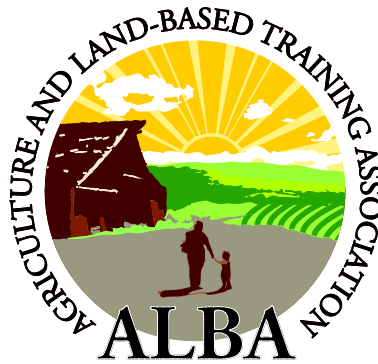


Farmer Education Program (PEPA) Resource Guide

Fertilidad del Suelo y Manejo de Riego



Agriculture & Land-Based Training Association (ALBA)

Mayo 2012

© Copyright All Rights Reserved 2001-2012 Agriculture and Land-Based Training Association (ALBA)

Este proyecto fue apoyado por el **Beginning Farmer and Rancher Development Program** del USDA National Institute of Food and Agriculture, Subvención 2009-49400-06025 y el **Outreach and Assistance for Socially Disadvantaged Farmers and Ranchers Program** de la USDA Office of Advocacy and Outreach, Subvención 59-2501-10-001.

Apoyo al proyecto curricular también fue brindado por la **Cedar Tree Foundation** y la **Organic Farming Research Foundation**.

Módulo: Fertilidad del Suelo y Manejo de Riego

Índice

Los Fundamentos de la Fertilidad del Suelo Orgánico	2
Objetivos de Aprendizaje	3
Introducción	3
¿De qué consiste el suelo?	4
Calidad del Suelo	4
10 Indicadores de la Calidad del Suelo	5
1. Capa Cultivable del Suelo	5
Clases Texturales del Suelo	7
Prueba a Mano del Suelo Húmedo para Identificar el Tipo de Suelo.	9
2. Compactación del Suelo.	10
Prueba Básica de la Compactación del Suelo	11
3. Suelo Laborable	12
Prueba Básica de la Facilidad de Trabajar el Suelo	12
4. Biodiversidad del Suelo	13
Prueba Básica: Biodiversidad del Suelo.	14
5. Materia Orgánica del Suelo	15
Prueba Básica: Materia Orgánica del Suelo	17
6. El pH del Suelo.	18
Intercambio Catiónico.	20
Prueba Básica	21
7. Salud y Vigor de los Cultivos.	22
Macronutrientes	23
Micronutrientes.	26
Ciclo de Nitrógeno	28
Cálculo de Nutrientes	31
8. Infiltración de Agua	34
Prueba Básica: Infiltración de Agua	36
9. Capacidad de Retención de Agua en el Suelo.	37
Prueba Básica: Capacidad de Retención de Agua en el Suelo	37
10. Erosión del Suelo.	39
Prueba y Evaluación del Suelo	39
Cómo Tomar una Muestra del Suelo	41
Conclusión	43
Crear un Plan de Fertilidad del Suelo	36
Glosario de Términos	45
Lista de Figuras y Tablas	48
Recursos	49

Los Fundamentos de la Fertilidad del Suelo Orgánico

Por Dr. Eric Sideman, 2006

El suelo de buena calidad y la buena administración de la tierra requieren la participación activa de los agricultores y otros usuarios de la tierra, principalmente en sus actividades de manejo a través del riego y el agua de lluvias, vegetación, terreno, preparación de las camas, nutrientes de las plantas y el suelo, incluyendo su biota inherente. Esto se lleva a cabo en una variedad de escalas, desde un jardín pequeño hasta un campo grande para la producción de cultivos. (Shaxson, T.F. 1993).

El fomentar un mejor suelo, buena administración de las tierras y la filosofía fundamental en su conjunto indica que la conservación del agua y el suelo se logra mejor por medio de promover estrategias y controles locales que beneficien tanto al usuario de la tierra como al mismo suelo. Las buenas estrategias para el suelo (pueden incluir mejor planificación para el uso y control apropiado de la tierra) aumentan la capacidad regenerativa del suelo para mejorar la vitalidad y la capacidad de recuperación total del ecosistema del suelo. La buena administración de la tierra controla la materia orgánica y crea y mantiene la estructura favorable del suelo, en lugar de solamente prevenir la pérdida física del agua y el suelo. También comprende el combinar mejor el uso del suelo y la tierra con las prácticas de control apropiadas, lo cual ayuda a mantener el ecosistema del suelo y agua y los ciclos de los nutrientes (Shaxson, T.F. 1993).

Existen dos métodos elementales para abordar el control de la fertilidad del suelo. El primero es el proveer los nutrientes requeridos para cada cultivo en una forma soluble que las plantas puedan utilizar inmediatamente. En otras palabras, alimentar las plantas directamente. Este método puede cumplir exactamente las necesidades del cultivo. Durante el siglo veinte, los científicos aprendieron cómo crear fertilizantes de químicas sintéticas y cómo proveer a las plantas exactamente lo que necesitan.

El método alternativo para la fertilización es el crear y mantener niveles estables de los nutrientes en el suelo utilizando materiales naturales. La descomposición natural y química de estos materiales coloca a los nutrientes en formas que estén disponibles para los cultivos. La agricultura y jardinería orgánica se basa en este segundo método. Robert Rodale, uno de los padres de la agricultura y jardinería orgánica, a menudo se le cita por haber dicho, "Alimenta al suelo y él alimentará al cultivo." La agricultura orgánica comprende el cuidar del suelo. Se pueden cultivar buenas cosechas por medio de utilizar el método anterior para mantener la fertilidad con químicas sintéticas, pero la gran desventaja de esta manera de proceder es que no hace nada para mejorar el suelo y la productividad a largo plazo de nuestros ranchos y jardines. De hecho, entre más tiempo se utilicen los fertilizantes químicos, los suelos dependerán más de ellos, siendo que los microbios del suelo no tienen materia orgánica para alimentarse, éstos desaparecen. He escuchado que a esos suelos correctamente se les refiere como muertos.

La ventaja del método orgánico es el mejoramiento continuo de la fertilidad del suelo, la protección de los procesos naturales físicos y biológicos en los suelos y con la mínima perturbación al medio ambiente, de esta manera las fuentes de nutrientes orgánicos tendrán menos tendencia a lixiviarse o escurrirse y contaminar las aguas subterráneas y las aguas superficiales. La meta de la agricultura y la jardinería orgánica, es la fertilidad del suelo a largo plazo. La debilidad del método orgánico es que no es una ciencia exacta que provea nutrientes solubles y es difícil el determinar las aplicaciones de los mejoradores orgánicos, especialmente cuando los microbios están limitados por el clima frío, húmedo o seco, pero aguantamos este desafío para proteger nuestro medio ambiente y para cuidar nuestro suelo.

Otra ventaja del método orgánico es que los agricultores pueden certificar ante el Departamento de Agricultura de los EE. UU. que sus productos son **orgánicos** para lo cual ellos deben cumplir con ciertas reglas al manejar el suelo de sus ranchos. Un agricultor no debe aplicar fertilizantes químicamente procesados ni añadir mejoradores del suelo tres años antes de la certificación. Algunos de los materiales prohibidos son el urea, sedimentos de las aguas residuales y fertilizantes sintéticos. En lugar de esto, los agricultores deben confiarse en abonos, estiércol verde y productos minerales minados para mantener la fertilidad del suelo. Para una lista completa de las sustancias prohibidas y permitidas, vaya al sitio Web del Programa Nacional de Productos Orgánicos del USDA (<http://www.ams.usda.gov/nop/NationalList/FinalRule.html>). (Manteniendo la Fertilidad del Suelo Bajo un Sistema de Control Orgánico, por Melissa Van Tine, 2003).

Además de mantener la certificación de productos orgánicos, se requiere que los agricultores documenten el plan de fertilidad del suelo, el cual incluye un historial de cinco años con detalles sobre la calidad del suelo, control de plagas, insumos, labranza, cultivos y las rotaciones para los campos del rancho.

Enseguida se encuentra un panorama de los indicadores de la calidad del suelo, que incluye datos importantes que le ayudarán a crear un plan para la fertilidad del suelo para obtener la certificación orgánica.

Objetivos de Aprendizaje

1. El alumno estará en la capacidad de definir las cualidades y características del suelo
2. El alumno entenderá y estará en la capacidad de medir los 10 indicadores de la calidad del suelo tales como: Arado del suelo, Compactación del suelo, Suelo laborable, Biodiversidad del suelo, Materia Orgánica en el suelo, PH del suelo, Sanidad y Vigor Vegetal, Infiltración del agua, Capacidad de retención del agua, Erosión del suelo
3. Crear un Plan de Fertilización

Introducción

Las prácticas de la Agricultura Moderna han llevado a mejoras significativas en los rendimientos de los cultivos en los últimos 50 años. Sin embargo, nosotros estamos llegando a ser mas concientes de los impactos de estos cambios en el medio ambiente y para el mismo suelo. Los impactos negativos en el suelo nos ha forzado a trabajar orientándonos a una mayor sustentabilidad en el manejo y fertilización del suelo. Las prácticas en el manejo de suelo en la agricultura orgánica se han desarrollado para medir la calidad del suelo con el fin de incrementar la conciencia de la situación de nuestros suelos con el pasar de las estaciones. En la siguiente sección se encuentra un panorama acerca de los indicadores de calidad del suelo, los cuales incluyen actividades importantes y fechas que le ayudarán a construir un plan de fertilidad que mejore y mantenga la calidad óptima del suelo.

¿De que está formado el suelo?

El suelo es un cuerpo natural conformado por minerales, aire, agua y materia orgánica. En la mayoría de los suelos se encuentra el volumen siguiente de materia: 45 % de minerales (material sólido), 25 % de aire, 25 % de agua y entre 2 % a 5% de materia orgánica.

Los suelos mas fértiles tienen un 5% de materia orgánica y son usualmente de un color más oscuro.

Calidad del Suelo

La calidad óptima del suelo tiene las siguientes características:

- sustentar actividades biológicas, diversidad y productividad;
- regular y dividir el agua y el flujo de solutos;
- filtrar, colocar barreras, degradar, inmovilizar y eliminar la toxicidad de materiales orgánicos e inorgánicos, incluyendo productos, derivados industriales y municipales y sedimentación atmosférica;
- almacenar y establecer ciclos de nutrientes y otros elementos dentro de la biósfera de la tierra y
- proveer apoyo para las estructuras socioeconómicas y la protección de los recursos arqueológicos

¿Cuáles son las características de un buen suelo?

Cualquier agricultor le dirá que un buen suelo:

- **suave al tacto y se desmorona fácilmente**
- **tiene buen drenaje, calienta rápido en primavera**
- **No se cuarteas después de la siembra**
- **absorbe el agua de lluvias y tiene poco escurrimiento**
- **conserva la humedad en periodos secos**
- **tiene pocos terrones y no capas duras**
- **resiste la erosión y pérdida de nutrientes**
- **mantiene la población de los microorganismos en niveles altos**
- **se siente un olor fragante a tierra**
- **no requiere el incremento de aplicaciones de fertilizantes para obtener altos rendimientos en los cultivos**
- **se obtiene cultivos de mayor calidad y saludables (ATTRA 2004)**

Indicadores de la Calidad del Suelo

Los agricultores necesitan métodos confiables para evaluar la calidad del suelo para hacer decisiones directivas que mantengan la productividad del suelo a largo plazo. Por consiguiente se ha identificado una serie de indicadores de la calidad del suelo para evaluar el impacto del control del suelo y que ayudarán a los agricultores a evaluar la condición de los suelos agrícolas.

Los Indicadores de la Calidad del Suelo que se analizarán en esta sección incluyen:

Capa Cultivable del Suelo, Compactación del Suelo, Suelo Laborable, Biodiversidad del Suelo, Materia Orgánica del Suelo, el pH del Suelo, Salud y Vigor del Cultivo, Infiltración de Agua, Capacidad de Retención de Agua, Erosión del Suelo

1) Indicador: Capa Cultivable del Suelo

La *capa cultivable del suelo* se refiere a la condición física, textura o estructura del suelo que influye en el crecimiento de la planta. Un suelo con una buena capa cultivable del suelo es muy porosa y permite fácilmente la infiltración de la lluvia, permite que las raíces crezcan sin obstrucción y es fácil de trabajar. La capa cultivable del suelo también está relacionada con la densidad de volumen, la cual es el peso por unidad de volumen del suelo.

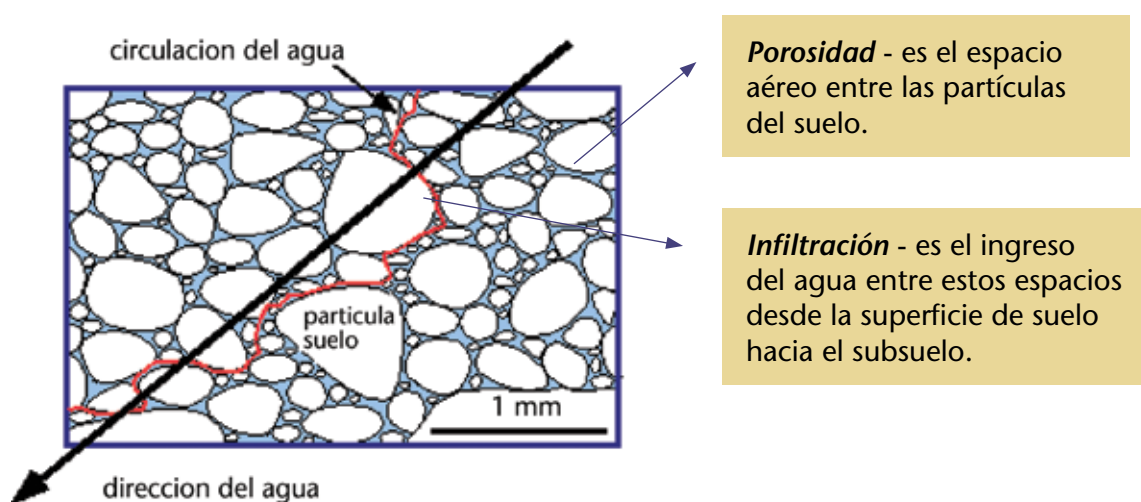
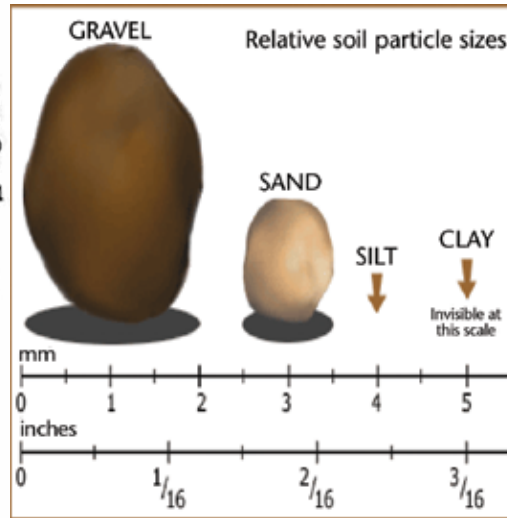


Figura 1. Capa cultivable que muestra la infiltración de agua.

Los suelos con una densidad de volumen baja, tales como los suelos franco y franco arenosos tienden a tener una alta porosidad y mejor capa cultivable del suelo. Tales suelos tienen espacio amplio para los poros y una distribución uniforme de poros grandes y poros pequeños que serán bien aireados, tendrán buena capacidad de retención y velocidad de infiltración y será fácil para que las raíces crezcan. La alta estabilidad *agregada* preserva los poros grandes al prevenir la obstrucción con partículas sueltas.

Los *Agregados del Suelo* son partículas del suelo (es decir, arena, limo y arcilla) ligadas entre sí en una sola masa o en grupo.



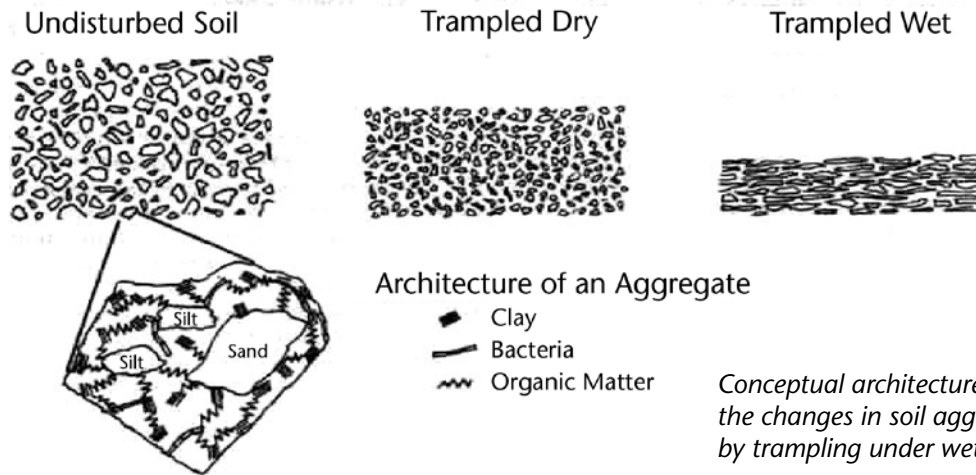
Figuras 2 y 3. Agregados de Suelo

La formación de agregaciones del suelo estables, resulta de la acción ligante del humus y otros componentes de materias orgánicas, las actividades de los organismos del suelo y el crecimiento de las raíces de las plantas en el suelo.

Si los agregados individuales se desprenden fácilmente, entonces se dice que el suelo tiene *estabilidad inadecuada de los agregados*. Un suelo con una *alta estabilidad de agregados* permite el mayor ingreso de agua, aireación y mejor capacidad de retener la humedad. Además, tiene mayor capacidad para resistir la erosión, porque los agregados del suelo son más pesados que una sola partícula del mismo.

La arena es la partícula más grande del suelo y la arcilla es la más pequeña. La arena es un material que no tiene nutrientes para la planta así como no puede retener el agua.

La *Estabilidad Agregada* se refiere a la capacidad de los agregados naturales a resistir el rompimiento como consecuencias de la humedad o la labranza.



Conceptual architecture of a soil aggregate and the changes in soil aggregate structure caused by trampling under wet and dry conditions.

Figura 4. Estabilidad de los Agregados

La consistencia del suelo se refiere a cómo se siente el suelo y qué tan fácil un trozo de suelo puede ser desmoronado entre los dedos.

La Determinación de la Capa Cultivable del Suelo en el Campo

En los campos, el porcentaje de las partículas de arena, limo y arcilla en el suelo se calculan por el tacto. Se talla el suelo entre los dedos y el pulgar y se calcula la cantidad de las varias partículas presentes basada en el grado al cual las características de las propiedades de cada una de ellas se expresan. Este proceso de calcular requiere destreza y experiencia, pero la exactitud puede mejorarse por medio de revisiones frecuentes. El suelo seco se siente diferente al suelo húmedo, debido en parte a que las partículas del suelo tienden a ligarse entre sí al secarse. Es mejor humedecer el suelo seco cuando se va calcular la estructura del suelo en el campo.

Las características más importantes de las varias clases de texturas de los suelos las cuales son de valor y que pueden ser reconocidas por el tacto y/o pueden ser determinadas por los análisis de laboratorios de las siguientes maneras:

- **Arenas:** La arena es suelta y en granos individuales (es decir, que no se ligan uno al otro). Se sienten arenosos al tocarse y no son pegajosos. Cada grano individual de arena de tamaño suficiente, puede fácilmente verse y tocarse. La arena no puede ser moldeada en fajas al apretarse cuando está seca. Cuando está húmeda, la arena forma fajas muy débiles (como si fuera moldeada a mano) que se desmorona cuando se toca.
- **Franco arenosos:** Los suelos franco arenosos consisten de materiales del suelo que contienen menos arena, y más limo y arcilla, que los suelos franco limosos. Muchos de los granos de arena individuales todavía se pueden ver y se pueden sentir, pero hay suficiente limo y/o arcilla para dar coherencia al suelo para que se puedan formar fajas que tienen que manejarse con cuidado sin que se rompan.
- **Franco:** Los suelos francos son de material con textura media. Se sienten como si tuvieran una combinación relativamente uniforme de arena, limo y arcilla porque las partículas de arcilla, son de tamaño pequeño, altas áreas de superficie y altas actividades físicas y químicas, influyen grandemente sobre las propiedades del suelo que la arena o el limo. Los suelos francos tienden a ser un poco blandos y desmenuzables. Se sienten un poco granoso, aún así son bastante suaves y algo pegajosos y plásticos cuando están húmedos. Las fajas formadas de tales suelos pueden ser manejadas muy libremente sin romperse.
- **Franco arcillosos:** Los suelos franco arcillosos consisten de materiales que contienen la distribución más uniforme de arena, limo y arcilla, que cualquiera de las otras clases de texturas de los suelos. Pero se siente como si tuviera más arcilla, que arena y limo. Es pegajoso y plástico cuando está húmedo, forma fajas firmes cuando está húmedo y duras cuando secos. El suelo húmedo formará una faja delgada que apenas puede sostener su propio peso cuando se le aprieta cuidadosamente entre el dedo pulgar y los dedos.
- **Arcilla:** Los suelos arcillosos tienen la textura más fina de todas las otras clases de suelos. La arcilla por lo general forma terrones o trozos extremadamente duros cuando está seca y es extremadamente pegajosa y plástica cuando está húmeda. Cuando contiene la cantidad apropiada de humedad, se pueden formar "fajas" a grados sorprendentes por medio de apretarla entre el dedo pulgar y el dedo índice, y se puede enrollar como un alambre largo muy delgado.

- Suelos Orgánicos:** Los suelos orgánicos están formados de los restos de plantas y animales que se han acumulado en varias etapas de descomposición, en un medio ambiente que no permite que se lleve a cabo la descomposición de materiales rápidamente. Tal medio ambiente puede encontrarse en algunas tierras pantanosas, margales y lagos, y raramente en medio ambientes de tierras altas donde el ecosistema es tan productivo que los residuos de las plantas se acumulan a grandes proporciones. El estiércol húmedo, estiércol de turba, turba sucia y el humus son términos utilizados en lugar de los nombres de las clases de texturas de los suelos orgánicos. El estiércol húmedo consiste en residuos de plantas y otros organismos altamente descompuestos. La turba consiste en materiales orgánicos menos descompuestos estando todavía relativamente verdes. El estiércol de turba y la turba sucia, están en estado descomposición intermedia. Los suelos minerales, como se describieron en párrafos anteriores, no son dominados por los materiales orgánicos, pero consisten principalmente de arena, limo, y/o partículas de minerales o fragmentos de piedras del tamaño de arcilla. Si usted encuentra material del suelo que ha sido designado como arena de estiércol o con otro nombre combinado, eso indica que el suelo es un suelo mineral con un contenido más alto que el contenido ordinario de materia orgánica (dijéramos, más o menos 10% por peso), pero no lo suficientemente alto para tratar al suelo, como un suelo orgánico (estiércol húmedo, estiércol de turba, etc.).

Tabla 1. Clasificación de la Textura del Suelo






Textura	Arenoso	Franco arenoso	Franco	Franco arcilloso	Arcilloso
Tacto	Aspero	Aspero	Aspero	Suave	Terrones
Drenaje Interno	Excesivo	Alto	Bueno	Regular	Regular o poco
Agua disponible para las plantas	Bajo	Regular a bajo	Regular	Alto	Alto
Labranza	Facil	Facil	Facil	Regular	Difícil
Erosión por viento	Alta	Medianamente alta	Media	Baja	Baja

La prueba a mano del estiércol húmedo

Para determinar que tipo de suelo es, usted tendrá que llevar a cabo esta sencilla prueba a mano del estiércol húmedo:

1. Añadir suficiente agua a la muestra del suelo para que la pueda amasar por unos cuantos momentos en su mano.
2. Trate de hacer las siguientes formas (enumeradas abajo). La forma que usted haga más fácilmente, le dirá qué tipo de suelo tiene usted.
3. La forma final que usted obtenga es la textura del suelo, por ejemplo, si hace la forma de una lombriz, pero se rompe cuando se dobla, es limo.

Tabla 2. Cómo Identificar el Suelo por su Forma

	Forma	Tipo de Suelo
	Cono	Arenoso
	Bola	Franco arenoso
	Lombriz	Franco
	Lombriz doblada agrietada	Franco arcilloso
	Lombriz doblada suave	Arcilloso

Califique a la Capa Cultivable del Suelo: 0-10

- 0 = menos deseable. El suelo se desmorona completamente (muy arenoso) o se puede doblar en un círculo sin romperse (muy arcilloso)
- 5 = el suelo tiene estructura de migajón. Los migajones individuales se desmoronan con la más ligera presión y son mucho más frágiles después de humedecerse.
- 10 = El suelo es estercolizo y se desmorona y definitivamente con estructura granular limosa. Los agregados mantienen su forma bajo presión moderada aún cuando están húmedos, pero se pueden desmoronar entre los dedos.

Control Recomendado

La estructura del suelo y la capa cultivable del suelo son impactados por control del suelo. Las evaluaciones de este indicador cada temporada o anualmente pueden señalar si las presentes prácticas de control están ayudando o están impidiendo el movimiento libre del aire y agua a través del suelo. El buen control de las materias orgánicas tales como el abonar y el arar con disco los cultivos de cobertura para fomentar la actividad de las lombrices de tierra y la degradación microbiana, mejorarán la capa cultivable y la estructura del suelo. Las operaciones que permiten la erosión y la compactación del suelo, tales como el dejar el suelo al descubierto durante el invierno o el labrar el suelo cuando está muy mojado, resultarán en que la capa cultivable del suelo y la estructura sean inadecuadas.

2) Indicador: Compactación del Suelo Subterráneo

La **compactación** ocurre cuando la maquinaria agrícola recorre sobre la misma área del suelo repetidamente o puede ocurrir con sólo un recorrido, si es que se hace cuando el suelo está mojado. El peso del equipo, el número de recorridos sobre el campo y el tipo de suelo determinan el grado de compactación. Entre más intensamente se labore el suelo, hay más posibilidad de que el suelo sea compactado.

La compactación que restringe las raíces de los cultivos dentro de las primeras pulgadas de la parte superior de las capas del suelo, incrementa los costos de producción al aumentar los escurrimientos, erosión, mortalidad de las plántulas y la propensión al daño de los cultivos durante los períodos de sequía. Muy a menudo el mejorar los suelos compactados no es económico, así que una de las mejores estrategias es el evitar crear condiciones que pudieran causar compactación.

El volumen disponible para el desarrollo de las raíces de la planta puede ser reducido seriamente por las capas subterráneas compactadas. La compactación puede restringir severamente el movimiento del aire y agua en el suelo. Las propiedades de los suelos compactados también limitan la actividad microbiana y la habilidad para que las lombrices de tierra y otros organismos vivan en el suelo.

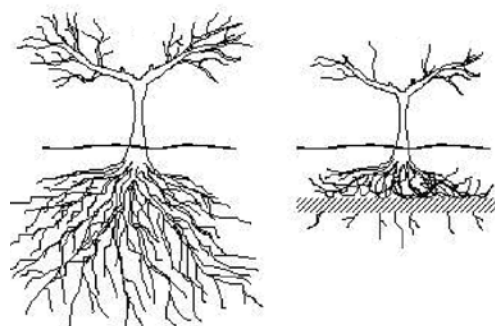


Figura 5. Compactación que Restringe el Crecimiento de las Raíces

Prueba Básica

Materiales necesarios: Bandera de alambre

Detenga la bandera de alambre cerca del extremo de la bandera y empújela verticalmente en el suelo en diferentes lugares en el campo. Registre la profundidad cuando se doble debido a la resistencia en el suelo.

La compactación del suelo:

- reduce los espacios aéreos entre las partículas del suelo;
- dificulta el drenaje del agua;
- impide el desarrollo de raíces; y
- dificulta el movimiento de los organismos del suelo como las lombrices.

Califique la Compactación del Suelo: 0-10

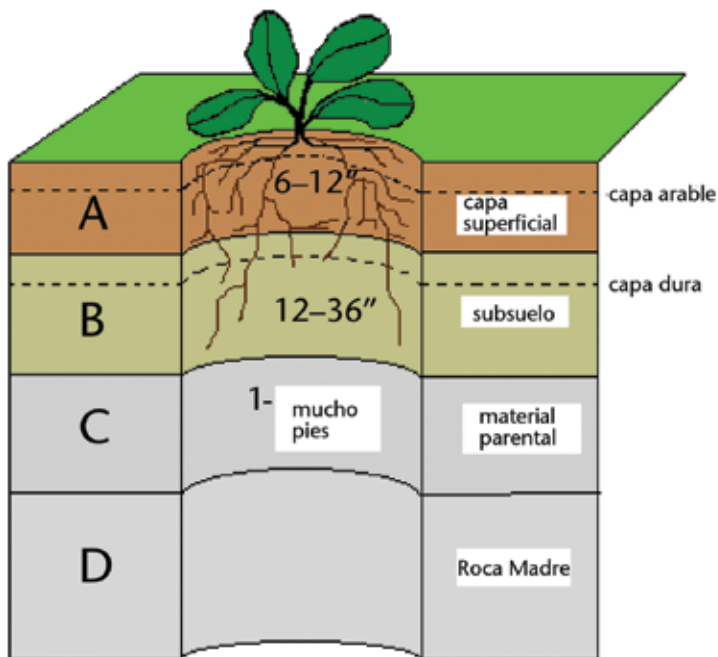
0 = menos deseable. La bandera se dobla prontamente. Las raíces de la planta que han crecido horizontalmente indican una capa dura.

5 = Moderado. Algunas restricciones a la penetración de la bandera de alambre, algunas restricciones al crecimiento de raíces.

10 = Preferido. La bandera de alambre puede penetrar hasta la capa superior del suelo más allá de la capa cultivable del suelo y hasta el subsuelo sin doblarse.

Control Recomendado

Menos recorridos sobre el campo puede reducir la compactación. La compactación puede ser limitada por medio al no trabajar el suelo o el evitar que se manejen camiones pesados de granos y desparramadores de estiércol sobre el suelo cuando el suelo está muy mojado. También la acción de deslizar del equipo de labranza sobre la misma capa del subsuelo puede crear compactación en la forma de una **capa dura** o subsuelo justamente debajo de la zona de labranza. Ciertos tipos de maquinaria de labranza tales como los arados de reja y las rastras de discos pueden contribuir al subsuelo siendo que emplean fuerza hacia abajo sobre el suelo a conforme lo levantan y lo revuelven, por ejemplo, a conforme embadurnan arcilla por encima de los poros y forman una capa de suelo impermeable. Físicamente rompiendo a través de una capa profunda con equipo para subsuelo que pueda ayudar a contrarrestar la compactación profunda. La labranza profunda (roturación) puede aliviar algunos de los problemas de compactación, pero en algunos casos sólo por un término corto.



La **capa dura** es altamente impermeable y se encuentra debajo de la capa superficial. Cuando la maquinaria agrícola trabaja sobre la capa superficial del suelo compacta las capas que se encuentran debajo dificultando la infiltración del agua, desarrollo de raíces y movimiento de lombrices en el suelo. A corto plazo, preparar el terreno, airearlo y mejorar el drenaje; sin embargo al largo periodo, el peso de la maquinaria compactaría el mismo.

Figura 6. Capa Dura y Suelo de Labranza

La incorporación de cultivos de cobertura y otros residuos orgánicos pueden ayudar a formar materia orgánica del suelo, lo cual puede ser importante en contrarrestar la compactación. El ciclo natural de congelamiento y deshielo puede romper el subsuelo. El plantar forraje con raíces profundas tales como la alfalfa y los pastos gamma del oriente (eastern gamma grasses) también puede ayudar a romper las capas compactadas. Las lombrices de tierra pueden ayudar a romper las capas escabrosas si el suelo está mojado, principalmente en los suelos arcillosos y limosos.

3) Indicador: ¿Se Labora Fácilmente el Suelo?

El Ser Laborable es la facilidad con la cual un campo es preparado para el cultivo. Un suelo laborable es uno que: No forma terrones pesados (demasiada arcilla) o polvorosos (demasiado limo) cuando se ara; se rompe uniformemente para formar una almáciga; necesita una cantidad mínima de energía de parte de los tractores para ararse.

Es importante saber qué tan laborable es el suelo al determinar qué tan fácilmente se prepara una almáciga y si la infiltración y la estructura del suelo están en un estado deseable.

Prueba Básica

Materiales necesarios: Libreta para registrar la labranza

El procedimiento para este indicador es el mantener buenos registros de:

1. los caballos de fuerza y el equipo necesario para llevar a cabo la labranza
2. el número de recorridos por todo el campo
3. el cálculo del consumo de combustible para la preparación de las almácigas y la siembra

Califique el Ser Laborable: 0-10

- 0 = Menos deseable. La labranza requiere altos caballos de fuerza y engranaje bajo para la labranza primaria, gran consumo de combustible y muchos recorridos de cultivación para crear almácigas, si no, no se podrá lograr una buena preparación para las almácigas.
- 5 = Moderado. La labranza requiere una cantidad mínima de poder y de recorridos para preparar buenas almácigas.
- 10 = Preferido. La labranza es notablemente más fácil y requiere una cantidad mínima de poder de los tractores, consumo de combustible y recorridos por el campo para preparar una buena almáciga. La labranza primaria puede llevarse a cabo relativamente en un engrane alto.

Control Recomendado

Provee materia orgánica adecuada para ayudar a mantener la capa laborable del suelo, y el reducir la labranza puede ayudar a evitar la compactación.

4) Indicador: Biodiversidad del Suelo, Lombrices de Tierra

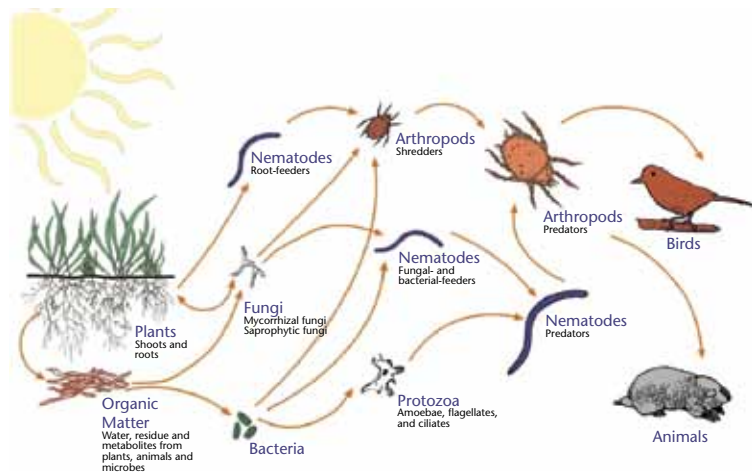


Figura 7. Red Alimenticia en el Suelo

El suelo es un ecosistema complejo que puede mantener una grande y abundante variedad de vida. Muchas diferentes clases de organismos están representadas en el suelo. Cada especie de vida en el suelo contribuye a residuos orgánicos de descomposición y ciclos de nutrientes dentro del suelo. Si existen muchas diferentes clases de organismos presentes en el suelo, entonces es más posible que los nutrientes continúen estando disponibles para el crecimiento de la planta. Una gran diversidad y abundancia de organismos del suelo también provee condiciones que pueden suprimir las plagas y las enfermedades.

Los escarabajos, tisanuros, ácaros, lombrices, arañas, hormigas, nemátodos, milpiés, roedores, reptiles, babosas y otras criaturas del suelo son un importante "fundamento" participantes en la red alimenticia del suelo y han sido reconocidos por mucho tiempo como una parte importante de los suelos agrícolas saludables.

Las lombrices de tierra son particularmente importantes para la calidad del suelo. Algunas especies construyen madrigueras profundas, mientras que otras viven a penas bajo la capa del mantillo en la superficie del suelo. El movimiento de las lombrices de tierra a través del suelo crea pasajes que aumentan la aireación y la infiltración del agua. Algunos tipos de madrigueras ingieren grandes cantidades de material orgánico y suelo mineral y los excretan como rastro en la superficie del suelo.

Los rastros de lombrices de tierra contienen más enzimas, bacterias, materia orgánica y nutriente disponibles a la planta que los que existen en el suelo alrededor. La secreción lubrica y liga las partículas del suelo y ayuda a aumentar la estabilidad de los agregados. Las lombrices de tierra son particularmente importantes en los sistemas donde no hay labranza siendo que son los instrumentos principales para mezclar el suelo, lo cual es esencial para el ciclo de los nutrientes y la descomposición de la materia orgánica.



Figura 8. Capa arable

Prueba Básica

Materiales necesarios: pala, reloj

Excave una palada de suelo a por lo menos 6 pulgadas de profundidad. Examine el suelo por una cantidad exacta de tiempo (2-4 minutos.). Cuente el número de organismos individuales que usted vea. Nota: tenga en mente que las bacterias y los hongos son muy pequeños para verse pero también son organismos del suelo.

Después fíjese en la parte superficial del suelo y cuente el número de madrigueras de lombrices de tierra que usted vea. Excave otra palada de la capa superior del suelo y cuente las lombrices de tierra en esta sección del suelo.

Un acre de la capa superficial del suelo "viva" contiene aproximadamente

- 900 libras de lombrices;
- 2400 libras de hongos;
- 1.500 libras de bacterias;
- 133 libras de protozoarios; y
- 890 libras de artrópodos y algas e incluso pequeños mamíferos. (Pimentel 1995). (ATTRA,2004).

Estos organismos ayudan a la aireación del suelo, mejoran la infiltración del agua y el ciclo de los nutrientes en forma positiva

Califique la Biodiversidad del Suelo: 0-10

- 0 = Menos deseable. Casi no hay movimiento de organismos durante 2-4 minutos. No hay evidencia de hoyos o madrigueras de lombrices.
- 5 = Moderado. Después de buscar por más de 2-4 minutos aproximadamente uno o dos individuos de por lo menos dos clases de organismos del suelo se encuentran en la muestra. Están presentes como unas 3 lombrices de tierra y sólo se pueden ver unas cuantas madrigueras en el suelo.
- 10 = Preferido. Se ven varios individuos de por lo menos cuatro diferentes tipos de organismos. Más de 5 lombrices de tierra que pueden ser contadas en una palada de la capa superior del suelo y hay gran abundancia de evidencia de los rastros de lombrices de tierra y madrigueras en la superficie del suelo.

Control Recomendado

El control directamente afecta las poblaciones de organismos del suelo al proveer una fuente alimenticia.

Incorpora más residuos sobre la superficie (materia orgánica, cultivos de cobertura, etc.), los cuales protegen y alimentan al suelo, pueden aumentar la biodiversidad incluyendo las poblaciones de las lombrices.

5) Indicador: Materia Orgánica – Color/Residuo

La materia orgánica se forma cuando los **residuos** de plantas de los cultivos anteriores o cuando se añade materia orgánica tal como estiércol o paja que se descompone con el tiempo. Cuando la descomposición es activa, la materia orgánica estará en todas las etapas de descomposición, desde partes de plantas reconocibles, las fibras de las plantas individuales, hasta el humus oscuro que tiñe. Los organismos del suelo descomponen residuos de las plantas y las reciclan convirtiéndolas en muchas diferentes formas que benefician el suelo. La mayor parte de la descomposición toma lugar en los suelos por la actividad microbiana. A conforme los organismos del suelo más grandes consumen residuos orgánicos, ellos los descomponen convirtiéndolos en trozos más pequeños lo cual permite que las bacterias y hongos funcionen más eficientemente.



Figura 9. Residuos de las Plantas

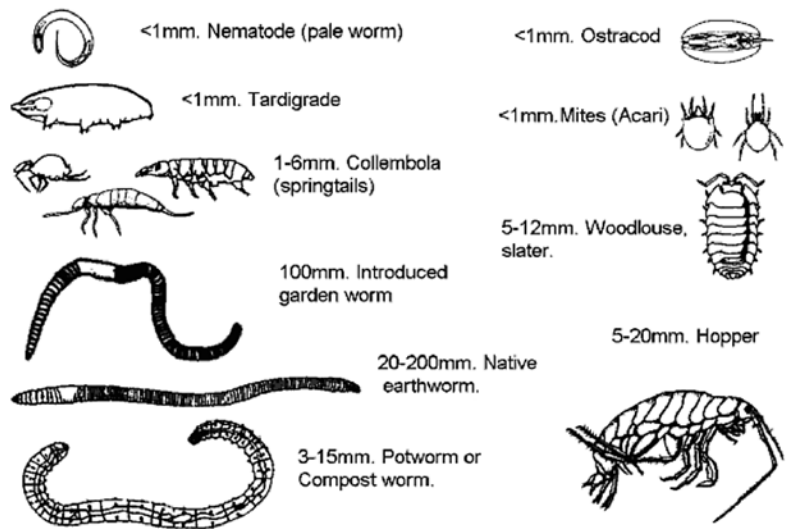
Los Residuos post cosecha es el material vegetal que se obtiene después de la cosecha , esto incluye hojas, tallos, raíces. Los microorganismos ayudan a la descomposición de los residuos post cosecha y lo usan en beneficio del suelo.

En esta foto, los restos de maíz están siendo usados como un tipo de cobertura que protege el siguiente cultivo

La activa descomposición de los residuos de plantas es un buen indicador de que la comunidad biológica está desarrollándose en el suelo. El no ver residuos sugiere que se produjeron insuficientes residuos y que regresaron al suelo, mientras que demasiados residuos indican que los organismos del suelo no pudieron descomponer el material. Los residuos en las varias etapas de descomposición son más favorables siendo que las grandes piezas pueden ayudar a proveer labranza y estructura para el suelo, mientras que las piezas más pequeñas son utilizadas como alimento para los microorganismos del suelo.

La materia orgánica es importante para la calidad del suelo porque:

- aumenta la capacidad de retención de los nutrientes (catión del suelo)
- provee productos de descomposición los cuales pegan las partículas del suelo a los agregados, mejorando la estructura del suelo, infiltración del agua y la labranza
- provee una fuente alimenticia para una diversa población de organismos del suelo que promueven nutrientes
- recicla el aire y movimiento de agua dentro del suelo
- representa la fuente principal de N y S (y mucho del P) para los cultivos.



La actividad microbiana es realizada por microorganismos que solo pueden ser ver a través del microscopio y son ellos los que descomponen la material orgánico.



Figuras 10 y 11. Microorganismos del Suelo

Los agricultores reconocen que la materia orgánica es crítica para muchas funciones importantes en el suelo tales como la infiltración, buena labranza y ciclos de nutrientes. Ellos asocian el suelo de color oscuro con la capa arable, almacenamiento de agua, tolerancia a la sequía, el laboreo de las almácigas y con los factores de la fertilidad del suelo tales como la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Prueba Básica

Materiales necesarios: Pala, Botella con agua para rociar

Excave por lo menos 6 pulgadas y examine el suelo para buscar residuos orgánicos por medio de desmenuzar el suelo con sus dedos. Busque evidencia de residuos orgánicos en sus varias etapas de descomposición. Ponga su nariz cerca del suelo después de haberlo desmenuzado y note el olor. Moje ligeramente el suelo con la botella con agua para rociar. Talle el suelo entre sus dedos y vea si deja una mancha oscura que sea difícil de remover.

Califique la presencia de Materia Orgánica: 0-10

- 0 = Menos deseable. Los residuos orgánicos sobre el suelo o en el suelo, no se descomponen por mucho tiempo; hay un olor agrio, un olor en el suelo como a estiércol y el suelo no mancha los dedos.
- 5 = Moderado. Está presente una cantidad considerable de material del cultivo anterior que no se ha descompuesto; no hay un olor definido en el suelo; y hay sólo una ligera impresión en los dedos.
- 10 = Preferido. Los residuos orgánicos del cultivo anterior están presentes en el suelo en varias etapas de descomposición, un suelo recién excavado tiene un olor dulce, olor a tierra; los dedos tienen una mancha oscura después de tallar el suelo entre ellos.

Control Recomendado

Se puede aumentar la materia orgánica al añadir al suelo abonos de estiércol de animales, al reducir la profundidad y frecuencia de la labranza, dejando paja y residuos de los cultivos de cobertura sobre la superficie del suelo cuando sea posible, sembrando cultivos de cobertura en suelos que usualmente se barbechan y se siembran cultivos de alto residuo, especialmente esos que tienen un sistema radicular denso tales como los granos pequeños y el maíz. Las rotaciones que incluyan cultivos de heno también ayudarán a aumentar la materia orgánica.

Incorpore sobre la superficie residuos de plantas para proteger al suelo del impacto erosivo de la lluvia. Cuando se distribuyen residuos de plantas por toda la capa superior del suelo, estos residuos hacen que el agua circule más lentamente en el suelo, de esta manera se reduce el potencial de erosión debido a escurrimientos.

6) Indicador: El pH del Suelo

El pH de una solución es una medida científica que describe qué tan ácida (ácida) o alcalina (básica) es el agua. Es importante el controlar el pH del suelo siendo que puede afectar la habilidad de la planta para absorber los nutrientes y para mantener la actividad microbiana en el suelo que afecta el proceso de descomposición necesario para la nutrición de la planta.

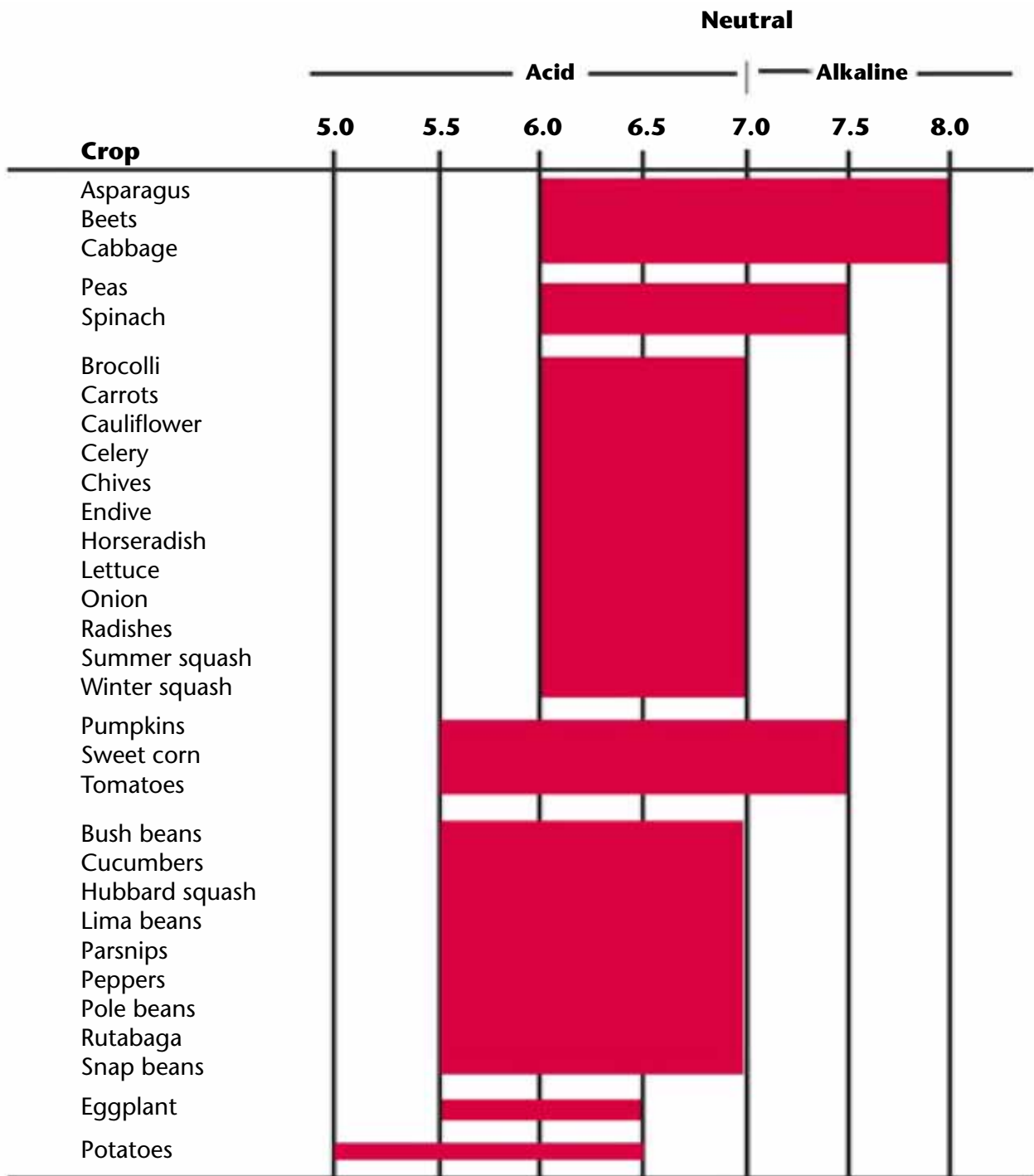
Las clases más comunes del pH del suelo son:

Extremadamente ácido	3.5–4.4
Muy fuertemente ácido	4.5–5.0
Fuertemente ácido	5.1–5.5
Moderadamente ácido	5.6–6.0
Ligeramente ácido	6.1–6.5
Neutral	6.6–7.3
Ligeramente alcalino	7.4–7.8
Moderadamente alcalino	7.9–8.4
Fuertemente alcalino	8.5–9.0

La mayoría de los cultivos prefieren un PH entre 6.6–7.3 pues la mayor cantidad de los nutrientes se encuentran disponibles en este rango. Sin embargo algunas plantas tienen requerimientos por encima o debajo de este rango. Por lo tanto es importante hacer un análisis de Ph en su suelo para asegurarse que están en los rangos que ayudarán a desarrollar su cultivo.

La mayoría de los cultivos de hortalizas prefieren un pH neutral entre 6.6 y 7.3 siendo que la mayoría de los nutrientes de las plantas están fácilmente disponibles en este margen. Sin embargo, algunas plantas tienen necesidades de pH en el suelo más bajas o más altas de este margen.

Tabla 3. Niveles Adecuados de pH en Cultivos Comunes



El saber cuál es el pH del suelo es también una guía para predecir cuáles de los nutrientes de las plantas pudieran estar en deficiencia en la planta. Por ejemplo, si un análisis de un pH, refleja un bajo pH de 5.0 en el suelo (muy fuertemente ácido), habría una disponibilidad baja de potasio, amonio, calcio, magnesio, aluminio. Como resultado, las plantas que no están acostumbradas a un bajo pH, empezarán a mostrar síntomas de deficiencia de nutrientes que corresponden con la falta de nutrientes. A un alto pH de 7.8 o más, el calcio y magnesio son abundantes y disponibles para la planta. Sin embargo, el suelo puede tener una disponibilidad inadecuada de aluminio, hierro, magnesio, cobre, cinc y especialmente fósforo y boro. Una vez más, las plantas que normalmente no están acostumbradas a un alto pH, mostrarán síntomas de deficiencia los cuales corresponden con la falta de nutrientes que no están presentes. (Vea arriba el Indicador de la Salud del Cultivo y Vigor sobre la deficiencia de nutrientes)

El valor del pH influencia la cantidad de nutrientes cargados positivamente o negativamente en el suelo, los cuales pudieran convertirse en solubles o disponibles a la absorción por el sistema radicular. A la habilidad neta de una partícula del suelo para contener, retener e intercambiar los nutrientes cargados positivamente o negativamente se le refiere como la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).

La **Capacidad de Intercambio Catiónico** es definida como el grado al cual el suelo puede adsorber e intercambiar cationes.

- Cation- un ion cargado positivamente (NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Fe^{2+} , etc...)
- Anión- un ion cargado negativamente (NO_3^- , PO_4^{2-} , SO_4^{2-} , etc...)

Las partículas del suelo y la materia orgánica tienen cargas negativas en sus superficies. Los cationes minerales pueden adsorberse a la superficie cargada negativamente o las partículas del suelo inorgánicas y orgánicas. Una vez que son adsorbidas, estos minerales no se pierden tan fácilmente cuando el suelo es lixiviado por el agua y también proveen una reserva de nutrientes disponible a las raíces de las plantas. Estos minerales pueden ser reemplazados después o intercambiados por otros cationes (por ej., intercambio de cationes).

La Capacidad de Intercambio de Cationes de las partículas del suelo también tiene la habilidad de contener y retener los nutrientes cargados contra la lixiviación. Mientras están presentes los aniones cargados negativamente y los cationes positivamente, los aniones negativamente cargados generalmente son los que dominan. Cuando existe una cantidad dominante de aniones negativamente cargados en el suelo, los otros aniones negativos no se pegan a la superficie cargada negativamente y por lo tanto están más susceptibles a la lixiviación. Los nutrientes susceptibles a la lixiviación incluyen:

Nitrato (NO_3^-) Cloruro (Cl^-) Sulfato (SO_4^{2-}) Fosfato (H_2PO_4^-)

Suelos con una alta CIC pueden capturar y retener los nutrientes en el suelo haciendo fácil para las raíces de las plantas su absorción.

A mayor Materia Orgánica mayor Capacidad de intercambio Catiónico posibilitando la disponibilidad de nutrientes para la planta.

Prueba básica

Existen una variedad de estuches y aparatos para determinar el pH en el campo. Los métodos incluyen: tinturas, hojas de papel y electrodos de vidrio.

Procedimiento:

1. Seleccione 3 sitios para la prueba, lugares de dónde usted quiera tomar muestras del suelo.
2. Excave aproximadamente 6 pulgadas de profundidad en el área y coloque la mitad de la muestra de la bolsa de plástico y márquela de acuerdo con el sitio.
3. Ponga una cucharada del suelo de la bolsa colectada, en un vaso pequeño de plástico. Añada un 1/4 de tasa de agua destilada.
4. Revuelva el suelo y la mezcla tres veces.
5. Meta la punta del papel pH Hidronio de 2 pulgadas en la mezcla.
6. Observe el cambio del color del papel pH.
7. Trate de comparar el color que resultó, con el color enumerado por fuera del paquete del papel pH Hidronio.
8. Los colores se coinciden al número correlacionado del pH. Este número es el valor del pH en el suelo.
9. Si el número es menor que 7, el suelo tiene una naturaleza ácida.
10. Si el número es mayor que 7, el suelo tiene naturaleza base.
11. Repita el procedimiento o analícelo por medio de coleccionar la muestra del suelo de un área diferente.
12. Compare sus resultados para ver si existen diferencias en el pH de las diferentes áreas analizadas.
13. Rocíe una cantidad pequeña de la muestra del suelo sobre una servilleta de papel o sobre una tarjeta blanca.
14. Utilizando un lente de aumento, busque la forma y textura de las partículas del suelo.
15. Repita los pasos #11 y #12 con el suelo colectado de cada lugar.
16. Compare sus resultados para ver si existen diferencias en las diferentes muestras de suelo.

Control Recomendado

Cuando ajuste el pH, es importante saber las necesidades del pH del cultivo, siendo que diferentes cultivos se desarrollan a diferentes niveles de pH. Para la mayoría de los cultivos, el óptimo nivel es entre 6.0 y 7.0.

Para corregir el suelo ácido, los agricultores aplican cal (la piedra caliza dolomítica es la más común) basados en el pH y un análisis del suelo. Un suelo alcalino puede ser más difícil de corregir siendo que al añadir azufre hace que el suelo sea más ácido, esto es sólo un remedio temporal y puede ser más caro que el encalado.

La materia orgánica puede actuar como una barrera significativa para el pH, ayudando al suelo a mantener un pH bastante, constante y neutral y un alto CEC. El CEC depende grandemente de la textura del suelo y el contenido de la materia orgánica. En general, entre más arcilla y materia orgánica exista en el suelo, más alto será el CEC. Los suelos arenosos con muy poca

materia orgánica (OM) tienen un bajo CEC. La desventaja de un bajo CEC obviamente incluye la limitada disponibilidad de nutrientes minerales para ayudar la ineficiente habilidad de la planta y del suelo para retener los nutrientes aplicados. Las plantas pueden agotar la una cantidad de energía (que de otra manera se pudieran utilizar para el crecimiento, floración, producción de semillas o el desarrollo de las raíces) pidiéndole al suelo nutrientes minerales.

El alimentar el suelo con residuos orgánicos, cultivos de cobertura y estiércol animal, no sólo mejoran la capacidad de retención de nutrientes, sino que mejoran la labranza, infiltración y el laboreo. Si se utilizan fuentes de materia orgánica de alto nutriente tales como el estiércol de animales, es importante el conocer el valor de los nutrientes, particularmente el del N y el P, antes de la aplicación, para no aplicar demasiado material y causar la lixiviación o acumulación excesiva de nutrientes. La capacidad de retención de nutrientes se mejora por medio de aumentar la materia orgánica, la cual sirve como un vertedero, como una fuente de nutrientes para la planta y directamente impacta la cantidad y el tiempo para la liberación.

7) Indicador: Sanidad y Vigor Vegetal

El vigor de la planta es indicado por la salud de las plantas individuales en el campo. La uniformidad del crecimiento que se muestra en todas las plantas del cultivo en un campo en particular, también sugiere que existe un buen vigor de la planta. Con un control similar, las plantas que emergen al mismo tiempo, deberían estar listas para su cosecha al mismo tiempo. La planta depende del sistema radicular para coleccionar y transportar los nutrientes y el agua que son esenciales para un crecimiento y desarrollo normal. A menudo las plantas saludables tienen tanto crecimiento radical extenso como el crecimiento que tiene la planta sobre el suelo.

La buena nutrición también promueve el vigor de la planta. Existen dieciséis nutrientes o elementos que se consideran necesarios para el crecimiento de la planta. El carbono, hidrógeno y el oxígeno forman la mayor parte de los elementos en las plantas y son utilizados en la formación de compuestos orgánicos. Los otros 13 elementos están clasificados como macro o micronutrientes basados en la cantidad que se encuentre en las plantas. Los macronutrientes de mayor preocupación son el nitrógeno, fósforo y potasio. Otros macronutrientes incluyen el azufre calcio y magnesio. Los micronutrientes incluyen el hierro, cinc, magnesio, cobre, boro, cloro y molibdeno. Si las plantas carecen de elementos esenciales durante su período de crecimiento, demostrarán síntomas de deficiencia que impedirán el crecimiento saludable de la planta.

El siguiente es un panorama de los elementos esenciales para el crecimiento óptimo de las plantas:

MACRONUTRIENTES

Nitrógeno

El nitrógeno es un macronutriente importante porque ayuda al crecimiento de las plantas, incremento en la producción de semillas y fruto así como la calidad del follaje de los cultivos. Las fuentes más comunes de nitrógeno se encuentran en el estiércol de animales, ya sea apagado o crudo y en los abonos verdes en la forma de leguminosas que fijan el nitrógeno que se encuentra en la atmósfera.

Fuentes adicionales de nitrógeno incluyen harina de sangre, emulsión de pescado, proteína de pescado, algas y algas marinas y harinas de varios vegetales. Los síntomas de la deficiencia de nitrógeno incluyen lo siguiente:

- Plantas atrofiadas
- Hojas viejas o plantas completamente amarilla verdosas
- Hojas viejas y a veces todas las hojas se vuelven verde claro y clorótico (amarillas) en la punta
- Hojas mueren bajo estrés severo de N
- Excepto por las hojas jóvenes, que son más verdes, las hojas son angostas, cortas, erectas y de color limón amarillento verdoso
- Todo el campo luce amarilloso
- Retoños reducidos, hojas pequeñas y plantas cortas
- El número de granos es reducido

Fósforo

El fósforo es un macronutriente esencial, nutrientes para el crecimiento óptimo de la planta, especialmente en la floración y desarrollo radicular. Las fuentes del fósforo incluyen el estiércol, harina de hueso, harina de pescado y de aves y roca fosfórica. Los síntomas de la deficiencia del fósforo incluyen lo siguiente:

- Plantas atrofiadas
- Retoños reducidos
- Hojas, particularmente las viejas, son angostas, cortas, muy erectas y de color verde oscuro "sucio"
- Tallos son delgados y espigados y el crecimiento de la planta se retrasa
- El número de hojas, panículas y granos por panículas también se reducen

Principales Macronutrientes

Nitrógeno ayuda al crecimiento de las plantas y producción de frutos, mejorando el desarrollo en las plantas.

Fósforo ayuda al crecimiento óptimo de la planta especialmente al desarrollo radicular y floración.

Potasio es necesario para la fotosíntesis, mejora la calidad del fruto y ayuda a reducir las enfermedades.

- Hojas jóvenes parecen estar saludables pero las hojas viejas se vuelven café y mueren
- El color rojo y morado puede aparecer en las hojas si la variedad tiene tendencia a producir antocianina
- Hojas aparecen en verde descolorido cuando la deficiencia de F y el N ocurren simultáneamente
- Es difícil reconocer la deficiencia leve a moderada del F en el campo
- La deficiencia del F a menudo es asociada con otros desórdenes nutritivos tales como toxicidad del Fe a un pH bajo, deficiencia de cinc Zn, deficiencia de Fe y salinidad en los suelos alcalinos. Otros efectos de la deficiencia de P incluyen
- Madurez retrasada (a menudo por 1 semana o más). Cuando la deficiencia del P es severa, las plantas tal vez no florezcan para nada.
- Gran proporción de granos vacíos. Cuando la deficiencia del P es muy severa, la formación de los granos tal vez no ocurre.
- Peso bajo de grano 1000 y baja calidad de grano.
- No responden a la aplicación de fertilizantes con N.
- Baja tolerancia al agua fría.
- Falta de alga en el caudal de aguas.
- Crecimiento inadecuado (hojas pequeñas, establecimiento lento) de los cultivos de abono verde.

Potasio K

El potasio es un macronutriente esencial para el crecimiento óptimo de la planta. Este elemento es necesario para la fotosíntesis, mejora la calidad del fruto y reduce la presencia de enfermedades. Las fuentes de K incluyen estiércol, harina de alfalfa, harina de alga, arena verde, cenizas de madera, sulfato de potasio y polvo de granito. Los síntomas de la deficiencia de potasio incluyen los siguientes:

- Plantas verde oscuras con las orillas de las hojas café amarillosas o con manchas necróticas café que aparecen primero en la punta de las hojas más viejas
- Puntas de las hojas café amarillosas bajo deficiencia severa de K
- Los síntomas aparecen primero en las hojas más viejas, luego a lo largo de la orilla y finalmente en la base de la hoja
- Plantas afectadas con hojas superiores cortas, caídas y de color verde oscuro "sucio"
- Hojas más viejas cambian de color amarillo a color café
- Aparece gradualmente una decoloración en las hojas más jóvenes si la deficiencia no se corrige.

- La punta de las hojas y las orillas se pueden secar.
- Rayas amarilla pueden aparecer a lo largo de las nervaduras de la hoja y las hojas inferiores se puede doblar hacia abajo.
- Manchas de café ladrillo en la punta de las hojas más viejas y después se propaga sobre toda la hoja causando que se vuelva café y se seque si la deficiencia de K es severa.
- También pueden aparecer en las panículas, manchas irregulares necróticas.
- Plantas atrofiadas con hojas más pequeñas, cortas y con tallos delgados.
- Los retoños son reducidos solamente si la deficiencia es muy severa.
- Más grande incidencia de encamado.
- Senescencia prematura, las hojas se marchitan y se enrollan cuando la temperatura es muy alta y la humedad es baja.
- Un gran porcentaje de espiguillas estériles o sin llenarse, causado por la viabilidad inadecuada del polen.
- Sistema radical insalubre (muchas raíces negras, tamaño y densidad de las raíces es reducida), causando reducción en la absorción de otros nutrientes.
- Poder inadecuado de oxidación de raíces, causando menos resistencia a las sustancias tóxicas producidas bajo condiciones anaerobias del suelo, p. ej., toxicidad del Fe causada por la deficiencia de K.
- Aumento de incidencias de enfermedades, particularmente manchas café en las hojas (causadas por la *Helminthosporium oryzae*), mancha de las hojas cercospora (causada por la *Cercospora spp.*), plaga bacteriana de las hojas (causadas por la *Xanthomonas oryzae*), plaga de la vaina (causada por la *Rhizoctonia solani*), pudrimiento de la vaina (causado por la *Sarocladium oryzae*), pudrimiento del tallo (causado por el *Helminthosporium sigmoideum*), y atrofiamiento (causado por la *Pyricularia oryzae*) donde se ha utilizado excesivo fertilizante de N y deficiencia de fertilizante de K.

Azufre

Este macronutriente se encuentra en el agua de lluvia, especialmente en la lluvia ácida. El azufre ayuda a la formación de la clorofila, el cual da la coloración verde a las plantas. Cuando los agricultores utilizan fuentes orgánicas de nitrógeno, por lo general se cumple con las necesidades del azufre.

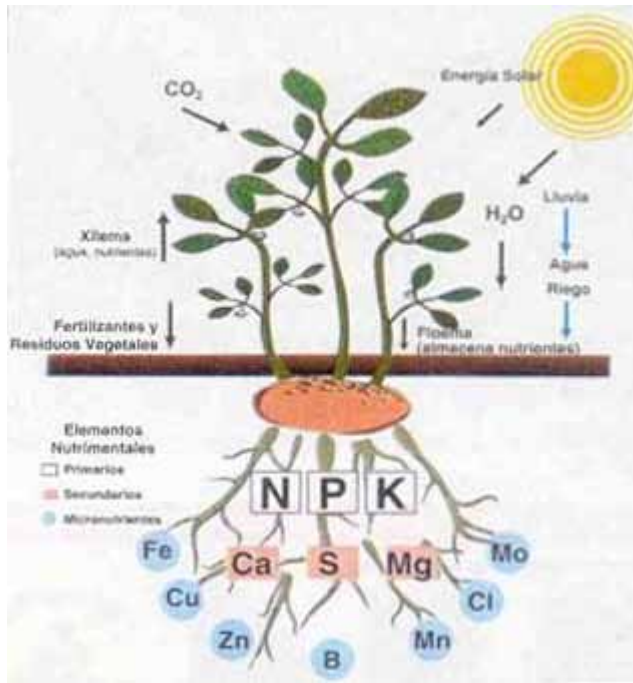
Calcio

El calcio es un macronutriente que generalmente se supe por medio de la aplicación de cal utilizada para ajustar los suelos ácidos. El calcio ayuda al transporte y retención de los elementos y fortaleciendo a la planta. Además es parte importante de la estructura celular. Las fuentes incluyen la cal calcítica y cal dolomítica que también contiene magnesio. Otras fuentes incluyen fosfato coloidal, harina de hueso, yeso y cenizas de madera.

Magnesio

El magnesio es parte de la clorofila y es importante para la fotosíntesis. Además ayuda a la activación de enzimas que ayudan al desarrollo de la planta.

Fuentes: Cal dolomítica y langbeinita.



Existen 16 nutrientes que son considerados necesarios para el desarrollo de la planta.

Macronutrientes son aquellos que la planta necesita en grandes cantidades y los más importantes dentro de ellos son Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Los Micronutrientes son aquellos que la planta necesita en pequeñas cantidades y dentro de ellos se encuentran: boro, cobre, hierro, cloro,

manganeso, molibdeno y zinc.

Figura 12. Dieciséis Nutrientes de las Plantas Necesarios para su Crecimiento

Micronutrientes

El Cloro, Cobre, Manganeso, Molibdeno, Níquel y Zinc son micronutrientes importantes para el desarrollo apropiado de muchas especies de plantas. Los micronutrientes generalmente son constituyentes importantes de las enzimas y por lo tanto críticos para muchas de las funciones de la planta, sin embargo, estos nutrientes se encuentran en las plantas a cantidades más bajas que el nitrógeno, fósforo y otros macronutrientes.

Los micronutrientes son principalmente satisfechos por medio de estiércol, abono y los mejoradores de cal.

Deficiencia de nutrientes de la planta

El conocer las deficiencias de los nutrientes de la planta es el primer paso hacia el entendimiento de los síntomas de deficiencia en el campo y es una herramienta educativa que tiene que utilizarse junto con el análisis del suelo y de la planta. Los estreses del medio ambiente tales como las sequías, condiciones de lluvia, enfermedades, interacción del calor pueden ser fácilmente mal interpretados como síntomas de deficiencia. Las fotografías que muestran las deficiencias de nutrientes son útiles en la diagnosis, pero la experiencia en el campo y el conocimiento del historial del campo basado en las experiencias locales, es la mejor ayuda para diagnosticar. Para más información repase la sección de **Familias de Día** en cuanto a la información sobre los síntomas de deficiencia.

Tabla 4. Síntomas Generalizados de la Deficiencia o Excedente de Nutrientes de las Plantas

Nutrientes Vegetales	Tipo	Síntomas Visuales
Nitrógeno	Deficiencia	Hojas con apariencia verde claro a amarillo, especialmente las hojas más viejas, retraso en el crecimiento; pobre desarrollo del fruto.
	Exceso	Presencia de un follaje verde oscuro pudiendo ser susceptible al alojamiento de enfermedades y la invasión de insectos así como a la sequía, pudiendo disminuir la formación del fruto.
Fósforo	Deficiencia	Las hojas pueden desarrollar coloración púrpura; retrasando el crecimiento de la planta.
	Exceso	Exceso de fósforo podría causar una deficiencia de micronutrientes, especialmente hierro o zinc.
Potasio	Deficiencia	Los bordes de las hojas más viejas se tornan amarillos inicialmente y luego mueren; irregular desarrollo del fruto.
	Exceso	Exceso de potasio causaría deficiencia de magnesio y posiblemente calcio.
Calcio	Deficiencia	Reducción del crecimiento o la muerte de los ápices; fin de la floración y putrefacción del tomate; pobre desarrollo del fruto.
	Exceso	Exceso de calcio también causaría una deficiencia de magnesio o potasio.
Magnesio	Deficiencia	Coloración amarillenta entre las nervaduras de las hojas más viejas extendiéndose hacia las hojas más jóvenes, pobre desarrollo y producción de frutos
	Exceso	Altas concentraciones puede ser tolerada por la planta, sin embargo, bajo la ausencia de calcio y potasio puede reducir el crecimiento
Azufre	Deficiencia	Empieza con una coloración amarillenta de las hojas jóvenes que se extienda hacia toda la planta, síntomas similares a la deficiencia de nitrógeno, pero se produce en un nuevo crecimiento.
	Exceso	Exceso de azufre podría causar caída prematura de las hojas.
Fierro	Deficiencia	Presencia de áreas blancas o amarillentas entre las nervaduras de las hojas jóvenes y presencia de áreas necróticas.
	Exceso	Posible bronceado de las hojas con pequeñas manchas marrones
Manganeso	Deficiencia	Presencia de un color amarillento intervenal y en hojas jóvenes.
	Exceso	Hojas más viejas presentan manchas café presentando zonas cloróticas
Zinc	Deficiencia	Amarillamiento intervenal de las hojas jóvenes, reducción en el tamaño de la hoja.
	Exceso	Exceso zinc causaría una deficiencia en algunas plantas.
Boro	Deficiencia	Muerte de los ápices en desarrollo y deformación de las hojas con áreas decoloradas.
	Exceso	Los ápices de las hojas se tornan amarillos seguidos de una necrosis. Hojas adquieren una apariencia quemada y luego se caen.

Adaptado de: W.F. Bennett (editor), 1993. Las deficiencias de nutrientes y toxicidad en los cultivos APS Press, St. Paul, Minnesota

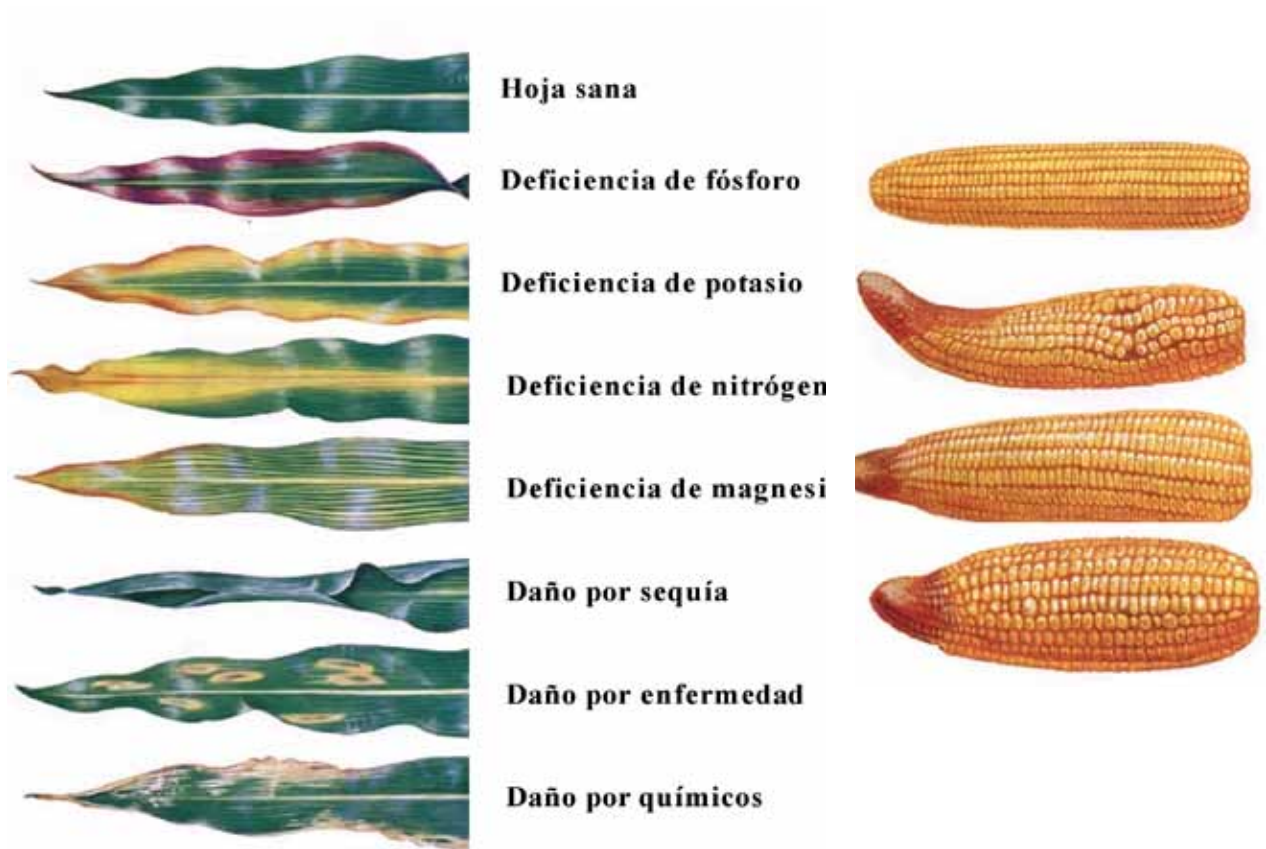
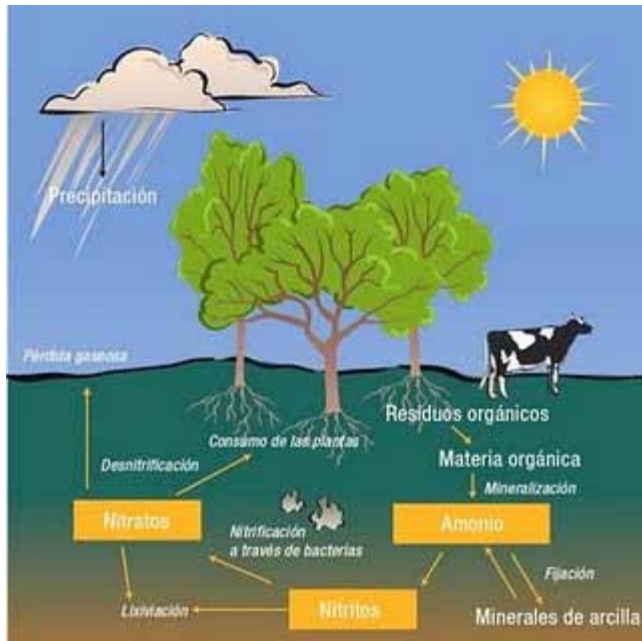


Figura 13. Identificar deficiencias por apariencia de hoja

Nitrógeno en el Suelo

La circulación del nitrógeno en la naturaleza consiste en ciclos de reacciones químicas en las cuales el nitrógeno atmosférico está compuesto, disuelto en la lluvia y depositado en el suelo, donde es asimilado y metabolizado por bacterias y plantas, finalmente regresando a la atmósfera por la descomposición bacteriana de la materia orgánica.

El crecimiento de todos los organismos depende en la disponibilidad de nutrientes minerales, y no otro es más importante que el nitrógeno. Existe un abundante abastecimiento de nitrógeno en la atmósfera de la tierra – cerca de 79% en la forma de N_2 gaseoso. Sin embargo, el N_2 no está disponible para el uso de la mayoría de los organismos. Por lo tanto, para que el nitrógeno pueda ser utilizado en el crecimiento tiene que ser “fijado” en el suelo o en el aire (combinado) en la forma de amonio (NH_4) iones de nitrato (NO_3) a través de la **fijación de nitrógeno, nitrificación, descomposición y desnitrificación**, todos son parte del Ciclo Nitrogénico.



El desarrollo de todos los organismos depende de la disponibilidad de nutrientes y uno de los más importantes es el nitrógeno. Hay un importante abastecimiento de nitrógeno de la atmósfera hacia el suelo, en una 79% como nitrógeno gaseoso. Sin embargo N_2 no está disponible pero la mayoría de las leguminosas pueden ayudar a convertir este N_2 gaseoso a una forma utilizable para las plantas, porque en sus nódulos tienen una bacteria llamada *Rhizobium* que captura el nitrógeno de la atmósfera haciéndole disponible para las plantas, en el proceso llamado ciclo del nitrógeno.

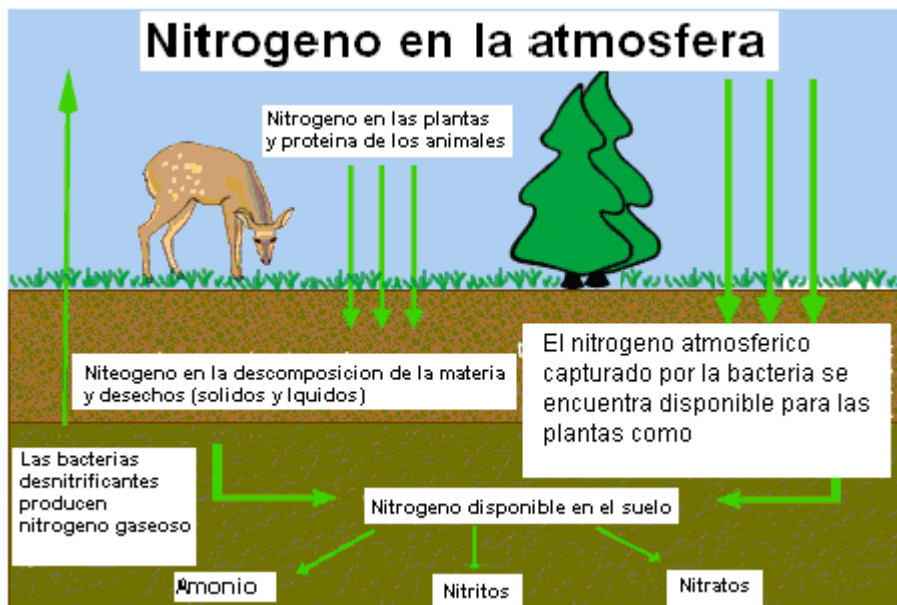
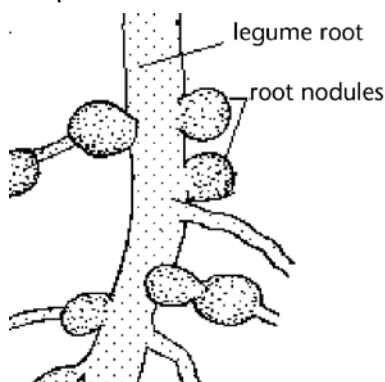


Figura 14. Ciclo de Nitrógeno

El entender como se fija el nitrógeno a través del ciclo nitrogenico es importante para el control de la fertilidad del suelo y la producción de los cultivos:

La fijación del nitrógeno es un proceso por el cual nitrógeno molecular es reducido para formar amonio. Este proceso complejo es llevado a cabo por la bacteria fijadora de nitrógeno presente en el suelo. La fijación de nitrógeno simbiótica ocurre en las plantas que hospedan la bacteria fijadora de nitrógeno dentro de sus tejidos. El mejor ejemplo estudiado es la asociación entre las **leguminosas** y la bacteria **Rhizobia**. Las leguminosas y la Rhizobia pueden sobrevivir independientemente, pero viven juntas, la vida es beneficiosa para ambas. Solamente si viven juntas es que se lleva a cabo la fijación de nitrógeno.

Existen muchos tipos de bacteria Rhizobia que viven libremente en el suelo (especialmente donde han estado viviendo las leguminosas). Sin embargo, no pueden fijar el nitrógeno atmosférico hasta que han invadido las raíces de la leguminosa apropiada. Una vez que la Rhizobia invade el sistema radicular de la leguminosa “apropiada,” un nódulo receptor para fijar nitrógeno es secretado por la rhizobia en las células de los pelos radiculares de la leguminosa. Diferentes variedades de rhizobia producen diferentes tipos de nódulos receptores y diferentes leguminosas producen receptores de diferente especificidad. El desarrollo de los nódulos, mientras que dependen de la rhizobia, es un proceso muy bien coordinado del desarrollo de la planta.



1. La Bacteria Rhizobium atrapa el nitrógeno de la atmósfera en forma de nódulos en las raíces de las leguminosas.
2. Algunas bacterias convierten el nitrógeno de la atmósfera en nitratos, nitritos y amonio, los cuales pueden ser utilizados por las plantas.
3. Otras bacterias convierten los nitratos en nitrógeno gaseoso, el cual regresa a la atmósfera.

Figura 15. Raíces de las Legumbres

Dentro del nódulo se encuentra toda la maquinaria metabólica — incluyendo la enzima **nitrogenasa** — que es necesaria para la fijación del nitrógeno.

No toda bacteria fijadora de nitrógeno infectará la misma clase de leguminosa. Algunas Rhizobia sólo infectan chícharos, algunas sólo el trébol, algunas sólo alfalfa, etc. El tratar las semillas de leguminosas con la variedad apropiada de rhizobia es una práctica agrícola rutinaria. (La Nitragin Company se especializa en la producción de variedades apropiadas de rhizobia para cada cultivo de leguminosas.)

Descomposición – Cuando las plantas mueren, sus proteínas se metabolizan para producir compuestos de nitrógeno orgánico que regresan al medio ambiente. Los beneficiarios finales de estos materiales son los microorganismos de descomposición. Descomponen las moléculas en excreciones y convierten organismos muertos en **amonio**.

Nitrificación- Las plantas pueden absorber el amonio directamente por las plantas — esto se hace por lo general por medio de sus raíces. Sin embargo, la mayoría del amonio producido por la descomposición es convertido en **nitratos**. Esto es llevado a cabo por las bacterias **Nitrosomonas** y **Nitrobacter**, que por medio de sus actividades, hacen que el nitrógeno esté disponible a las raíces de las plantas.

Muchas leguminosas, además de fijar el nitrógeno atmosférico, también desarrollan la nitrificación — convirtiendo algo de su nitrógeno orgánico en nitritos y nitratos. Estos llegan al suelo cuando mudan sus hojas.

Desnitrificación- Los tres procesos mencionados anteriormente remueven el nitrógeno de la atmósfera y lo pasan a través de los ecosistemas. La desnitrificación reduce los nitratos a nitrógeno gaseoso, de este modo se reabastece la atmósfera. Una vez más, las bacterias son los agentes. Ellas existen en el suelo profundo y en los sedimentos acuáticos donde las condiciones son anaerobias. Utilizan los nitratos como una alternativa al oxígeno en el último aceptador de electrones en su respiración.

Cálculos de Nutrientes

Los cálculos de nutrientes es la comparación entre todas las fuentes de nutrientes disponibles al productor y las necesidades de los nutrientes para cumplir con las necesidades de los cultivos y el suelo. Los cálculos de nutrientes son como “presupuestos financieros.” Son herramientas útiles para planear con anticipación y mantener registros de lo que entra y lo que sale.

El cálculo de nutrientes permite identificar los insumos del rancho, tales como:

Fertilizante Comercial y/o Abono

El Nitrógeno (N) y el Fósforo (P) en fertilizantes comerciales para diferentes cultivos, pasturas, jardines, etc.

Estiércol

El N y el P en el excremento del ganado, como el vacuno, porcino, ovino y avícola

Disposición Atmosférica

El N y el P disueltos en la precipitación, pegados a las partículas sopladas por el viento o como aerosoles

Fijación de leguminosas

El N atmosférico “fijado” por las bacterias simbióticas para la soya, alfalfa y otros cultivos de legumbres

Desperdicios industriales

El N y el P desechado por las plantas industriales

También le permite a usted el identificar hacia dónde van los nutrientes del rancho (producción), tales como:

Cosecha

El N y el P en los cultivos que son consumidos por los animales al pastar y son cosechados como granos de fertilizante y volatilización de estiércol

El N que sale en el vapor (volatiliza) y se pierde en la atmósfera, principalmente como amonio

Volatilización del cultivo

El N que se volatiliza de los cultivos en desarrollo y marchitados, principalmente como cargas de amonio en las corrientes

El N y el P que termina en los arroyos y ríos, calculando el uso de concentraciones de N y P en las corrientes para los años 1999-2001

Desnitrificación

El N que se pierde en la atmósfera como nitrógeno gaseoso, causado por la bacteria anaerobia convirtiendo el nitrato y el nitrógeno gaseoso

En resumidas cuentas, el cálculo de los nutrientes le indica a usted sobre el restante entre las entradas y salidas de nutrientes. Le ayuda a usted a determinar si es que los nutrientes están siendo utilizados eficientemente y le indica la cantidad evitable de nutrientes que se lixivian y que se escurren. Los nutrientes que se pierden en las corrientes de aguas, son de hecho, dinero tirado. Los nutrientes que se pierden en el suelo son también la causa principal de la reducción de la calidad del agua.

Control Recomendado

Para hacer decisiones para la salud óptima de la planta y el control del vigor, usted tiene que incorporar materia orgánica que provea los nutrientes esenciales necesarios para el crecimiento óptimo de la planta. Es crítico el saber cuáles de los nutrientes están deficientes en el suelo. El cultivo debe ser examinado para ver si tiene daños debido a enfermedades. Es importante el determinar si los problemas de las enfermedades están relacionados a la calidad del suelo. Por ejemplo, las enfermedades en las raíces pueden ser causadas en parte por la inadecuada calidad del suelo en la forma de suelo compactado que permanece saturado por largos períodos de tiempo. Las prácticas de control que fomentan buen suelo y un equilibrio apropiado de las reacciones a la fijación de nitrógeno ayudarán a promover raíces y crecimiento de la planta saludables. Un suelo fértil también provee los nutrientes esenciales para las plantas de los cultivos en crecimiento y ayuda a mantener una comunidad biótica diversa y activa.

Las estrategias que el agricultor de transición empleará para establecer el suelo son el abono, rotación de cultivos, abonos verdes y de animales y cultivos de cobertura:

Abono Elaborado en el Rancho



Figura 16. Pila de Composta

Compostaje es la descomposición de residuos de plantas y otros materiales que alguna vez estuvieron vivos obteniendo un sustrato terroso, oscuro y granulado que es excelente para adicionar al suelo. El material compostado provee muchos minerales y nutrientes que mejoraran la estructura del suelo.

Es buena idea el apagar el estiércol, porque el calor creado durante la elaboración del abono puede matar las semillas de las malas hierbas y puede descomponer los contaminantes tales como los antibióticos. El estiércol fresco generalmente

tendrá más alto nitrógeno disponible, pero aplicaciones excesivas pueden llevar a la acumulación progresiva de sales y **lixiviación**. Se recomienda altamente el analizar el suelo para que el agricultor pueda añadir al terreno la cantidad correcta de estiércol crudo o estiércol apagado sobre el terreno y así evitar los desequilibrios de nutrientes.

Lixiviación es la pérdida de nutrientes causado por el drenaje de agua a través del suelo.

Cultivos de Cobertura

Los cultivos de cobertura pueden ser anuales, bianuales o plantas herbáceas perennes que crecen solas o en sitios combinados por todo o parte del año. Este cultivo le provee al suelo cobertura y puede ayudar a aflojar el suelo compactado por medio del crecimiento de raíces y la infiltración de agua mejorada. Los cultivos de cobertura pueden mantener o aumentar la materia orgánica del suelo si se les permite crecer suficientemente para producir mucha pastura. Los cultivos de cobertura también pueden evitar la erosión del suelo causada tanto por el agua como por el viento, contener las malas hierbas por medio de impedir que el sol llegue a las semillas de las malas hierbas y reducir las plagas de insectos y enfermedades. Además, una leguminosa utilizada como cultivo de cobertura puede proveerle nitrógeno al suelo. Las que no son leguminosas pueden absorber el exceso del nitrógeno, fósforo y potasio de los cultivos anteriores y reciclarlos para el siguiente cultivo. Los cultivos de cobertura comunes y abonos verdes incluyen centeno, alforfón, veza vellosa, trébol encarnado, trébol subterráneo, trébol rojo, trébol dulce, planta de chícharo de vaca, mijo y forraje de sorgo.

Estiércol de animales

El estiércol del ganado tradicionalmente ha sido utilizado para fertilizar los suelos tanto en los ranchos orgánicos como en los ranchos sostenibles. El estiércol puede ser aplicado sobre el campo ya sea en forma cruda o apagada. El agricultor de productos orgánicos debe seguir los requisitos específicos de la Regla Final al utilizar estiércol crudo o apagado.

El estiércol crudo es útil al suplir nutrientes y añadir materia orgánica al suelo, así como el fomentar procesos biológicos saludables en el suelo. Sin embargo, es importante saber qué es lo que contiene el estiércol porque algunos pueden tener contaminantes, y el contenido de los nutrientes varía con los animales, almácigas y el almacenamiento

Abono verde

Cuando los cultivos de cobertura se labran en el suelo mientras todavía está frondoso y verde, se le refiere como abono verde. Los abonos verdes son importantes en el sistema de la agricultura orgánica porque ayudan a añadir materia orgánica y nutrición al suelo. Cuando una planta verde se incorpora en el suelo, contiene altas cantidades de nitrógeno y humedad y llega a ser una fuente alimenticia para los microorganismos del suelo y las lombrices de tierra.

Durante el proceso de descomposición de los organismos en el suelo, la materia orgánica y los nutrientes llegan a estar disponibles a las plantas de los cultivos. Un beneficio adicional al utilizar abonos verdes es el contener las malas hierbas y enfermedades acarreadas por el suelo. Para más información, lea “El panorama de los cultivos de cobertura y los abonos verdes {“Overview of cover crops and green manures”} en el sitio (www.attra.ncat.org/attra-pub/).

Rotación de Cultivos

Muchos agricultores se dan cuenta que el rotar los cultivos mejora la labranza o los agregados del suelo. El planear la rotación de cultivos requiere que el agricultor siembre los cultivos en diferentes tiempos y en diferentes lugares en el mismo campo. Por lo general, el cultivo sucesivo será de una variedad diferente y especie que la del cultivo anterior. Los cultivos de rotación también pueden utilizarse para promover la fertilidad del suelo, para reducir la erosión, para reducir la acumulación progresiva de plagas y para dispersar el riesgo económico por si a caso algún cultivo falla. Los agricultores que incluyen leguminosas en la rotación pueden aumentar la disponibilidad del nitrógeno en el suelo. La bacteria rhizobia que se forma en los nódulos de de las raíces de las leguminosas, convierten el nitrógeno de la atmósfera en nitrógeno orgánico, el cual entonces está disponible a las plantas.

8) Indicador: Infiltración/Desagüe

La labranza del suelo es otro factor importante que controla la infiltración del agua. Un factor importante en la infiltración del agua es la porosidad del suelo. El número, tamaño y diámetro de los poros determinan el movimiento del agua y su retención en los suelos. Los poros grandes, (más grande que 1/16th de pulgada en diámetro) son responsables por la mayor parte de la corriente del agua a través de los suelos. Los suelos arenosos por lo general tendrán una velocidad más rápida de infiltración que los suelos limosos o arcillosos. La infiltración del agua también está sujeta a otros factores tales como la inclinación del terreno. El agua tiende a desaguar más rápidamente en los lugares más altos del terreno.

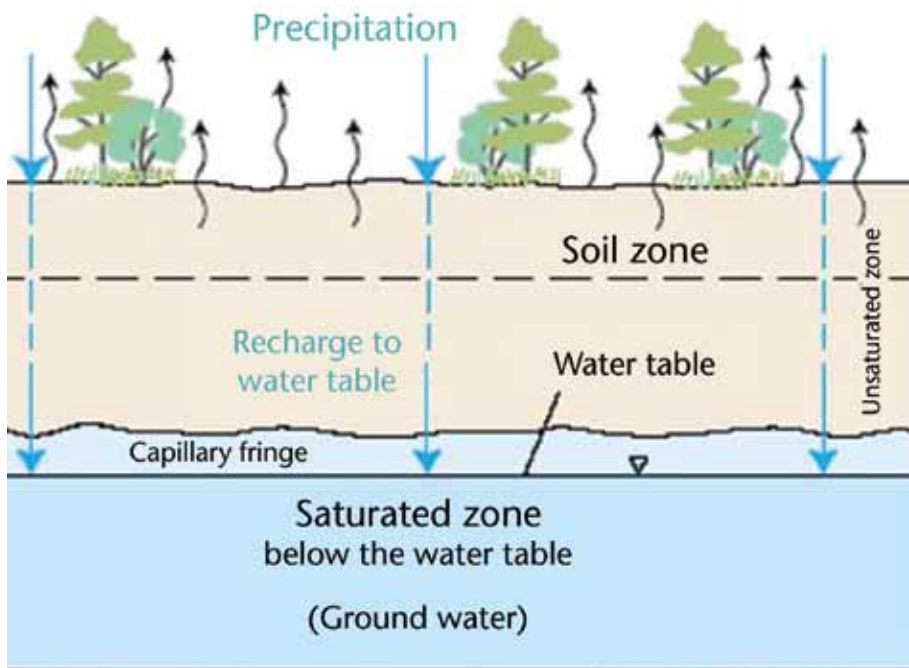


Figura 17. Infiltración de agua a través de la zona de suelo no saturado hacia la capa freática

<http://dhn.ihr.uiowa.edu/runoff/showMan.php?c1=2E-1>

Terminología de la Infiltración/ Desagüe

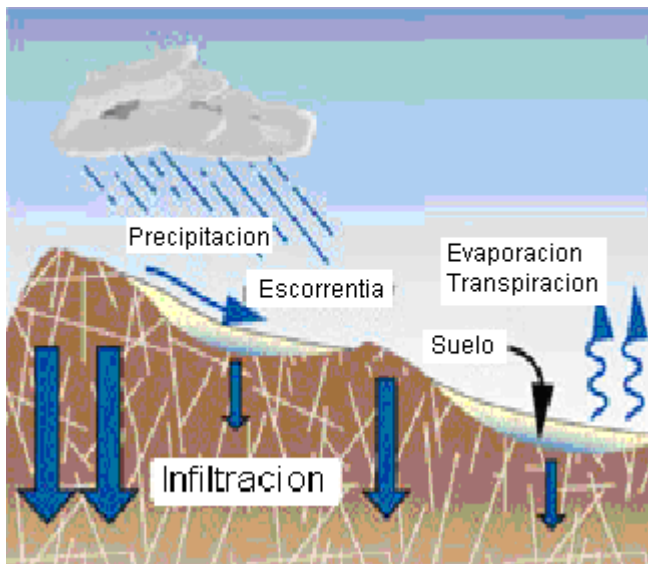
Infiltración del Agua es el proceso del movimiento del agua hacia abajo en el suelo bajo condiciones saturadas como cuando ocurre una lluvia pesada

Encharcamientos es la anegación temporal de la superficie del suelo en el campo tales como estanques de tamaño mediano y charcos.

Permeabilidad es la cualidad del suelo que permite que el agua o aire circulen a través de éste. Las propiedades del suelo tales como la textura, estructura, tamaño del poro, forma del poro y la densidad son utilizadas para predecir la permeabilidad. Históricamente el estudio edafológico ha utilizado la permeabilidad como un término para la conductividad hidráulica saturada. La velocidad de la permeabilidad se ha utilizado para predecir si el suelo es apto para los sistemas de riego y desagüe, campos de absorción de tanques sépticos y terrazas y otras prácticas de conservación.

Inundaciones es el cubrir temporalmente la superficie del suelo por medio de una corriente de agua de cualquier fuente, tal como arroyos que derraman sus bancos, escurrimientos junto o alrededor de pendientes, entradas de aguas de las mareas altas o cualquier combinación de fuentes.

Escurremientos del Suelo y Agua. Los suelos con infiltración adecuada tendrán menos superficie para escurrimientos y serán más resistentes a la erosión. La infiltración adecuada quiere decir que el suelo se secará y se calentará más rápidamente después de las lluvias fuertes. Otros factores que influyen los escurrimientos del suelo y el agua incluyen: el espesor del suelo, la profundidad del manto freático de temporada, contenido de piedra y grava, profundidad a la capa permeable lenta y la textura del suelo.



La Escorrentía sucede cuando el agua de lluvia no es absorbida por el suelo y escurre sobre él.

Figura 18. Escorrentía del Suelo y Agua

Prueba Básica

Materiales necesarios: Libreta

Observe el campo después de una lluvia saturante o riego, y registre por cuanto tiempo se queda el agua en el campo.

Califique este indicador:0-10

- 0 = menos deseable. Hay un charco en el suelo que ha estado por más de 3 días después que la lluvia o el riego ha terminado.
- 5 = Moderado. El charco dura por hasta 3 días después que la lluvia o el riego ha terminado.
- 10 = Preferido. No se observan charcos en el suelo en las 24 horas después de que la lluvia o el riego ha terminado.

Control Recomendado

Un control que promueva la capa superior del suelo con una estructura granular suelta o en migajón compuesto de agregados que mantengan su integridad que cuando están mojados sean propicios a una buena infiltración de agua. Las operaciones de labranza que preservan la estructura del suelo promueven una adecuada velocidad de infiltración de agua. El poner parcialmente o añadir residuos o cultivos de cobertura mejora la infiltración, siendo que los materiales fibrosos gruesos pueden ayudar a proveer canales para que haya movimiento de agua a través del suelo. El cubrir la superficie con residuos es también importante para promover velocidad alta de infiltración y para la prevención de costras del suelo.

9) Indicador: Capacidad de Retención de Agua

La capacidad de agua del suelo es la habilidad del suelo para retener suficiente agua para permitir el desarrollo normal de los cultivos a través de la temporada de producción. El agua retenida por los poros del suelo que las raíces de la planta pueden utilizar se llama *agua disponible*. Debido a la fuerza de succión en los poros del suelo, esta agua resiste la evaporación y la percolación, pero no la detiene tan fuertemente que las raíces no puedan absorberla.

Capacidad del Agua Disponible (AWC) es el volumen de agua que debería estar disponible a las plantas si el suelo estuviera a capacidad de campo del suelo. Los agricultores deben calcular la cantidad de agua retenida entre la capacidad de campo del suelo y el punto de marchitamiento (el punto en el cual una planta muere).

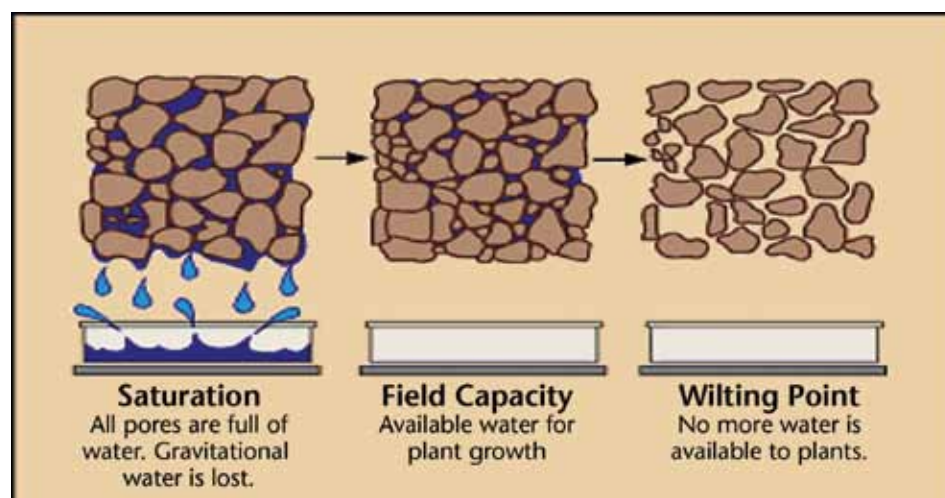


Figura 19. Capacidad de Retención de Agua

El almacenamiento adecuado de agua en el suelo reduce los costos de operación relacionados a la comunidad de árboles, desarrollo normal de la planta, lixiviación de nutrientes asociada con la erosión y operaciones del riego.

Prueba básica

Registre la cantidad de tiempo entre los riegos del cultivo y qué tanto tiempo después de una lluvia copiosa, el cultivo empieza a mostrar síntomas de estrés debido al agua. Asegúrese de registrar observaciones del clima, porque la evaporación del suelo es también un factor y las plantas transpiran más humedad durante los días soleados.

Califique a su Indicador: 0-10

- 0 = Menos deseable. El suelo no retiene agua para el crecimiento de la planta; se necesitan riegos extras más frecuentes.
- 5 = Moderado. El suelo tiene agua disponible por algo de tiempo después del riego o la lluvia.
- 10 = Preferido. El suelo provee suficiente agua para los cultivos por un período de tiempo adecuado entre las lluvias o los riegos.

Control Recomendado

La capacidad de retención de agua se determina grandemente por la textura del suelo, pero puede mejorarse por medio de aumentar el contenido de materia orgánica. Las prácticas que pueden reducir la compactación y bajar la densidad de volumen, tal como el añadir materia orgánica y no recorrer los campos cuando estén mojados, mejorarán la disponibilidad del agua en los suelos. Un control que pueda mejorar la estabilidad de los agregados y el número de agregados finos aumentará la infiltración, dándole al suelo más agua para que la retenga, así como el aumentar fácilmente la cantidad del agua retenida disponible.

10) Indicador: Erosión

La erosión es definida como el movimiento de la capa superior del suelo y nutrientes fuera de las áreas de producción, a lugares donde no son deseados. La erosión es una amenaza seria a la calidad del agua y los sedimentos son la causa principal causada por la contaminación del agua, los escurrimientos de nutrientes, son la segunda causa. La erosión del suelo es perjudicial para los agricultores siendo que lleva a la pérdida de la parte más productiva del suelo.

Erosión Natural es la escultura relativamente lenta de la superficie terrestre por medio de factores climáticos a través del tiempo geológico.

Erosión Acelerada es la rápida alteración de la superficie terrestre a consecuencia de perturbar el terreno. Las actividades tales como la urbanización, labranza, pastura o maderaje etc. Estas actividades aumentan la velocidad de la erosión por medio de exponer el suelo al viento y la lluvia.

Control Recomendado

Para evitar que el suelo se erosione, los agricultores emplean las siguientes prácticas:

Coberturas de Conservación – proveen las pautas para el establecimiento y mantenimiento de cobertura vegetal perenne sobre el terreno inactivo de la producción agrícola. Las coberturas pueden ayudar a reducir la erosión del suelo, sedimentación, mejorar la calidad del agua y crear o mejorar el medio ambiente para la fauna silvestre.

Cultivos de Cobertura y Estiércol Verde- proveen pautas para el establecimiento de cultivos parecidos a su crecimiento, legumbres o de grano pequeño. Los cultivos de cobertura proveen protección durante la temporada y añaden materia orgánica al suelo para mejorar la infiltración, aireación y labranza.

Rotación de Cultivos de Conservación- proveen pautas para cultivos en crecimiento en una secuencia repetida en el mismo campo. Esta práctica puede mantener y mejorar el contenido de la materia orgánica del suelo, controlar el exceso o deficiencia de nutrientes de la planta, mejorar la eficiencia del uso del agua, controlar las plagas de las plantas (malas hierbas, insectos y enfermedades) reduce la erosión laminar y la erosión en surcos causadas por la erosión del agua y el viento.

Control de Residuos- provee pautas para controlar las cantidades, orientación y distribución de residuos de cultivos y residuos de otras plantas sobre la superficie del suelo durante todo el año, mientras los cultivos están creciendo bajo sistemas de Labranza con Abono, Sin Labranza, Labranza Reducida –Labranza en Franjas o sistemas de Labranza en Terrazas. El control de los residuos mejorados puede reducir la erosión laminar, erosión en surcos y la erosión del suelo causada por el viento, y también puede ayudar a mantener o mejorar el contenido de la materia orgánica del suelo, labranza y a conserva la humedad del suelo.

Cultivos en Franjas de Contención- proveen pautas para el establecimiento de cultivos de perennes en franjas angostas, cobertura herbácea a través de las pendientes y pendientes alternadas con cultivos en franjas más anchas. Las franjas de contención pueden ayudar a reducir la erosión laminar, la erosión en surcos, a reducir el transporte de los sedimentos y otros contaminantes cargados por el agua hacia abajo de la pendiente, en el terreno o fuera del terreno y puede mejorar el medio ambiente para la fauna silvestre.

Cultivos en Contorno- proveen pautas para sembrar en terrenos inclinados de tal manera que al preparar la tierra, sembrar y al cosecharlas se haga en contornos. Esta práctica puede reducir la erosión laminar, erosión en surcos y también puede controlar el riego.

Los Bordes en el Campo- proveen pautas para el establecimiento de franjas de vegetación perenne en la orilla del campo. Esta práctica ayuda a proteger las orillas de los campos que se utilizan como “surcos de retorno” o carriles para transportar la maquinaria agrícola. También puede ayudar a reducir el pisar sobre las áreas cultivadas que pudieran compactarse.

Labranza de Conservación- El controlar los residuos de los cultivos y el preparar las almácigas para la siembra durante la labranza puede dañar la estructura del suelo y puede llevar al aumento de la erosión y a la pérdida de materia orgánica. La labranza suaviza la superficie del suelo mientras incorpora los residuos de plantas. En el proceso, destruye la estructura del suelo junto con los canales de las lombrices de tierra. Cuando se daña la estructura del suelo, reduce el espacio de los poros, lo cual quiere decir que se reduce el aire y la infiltración del agua. Muchos agricultores están cambiando a métodos de labranza de conservación para controlar los residuos de los cultivos y para preparar las almácigas por medio de preservar los residuos de los cultivos anteriores y por medio de reducir el número de veces que la maquinaria recorre sobre

el campo. Para mayor información sobre la labranza de conservación consulte las publicaciones de La Transferencia de Tecnología Apropriada para las Áreas Rurales {Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA)} “Practicar sistemas de labranza en la producción de cultivos orgánicos” {“Pursuing conservation tillage systems for organic crop production”} (www.attra.ncat.org/attra-pub/).

Análisis del Suelo y Evaluación

El análisis del suelo es una excelente medida para probar la óptima fertilidad del suelo. Es una manera muy económica para mantener buena salud de la planta y máxima productividad del cultivo. El utilizar los análisis del suelo y el controlar el crecimiento del suelo le indicará al agricultor cuáles son los nutrientes que tienen que añadirse al suelo. Muy a menudo se requiere el análisis del suelo para la certificación de productos orgánicos.

El análisis estándar del suelo provee la condición del fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), pH, capacidad de intercambio de cationes, índice de los requerimientos de cal y la saturación base. También existen análisis para el hierro (Fe), cinc (Zn), manganeso (Mn), sales solubles y nitratos.

¿Cómo Tomo la Muestra del Suelo para el Análisis del Suelo?

- Tome la muestra cuando los suelos estén listos para cultivar.
- Los suelos deben ser colectados en un balde limpio de plástico o en una caja. Puede utilizar una pala, cuchillo o una palita para tomar un trozo o secciones de suelo.
- Tome la muestra de 10–15 lugares en el jardín.
- Tome la muestra a una profundidad de 6-8 pulgadas. Debe tomarse a la misma profundidad y volumen en cada uno de los sitios muestradas
- Tome muestras al azar en una línea zig zag sobre el área y mezcle la muestra en una balde limpia de plástico
- Tome una muestra entre los surcos para evitar los fertilizantes en banda.
- Tome muestras por separado de los suelos que se distinguen por el color (por eje., claro vs. oscuro), desagüe u otros factores.
- Tome muestras por separado de los campos que han recibido diferentes programas de fertilidad.
- Preparar las Muestras del Suelo para que Sean Analizadas.

Cómo Preparar las Muestras del Suelo para que Sean Analizadas

1. Comuníquese con el laboratorio que va a analizar las muestras para que le den instrucciones, los estuches para el análisis del suelo y los formularios apropiados.
2. Desmorone los terrones y seque al aire el suelo a temperatura ambiente sin calor artificial.
3. Cuando se seque el suelo, mézclelo bien y aplaste los trozos del suelo a un tamaño como los granos de trigo o más chicos.
4. Tome como una pinta de la muestra compuesta y póngala en la bolsa de la muestra relacionada con el estuche.

¿A Dónde Mando Mi Muestra de Suelo?

Usted tiene que mandar por correo su(s) muestra(s) del suelo, llene el/los formulario(s) con el pago correspondiente al laboratorio que usted seleccionó para los análisis. Generalmente, los laboratorios le proporcionan un juego de instrucciones, ya sea con los estuches para las muestras o cuando usted las solicite. Siga las instrucciones cuidadosamente.

¿Cuánto Tiempo Toma El Análisis del Suelo?

Los resultados de los análisis del suelo y las recomendaciones para fertilizantes por lo general se mandan por correo en dos semanas, dependiendo en el laboratorio que usted esté utilizando. Asegúrese de llenar los formularios para los tipos de plantas que usted plantó o que va a plantar. De otra manera, no le darán recomendaciones. Indique si el cultivo está sembrado o si se va a sembrar. Si los formularios están incompletos, pueden causar demoras al recibir los resultados y las recomendaciones.

Existen varios laboratorios comerciales que ofrecen análisis de suelos en nuestra área:

Laboratorio	Número de Teléfono	Dirección	Servicios
Perry Laboratory	408/722-7606	471 Airport Blvd., Watsonville, CA 95076	consultoría de horticultura y análisis
Plant Disease Diagnosis (Louellen Pierce)	510/937-3841	780 Palmer Rd., Walnut Creek, CA 94596	césped turba y diagnóstico de enfermedades de plantas
Primus Group, Inc.	805/922-0055	3130 Skyway Dr., Ste.308, Santa Maria, CA 93455	residuos de plaguicidas, microbios, tejidos de plantas, suelo y agua
<i>Compilado por Dra. Marcella E. Grebus, Especialista de la Patología de Plantas, UC Riverside</i>			

Conclusion

“ Alimento el suelo y este alimentara los cultivos”

Robert Rodale

Aunque hay muchos indicadores de las condiciones del suelo, existen varios pasos que puede tomar (y las acciones que deben evitar) que beneficiarán a muchos de estos indicadores tanto ahora como a largo plazo.

1. **Incorporar materia orgánica, como abono o residuos de cultivos anteriores — en el suelo.**

Puede aumentar la materia orgánica en el suelo mediante la adición de compost, estiércol o incorporando los cultivos de cobertura, o “abonos verdes”. La materia orgánica provee alimento para las lombrices de tierra y organismos microscópicos que descomponen la materia vegetal muerta. Algunos de los productos de descomposición de pegamento en los agregados de las partículas del suelo y, por tanto, mejorar la estructura del suelo, la infiltración de agua y aireación. También proporcionan nitrógeno, azufre y fósforo para los cultivos. La materia orgánica del suelo también ayuda a retener más nutrientes por el aumento de su capacidad de intercambio catiónico. Asociar a los agricultores el suelo de color oscuro de la materia orgánica, con un espesor de la capa de arado, de almacenamiento de agua, la tolerancia a la sequía, la viabilidad de semillas cama y la disponibilidad de planta

La incorporación de cultivos de cobertura y otros residuos orgánicos puede ayudar a construir la materia orgánica del suelo, que puede ser importante en la lucha contra la compactación. Puede comer a través de las lombrices de tierra compactada capas si el suelo está húmedo, principalmente en suelos de arcilla y limo. Además, la superficie de los residuos de la planta proteger el suelo de la erosión del impacto de la lluvia. Cuando los residuos orgánicos se distribuye a través de la capa superficial del suelo, que retarda el flujo de las aguas superficiales en el suelo y reduce la erosión por el agua de escorrentía.

2. **Plantar un cultivo de cobertura para la totalidad o parte del año.**

Dejando al descubierto un campo, o de descanso, durante el invierno puede resultar en la erosión, ya que muchos de los más productivos de la tierra son soplados lejos por el viento o arrastradas por el agua. El cultivo de cobertura ofrece la cobertura del suelo a la erosión actual. Además, si los cultivos de cobertura se les permite crecer lo suficientemente largo como para producir plantas de alta, pueden contribuir a la materia orgánica del suelo. Algunos cultivos de cobertura tienen una extensa raíz de sistemas que pueden ayudar a aflojar el suelo compactado y mejorar la filtración de agua y aireación. Legumbres, un tipo de cultivo de cobertura, fija el nitrógeno en el suelo para que pueda ser utilizada por las plantas. No-leguminosas pueden tener el exceso de nitrógeno, fósforo y potasio de los cultivos anteriores y reciclar a los cultivos siguientes. Común de los cultivos de cobertura y abonos verdes son el centeno, trigo sarraceno, veza vellosa, trébol rojo, trébol subterráneo, trébol rojo, trébol dulce, caupí, mijo y sorgos forrajeros.

3. **Rotar los cultivos que se producen en el mismo suelo en diferentes épocas del año.**

Muchos agricultores consideran que mejora la rotación de cultivos o conjunto labrado del suelo. La planificación de una rotación de cultivos requiere un agricultor para plantar los cultivos en diferentes momentos y en diferentes lugares en el mismo campo. Por lo general, el éxito de cultivos será distinta variedad y las especies que los cultivos anteriores. Las rotaciones de los cultivos también se puede utilizar para promover la fertilidad del suelo, reducir la erosión, reducir la acumulación de plagas, y la propagación de riesgo financiero en caso de que un cultivo no. Los agricultores que incluyen una leguminosa en la rotación puede aumentar la disponibilidad de nitrógeno en el suelo.

4. **Evitar la compactación del suelo mediante la reducción de la labranza y no funciona cuando el suelo mojado.**

La compactación se produce cuando la maquinaria agrícola pasa por la misma área de tierra en varias ocasiones, o bien, puede ocurrir a partir de un solo paso, si se realiza cuando el suelo está mojado. El grado de compactación se incrementa con el peso del equipo y el número de viajes en todo el campo. El peso del equipo, el número de viajes en todo el campo, y el tipo de suelo para determinar el grado de compactación. Cuanto más intensamente la tierra está cultivado, más probable es que se compacte.

Compactación que limita los cultivos de raíces y la superficie unos cuantos centímetros del suelo capas aumenta los costos de producción mediante el aumento de la escorrentía, la erosión, la mortalidad de plántulas y la susceptibilidad a daños en las cosechas durante los períodos de sequía. Compactación puede estar limitada por no trabajar la tierra o la forma de evitar el grano camiones pesados y los separadores de estiércol, cuando el suelo está demasiado mojado. La acción de deslizamiento de labranza durante el mismo equipo de la capa de sub-suelo puede también crear impenetrables compactación justo debajo de la zona de labranza. Romper físicamente a través de una profunda capa compactada con el equipo sub-suciedad puede ayudar a contrarrestar la compactación profunda. Profunda cincelado (ripping) puede aliviar algunos problemas de compactación, pero en algunos casos sólo para el corto plazo.

5. **Prueba de los indicadores clave de la fertilidad del suelo con regularidad a fin de que se sepa cuáles son las necesidades del suelo.**

Las recomendaciones proporcionan directrices generales para el mantenimiento productivo, saludable y sostenible. Si usted desea mejorar la estructura del suelo, aumentar la disponibilidad de nutrientes, o impedir la erosión, la prueba, el suelo indicadores clave pueden ayudar a determinar qué acciones se beneficiarán la mayoría de los suelos y cultivos específicos.

Por ejemplo, una prueba de nutrientes del suelo es necesario para el agricultor puede añadir la cantidad de materias primas o el estiércol o compost enmendado de enmiendas a las parcelas y evitar desequilibrios nutricionales. Es muy importante saber qué nutrientes son deficientes, o excesivo, en el suelo con el fin de determinar. Sin embargo, la cosecha debe ser examinado por plagas o enfermedades y daños. Problemas de la enfermedad puede incluso estar relacionado con la calidad del suelo. Por ejemplo, las enfermedades transmitidas raíz puede ser más prevalente en el suelo compactado que permanece saturado durante largos periodos de tiempo. Además, conocer el pH de su suelo le ayudará a determinar qué cultivos crecen y que requieren que el suelo más ácido o alcalino.

7) ¿Cuál es el pH de su Suelo? ¿Cómo sabe usted eso?

8) ¿Cuál es la Capacidad de Retención de Agua de su Suelo?
¿Cómo sabe usted eso?

9) ¿Tiene su suelo Infiltración del Agua adecuada? ¿Cómo sabe usted eso?

10) ¿Cómo va a impedir la Erosión del Suelo durante la temporada?

11) ¿Cree usted que su suelo puede sustentar un Cultivo Saludable y con Vigor?
¿Por qué cree eso?

Glosario de Términos

Abonos Verdes – Cuando se incorpora un cultivo de cobertura en el suelo cuando aún esta frondoso y verde, se lo llama abono verde.

Anión – Un ion con una carga negativa (NO_3^- , PO_4^{2-} , SO_4^{2-} , etc...)

Biodiversidad del Suelo – Un indicador del suelo que mide la variedad de organismos y la actividad biológica dentro del suelo.

Cálculo de Nutrientes – Este proceso involucra el balanceo de los nutrientes que entran un sistema agrícola y los que salen. La meta es prevenir los eventos de contaminación y ahorrar costos al igualar los requisitos de nutrientes del cultivo justamente con la aplicación de fertilizantes orgánicos.

Capacidad de Retención de Agua – Un indicador del suelo que mide la cantidad de agua en el suelo que puede ser absorbida por las plantas. Se mide la capacidad entre la cantidad alta durante la saturación plena o la capacidad del campo y la cantidad baja a la capacidad de marchitamiento permanente.

Catión – Un ion con una carga positiva (NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Fe^{2+} , etc...)

Ciclo de Nitrógeno – Un ciclo biogeoquímico que describe las transformaciones de nitrógeno y compuestos que contienen nitrógeno en la naturaleza.

Cobertura de Conservación – Proporciona lineamientos para establecer y mantener una cobertura vegetal perenne en tierra que se ha retirado de la producción agrícola. Las coberturas ayudan a reducir la erosión y sedimentación del suelo, mejoran la calidad del agua y crean o mejoran el hábitat de la vida salvaje.

Compactación del Suelo – Un indicador del suelo que se ve influenciado por el peso sobre el suelo de cosas como el ganado o maquinaria pesada que comprimen el suelo, lo que le hace perder espacio entre los poros. Los suelos afectados se vuelven menos capaces de absorber lluvia, lo cual aumenta la escorrentía y la erosión.

Compostaje – El compostaje es la descomposición de la materia orgánica (comida, hojas, madera o estiércol) que produce la composta.

Cultivo de Cobertura – Un cultivo de cobertura es cualquier planta anual, bienal o perenne que se cultiva como monocultivo (un solo tipo de cultivo que se cultiva junto) o como policultivo (varios tipos de cultivos que se cultivan juntos) para mejorar y gestionar la fertilidad del suelo, calidad del suelo, el agua, malas hierbas, plagas, enfermedades y vida salvaje.

Cultivo de Cobertura y de Abono Verde – Provee lineamientos para el establecimiento de cultivos de legumbres o de granos pequeños que crecen muy cerca. Los cultivos de cobertura proveen protección durante la temporada y añaden materia orgánica al suelo para mejorar la infiltración, aireación y labranza.

Cultivos en Contorno – La cultivación de terrenos inclinados de tal manera que la preparación de la tierra, la siembra y la cosecha se hagan en los contornos. Esta práctica puede reducir la erosión laminar y en surcos además de controlar el agua.

Cultivos en Franjas de Contención – El establecimiento de franjas angostas de cultivos perennes y herbáceos a través de las pendientes y a lo largo de las pendientes alternadas con cultivos en franjas más anchas. Las franjas de contención pueden ayudar a reducir la erosión laminar y en surcos, reducir el transporte hacia abajo de la pendiente de los sedimentos y otros

contaminantes acarreados por el agua, en el sitio o fuera del sitio, y mejorar el hábitat de la vida salvaje.

Desnitrificación – La conversión del nitrato a nitrógeno gaseoso. La desnitrificación es un proceso natural llevado a cabo por muchos microorganismos cuando falta suficiente oxígeno.

El pH del Suelo – El pH del suelo es el pH del agua del suelo. Un indicador del pH del suelo mide la actividad de los iones de hidrógeno (H^+) en una solución del suelo. Una solución neutral tienen un pH de 7 mientras que una solución ácida (acídica) tiene un pH de menos de 7 (más H^+ que OH^-) y una solución básica (alcalina) tiene un pH de más de 7 (más OH^- que H^+).

Empozamiento – La inundación temporal de la superficie del suelo en el campo como un estanque o charco de tamaño pequeño a mediano.

Erosión del Suelo – La erosión es el proceso que quita las capas del suelo y las lleva fuera de los campos de los agricultores hacia cuerpos de agua u otros terrenos, lo cual lleva a la pérdida de suelo valioso y sus nutrientes que son necesarios para el crecimiento de los cultivos. Hay tres clases principales de la erosión: viento, agua y labranza.

Escorrentía del Suelo y Agua – Un proceso de erosión del suelo que ocurre cuando faltan los siguientes elementos: una buena infiltración de agua, espesor del suelo, profundidad a la capa freática estacional, contenido de piedras y grava, profundidad a una capa lentamente permeable y la textura del suelo.

Fijación de Nitrógeno – El proceso por el cual se toma nitrógeno en su forma molecular natural y relativamente inerte (N_2) y se lo convierte en compuestos de nitrógeno (tales como el amoníaco, nitrato y dióxido de nitrógeno).

Gestión de Residuos – El proceso de manejar la cantidad, orientación y distribución de residuos de los cultivos y otras plantas en la superficie del suelo. Una gestión mejorada de los residuos puede reducir la erosión laminar y en surcos y la erosión por el viento, mantener o mejorar el contenido de materia orgánica del suelo y de la capa cultivable y preservar la humedad del suelo.

Infiltración de Agua – Un indicador del suelo que mide la tasa a la que el suelo puede absorber la lluvia o agua de riego. Se la mide en pulgadas por hora o milímetros por hora. La tasa disminuye mientras el suelo se satura. Si la tasa de precipitación excede la tasa de infiltración, generalmente sucederá la escorrentía a menos que haya algún tipo de barrera física.

Inundación – Una cobertura temporal de la superficie del suelo por agua que fluye de cualquier fuente, como arroyos que desbordan las orillas, escorrentía de pendientes adyacentes o alrededores, afluencia de las mareas altas o cualquier combinación de fuentes.

Labranza de Conservación – La gestión de los residuos del cultivo y la preparación de los almácigos por medio de conservar los residuos del cultivo anterior y reducir el número de veces que los equipos pasen por el campo.

La Capa Cultivable del Suelo – Un indicador del suelo que hace referencia a la condición física, textura o estructura del suelo en cuanto estas influyen el crecimiento de las plantas.

La Facilidad de Trabajar el Suelo – Un indicador del suelo que mide qué tan fácilmente se puede trabajar el suelo.

Los Bordes en el Campo – El establecimiento de una franja de vegetación perenne en el borde del campo. Esta práctica ayuda a proteger los bordes de los campos que se utilizan como “surcos de gira” o carriles para la maquinaria agrícola. También puede ayudar a reducir el pisar sobre las áreas cultivadas que pudieran compactarse.

Los Indicadores de la Calidad del Suelo – Los indicadores de la calidad del suelo son propiedades, procesos y características físicas, químicas y biológicas que se pueden medir para monitorear cambios en el suelo.

Materia Orgánica del Suelo – Un indicador del suelo que mide la cantidad de materia orgánica en el suelo, la cual consiste de materiales de plantas y animales en descomposición.

Muestra de suelo – Una muestra de suelo es un compuesto del perfil del suelo que se ha excavado de un campo, analizado e interpretado por su estado de nutrientes o minerales.

Nitrificación – El proceso por el cual el amoníaco se convierte en nitritos (NO_2^-) y luego en nitratos (NO_3^-). Este proceso ocurre de manera natural en el medio ambiente, donde lo lleva a cabo bacterias especializadas: nitrosomonas y nitrobacterias.

Permeabilidad – La calidad del suelo que permite que el agua o aire se mueva a través de él. Las propiedades del suelo, como la textura, estructura, el tamaño del poro, la forma del poro y la densidad, se utilizan para predecir la permeabilidad.

Prueba del Suelo – Se utilizan las pruebas del suelo para determinar la cantidad de una variedad de nutrientes esenciales en el suelo, el valor del pH, o qué tan ácido o básico es el suelo.

Rotación de Cultivos – La práctica de cultivar una serie de diferentes cultivos en el mismo espacio durante temporadas consecutivas para varios beneficios, como para prevenir la acumulación de patógenos y plagas que suele ocurrir cuando se cultiva una especie de cultivo continuamente. La rotación de cultivos también busca equilibrar las demandas de fertilidad de varios cultivos para evitar una depleción excesiva de los nutrientes del suelo. Un componente tradicional de la rotación de cultivos es la reabastecimiento de nitrógeno mediante el uso e incorporación de abonos verdes o cultivos de cobertura. La rotación de cultivos también puede mejorar la estructura y fertilidad del suelo al alternar plantas con raíces profundas y poco profundas.

Rotación de Cultivos de Conservación – Proporciona lineamientos para la cultivación de cosechas en una secuencia recurrente en el mismo campo. Esta práctica puede mantener y mejorar el contenido del suelo orgánico, tratar una deficiencia o excedente de los nutrientes de las plantas, mejorar la eficacia del uso de agua, controlar plagas de las plantas (mala hierba, insectos y enfermedades) y reducir la erosión laminar y en surcos causada por el agua y el viento.

Salud y Vigor del Cultivo – Un indicador del suelo que mide varios componentes de la salud y vigor del cultivo, tales como la uniformidad del cultivo, la altura de la planta, sistemas de raíces extensivos y un contenido mayor de nutrientes.

Suelo Ácido – La escala pH es una medida del balance entre la acidez y alcalinidad de soluciones del suelo. Una solución del suelo neutral tiene un pH de 7 mientras que una solución del suelo ácido tiene un pH de menos de 7 (más H^+ que OH^-).

Suelo Alcalino – La escala pH es una medida del balance entre la acidez y alcalinidad de soluciones del suelo. Una solución del suelo neutral tiene un pH de 7 mientras que una solución del suelo alcalino tiene un pH de más de 7 (más OH^- que H^+).

Lista de Figuras

Figura 1.	Capa cultivable que muestra la infiltración de agua	5
Figura 2.	Agregados del Suelo	6
Figura 3.	Agregados del Suelo	6
Figura 4.	Estabilidad de los Agregados	6
Figura 5.	Compactación que Restringe el Crecimiento de las Raíces	10
Figura 6.	Capa Dura y Suelo de Labranza	12
Figura 7.	Red Alimenticia en el Suelo	13
Figura 8.	Capa arable.	14
Figura 9.	Residuos de las Plantas	15
Figura 10.	Microorganismos del Suelo	16
Figura 11.	Microorganismos del Suelo	16
Figura 12.	Dieciséis Nutrientes de las Plantas Necesarios para su Crecimiento	26
Figura 13.	Identificar deficiencias por apariencia de hoja	28
Figura 14.	Ciclo de Nitrógeno	30
Figura 15.	Raíces de las Legumbres	29
Figura 16.	Pila de Composta	32
Figura 17.	Infiltración de agua a través de la zona de suelo no saturado hacia la capa freática	34
Figura 18.	Escorrentía del Suelo y Agua.	35
Figura 19.	Capacidad de Retención de Agua.	36

Lista de Tablas

Tabla1.	Clasificación de la Textura del Suelo	8
Tabla 2.	Cómo Identificar el Suelo por su Forma.	9
Tabla 3.	Niveles Adecuados de pH en Cultivos Comunes	19
Tabla 4.	Síntomas Generalizados de la Deficiencia o Excedente de Nutrientes de las Plantas.	27
Tabla 5.	Laboratorios Comerciales Locales para las Pruebas del Suelo	40

Recursos

