

# EL MANEJO DEL SUELO EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS CON BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS




GOBERNACION  
DEPARTAMENTO  
CENTRAL



Agricultura para el desarrollo





Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.


ISBN 978-92-5-307783-0 (edición impresa)  
E-ISBN 978-92-5-307784-7 (PDF)

© FAO 2013

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, imprimir y descargar el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la FAO como la fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la FAO aprueba los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios.

Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request) o a [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org).

Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización ([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org).



# EL MANEJO DEL SUELO EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS CON BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS



2013

## **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA**

***Rody Godoy***

Ministro

***Pánfilo Ortiz***

Director DGP – Punto Focal

## **GOBERNACIÓN DEL DEPARTAMENTO CENTRAL**

***Magno Duarte***

Gobernador

***Noelia Godoy***

Coordinadora Nacional del Proyecto  
Secretaría de Desarrollo Económico Gobernación Central

## **ORGANIZACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA – FAO**

***Jorge Meza***

Representante FAO Paraguay

***Alberto Pantoja***

Oficial de Producción y Protección Vegetal FAO RLC

***Pilar Roman Galan***

Oficial Profesional Asociado FAO RLC

***Norma Godoy***

Oficial de Políticas FAO PY

***Jorge Gattini***

Consultor Nacional en Agronegocios, Comercialización y Gestión

***Claudio Villasanti***

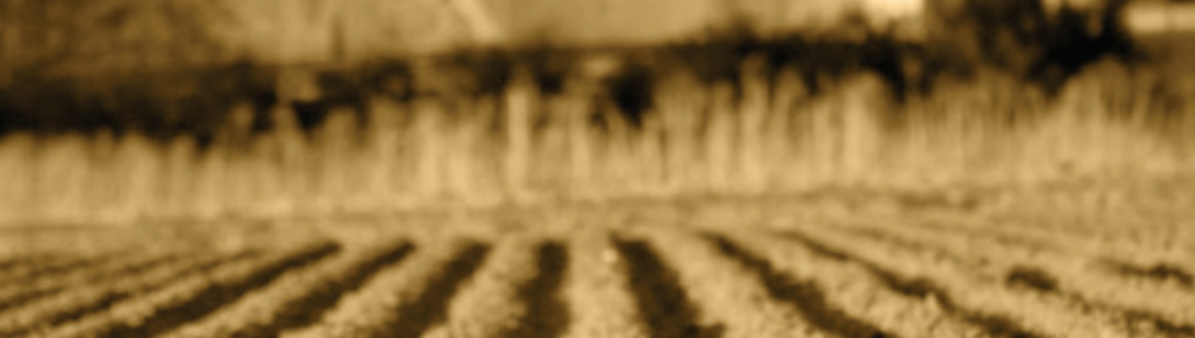
Consultor Nacional en la Cadena Frutihortícola

***Rodrigo Chávez***

Consultor Nacional Técnico de Campo para la Capacitación y  
Acompañamiento en Prácticas Agrícolas Sostenibles

***Julio Díaz***

Consultor Nacional Técnico de Campo para el Apoyo en Gestión Empresarial



Esta cartilla sobre **“EL MANEJO DEL SUELO EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS CON BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS”** ha sido adaptada para el Paraguay por el Consultor Ing. Agr. Claudio Villasanti con apoyo de la Ing. Agr. Pilar Román y ha sido revisado bajo la supervisión técnica de Alberto Pantoja, Ph.D Oficial de Producción y Protección Vegetal RLC Oficial Técnico Líder del Proyecto.

En la elaboración del presente material se utilizó como base la información de los materiales técnicos sobre Buenas Prácticas Agrícolas elaborados por los proyectos FAO TCP/COL/3101 y UTF/COL/027 “Seguridad Alimentaria y Buenas Prácticas Agrícolas para el Sector Rural en Antioquía, Colombia”, CORPOICA, Colombia. Proyecto FAO TCP/ARG/3203 “Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas”, Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, Presidencia de la Nación Argentina. “Boletín para extracción de muestras de suelo para análisis de fertilidad”, Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Suelo y Ordenamiento Territorial. “El uso de la cal agrícola”, Departamento Técnico de Agrofield S.R.L.

Este material informativo se realiza dentro del ámbito del Proyecto TCP/PAR/3303 “Fortalecimiento de las cadenas productivas de la Agricultura Familiar para una inserción social y económica sostenible en zonas periurbanas de Departamento Central del Paraguay”. El objetivo es contribuir a mejorar la seguridad alimentaria y la generación de ingresos de los agricultores ubicados en áreas peri urbanas del Departamento Central y sentar las bases para la mejora y fortalecimiento de la producción de cultivos de la Agricultura Familiar mediante: la capacitación de personal técnico de las instituciones nacionales, productores y la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas y las Prácticas Agrícolas Sostenible.



# INDICE

<b>1</b>	<b>El Suelo</b> .....	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>Importancia del suelo</b> .....	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>Formación del suelo</b> .....	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>Composición del suelo</b> .....	<b>8</b>
<b>5.</b>	<b>Perfil del suelo</b> .....	<b>8</b>
	• El horizonte O.....	8
	• El horizonte A.....	9
	• El horizonte B.....	9
	• El horizonte C.....	9
	• El horizonte R.....	9
	Figura 1. Horizontes del suelo (FAO).....	9
<b>6.</b>	<b>Propiedades del suelo</b> .....	<b>9</b>
	6.1. Las propiedades físicas.....	9
	• La estructura.....	9
	• La textura.....	10
	• La porosidad.....	10
	• El color.....	10
	• La permeabilidad.....	10
	• La profundidad efectiva.....	10
	• Drenaje.....	10
	- Drenaje Externo.....	10
	- Drenaje Interno.....	10
	6.2. Las Propiedades Químicas.....	10
	• La Acidez o el pH.....	10
	• La Fertilidad.....	10
	• Los Macronutrientes.....	11
	• Los Micronutrientes.....	11
	• La Materia Orgánica.....	11
	Figura 2. Composición promedio de las plantas.....	11
<b>7.</b>	<b>El análisis de suelo</b> .....	<b>12</b>
<b>8.</b>	<b>Aspectos a tener en cuenta para la toma de muestras del suelo</b> .....	<b>14</b>
<b>9.</b>	<b>Delimitación de las áreas</b> .....	<b>14</b>
<b>10.</b>	<b>Época de muestreo</b> .....	<b>14</b>
<b>11.</b>	<b>Herramientas y materiales necesarios para realizar la toma de muestras simples</b> .....	<b>14</b>
<b>12.</b>	<b>Frecuencia de muestreo depende de la intensidad de la producción</b> .....	<b>14</b>
<b>13.</b>	<b>El muestreo del suelo</b> .....	<b>14</b>
<b>14.</b>	<b>El Proceso de Ejecución</b> .....	<b>15</b>
	14.1. Ilustración del proceso de la toma de muestra del suelo.....	16
<b>15.</b>	<b>Precauciones durante la toma de muestras de suelo</b> .....	<b>17</b>
<b>16.</b>	<b>Aspectos que se incluyen en un análisis del suelo</b> .....	<b>17</b>
<b>17.</b>	<b>Como mantener la capacidad de producción en los diferentes tipos de suelo</b> .....	<b>17</b>
<b>18.</b>	<b>Qué registrar en el Manejo de suelos</b> .....	<b>18</b>

<b>19. Como evaluar los registros del manejo de suelos</b>	<b>18</b>
<b>20. Cómo mantener la fertilidad del suelo</b>	<b>19</b>
20.1. Contenido y la influencia de la Materia Orgánica en el suelo	19
• Niveles críticos de materia orgánica	19
• Niveles críticos de Nitrógeno (N) en el suelo	19
20.2. Mantenimiento del Fósforo disponible en el suelo	20
• Niveles críticos de Fósforo en el suelo	20
20.3. Mantenimiento de los tenores de Calcio, Magnesio, Potasio y Azufre	21
• Niveles críticos de Calcio (Ca <sup>+2</sup> ) en el suelo	21
• Niveles críticos de Magnesio (Mg <sup>+2</sup> ) en el suelo	21
• Niveles críticos de Potasio (K <sup>+</sup> ) en el suelo	21
• Azufre	21
<b>21. Factores que influyen en las necesidades de fertilizantes por parte de los cultivos</b>	<b>22</b>
• Rangos de pH o “ La Reacción del suelo” y sus efectos	22
• Niveles críticos de Sodio (Na <sup>+</sup> ) en el suelo	22
• Niveles críticos de Al <sup>+</sup> H <sup>+</sup>	23
• Niveles de CIC Capacidad de Intercambio Cationico	23
<b>22. Como establecer el plan de fertilización en base al análisis del suelo</b>	<b>23</b>
<b>23. Como calcular la cantidad de nutrientes elementales contenidos en los fertilizantes minerales</b>	<b>24</b>
23.1. Clases de fertilizantes	24
• Caso práctico 1	25
23.2. Cálculo de la masa molecular de un compuesto	25
• Tabla N° 1: Masa atómica de los elementos más comunes que componen los fertilizantes	25
• Tabla N° 2: Nutrientes elementales que se encuentran en los compuestos o fertilizantes	26
• Caso práctico 2	26
23.3. Cálculo de la riqueza elemental que poseen los fertilizantes	26
• Caso práctico 3	27
• Tabla N° 3 : Conversión de cada compuesto	27
• Caso práctico 4	27
• Caso práctico 5	27
23.4. Concentración de un nutriente en disolución	27
• Caso práctico 6	28
<b>ANEXOS</b>	
I. El uso de la Cal Agrícola	29
II. La Cal Agrícola en el Paraguay	30
III. Uso y Beneficios de las Micorrizas	31

# INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural no renovable, el uso y el manejo se integra en una perspectiva de largo plazo dentro de un enfoque de desarrollo sustentable, dentro de una agricultura sustentable.

Antes de iniciar una actividad agrícola o instalar una huerta, es muy importante conocer la condición en que se encuentra el suelo, atendiendo a que es el lugar donde se desarrollan las raíces y encuentran los elementos minerales que utilizan las plantas para su crecimiento y producción.

La fertilidad del suelo es la capacidad de mantener el suministro de nutrientes, la vida microbiana del suelo y la complejidad física estructural del suelo en el largo plazo. Para conservar la fertilidad del suelo es preciso evitar pérdidas de suelo por erosión (protección), rotación y diversificación de cultivos, mantenimiento de la materia orgánica y una alta actividad biológica, protección del suelo y en el manejo de los cultivos.

Cada tipo de cultivo tiene unos requerimientos nutricionales y el suelo contiene esos elementos en cantidades variables que pueden o no satisfacer la demanda nutricional, aquí radica la importancia de conocer el tipo de suelo e implementar técnicas adecuadas teniendo como premisa que la productividad de los suelos es una cuestión de sostenibilidad.

En el presente material se destaca la importancia del suelo, composición, perfil, propiedades físicas y químicas, la manera de realizar las tomas de muestras y importancia del análisis de suelo para determinar el nivel del pH, materia orgánica, macro y micronutrientes, que permitan diseñar un manejo del suelo en relación al tipo de cultivo, en este sentido se hace referencia de cómo establecer un plan de fertilización en base a los diferentes tipos de abonos y fertilizantes mediante casos de aplicación práctica.



## 1. El Suelo:

Es la capa superior de la tierra en donde se desarrollan las raíces de las plantas, esta capa es un gran depósito de agua y alimentos del que las plantas toman las cantidades necesarias para crecer y producir cosechas. El suelo se considera un ser vivo.

## 2. Importancia del suelo:

El suelo es importante para el hombre porque en él se desarrollan las plantas, de las cuales obtienen los alimentos y materiales para su abrigo y comodidad.

## 3. Formación del suelo:

Los suelos se forman debido a la descomposición de las rocas. Las rocas se van desmoronando y convirtiéndose en partículas o pedazos pequeños por la acción del tiempo, del viento, del calor, del frío, de la sequía, de la lluvia y del hombre. Estas partículas se van mezclando con los residuos de los animales y vegetales en un proceso muy lento, la formación de una pequeña capa necesita de millones de años.

## 4. Composición del suelo:

Los suelos están compuestos por sustancias sólidas, agua y aire. Las sustancias sólidas son los residuos de plantas, animales vivos o muertos y los minerales que proceden de la desintegración y descomposición de las rocas.

En el agua se disuelven los minerales del suelo para que las raíces puedan tomarlos.

El aire en el suelo es muy importante ya que sin él, las plantas se marchitan y las raíces mueren, al igual que los microorganismos del suelo.

## 5. Perfil del suelo:

A medida que las partículas de las rocas se desintegran y se mezclan con los residuos de los vegetales y animales, se forman las diferentes capas también llamadas horizontes del suelo.

Estas capas forman el perfil del suelo, que se pueden distinguir bien en las zanjas, en los cortes de un camino, o cuando se realiza un hoyo en el suelo.

**El horizonte O**, es el horizonte más superficial, y está mayormente compuesto por materia orgánica (plantas, líquenes) y materia orgánica en descomposición (hojas caídas, ramas...)

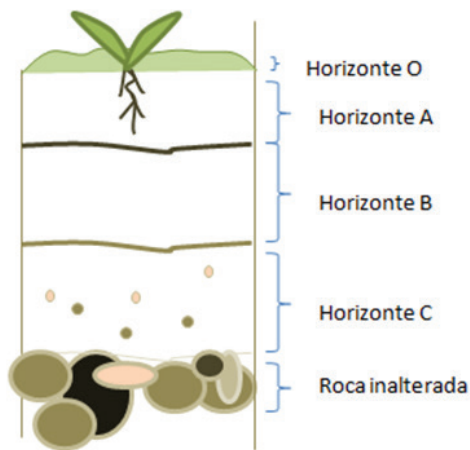
**El horizonte A**, es el primer horizonte mineral aunque su contenido en materia orgánica sigue siendo alto. Es de color oscuro y se ven raíces vivas o muertas, lombrices, insectos y animales muy pequeños.

**El horizonte B**, es la siguiente capa en profundidad, es de color más claro porque tiene menor cantidad de materia orgánica.

**El horizonte C**, es la capa que se encuentra en la parte más baja del perfil del suelo y es de color marrón claro.

**El horizonte R**, está debajo del horizonte C y es la roca de la cual se formó el suelo.

**Figura 1 Horizontes del suelo (FAO)**



## **6. Propiedades del suelo:**

Los suelos presentan propiedades físicas y propiedades químicas.

### **6.1. Las propiedades físicas:**

Determinan la facilidad de preparación del terreno, la velocidad de infiltración del agua y la circulación del aire, influye directamente en el desarrollo de las plantas.

Las propiedades físicas pueden observarse a simple vista, olerse o reconocerse al tacto. Las más importantes son:

**La estructura:** es un indicador primario de la "salud del suelo". La estructura del suelo es la arquitectura del suelo, es decir, es la forma en que las partículas sólidas y los espacios están ordenados. Los buenos suelos tienen una mezcla de microporos y macroporos: los macroporos para la entrada de agua y el drenaje, los microporos para el almacenaje de agua.

Un suelo con buena estructura es fácil de cultivar y no es arrastrado fácilmente por la lluvia ni por el viento. El aire y el agua penetran bien al suelo y las raíces de las plantas tienen un buen desarrollo.

**La textura:** la textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena (mayor tamaño), el limo y la arcilla (menor tamaño), en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

**La porosidad:** está compuesta por los poros o pequeños espacios que quedan al agruparse las partículas que forman el suelo, por estos espacios penetran el aire y el agua.

**El color:** los suelos en general tienen color oscuro. El color se aclara a medida que se profundiza.

Los suelos de color oscuro generalmente son más ricos en materia orgánica. Los colores pardos, rojizos y amarillentos, indican que los suelos son bien aireados y no encharcan. Los colores grises y manchados de verde azulosos, indican que los suelos permanecen mucho tiempo encharcados.

**La permeabilidad:** es la facilidad con que el agua y el aire se mueven dentro del suelo. Los suelos que se encharcan tienen una permeabilidad lenta.

**La profundidad efectiva:** es la profundidad hasta donde llegan las raíces de las plantas en busca de agua y nutrientes.

**Drenaje:** es la rapidez con que los suelos se secan después de una lluvia, hay dos tipos de drenaje el externo y el interno.

- **Drenaje Externo:** es la rapidez con que el agua se escurre sobre la superficie.

- **Drenaje Interno:** es la rapidez con que el agua se mueve dentro del suelo.

## 6.2. Las Propiedades Químicas:

No pueden observarse a simple vista y es necesario un análisis para determinarlas:

**La Acidez o el pH:** influye directamente en la disponibilidad de los nutrientes y de la actividad microbiana de los suelos.

En suelos ácidos, muy pocos nutrientes están disponibles para ser tomados por las raíces y esto afecta la producción dando cosecha muy bajas.

**La Fertilidad:** es el contenido de nutrientes existentes en el suelo para ser aprovechado por las plantas.

Un suelo fértil es el que tiene buena cantidad de nutrientes para las plantas, existen dos tipos de nutrientes los Macronutrientes o Mayores y los Micronutrientes o Menores.

**Los Macronutrientes:** deben estar presentes en el suelo en mayores cantidades para ser aprovechado por los cultivos, su presencia es indispensable para el crecimiento y fructificación de las plantas.

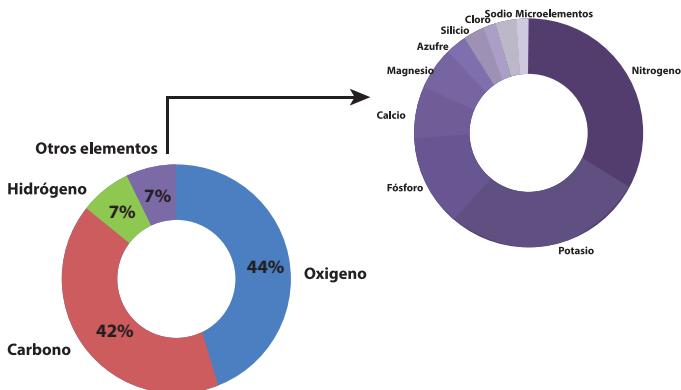
Los principales Macronutrientes son:

- Nitrógeno (N)
- Fósforo (P)
- Potasio (K)
- Magnesio (Mg)

**Los Micronutrientes:** son requeridos por las plantas en pequeñas cantidades, pero al igual que los Macronutrientes son indispensables, pues su deficiencia ocasiona en la mayoría de los casos desórdenes fisiológicos en las plantas.

Los principales Micronutrientes son:

- Hierro (Fe)
- Manganeseo (Mn)
- Zinc (Zn)
- Boro (B)
- Cobre (Cu)
- Molibdeno (Mo)
- Cloro (Cl)
- Azufre (S)



Fuente: Manual práctico de Compostaje, FAO 2013.

**La Materia Orgánica:** viene de la descomposición de los residuos de plantas y animales en el suelo. La materia orgánica influye sobre la fertilidad del suelo y sobre sus características físicas y químicas, aportando:

- Fertilidad y vida al suelo.
- Reserva de nutrientes.
- Mejora las condiciones físicas del suelo.
- Mejora la estructura del suelo.
- Mejora la porosidad del suelo, aumentando la aireación y circulación de agua que favorece el desarrollo de la planta.
- Regula las actividades microbiológicas en el suelo.
- Privilegia la infiltración frente a la escorrentía superficial, disminuyendo la erosión del suelo.
- Mejora el balance hídrico del suelo.
- Tiende a reducir la evaporación.
- Actúa como reservorio de agua.

La materia orgánica mejora las condiciones del suelo para el buen desarrollo de los cultivos. Para evitar la pérdida de materia orgánica, se deben eliminar las quemas y se debe agregar al suelo el compost final proveniente de restos o residuos de cosecha y estiércol de animales.

Antes de iniciar la producción hortofrutícola, se debe realizar el análisis de suelo donde se establecerá el cultivo con fines comerciales.

## **7. El análisis de suelo:**

Al suelo se le deben realizar análisis periódicos que permitan conocer algunas propiedades físicas y de fertilidad química para programar un plan de fertilización.

Ahora, si no se realiza un plan de fertilización adecuado de acuerdo al análisis de suelos, las plantas empiezan a sufrir una serie de desordenes fisiológicos y nutricionales que van afectando su rendimiento.

Cada tipo de cultivo tiene unos requerimientos nutricionales y el suelo contiene estos elementos en cantidades variables que pueden o no satisfacer dicha demanda nutricional.

Para conocer en que componentes debemos ajustar el suelo, en cada área de cultivo y en relación al tipo de cultivo, debemos determinarlo mediante un análisis que permita diseñar las recomendaciones más adecuadas.

El análisis del suelo:

- Permite evaluar la fertilidad natural de los suelos con anticipación a la siembra o durante el crecimiento del cultivo.
- Proporciona información necesaria para las recomendaciones de abono orgánico, enmiendas y fertilizantes.

Es importante realizar el análisis en un laboratorio acreditado, que demuestre su competencia en procedimientos y personal.

Los resultados deben estar disponibles dentro de los registros de BPA de la unidad productiva para la toma de decisiones, igualmente estos deben ser actualizados con una periodicidad no mayor de dos años.

Los agricultores al analizar el rendimiento de sus cultivos, comparándolos en el tiempo, pueden evidenciar hasta donde hay aumento, estabilización o incluso, disminución del mismo.

Un criterio que normalmente se utiliza en la comparación es la cantidad de fertilizantes que se han usado en cada momento. Es frecuente escuchar que con la misma o mayor cantidad de fertilizantes el rendimiento no es igual o mayor como era esperado. En la mayoría de los casos el fertilizante se aplica por un cálculo práctico y rutinario suponiendo que así se mantiene la fertilidad del suelo

La preocupación por disminución del rendimiento es mayor, actualmente, al considerar los precios de los fertilizantes y el incremento que representan en los costos de producción.

Esto ha llevado, incluso, a la disminución de los mismos por no estar en capacidad económica de asumirlos y esperando que no repercuta de manera muy negativa en la producción final.

El análisis de suelos es una herramienta que se utiliza como referencia para el manejo de la fertilidad de los suelos, ya sea para determinar deficiencias y necesidades de fertilización, así como también para monitorear la evolución de la disponibilidad de nutrientes en el suelo, permitiendo un uso correcto, tanto de fertilizantes químicos y orgánicos, como de enmiendas o correctivos.

El costo actual de los fertilizantes obliga a su empleo en las dosis adecuadas y balanceadas, en función de los nutrimentos que contienen. Todavía esta práctica no es usada ampliamente por los productores motivados, en parte, al desconocimiento que existe sobre la manera correcta de tomar las muestras para el análisis, falta de información sobre la disponibilidad de laboratorios y de su costo.

Consiste en determinar en el laboratorio las propiedades del suelo que influye en la productividad de los cultivos.

Son importantes porque indican el contenido de nutrientes que dispone el suelo, se puede determinar la clase y cantidad de cada nutriente y la necesidad de aplicar fertilizantes y materia orgánica para que la planta aproveche mejor durante el ciclo productivo y obtener mejores rendimientos.

Tan importante como la disponibilidad de nutrientes en el suelo, son las propiedades físicas (estructura, textura, porosidad...). En campo se pueden hacer una serie de pruebas sencillas que ayudan a este análisis, es el llamado Método de Evaluación Visual (José R. Benites), a continuación mencionamos algunas evaluaciones: prueba del gusano, prueba de los fragmentos, observación de la porosidad, color, moteado, presencia de lombrices.

## **8. Aspectos a tener en cuenta para la toma de muestras del suelo:**

El análisis del suelo será tan bueno como la calidad de las muestras tomadas, pues la muestra enviada al laboratorio, de 0,5 a 1,0 kg, representa millones de kilogramos de suelo. Por este motivo, una toma de muestra cuidadosa asegura unos resultados de análisis correctos y de gran utilidad.

## **9. Delimitación de las áreas**

Recorra la finca y haga un plano o croquis sencillo de las superficies más o menos homogéneas, en cuanto al tipo de suelo, apariencia física y clase de manejo recibido anteriormente, donde ubique los detalles más importantes de la finca como lo son partes altas o bajas, planas o inclinadas, coloración del suelo, si es arenoso o pesado, vegetación alta, media o baja, riesgo de encharcamiento, áreas que no se han trabajado ni fertilizado, y áreas trabajadas y fertilizadas. En todo caso, procure tomar siempre en forma separada, muestras de áreas que usted ha observado le producen de forma diferente.

## **10. Época de muestreo**

- En suelos no sembrados anteriormente, haga el muestreo de dos a tres meses antes de la siembra.
- En cultivos de ciclo corto dos meses antes.
- En cultivos permanentes, anualmente, dos meses antes de la fertilización.

## **11. Herramientas y materiales necesarios para realizar la toma de muestras simples:**

- Pala (Opcional: Barrena).
- Machete o cuchillo.
- Bolsa plástica nueva y limpia.
- Balde limpio.
- Etiquetas con los datos.
- Planilla de Registro.

## **12. Frecuencia de muestreo depende de la intensidad de la producción:**

- Cada ciclo (Ideal).
- Cada año.
- Cada 2 o 3 años.

## **13. El muestreo del suelo**

- Consiste en retirar pequeñas cantidades de tierra, en varios lugares de un terreno, para ser analizadas en un laboratorio competente y fiscalizado por el Instituto Nacional

de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN). Esto se realiza para conocer las condiciones físicas y químicas de un suelo donde se pretende instalar un cultivo.

- El área del que se va a retirar las muestras debe ser un terreno uniforme.
  - Esta uniformidad está dada de acuerdo con los siguientes puntos:
    - Topografía
    - Color del suelo
    - Cobertura vegetal
    - Cultivo
    - Textura
    - Drenaje
    - Fertilización histórica
- Cuando los suelos no son uniformes, basándose en los puntos descriptos, se deberán realizar nuestros en formas separadas.
- La cantidad de muestras simples que formarán la muestra compuesta, podrá variar de acuerdo al área representada.

TAMAÑO DEL ÁREA	NÚMERO DE MUESTRAS SIMPLES
Hasta 3 hectáreas	15
De 3 a 5 hectáreas	20
De 5 a 7 hectáreas	25 a 30

## 14. El Proceso de Ejecución

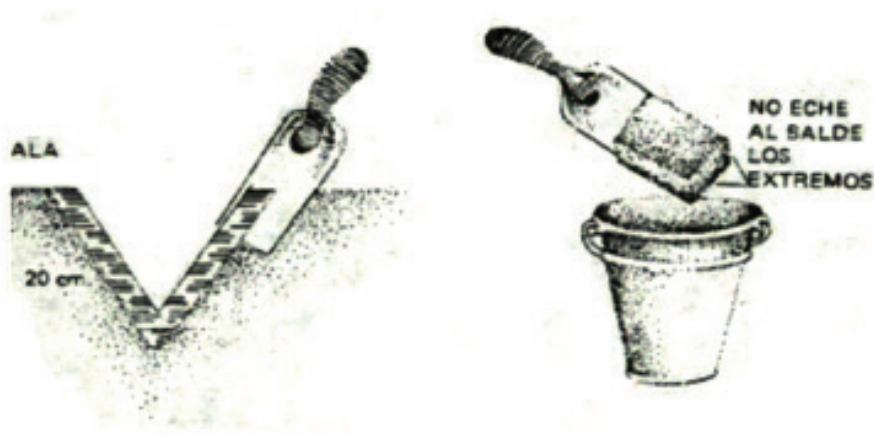
1. Primer paso: Limite un área que tenga aspectos uniformes
2. Segundo paso: Recorra en forma de zig-zag el área al azar y cada 15 o 30 pasos tome una muestra simple:
  - a. Usando una azada limpie el lugar, no debe dejar restos de plantas, hojas, estiércol, etc. No debe remover la tierra con la azada durante la limpieza, apenas pase por la parte superior del suelo.
  - b. Haga un pozo en forma de "V" de 20 a 30 cm de profundidad. 20 cm de largo y 20 cm de ancho.
  - c. Con la pala recta corte en uno de los lados una porción de suelo de aproximadamente 4 cm de espesor, de arriba para abajo del pozo.
  - d. Con un cuchillo o machete quite los bordes y deposite la parte separada en un balde limpio.



- e. Continué zigzagueando hasta cubrir toda el área limitada, retirando las muestras de suelo como fue anteriormente descrita. Todas las muestras simples de la misma área se colocan en un mismo balde.
- f. Luego de tener todas las muestras simples en el balde se mezclan homogéneamente y se toma  $\frac{1}{2}$  kg aproximadamente, que formara la muestra compuesta del área a ser analizada.
- h. Coloque ese  $\frac{1}{2}$  Kg de tierra en una bolsa de plástico y átela bien. No utilice materiales usados o sucios, como latas o bolsas de leche en polvo, bolsas de fertilizantes, bolsas de cal o cemento.
- i. Identifique la muestra con una etiqueta que será anexada adentro y afuera de la bolsa:
  - Los datos de la etiqueta son los siguientes:
  - País:
  - Departamento:
  - Distrito:
  - Compañía:
  - Propietario:
  - Cultivo:
  - Fecha de realización de la muestra:
  - Numero de muestra:
  - Profundidad de la muestra:
  - Superficie que representa:
  - Informaciones complementarias: Pendiente del terreno, riesgo de encharcamiento, color del suelo, tipo de vegetación, cultivo anterior

### 14.1. Ilustración del proceso de la toma de muestra del suelo:

- División de la finca en áreas y recolección de muestras simples



- Toma de muestras simples: Haga un hueco en forma de “V” de 20 a 30 cm. de profundidad, 20 cm de largo y 20 cm de ancho.
- Con la pala recta corte uno de los lados de 4 cm de grosor, retire los extremos y deposítelo en un balde. Repita esta operación según área.



- Mezcle bien en el balde las 15 a 20 sub muestras obtenidas.
- Para enviar al laboratorio tome del balde una porción de ½ Kg de muestra, deposítelo en una bolsa plástica y adjunte la información requerida para identificación de la muestra.

### **15. Precauciones durante la toma de muestras de suelo:**

- Evite muestrear suelos muy mojados.
- Use bolsas plásticas nuevas y limpias, no de papel.
- No fume durante la recolección de muestras, para evitar contaminarlas con las cenizas del cigarro, ricas en potasio.
- No tome muestras en áreas recién fertilizadas, sitios próximos a viviendas, galpones, corrales, cercas, caminos, lugares pantanosos o erosionados, áreas quemadas, lugares donde se amontonan estiércol, fertilizantes, cal u otras sustancias que pueden contaminar la muestra.

### **16. Aspectos que se incluyen en un análisis del suelo:**

Textura	Calcio
pH del suelo saturado	Magnesio
Conductividad eléctrica	Sodio
Materia orgánica (%)	Capacidad de intercambio cationico
Relación C/N	Relación Ca/Mg
Fósforo	Relación K/Mg
Potasio	% Na cambiabile

### **17. Como mantener la capacidad de producción en los diferentes tipos de suelo**

Mantener la productividad de los suelos utilizados en las actividades productivas es una cuestión de sostenibilidad.

Las actividades agropecuarias extraen del suelo, nutrientes para la producción de alimentos, donde el productor tiene la responsabilidad de sustitución o reposición.

Los registros de productividad, las propiedades físicas y químicas del suelo, la oferta de producción, son algunos de los parámetros para comprobar si la actividad se ajusta a los criterios de sostenibilidad.

Este proceso de gestión exige que la información esté disponible en forma permanente y se debe realizar el seguimiento de los niveles de productividad mediante:

- La medición de la productividad de las actividades agrícolas en las diferentes zonas de producción de una misma área de cultivo.
- Identificar las características del tipo de suelo.
- Identificar la topografía.
- Registrar la historia de la producción.

Estos aspectos son la referencia de la supervisión del rendimiento individual de cada área o parcela y las mediciones de la productividad se deben realizar por cada ciclo de producción, permitiendo la generación de datos históricos para el análisis.

### **18. Qué registrar en el Manejo de suelos**

Se deben registrar básicamente los siguientes aspectos:

- Identificación de cada área.
- Terreno.
- Periodo de cultivo.
- Época de siembra y cosecha.
- Volumen de producción.
- Prácticas de gestión adoptadas.
- Historias o antecedentes de uso del suelo.

### **19. Como evaluar los registros del manejo de suelos**

El productor debe planificar para la nueva temporada y analizar cómo le fue la producción anterior.

Si la producción está disminuyendo con el tiempo, el productor deberá evaluar las acciones correctivas antes de la nueva siembra.

El productor deberá hacer un análisis crítico de los resultados y tomar las decisiones para mejorar el proceso de producción a futuro.

## 20. Cómo mantener la fertilidad del suelo

El mantenimiento de la fertilidad del suelo es un aspecto fundamental para la sostenibilidad de la producción hortofrutícola.

El suelo es un recurso escaso que se debe utilizar de una manera responsable.

### 20.1. Contenido y la influencia de la Materia Orgánica en el suelo:

La materia orgánica es importante para mantener la fertilidad del suelo y el buen desempeño del uso de los fertilizantes.

La reducción de los niveles de materia orgánica en los últimos años es un indicador importante de que las prácticas adoptadas deben ser modificadas.

La caída en los niveles de materia orgánica es una amenaza para la sostenibilidad de la fertilidad del suelo, debido al aumento de los procesos de lixiviación y la reducción de liberación de fósforo en el sistema radicular.

Los productores deben controlar los niveles de materia orgánica del suelo, tratando de identificar las causas de su variación y establecer acciones correctivas.

A medida que disminuye la temperatura, el contenido de Materia Orgánica aumenta debido a la baja tasa de mineralización de este. La Materia Orgánica dividida por 20 es igual al porcentaje (%) de Nitrógeno (N).

La Materia Orgánica es fuente principal de nitrógeno, fósforo, azufre y algunos elementos menores. Mejora las propiedades físicas del suelo, aumenta la capacidad amortiguadora, y tiene gran influencia en la Capacidad de Intercambio Cationico (CIC).

#### Niveles críticos de materia orgánica

Nivel de disponibilidad	Materia orgánica (%)
Bajo	Menor del 1,2 %
Medio	1,2 - 2,8 %
Alto	Mayor a 2,8 %

#### Niveles críticos de Nitrógeno (N) en el suelo

Nivel de disponibilidad	Nitrógeno total (%)
Muy Pobre	0.00 - 0.10
Pobre	0.10 - 0.15
Mediano	0.15 - 0.25
Rico	0.25 - 0.30
Muy Rico	Mayor de 0.30

El nitrógeno es un elemento que favorece el desarrollo de la masa foliar, esto trae como consecuencia, un buen nivel de área foliar y con ello se produce una buena captación de la luz existiendo una excelente tasa fotosintética. Plantas con una deficiencia de nitrógeno presentan un crecimiento retrasado decoloración amarillenta de las hojas a partir de la punta (clorosis). Las hojas más bajas pueden morir prematuramente mientras la cima de la planta permanece verde.

Si los niveles de nitrógeno son altos se puede llegar a producir un desbalance entre el área foliar y la radicular. Si esto ocurre, la mayor área foliar provoca un incremento de la transpiración que no es correspondido con un aumento en la absorción de agua, por lo tanto la planta puede entrar en estrés hídrico aunque tenga buena disponibilidad de agua y puede aparecer podredumbre apical de frutos.

## 20.2. Mantenimiento del Fósforo disponible en el suelo

### Niveles críticos de Fósforo en el suelo

Nivel de disponibilidad	Fosforo P (%)
Bajo	Menor del 12 %
Medio	12 - 30 %
Alto	Mayor a 30 %

Debe controlarse el nivel de fósforo en las zonas de producción de la propiedad, a fin de garantizar el mantenimiento o el aumento de sus niveles. Los cultivos con deficiencias de fósforo muestran un crecimiento retrasado, las hojas quedan oscuras azuladas y moradas a partir de la punta y los frutos aparecen deformes y los granos vacíos.

El análisis de suelo y el análisis foliar son los instrumentos utilizados en el monitoreo del desempeño de la productividad en relación con el control de los niveles de fósforo y es clave para decidir el uso de fertilizantes fosfatados.

Se debe identificar las causas del cambio en los niveles de fósforo y definir las acciones necesarias. El fósforo tiene un comportamiento típico en el suelo, con diversos grados de disponibilidad para las plantas. La siembra directa y el pH adecuado pueden aumentar el nivel de fósforo disponible en el suelo.

## 20.3. Mantenimiento de los tenores de Calcio, Magnesio, Potasio y Azufre

Siempre debe adoptarse el análisis de suelos para la evaluación del contenido de nutrientes en el suelo, acompañado de un análisis foliar, de la evaluación del desempeño del cultivo y la historia del área.

El uso del sistema de rotación de cultivos puede ayudar en el proceso de traslocación de nutrientes en el perfil del suelo.

### Niveles críticos de Calcio (Ca<sup>2+</sup>) en el suelo

Nivel de disponibilidad	Calcio Ca <sup>2+</sup> (%)
Bajo	Menor del 2,51 %
Medio	2,51 - 6,0 %
Alto	Mayor a 6,0 %

### Niveles críticos de Magnesio (Mg<sup>2+</sup>) en el suelo

Nivel de disponibilidad	Magnesio Mg <sup>2+</sup> (%)
Bajo	Menor del 0,4 %
Medio	0,4 - 0,8 %
Alto	Mayor a 0,8 %

El mantenimiento de los niveles de calcio y magnesio, está asociado con la corrección del pH del suelo. Por lo tanto, mantener el pH en los niveles adecuados favorece a mantener los niveles de calcio y magnesio en el suelo de una explotación económica. En casos específicos se deben considerar las posibilidades de la fertilización con calcio y magnesio.

### Niveles críticos de Potasio (K<sup>+</sup>) en el suelo

Nivel de disponibilidad	Potasio K <sup>+</sup> (%)
Bajo	Menor del 0,12 %
Medio	0,12 - 0,3 %
Alto	Mayor a 0,3 %

En suelos arenosos, el productor debe dividir la aplicación de potasio para evitar su lixiviación. En cambio en suelos arcillosos puede realizarse una sola vez. Cuando el potasio se encuentra en niveles adecuado, se recomienda mantener el nivel del nutriente en el suelo aplicando solamente lo que es extraído por el cultivo. Los cultivos con deficiencia de potasio muestran un crecimiento reducido o enanismo. Los bordes exteriores de las hojas son oscuros (necrosis de los bordes); y las hojas marchitas. Los frutos son pequeños. En cereales se da el encamado.

### Azufre

Hay una fuerte correlación entre los niveles de azufre y de materia orgánica, la reducción en los niveles de materia orgánica normalmente tienen una deficiencia de azufre. Para determinar el nivel de azufre en el suelo deben tomarse muestras a 0 a 20 cm y 20 a 40 cm de profundidad, debido a que el azufre tiene una tendencia a concentrarse en el subsuelo.

El mantenimiento del tenor de azufre debe relacionarse con el mantenimiento del nivel adecuado de materia orgánica mediante el uso de correctivos y fertilizantes que posean azufre en sus formulaciones.

## 21. Factores que influyen en las necesidades de fertilizantes por parte de los cultivos

- La disponibilidad de nutrientes del suelo de acuerdo al rango de pH
- El contenido de materia orgánica
- La humedad
- Variedad
- La producción
- La calidad esperada del cultivo

### Rangos de pH o “ La Reacción del suelo” y sus efectos

Rango	Clasificación
Menor de 5.5	Fuerte a Extremadamente ácido posible toxicidad de Aluminio (Al) y del Manganeseo (Mn). Posibles deficiencias de fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Molibdeno (Mo). Es necesario encalar para la mayoría de los cultivos.
5.5 - 5.9	Moderadamente ácido baja solubilidad del fósforo (P) y regular disponibilidad de Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). Algunos cultivos como leguminosas, requieren encalamiento.
6.0 - 6.5	Ligeramente ácido condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos
6.6 - 7.3	Casi Neutro o neutro. Buena disponibilidad de Calcio y Magnesio moderada disponibilidad de fósforo (P) y baja disponibilidad de micronutrientes a excepción del Molibdeno.
7.4 - 8.0	Suelo alcalino Posible exceso de carbonatos. Baja solubilidad del P y de micronutrientes a excepción del Molibdeno. Se inhibe el crecimiento de varios cultivos. Es necesario tratar el suelo con enmiendas.
Mayor de 8	Muy alcalino. No hay crecimiento de plantas por exceso de sodio.

### Niveles críticos de Sodio (Na+) en el suelo

Nivel de disponibilidad	Sodio Na+ (%)
Bajo	Menor del 1,5 %
Medio	1,5 - 3,0 %
Alto	Mayor a 3,0 %

### Niveles críticos de Al+ H+

Nivel de disponibilidad	Al + H+ (%)
Bajo	Menor del 0,4 %
Medio	0,4 - 0,9 %
Alto	Mayor a 0,9 %

### Niveles de CIC Capacidad de Intercambio Cationico

Nivel de disponibilidad	Capacidad de Intercambio Cationico
Baja	Menor que 10 meq/100g
Media	10 - 20 meq/100g
Alta	Mayor que 20 meq/100g

La Capacidad de Intercambio Cationico (CIC), esta propiedad se asociada con la textura, tipo de arcilla y contenido de Materia Orgánica en el suelo. Es deseable que todo el suelo presente una Capacidad de Intercambio Cationico alta, asociada con alta saturación de bases ya que esta situación indica una gran capacidad potencial para suministrar Calcio, Magnesio y potasio a las plantas.

## 22. Como establecer el plan de fertilización en base al análisis del suelo

Al hacer un análisis al suelo es necesario interpretar sus resultados para tomar decisiones en cuanto a fertilización.

El análisis químico del suelo constituye una de las técnicas más utilizadas para la recomendación de fertilizantes y es una fuente de información vital para el manejo de suelos.

Antes de hacer un plan de fertilización se debe contar con un análisis de suelo, con el fin de determinar las necesidades de elementos nutricionales y así hacer los ajustes necesarios que garanticen una adecuada nutrición del cultivo de acuerdo a los requerimientos nutricionales de este.

El establecimiento de un plan de fertilización con base en los resultados del análisis de suelos, permite corregir los desbalances nutricionales que se presenten en el suelo y ofrecer la disponibilidad de nutrientes necesarios para el normal desarrollo del cultivo.

Aplicar fertilizantes de forma adecuada y racional permite invertir en lo justo y racionalizar costos de producción.

Es importante tener en cuenta la época de aplicación para optimizar el mejor aprovechamiento de los nutrientes.



Se debe monitorear el cultivo para observar la respuesta del mismo a las aplicaciones del plan de fertilización.

Una fertilización eficiente es aquella que, con base en los requerimientos nutricionales de la planta y el estado nutricional del suelo, proporciona los nutrientes en las cantidades suficientes y épocas precisas para el cultivo.

Una buena fertilización no implica aplicar solamente el elemento faltante, sino también mantener un balance adecuado entre los elementos, tanto en el suelo como en las diferentes estructuras de la planta.

El programa de fertilización debe considerar los siguientes puntos:

- Tipo de cultivo
- Necesidades nutricionales del cultivo
- Características y aportes de nutrientes del terreno
- Contenido de nutrientes aportados por el fertilizante
- Solubilidad del producto
- Efecto sobre el suelo y sobre las capas freáticas
- Dosis y momento de aplicación

## **23. Cómo calcular la cantidad de nutrientes elementales contenidos en los fertilizantes minerales**

Un fertilizante mineral es aquel producto industrializado que contiene al menos un 5 % de uno o más nutrientes que la planta necesita para su ciclo de vida. La característica más importante de cualquier fertilizante es la solubilidad máxima que debe tener en el agua, para que pueda disolverse, puesto que los nutrientes entran en la planta de forma activa o pasiva por medio del flujo de agua. Estos elementos o nutrientes pueden clasificarse en: Macroelementos: se expresan en % o gr/100 gr, los principales son; N, P, K, Ca, Mg, S. Microelementos: se expresan en ppm=mg/Kg=mg/1000g y son; Fe, Zn, Cu, B, Mn, Mo, Cl.

### **23.1. Clases de fertilizantes:**

- Nitrogenados (Urea, Nitrato Amónico, Sulfato Amónico, Nitrato Potásico, Nitrato Cálcico, Nitrato Sódico).
- Fosfóricos (Superfosfatos, Fosfato Amónico).
- Potásicos (Cloruro Potásico, Sulfato Potásico).
- Complejos binarios (llevan dos macroelementos): 35-15-0, 13-0-44
- Complejos ternarios (llevan tres macroelementos): 12-12-17, 15-15-15, 08-24-08

En las etiquetas de los fertilizantes se indican la riqueza de los nutrientes o elementos primarios (N, P, K), así como otros nutrientes que contienen. La información esta expresada en porcentaje (%) de cada elemento que se encuentra en forma de concentración de una sal y no en su forma pura.

El Nitrógeno siempre está reflejado como cantidad total de nitrógeno elemental, pero la riqueza en Fósforo normalmente se expresa en porcentaje de Pentóxido de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y el Potasio como Óxido de Potasio (K<sub>2</sub>O), para poder determinar la cantidad de (P) Fósforo y (K) Potasio elemental que posee un determinado fertilizante, se debe aplicar un factor de conversión.

**Caso Práctico 1:** Si un fertilizante contiene 10 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, la cantidad de (P) Fósforo elemental será menor, pues de los 7 átomos que contiene el Pentóxido de Fósforo, 2 son del (P) Fósforo y 5 son del (O) Oxígeno. Es decir el 44 % del peso corresponde al Fósforo (P) elemental.

Para determinar la cantidad elemental de un nutriente que se encuentra en un fertilizante, se debe calcular cuánto pesan las moléculas del compuesto (Ej.: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Pentóxido de Fósforo) y que parte de esa masa molecular corresponde al nutriente elemental (Ej.: Fósforo P).

### 23.2. Cálculo de la masa molecular de un compuesto.

**Tabla N° 1:** Masa atómica de los elementos más comunes que componen los fertilizantes.

Elemento	Símbolo	Masa Atómica
Nitrógeno	N	14
Fósforo	P	31
Potasio	K	39
Azufre	S	32
Oxígeno	O	16
Magnesio	Mg	24
Manganeso	Mn	55
Calcio	Ca	40
Boro	B	10
Zinc	Zn	65

Para calcular la Masa Molecular de cualquier compuesto, se sustituye el símbolo del elemento por su masa atómica, se multiplica por los subíndices que indican el número de átomos de cada elemento y se suman todos esos valores.

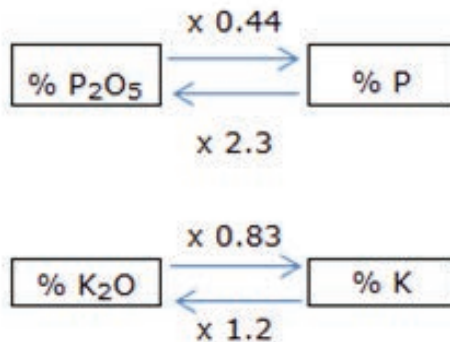
Ejemplo: P<sub>2</sub> O<sub>5</sub> = (31\*2) + (16\*5) = 62 + 80 = 142 u (Unidad atómica de masa)

La masa molecular del Pentóxido de Fósforo es de 142 u, pero solo 62 u corresponde la Fósforo, por lo tanto la cantidad de Fósforo elemental es 44 % (62/142).

**Tabla N° 2:** Nutrientes elementales que se encuentran en los compuestos o fertilizantes.

Compuesto	Formula	Riqueza en Nutriente Elemental	Factor de Conversión
Pentóxido de Fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fósforo 44 %	0,44
Óxido de Potasio	K <sub>2</sub> O	Potasio 83 %	0,83
Óxido de Magnesio	MgO	Magnesio 60 %	0.60
Óxido de Calcio	CaO	Calcio 71 %	0,71
Trióxido de Azufre	SO <sub>3</sub>	Azufre 40 %	0,40

El factor de conversión sirve para hallar el porcentaje (%) de nutriente elemental que contienen los fertilizantes.



**Caso Práctico 2:** Si se tiene un 10 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, este fertilizante tendrá 4,4 % de Fósforo elemental. (10 % \* 0,44 = 4,4 %).

### 23.3. Cálculo de la riqueza elemental que poseen los fertilizantes

**Caso Práctico 3:** Un fertilizante que indica en su etiqueta la formulación 12 – 12 – 17 – 2 Mg, y en letras más pequeñas figura: Nitrógeno (N) 12 %, Pentóxido de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 12 %, Óxido de Potasio (K<sub>2</sub>O) 17 % y Óxido de Magnesio (Mg O) 2 %. La riqueza del Nitrógeno se expresa en su forma elemental (12 % N), pero para conocer las cantidades reales de los demás nutrientes se deben multiplicar el porcentaje que se indica en la etiqueta por el factor de conversión de cada compuesto.

**Tabla N° 3 :** Conversión de cada compuesto

Compuesto	Formula	Riqueza Garantizada en	Factor de Conversión la Etiqueta	Riqueza del Nutriente Elemental
Nitrógeno	N	12 %	1	12 % de Nitrógeno
Pentóxido de Fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12 %	0,44	5,28 % de Fósforo
Óxido de Potasio	K <sub>2</sub> O	17 %	0,83	14,11 % de Potasio
Óxido de Magnesio	MgO	2 %	0,60	1,2 % de Magnesio

Se puede observar que los valores que se indican en una etiqueta, NPK 12 – 12 – 17 – 2 Mg, al determinar la riqueza de los nutrientes en su forma elemental, que es la forma en que las plantas absorben es de: 12 % Nitrógeno, 5,3 % Fósforo, 14 % Potasio y 1,2 % Magnesio.

**Caso Práctico 4:** Se quiere saber la cantidad de Nitrógeno que tiene una bolsa de 50 Kg de Urea (46 – 0 – 0). Tendrá 23kg de Nitrógeno elemental ( $0,46 * 50 \text{ kg} = 23 \text{ kg}$ ).

**Caso Práctico 5:** Se quiere saber la cantidad de N, P y K disponible en una bolsa de 25 kg de 16-6-12. El contenido de Nitrógeno (N) =  $0,16 \times 25 \text{ kg} = 4 \text{ kg}$  de Nitrógeno.

El factor de conversión para P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> es 0,44, así el contenido de Fósforo (P) =  $0,06 \times 0,44 \times 25 \text{ kg} = 0,66 \text{ kg}$  o 660 gr de Fósforo.

El factor de conversión para K<sub>2</sub>O es 0,83, así el contenido de Potasio (K) =  $0,12 \times 0,83 \times 25 \text{ kg} = 2,5 \text{ kg}$  de Potasio.

El contenido de N, P y K en una bolsa de 25 kg de 16-6-12 es: 4 kg de Nitrógeno, 0,6 kg de Fósforo y 2,5 kg de Potasio.

### 23.4. Concentración de un nutriente en disolución

Existen dos maneras de expresar la concentración de un nutriente en disolución; como porcentaje en volumen o como porcentaje en masa.

El porcentaje en volumen expresa gramos por litro (peso/volumen o p/v). Ejemplo: Una concentración del 1 % p/v significa que hay 10 gr de sales por cada litro del fertilizante.

El porcentaje en masa expresa gramos por kilo (peso/peso o p/p). Ejemplo: Una concentración del 1 % p/p indica que hay 10 gr de sales por cada kilo de fertilizante, que generalmente es menor a 1 litro, pues los fertilizantes suelen ser más densos que el agua y pesan más.

Estos sistemas son muy útiles en los fertilizantes sólidos donde las dosis se expresan en gramos pero no en los fertilizantes líquidos que se dosifican en mililitros.

Para calcular que cantidad de nutrientes hay en los mililitros de una fertilizantes que se añade al agua de riego, necesitamos saber cuánto pesan.

Se pueden pesar las dosis en una balanza directamente y convertir de mililitros a gramos multiplicando por la densidad del fertilizante.

La densidad se calcula dividiendo el peso de un líquido por su volumen.

Ejemplo: 100 ml del fertilizante pesa 120 gr, su densidad es 1,2 (120/100). Así un fertilizante que contenga un 3 % p/p de Nitrógeno y una densidad de 1,2 tendrá 3,6 % de porcentaje en volumen p/v ( $3 \times 1,2$ ).

La mayoría de los fertilizantes líquidos tienen una densidad entre 1,1 y 1,3 g/ml, aunque pueden llegar hasta 1,5 g/ml.

A partir de los porcentajes de cada compuesto que aparecen en la etiqueta, el factor de conversión, densidad del fertilizante y la dosis en mililitros por litro, se pueden calcular la cantidad en ppm (partes por millón = mg/l) de cada elemento que tendrá la solución nutritiva final, aplicando la siguiente fórmula:

Riqueza en % x factor de conversión x densidad del fertilizante x dosis en ml/l x 10 = ppm o mg/l.

**Caso Práctico 6:** Que cantidad de nutrientes aporta una dosis de 2 ml/l de 12-12-17-2 Mg, pesamos 100 ml del fertilizante y nos da 120 gramos. Su densidad es 1,2 (120/100).

Ahora aplicamos la fórmula y calculamos el ppm de los elementos que hay en la solución final:

$5\% \text{ N} \times 1 \times 1,2 \times 2 \times 10 = 120$  ppm de Nitrógeno.

$12\% \text{ P}_2\text{O}_5 \times 0,44 \times 1,2 \times 2 \times 10 = 126$  ppm de Fósforo.

$17\% \text{ K}_2\text{O} \times 0,83 \times 1,2 \times 2 \times 10 = 338$  ppm de Potasio.

$2\% \text{ MgO} \times 0,60 \times 1,2 \times 2 \times 10 = 228$  ppm de Magnesio.

## ANEXOS

### I. El uso de la Cal Agrícola

La cal se aplica a los suelos para neutralizar el hidrógeno ( $H^+$ ) y el aluminio intercambiable (Al) y para proporcionar calcio.

Los principales factores que se deben tener presentes al agregar cal a los suelos, además de la planta que se va a cultivar, son el pH y el aluminio intercambiable, la textura, el contenido de la materia orgánica y la relación Ca/Mg.

La importancia del pH está relacionada con la tolerancia de las plantas al manganeso y al aluminio, contenidos en la solución del suelo. Las correcciones adecuadas de pH, mediante aplicaciones de cal, permiten que algunos nutrientes pasen a ser aprovechables por los cultivos, lo que disminuye la cantidad de fertilizantes y su costo.

El tipo de suelo y el contenido de materia orgánica también influyen en la cantidad de cal que se debe agregar. Los suelos con alto contenido de materia orgánica o arcilla requieren más cal que los arenosos para elevar el pH en una unidad.

Como la cal reacciona lentamente en el suelo, debe aplicarse de cuatro a seis semanas antes de la siembra, pero mezclada uniformemente con el suelo.

Las recomendaciones de la aplicación de cal, se basan en los resultados del análisis del suelo en relación al contenido de aluminio intercambiable y el pH del suelo. Es importante que las aplicaciones de cal se hagan con base a cal dolomítica, que contienen carbonato de calcio y carbonato de magnesio.



## II. La Cal Agrícola en el Paraguay

Las plantas para su desarrollo necesitan un ambiente óptimo, siendo la reacción química del medio uno de ellos (acidez o alcalinidad). El uso continuo del suelo, los productos agroquímicos, la naturaleza o características propias del suelo del Paraguay, el agregado de materia orgánica, hacen que el suelo vaya adquiriendo una reacción ácida.

Cuando el suelo es ácido no son efectivos ninguno de los productos utilizados para mejorar la planta. Lo ideal es que el suelo posea una reacción neutra, entonces serán efectivos los abonos y microorganismos.

A los efectos de neutralizar el suelo, se utiliza la CAL AGRÍCOLA, existiendo varios productos dependiendo de su composición química y de su molienda. Hay productos que tiene mayor poder neutralizante que otros y cuanto más molido esté, más rápido y efectivo será. PRNT: Poder de Reacción Neutralizante Total.

Cuando nos referimos a la "CAL AGRÍCOLA" nos referimos al Carbonato de Calcio molido en fracciones finas y extrafinas para que la reacción sea escalonada entre 2 meses y 4 años de su aplicación.

Para que actúe la "CAL AGRÍCOLA" se necesita aplicar en dosis adecuadas, en forma uniformemente distribuida y mezclada con el suelo, se necesita agua y un período de tiempo.

La CAL AGRÍCOLA debe ser aplica por separado pues no es compatible con los fertilizantes. Se debe aplicar 2 a 3 meses antes del cultivo.

Tomando como base la CAL AGRÍCOLA, Carbonato de Calcio, bien molido y partiendo de un suelo ácido, a los efectos de neutralizarlo, se necesita aproximadamente las siguientes cantidades:

- Suelo arenoso: 200 gr/m<sup>2</sup> o 2 gr/kg de tierra.
- Suelo arcilloso: 400 gr/m<sup>2</sup> o 4 gr/ kg de tierra.

Si es CAL HIDRATADA: Este producto tiene la gran ventaja de la rapidez de reacción, debido a que la molienda es sumamente fina. Su poder neutralizante es 20 % mayor al Carbonato de Calcio, la dosis será:

- Suelo arenoso: 150 gr/m<sup>2</sup>
- Suelo arcilloso: 300 gr/m<sup>2</sup>

Si el producto es CAL VIVA, la dosis será:

- Suelo arenoso: 100 gr/m<sup>2</sup>
- Suelo arcilloso: 200 gr/m<sup>2</sup>

El consumo potencial de Cal Agrícola para el Paraguay es de 5.000.000 de Toneladas al año y apenas consumimos 100.000 Toneladas. Es un producto nacional, existe en cantidades exportables y su uso mantiene la productividad del suelo.

### **III. El uso y beneficios de las Micorrizas**

En el momento de la preparación del terreno o del trasplante es aconsejable el empleo de micorrizas. Las micorrizas forman una asociación mutualista entre algunos hongos del suelo y la raíz de la mayoría de las plantas. La importancia de esta simbiosis radica en que la raíz es el vínculo entre la planta y el suelo y, a su vez, el tejido del hongo es el puente entre la raíz y el suelo.

Las micorrizas aumentan la capacidad de absorción de nutrientes de la raíz, por el hecho de que el micelio fúngico (tejido micorrizal), al constituirse en una extensión de raicillas, explora mucho más volumen del suelo que la raíz sola. Pero las ventajas de la micorriza no se limitan a la nutrición vegetal, las plantas reciben beneficios adicionales como tolerancia a épocas secas (estrés hídrico), exclusión de patógenos del suelo y adaptación a metales pesados.

Muchas veces las poblaciones naturales de micorrizas son insuficientes o ineficientes para establecer una buena simbiosis, lo cual afecta el desarrollo de una comunidad vegetal. En estos casos, se pueden aumentar las eficiencias simbióticas con la inoculación de hongos eficientes y competitivos.

El uso práctico de las micorrizas es considerado como una buena práctica agrícola, son aceptadas como biofertilizantes por ser un producto natural, que encaja dentro de una gestión biológica en la fertilidad del suelo dirigida a obtener una productividad sostenida respetuosa del entorno.

#### **Beneficios de las micorrizas**

- Favorecen la absorción de iones poco móviles del suelo, particularmente fosfatos, pero también zinc, cobre y amonio.
- Mayor crecimiento de las plantas, principalmente en suelos con bajo contenido de nutrientes.
- Mayor capacidad de absorción de agua y tolerancia a la sequía.
- Protección contra patógenos radiculares.
- Destoxificación de metales pesados.
- Estabilización de agregados de partículas del suelo.
- Estimulación de otros microorganismos simbióticos integrantes de la comunidad rizosférica.

Para el uso del producto, éste debe quedar en contacto con el sistema radical de la planta, por eso se aplica al momento de la siembra o del trasplante en dosis de 20 a 30 gr por sitio o planta, dependiendo de la concentración del inóculo de micorrizas que tenga el producto comercial.



ISBN 978-92-5-307783-0



9 7 8 9 2 5 3 0 7 7 8 3 0

I3361S/1/06.13