayor actividad biológica. Se supone que si es un suelo trabajado con prácticas de agricultura orgánica, va a estar en mejor condiciones, pero a mayor profundidad, siempre tendrá menor actividad biológica.



Pasos

1- Abrir un hoyo o boquete de aproximadamente 0.50 m x 0.50 m x 0.50 m de profundidad. De la pared del mismo se va a tomar la muestra, teniendo cuidado de sacarla lo más intacta posible, una a los primeros 0.20 m y la otra a los 0.40 m (aproximadamente 200 gramos), se depositan en una bolsa limpia la cual deberá rotularse identificando el sitio donde se obtuvo y la profundidad.

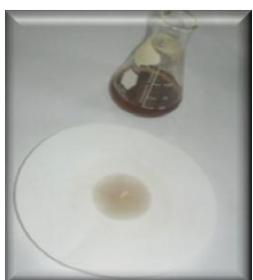


NOTA: Para no contaminar la muestra, cuidar de no tomar la parte superficial del suelo, los primeros 2 cm.

¿Cómo analizar la cromatografía?



Si luego de realizar el estudio, se observa que el cromo presenta tonalidades claras, quiere decir que es un buen suelo. Si por el contrario, las tonalidades son mayoritariamente oscuras, eso significa que se debe trabajar en mejorar ese terreno.



Colores deseados

Amarillo – crema
Oro
Verdoso
Naranja
Rojizo

Colores no deseados

Negro
Ceniza
Lila (morado)
Azul
Café oscuro

Demostración de toma de muestras para cromatografía de suelos

1) Delimitar el área para hacer el hoyo



2) Hacer el hoyo o boquete a 0.50 m x 0.50 m x 0.50 m de largo, ancho y profundidad



3) A los 0.40 m; sacar un aproximado de 1 libra de tierra utilizando un palin, depositarla en una bolsa plástica e identificarla

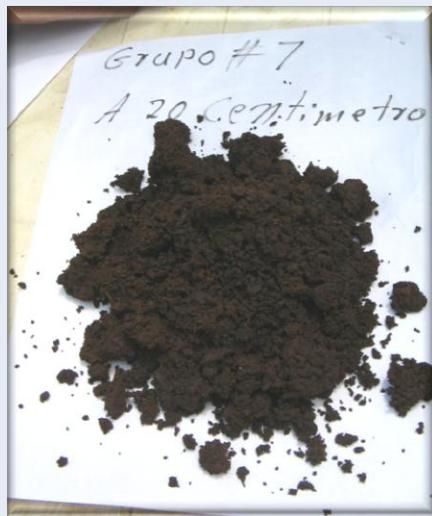


4) A los 0.20 m, abrir para sacar la segunda muestra, un aproximado de 1 libra de tierra, siempre utilizando un palin, depositarla en una bolsa plástica, identificarla y trasladarla al lugar donde va a ser analizada.



Demostración de secado de muestras para cromatografía de suelos

- 1) Identificar cada muestra y ponerla a secar sobre hojas limpias de papel bond blanco, para evitar la contaminación con químicos o tintas que podría tener el el papel periódico.



- 2) Secar a la sombra las muestras, por un mínimo de 2 días si el tiempo es húmedo



- 3) Recordar que el número de muestras de suelo dependerá del cultivo a sembrar; por ejemplo: si es un cultivo de granos básicos donde las raíces no profundizan demasiado, bastará con 2 ó 3 muestras, pero si son frutales, será necesario tomar varias muestras porque las raíces son más profundas.

5. ¿Cómo lograr un suelo productivo y saludable?

Luego de haber recopilado la información sobre la salud del suelo de la parcela, es momento de realizar prácticas para la mejora del mismo.

Prácticas agroecológicas

<p>Para el manejo de un suelo productivo y saludable</p> <ul style="list-style-type: none">* No realizar quemas, pues destruye los nutrientes del suelo y los microorganismos* Agregar y conservar la materia orgánica en los suelos porque es una fuente de fertilidad y mejora su textura.* Implementar obras de conservación de suelos, para reducir la erosión por el viento y el agua	
<p>Para mejorar de la fertilidad del suelo</p> <ul style="list-style-type: none">* Abonos verdes: incorporará nutrientes y materia orgánica al suelo* Abonos orgánicos: proporcionan nutrientes y mejoran la estructura del suelo* Plantas leguminosas: son capaces de fijar nitrógeno atmosférico por su simbiosis con el género bacteriano Rhizobium.* Aplicación de ceniza vegetal y polvo de roca: Proporcionan minerales a las plantas	
<p>Para recuperar y mantener la vida en el suelo</p> <ul style="list-style-type: none">* Incorporar los rastrojos: alimentan y desarrollan a los microorganismos. componentes fundamentales de la vida del suelo* Uso de (MM) microorganismos de montaña y <i>Lactobacillus</i>* No utilizar herbicidas* Lombri-compost: Aporta materia orgánica, nutrientes y hormonas enraizantes, en forma natural. Favorece la actividad biológica protegiendo a las plantas de hongos y bacterias perjudiciales* Plantas de cobertura: Crea un ambiente favorable para los micro-organismos	

5.1 Prácticas para mejorar la estructura de los suelos (FAO, s.f.)

Tipo de suelo	Características	Métodos de mejoramiento
Arenoso	<ul style="list-style-type: none">* Estructura pobre* Fertilidad pobre.* No puede retener agua	<ul style="list-style-type: none">* Añadir regularmente materia orgánica que retiene agua y nutrientes* Usar abonos orgánicos: compost, bocashi o lombrihumus
Areno-arcilloso	<ul style="list-style-type: none">* Estructura pobre* Buena fertilidad	<ul style="list-style-type: none">* Añadir materia orgánica para mejorar el drenaje de agua
Arcilloso	<ul style="list-style-type: none">* Secado lento* Retiene mucha agua	<ul style="list-style-type: none">* Añadir materia orgánica y compost

5.2 Fertilización orgánica

La materia orgánica es indispensable para la fertilidad del suelo en la producción agrícola por las siguientes razones:

- * Tiene la capacidad de retener agua
- * Ejerce efectos benéficos sobre la estructura del suelo
- * Favorece el crecimiento de las raíces en las plantas

De ahí que su incorporación en forma de abono es indispensable en sistemas de producción ecológica. Esta práctica, en conjunto con otras como las obras de conservación de suelos, la adecuada rotación y asociación de plantas, así como la diversificación de cultivos, aseguran una producción continua, es decir, la posibilidad de sembrar todo el año y por muchos años.

De esta manera se mejoran tanto su contenido de nutrientes, como las condiciones físicas del suelo: textura, estructura y retención de agua.

Las plantas con estas características se desarrollan mejor y presentarán mayor resistencia al ataque de insectos y enfermedades. (Picado & Añasco, s.f.)

Entre los abonos orgánicos más conocidos, se pueden destacar los siguientes: estiércol, compost, bocashi, purines, abonos verdes, roca fosfórica, algas secas y ceniza. En todos los casos, el abono orgánico, una vez aplicado, debe cubrirse con tierra para que no se pierda el efecto.

Abono Bocashi:

Es un fertilizante de origen japonés, que significa fermentación. Se trata de un abono orgánico fermentado, económico y de fácil preparación.

Este abono es producto de un proceso de degradación anaeróbica o aeróbica de materiales de origen animal y vegetal, el cual es más acelerado que el compostaje, permitiendo obtener el producto final de forma más rápida.

El principal uso que se le da es el mejoramiento del suelo ya que aumenta la diversidad microbiana y la cantidad de materia orgánica.

Puede requerir no más de 15 días para su aplicación; sin embargo, es mejor si se utiliza después de los 25 días, para dar tiempo a que sufra un proceso de maduración.



Lombrichumus

Es un excelente abono orgánico que se obtiene por la crianza de lombrices de tierra. Una de las que más se utiliza es la roja californiana (*Eisenia foetida*).

Las lombrices se alimentan de restos vegetales y estiércoles, especialmente de bovino y luego su propias heces constituyen el humus.

Es un abono orgánico de excelentes propiedades para el mejoramiento de la fertilidad de los suelos y el desarrollo de las plantas, ya que posee un alto contenido de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio.



Compost:

Es un abono orgánico que resulta de la mezcla y descomposición de residuos orgánicos de origen vegetal y animal.

Fertilizante rico en nutrientes como el Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y micronutrientes como: Hierro (Fe), Manganese (Mn) y Cobre(Cu).

El compost mejora la estructura del suelo, conserva la humedad, incrementa la capacidad de retener nutrientes en el suelo y favorece la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades.



Abonos Verdes

Cuando hablamos de abonos verdes nos referimos al uso de plantas vivas con contenidos de agua y proteínas, que captan energía solar y elaboran materia orgánica con sus hojas.

Sus raíces extraen minerales de las capas profundas de la tierra y éstos se almacenan en el cuerpo de la planta. Ese conjunto de materiales son fuente de abono si se cortan y se dejan descomponer sobre el suelo.

Son plantas leguminosas con capacidad de adaptarse a diversos suelos y climas, de rápido crecimiento y alto poder de producción de material vegetativo y se cultivan con el fin de proteger y recuperar el suelo. Ejemplos: añil (Índigo), frijol vigna, frijol gandul, chipilín, madre cacao, leucaena, maní forrajero, etc.

Estas plantas poseen una cualidad especial de formar nódulos en su raíz. Se alojan bacterias que tienen la capacidad de convivir con las raíces de las plantas fijando el nitrógeno atmosférico.



NOTA: Cuando se prepare una abonera **NUNCA** agregar: desechos de metal, vidrio, plástico, papel que contenga tintas, restos vegetales tratados con plaguicidas tóxicos, productos químicos, alimentos grasosos como aceites o excrementos de seres humanos, de perro o de gato.



Los abonos orgánicos posibilitan a los suelos absorber los distintos elementos nutritivos, reducir el uso de insumos externos y proteger la salud del ser humano y la biodiversidad.

Por otra parte, al mejorar las condiciones nutritivas de la tierra agrícola y su condición física (estructura), se facilita la absorción del agua y se mantiene la humedad (Mosquera, 2010)

Propiedades de los Abonos Orgánicos

Propiedades físicas

- * Mejora la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación
- * Mejora la estructura y textura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos
- * Aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve
- * Contribuye a disminuir el uso de agua para riego, por la mayor absorción
- * Disminuye la erosión, ya sea por efectos del agua o del viento

Propiedades químicas

- * Los abonos orgánicos aumentan el poder de absorción del suelo
- * Reducen las oscilaciones de pH del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad.

Propiedades biológicas

- * Favorecen la aireación y oxigenación del suelo
- * Producen sustancias inhibidoras y activadoras de crecimiento
- * Incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para descomponer la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo

Práctica de comparación de fertilización sintética química versus fertilización orgánica

Comparación fertilización de maíz

- 1) Siembra de semillas de maíz en 6 bolsas negras con arena.



- 2) A la muestra 1 testigo no se le incorpora ningún tipo de fertilizante
- 3) A las muestras 2, 3, 4, 5, y 6 se les agrega una cantidad pequeña de fertilizante, de la siguiente manera:
- * **Muestra 1:** Solo arena (Sin fertilización)
 - * **Muestra 2 :** 12 gramos de abono bocashi
 - * **Muestra 3:** 6 gramos de Fertilizante fórmula 16 – 20 - 0.
 - * **Muestra 4:** 6 gramos de Fertilizante fórmula 15 – 15 - 15
 - * **Muestra 5:** 6 gramos de Fertilizante Sulfato de Amonio.
 - * **Muestra 6:** 6 gramos de Fertilizante Urea

Ejemplo de abonado químico



Fertilización de maíz con abono bocashi Versus, fertilizantes sintéticos

1) Resultado a 3 semanas:

Comparación de planta de maíz sembrada en arena y maíz abonado con bocashi.



2) Maíz fertilizado con abono bocashi



Fertilización de maíz con abono bocashi Versus, fertilizantes sintéticos

3) Maíz fertilizado con abono bocashi versus formula química 16 – 20 – 0 (NPK)
(16% Nitrógeno (N), 20% Fosforo (P)
y 0% Potasio (K))



4) Maíz fertilizado con abono bocashi versus maíz fertilizado con fórmula química triple quince: 15 – 15 – 15 (NPK). Suministrando: 15% de Nitrógeno, 15% Fósforo y 15 Potasio.

Fertilización de maíz con abono bocashi Versus, fertilizantes sintéticos



5) Maíz fertilizado con abono bocashi versus Maíz fertilizado con Sulfato de Amonio al 21%.

6) Maíz fertilizado con abono bocashi
Versus Maíz fertilizado con formula química
Urea (46% Nitrógeno (N))

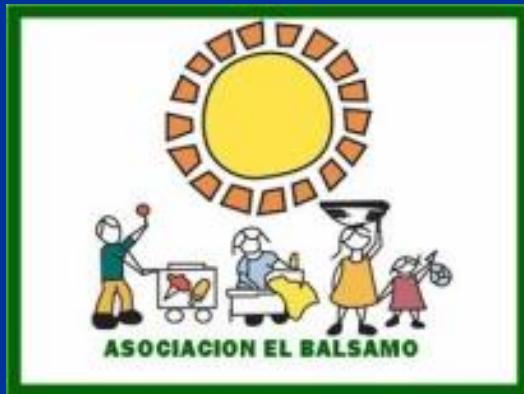


6. Glosario

- **Aireación del suelo:** Contenido del aire en el suelo. Es importante para el abastecimiento de nutrientes.
- **Humus:** Es la materia orgánica, procedente de restos de animales y vegetales en descomposición, de color oscuro y no presenta olor.
- **Microorganismo:** Ser vivo que sólo puede verse con un microscopio
- **Proteínas:** La palabra proteína proviene del griego *protos*, que significa "lo primero o lo más importante". Las proteínas están formadas, principalmente por carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno.
- **Rizófora:** Actividad microbiana del suelo, que tiene lugar en las raíces.

7. Referencias Bibliográficas

- * CATIE (Ed.). (s.f.). *Manejo del suelo y su fertilidad*. Recuperado el 29 de julio de 2013, de <http://www.adapcc.org/download/manejo-del-suelo.pdf>
- * Chile país forestal. (s.f.). *¿Qué factores intervienen en la formación del suelo?* Recuperado el 30 de junio de 2013, de http://www.chilepaisforestal.cl/chilepf_int.asp?id=138&ids=343&idq=351&con=394
- * Cromatografía de suelo. (s.f.). Recuperado el 28 de julio de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/45468748/CROMATOGRAFIA-DE-SUELO>
- * EcuRed. (s.f.). *PH en los suelos*. Recuperado el 15 de julio de 2013, de http://www.ecured.cu/index.php/PH_en_los_suelos
- * Educarchile (Ed.). (s.f.). *Estructura y propiedades del suelo*. Recuperado el 10 de agosto de 2013, de <http://www.educarchile.cl/Portal/Base/Web/VerContenido.aspx?ID=139503>
- * *El suelo: concepto y formación*. (s.f.). Recuperado el 20 de julio de 2013, de <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema01/perfil.htm>
- * *EL suelo como un ecosistema*. (s.f.). Recuperado el 16 de agosto de 2013, de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-243/capitulo2-ecosistema.pdf>
- * FAO. (s.f.). *Cartilla tecnológica 5. Mejoramiento de suelo*. Recuperado el 17 de agosto de 2013, de <http://www.fao.org/docrep/v5290s/v5290s30.htm>
- * FAO (Ed.). (s.f.). *Fertilidad del suelo*. Recuperado el 10 de agosto de 2013
- * Infojardin. (s.f.). *Profundidad del suelo*. Recuperado el 31 de julio de 2013, de <http://www.infojardin.net/glosario/pradera/profundidad-del-suelo.htm>
- * Jaizme, M. (s.f.). *La vida en el suelo. Estrategias agroecológicas para conservar suelos vivos*. Recuperado el 16 de agosto de 2013, de http://fecem.unizar.es/informacion_general/catedras_empresariales/catedra_bantierra/i_curso_agroecologia/ponencias/maria_c_jaizme.pdf
- * Kolmans, E., & Vásquez, D. (noviembre de 1999). *Manual de Agricultura Ecológica*. Recuperado el 20 de julio de 2013, de <http://www.tuinventas.com/attachments/article/3350/14592.pdf>
- * Mosquera, B. (septiembre de 2010). *Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana*. Recuperado el 17 de agosto de 2013, de http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- * *Nutrientes del suelo*. (s.f.). Recuperado el 7 de agosto de 2013, de <http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Nutrientes%20del%20suelo.pdf>
- * Picado, J., & Añasco, A. (s.f.). *Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos*. Recuperado el 25 de julio de 2013, de http://cedeco.or.cr/files/Abonos_organicos.pdf
- * Sánchez, J. (enero de 2007). *Fertilidad del suelo y nutrición mineral de las plantas: conceptos básicos*. Recuperado el 12 de julio de 2013, de <http://www.agronegociosperu.org/downloads/FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf>



Asociación El Bálsamo es una institución salvadoreña, privada sin fines de lucro, que trabaja en programas y proyectos para el fortalecimiento del desarrollo empresarial y comunitario en armonía con el medio ambiente.

Bálsamo, cuenta con una Red de colaboradoras/es profesionales nacionales e internacionales, y productores/as de comunidades rurales, con quienes coordina acciones para el rescate de prácticas agroecológicas.

Esta serie de Cuadernillos es fruto de todo este trabajo coordinado. Esperamos que contribuya a la mejora de los procesos productivos y a la protección de los recursos naturales en los países de América Latina.