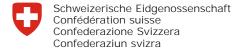


Manual Fertilizantes y Enmiendas



Cooperación Suiza en América Central







Manual Fertilizantes y Enmiendas

CRÉDITOS:

Contenido Técnico: Gloria Arévalo de Gauggel, Moises Castellano

Revisión téecnico

pedagógica: Zamorano: Alfredo Rueda, Yordana Valenzuela, Ernesto Garay

Secretaría de Educación: Hector Martinez, Alba Consuelo Talavera Bermudez, Vicente Caballero, Celia Aida Fiallos López, José Ochoa, Renys AbenerTorres Lopez y Claudia Elena Oviedo Zuniga, Lesbia Argentina Ramirez Lara, Lone Mejía, Ricardo

Enrique Padilla

Edición: Abelino Pitty

Producción,

arte y diseño: Darlan Esteban Matute López

2009 Escuela Agrícola Panamericana,

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria El Zamorano, Honduras, Centroamérica

DERECHOS RESERVADOS

Escuela agrícola Panamericana, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, EL Zamorano, Honduras. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Se autoriza la reproducción total o parcial de esta obra con fines educativos y no de lucro; sólo se requiere citar la fuente.

Arévalo, G., Castellano, M. 2009. Manual de Fertilizantes y Enmiendas. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 57p.

Septiembre 2009

PRESENTACIÓN

La transformación de la educación Media surge como una necesidad originada en los avances científicos, tecnológicos y de demanda laboral de los últimos tiempos.

Debido a esto, la Secretaría de Educación consciente de las exigencias que impone el mundo actual, ha iniciado esa transformación a través de un nuevo diseño curricular, destinado a la educación técnica profesional que facilita a los egresados la adquisición de los conocimientos, habilidades y destrezas, necesarias para el desarrollo de las competencias requeridas, tanto en el mercado de trabajo como para el acceso a la educación superior.

Tomando como punto de partida esas exigencias del mundo actual, con esta nueva modalidad curricular se han diseñado los planes y programas de estudio de quince Bachilleratos Técnicos Profesionales, entre los cuales se encuentra el BACHILLERATO TÉCNICO PROFESIONAL EN AGRICULTURA; y como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje en esta modalidad, el Departamento de Diseño Curricular a través de la Unidad de Educación Media, conjuntamente con la Escuela Agrícola Panamericana mediante los programas PROMIPAC y PASOLAC, han diseñado para docentes y estudiantes el presente material didáctico, el cual ha sido estructurado a partir de los contenidos conceptuales y actitudinales que presentan los planes de estudio de este Bachillerato Técnico Profesional.

La Secretaría de Educación, consciente de la necesidad de dotar con recursos didácticos a los centros educativos, implementa este texto, para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje, en cada uno de los institutos que sirven la carrera del Bachillerato Técnico Profesional en Agricultura.

Esperamos que este material llene las expectativas de docentes y alumnos, y se convierta en el instrumento por medio del cual los estudiantes adquieran las competencias necesarias, a través del desarrollo de los contenidos curriculares que se presentan en este texto.

Santos Elio Sosa Miranda Secretario de Educación

PRESENTACIÓN

Desde el punto de vista económico de la producción agrícola, pecuaria o forestal, sin una adecuada disponibilidad de nutrientes, las plantas y animales no producen de acuerdo a su potencial genético.

El logro de una producción rentable pasa por un manejo adecuado de la fertilidad del suelo, asegurando una adecuada disponibilidad de nutrientes para las plantas. Asegurar una buena nutrición a los cultivos conlleva a que las plantas, además de incrementar su producción, puedan enfrentar mejor los problemas sanitarios y ambientales.

PROMIPAC y PASOLAC en conjunto con la Secretaría de Educación de Honduras, presenta este manual con el objetivo de fortalecer habilidades en estudiantes y docentes sobre fertilizantes y enmiendas, que les permitan mejorar los niveles productivos y reducir indirectamente el uso de plaguicidas en el manejo de los cultivos en Honduras.

El manual consta de conceptos básicos, aplicaciones teóricas y prácticas, que ayudarán a crear y afianzar el conocimiento sobre la temática. Cabe recalcar que este manual es parte de un conjunto de manuales que darán a los estudiantes conceptos precisos para la toma de decisiones adecuadas en la agricultura.

Esperamos que este material llene las expectativas de docentes y alumnos, y se convierta en el instrumento por medio del cual los estudiantes adquieran las competencias necesarias, a través del desarrollo de los contenidos curriculares que se presentan en este texto.

ÍNDICE

INTRODUC	CIÓN		11
UNIDAD I.	RE	QUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO Y APORTE DE NUTRIENTES DEL SUELO	
	1.	APORTE DE NUTRIENTES DEL SUELO AL CULTIVO 1.1. Fuentes de adquisición de nutrientes 1.2. Principales factores que afectan la disponibilidad de nutrientes en el suelo 1.3. Proceso de transporte de nutrientes en la zona de contacto suelo-raíz	13 14 16
	2.	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO 2.1. Macronutrientes 2.2. Micronutrientes	17 18
	3.	LOS NUTRIENTES Y SUS FUNCIONES EN LOS CULTIVOS	18
	4.	SÍNTOMAS QUE PRESENTAN LAS PLANTAS POR DEFICIENCIAS DE NUTRIENTES	18
	5.	ANÁLISIS DE SUELO 5.1. ¿Qué es el análisis de suelos? 5.2. ¿Por qué hacer un análisis de suelo? 5.3. ¿Cuándo debo muestrear el suelo? 5.4. ¿Cómo debo tomar la muestra del suelo? 5.5. ¿Qué información debe acompañar a la muestra de suelo? 5.6. ¿A dónde debe llevarse la muestra de suelo?	20 20 20 20 20 20 20
	6.	INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE SUELO 6.1. Determinación del contenido de materia orgánica 6.2. Interpretación del pH del suelo (reacción del suelo) 6.3. Contenido de nitrógeno en el suelo 6.4. Interpretación del contenido de fósforo en el suelo 6.5. Interpretación del contenido de calcio, magnesio y potasio en el suelo	2: 2: 2: 2:
UNIDAD II.	FER	TILIZANTES Y ENMIENDAS	
	7.	CONCEPTUALIZACIÓN DE FERTILIZANTES Y ENMIENDAS	3
	8.	IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS	3
	9.	TIPOS DE FERTILIZANTES Y ENMIENDAS 9.1. Clasificación de los fertilizantes 9.2. Composición de los fertilizantes	32 33
	10.	CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES Y ENMIENDAS 10.1. Fertilizantes minerales o inorgánicos Presentación de los fertilizantes Propiedades químicas de los fertilizantes 10.2. Enmiendas del suelo (acondicionadores) Mejoradores de condiciones físicas y biológicas Correctores de acidez Momento del encalado Cantidad de cal necesaria para corrección de la acidez del suelo 10.3. Abonos orgánicos	3; 3, 3, 3, 3, 3,
		Importancia de los abonos orgánicos Propiedades de los abonos orgánicos Propiedades físicas Propiedades químicas Propiedades biológicas Tipos de abonos orgánicos Estiércol Compost Bocashi Abonos verdes Lombrihumus	3(3 3 3; 3; 3; 3; 3; 4
	11.	CÁLCULO DE DOSIS DE FERTILIZANTES Y ENMIENDAS	4
	12.	ESTABLECIMIENTO DE LAS DOSIS DE FERTILIZANTE REQUERIDAS	4

	13.		ACIÓN DE LOS FERTILIZANTES Formas de aplicación de los fertilizantes Abonos foliares Penetración de los nutrientes en el tejido de las plantas Translocación Limitaciones de la fertilización foliar	44 45 46 47 47
		14.	EL SUELO Y LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS Adecuación correcta del terreno Mantenimiento del suelo Manejo del cultivo Aplicación de fertilizantes Almacenamiento de fertilizantes Cuidados de la maquinaria y equipos de aplicación Recomendaciones generales Equipo recomendado para la manipulación de fertilizantes Medidas de seguridad e higiene	48 48 48 49 49 50 51
GLOSARIO			,	55
REFERENCI.			RAFICAS	57
ÍNDICE DE F	'RÁC'	No. 1. No. 2. No. 3.	Muestreo de suelo Identificación de síntomas de deficiencias de nutrientes en los cultivos Interpretación de análisis de suelo Elaboración de compostera de pila	26 27 28 52
ÍNDICE DE:	FIGU			
		Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10 Fig. 11 Fig. 12 Fig. 13 Fig. 14 Fig. 15 Fig. 16 Fig. 17		13 15 16 16 17 18 21 24 26 46 50 51 51 52 52 52 53 53
	COA	1.	Requerimientos nutricionales de las plantas	18
		2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.	Importancia de los nutrientes en las plantas Requerimientos de NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) para algunos cultivos de interés comercial de acuerdo al rendimiento esperado Síntomas por deficiencias de macronutrientes Síntomas por deficiencias de micronutrientes Rango de interpretación del contenido de materia orgánica en el suelo. Rango para la interpretación del pH del suelo Rango para la interpretación del contenido de nitrógeno en el suelo Rango para la interpretación del contenido de fósforo en el suelo de acuerdo al método de análisis Rango para la interpretación del contenido de potasio, calcio y magnesio en el suelo de acuerdo a la textura que esté presente	18 19 19 20 23 23 25 25
		11. 12.	Cantidad de cal agrícola necesaria para realizar cambios deseados en el suelo Acciones a tomar respecto a la aplicación de fertilizantes, de acuerdo al nivel de nutrientes	36
		13. 14.	en el suelo Requerimientos nutricionales para tres cultivos de interés económico Contenido de nutrientes en los fertilizantes más comunes en el mercado	42 42 43

UNIDAD DE COMPETENCIA:

Manejar el proceso de producción agrícola

EXPECTATIVAS DE LOGRO:

- 1. Valorar la importancia de considerar el análisis de suelo y los requerimientos nutricionales de la planta o cultivo para proceder a elaborar el programa de fertilización y enmiendas al suelo, de acuerdo al cultivo establecido.
- 2. Describir el proceso de fertilización y enmiendas según las condiciones del suelo y los requerimientos nutricionales del cultivo, considerando el ambiente y las medidas de seguridad e higiene y salud ocupacional.
- Realizar prácticas de fertilización y enmiendas al cultivo, aplicando las medidas de seguridad e higiene y salud ocupacional.

INTRODUCCIÓN

ctualmente el tema del uso sostenible de los recursos naturales ha cobrado auge en las agendas de los sistemas de gobierno a nivel internacional, ya que el hombre ha logrado hacer conciencia que un mal uso de los recursos disponibles podría ocasionar graves daños al ambiente y afectar el potencial productivo del mismo.

Uno de los rubros económicos que más depende de la disponibilidad de recursos es la agricultura, como lo son el agua y suelo para su óptimo desarrollo, dado que es necesario generar alimento para cubrir las demandas alimenticias de las crecientes poblaciones en nuestras naciones. Es indispensable asegurar que a través del tiempo se podrá producir el alimento demandado.

La agricultura es un conjunto de intervenciones humanas que modifican los ecosistemas, para maximizar la producción deseada y minimizar las pérdidas de energía a lo largo de las cadenas tróficas (Villalobos, 2008, p. 20-23). Una de estas intervenciones lo constituye la nutrición del cultivo, ya que en ésta es necesario suplir las necesidades de nutrientes de los cultivos para asegurar que se tendrá una buena producción.

Tradicionalmente un programa de fertilización se realiza sobre la aplicación de una cantidad de fertilizante por unidades: de superficie, de cultivo o de producto cosechado. El criterio general para determinar esta cantidad de fertilizante a aplicar se obtiene a partir de las extracciones específicas para cada cultivo y calculadas a partir del nivel de producción esperado, tomando en cuenta la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Hasing, 2002, p. 5-7).

La elaboración de un buen programa de fertilización debe ajustarse a las necesidades del cultivo con que se estará trabajando, seleccionar adecuadamente los fertilizantes, dosificarlos según las extracciones reales del cultivo, conociendo los rendimientos medios de varios años y los contenidos de nutrientes en el suelo y elegir bien las épocas de aplicación en cada caso (Cadahía, 2008, p. 70-71).

En estudios realizados, se ha logrado establecer que los costos de fertilización representan entre un 45 a 60% del costo total de

Foto 1. Cultivo vigoroso.



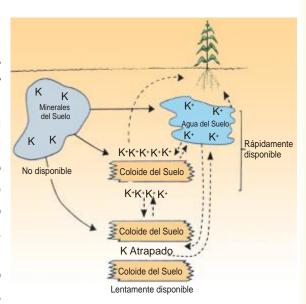
producción del cultivo, lo que es alto, considerando la gran importancia en el rendimiento y en la calidad que trae consigo una buena fertilización (Carillo, 2003, p. 85-88). Por tal razón, el presente manual trata de dar a conocer algunas herramientas importantes y necesarias para lograr establecer un buen programa de fertilización para los cultivos de interés comercial, principalmente basándose en el muestreo de suelos y la interpretación de los resultados del análisis de laboratorio ya que son la parte fundamental del proceso de establecimiento de un adecuado programa de fertilización.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO Y APORTE DE NUTRIENTES DEL SUELO

APORTE DE NUTRIENTES DEL SUELO AL CULTIVO 1.

1.1. Fuentes de adquisición de nutrientes

Los conocimientos actuales acerca de las plantas permiten asegurar que en su totalidad (entre el 94 y el 99.5%) se compone tan sólo de tres elementos: carbono, hidrógeno y oxígeno. La mayor parte del carbono y el oxígeno lo obtienen directamente del aire por fotosíntesis, mientras que el hidrógeno lo obtienen, directa o indirectamente, del agua que se encuentra en el suelo. Sin embargo, Las plantas no pueden vivir ni desarrollarse solamente sobre la base de aire y agua, sino que contienen y necesitan cierto número de elementos químicos que, por lo general, les son proporcionados a expensas de las sustancias minerales del suelo, absorbidas por Fig. 1. Diferentes formas en que los nutrientes medio del sistema radicular.



se encuentran dispuestos en el suelo.

Aunque estos elementos constituyen sólo una pequeña porción del contenido mineral de la planta (del 0.6 al 6%), no por ello dejan de ser fundamentales. Es interesante señalar que estos elementos que las plantas obtienen del suelo son los que comúnmente limitan el desarrollo de los cultivos. Son 16 los elementos considerados esenciales para las plantas, estos son: carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, magnesio, hierro, boro, manganeso, cobre, zinc, molibdeno y cloro. De estos elementos, los tres primeros son suministrados esencialmente por el agua y el aire, mientras que los 13 restantes son suministrados por el suelo (Fuentes, 1994).

Las sales minerales son las que proporcionan los elementos nutritivos que las plantas necesitan para su crecimiento y el desarrollo de su ciclo. Estas sales minerales se derivan de las rocas, las cuales, a través de diferentes procesos, se van degradando lentamente hasta convertirse en compuestos solubles asimilables por las plantas.

En el suelo existen dos fuentes generales de nutrientes fácilmente asimilables por la planta. Por una parte, se encuentran los **nutrientes retenidos por los coloides** y, por otra parte, los que **forman parte de la solución del suelo.** En ambos casos, los elementos esenciales están presentes como **iones**, pero con la particularidad de que los cargados positivamente **(cationes)** son atrapados o retenidos por los coloides del suelo en su mayor parte, mientras que los cargados negativamente **(aniones)**, se hallan en la solución del suelo y fácilmente pueden ser absorbidos por las plantas.

A continuación, se describen las formas más comunes en que se presentan los NUTRIENTES en el suelo:

Estructural: es el que forma parte del material mineral (rocas, minerales primarios o

secundarios) o de la estructura molecular del material orgánico no descompuesto. El nutriente en esta forma puede ser considerado no disponible para las plantas, porque en esta forma no puede ser absorbido por ellas y tampoco en el tiempo que necesitan las mismas para

absolverlo.

Intercambiable: es aquel que se encuentra adherido a las moléculas orgánicas del suelo o

a las arcillas. Permanece en equilibrio con la solución del suelo, de manera muy dinámica. Generalmente estos son los nutrientes medidos

por los métodos corrientes de laboratorio.

En la solución: es el que se encuentra disuelto en la solución del suelo, en equilibrio con la

forma intercambiable. El mismo puede ser absorbido por las raíces.

Fijado: es aquel que ya estuvo soluble y disponible por algún tiempo y volvió a ser

parte de la estructura de ciertos minerales arcillosos (principalmente óxidos de hierro y aluminio). Como tal, no está disponible para las plantas. No debe ser confundido con la fijación de nitrógeno atmosférico por las

leguminosas.

1.2. Principales factores que afectan la disponibilidad de nutrientes en el suelo

Humedad: esta es fundamental, porque facilita que las raíces absorban los nutrientes

que están presentes en la solución del suelo. Si no hay solución, no hay posibilidad de que haya nutrientes disponibles. Sin humedad, los

nutrientes no se solubilizan y la planta no puede absorberlos.

Aireación: la aireación del suelo a nivel de la superficie radicular es otro factor

importante para definir la disponibilidad de los nutrientes. La falta de aireación en el suelo ocurre generalmente por exceso de agua

(anegamiento). Con la falta de oxígeno en el suelo, las raíces no logran crecer ni absorber nutrientes de forma suficiente.

pH:

la reacción del suelo o pH es el indicador del grado de acidez o basicidad en el suelo. Cuando el suelo posee un pH< 7 se dice que es ácido y cuando posee un pH> 7 es alcalino. El estado de acidez del suelo es un factor que afecta la disponibilidad de prácticamente todos los nutrientes. Se podría decir que el nivel de pH en el suelo, en el cual se da una disponibilidad promedio para todos los nutrientes, está entre 5.7 y 6.5. El pH influye principalmente sobre la forma en que se encuentra el nutriente en el suelo.

La alta acidez en el suelo puede interferir en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Sin embargo, la acidez realmente peligrosa para la producción agrícola es aquella asociada al aluminio (acidez intercambiable H^+ y AI^{+3}) generalmente presente en los niveles de pH < 5.5. El aluminio (AI^{+3}) y sus formas catiónicas solubles no solamente interfieren en la absorción de otros nutrientes, sino que reducen el crecimiento de las raíces de las plantas.



Fig. 2. Acidez del suelo.

Competencia y sinergismo entre

nutrientes:

la cantidad de un nutriente determinado puede dificultar la absorción de otro nutriente por las plantas (competencia). En otros casos, la presencia de un nutriente puede favorecer la absorción del otro (sinergismo). Por ello es que se definen relaciones óptimas de nutrientes en el suelo para una mejor eficiencia de absorción.

1.3. Proceso de transporte de nutrientes en la zona de contacto suelo-raíz

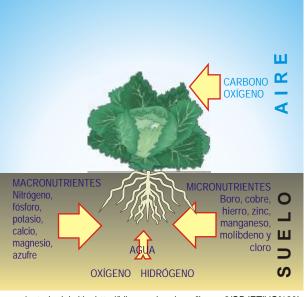
Intercepción

radicular:

la raíz al crecer, entra en contacto con el nutriente en la solución del suelo. A través de este proceso la planta absorbe todos los elementos en menor proporción que los otros mecanismos.

Flujo de masa:

la solución del suelo (agua y nutrientes) moviéndose de las partes más húmedas, más alejadas de las raíces, hacia partes menos húmedas cerca de la superficie de las raíces, trae consigo los nutrientes disueltos, los cuales son absorbidos por éstas juntamente con el agua. Los nutrientes que se mueven hacia la planta a través de este proceso son: el calcio, magnesio, cobre, boro, zinc, hierro y la mayor parte del nitrógeno.



adaptada del sitio: http://bibagr.ucla.edu.ve/jhonny2/OBJETIVO%20I_archivos/image004.gif

Fig. 3. Competencia y sinergismo entre nutrientes.

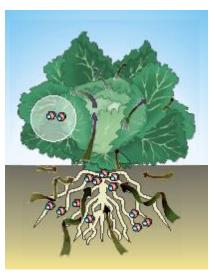


Fig. 4. Flujo de masa.

(Tomada de: http://deoracle.org/assets/article-images/jul-aug2002/simulations/phytoremediation/org_la.jpg)

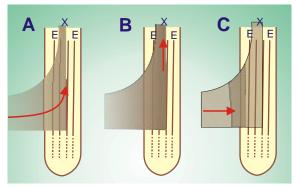


Fig. 5. Movimiento de los nutrientes del suelo hacia la planta.

Difusión:

en una solución de suelo, los nutrientes se mueven de los puntos de mayor concentración alejados de las raíces, hacia los puntos de menor concentración cerca de la superficie de éstas, donde son absorbidos por ellas; de esta manera las plantas absorben la mayor parte del fósforo y el potasio y otros nutrientes; excepto calcio, magnesio y zinc.

2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO

Las plantas dependen de los nutrientes del suelo para poder crecer. Está demostrado que los elementos esenciales para el desarrollo de todas las plantas son dieciséis, todos ellos desempeñan funciones muy importantes en la vida de la planta y cuando están presentes en cantidades muy pequeñas, pueden producir graves alteraciones y reducir notablemente el crecimiento; a algunos de estos nutrientes las plantas los usan en mayor cantidad que otros, es por eso que se pueden clasificar como macro y micronutrientes.

2.1. Macronutrientes

De los dieciséis elementos esenciales para todas las plantas, nueve son requeridos en grandes cantidades: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre; éstos se conocen como macronutrientes o elementos primarios. Por esta razón, el crecimiento de la planta puede reducirse notablemente cuando hay escasez de uno ellos en el suelo. Estas limitaciones se presentan frecuentemente en el caso del nitrógeno y del fósforo.

2.2. Micronutrientes

Los elementos: cobre, hierro, manganeso, zinc y boro, son utilizados por las plantas en muy pequeñas cantidades, por esta razón se conocen como micronutrientes o elementos menores. Sin embargo, esto no significa que los micronutrientes sean menos necesarios para las plantas; al igual que los macronutrientes la falta de uno de estos elementos menores en la nutrición de la planta, puede afectar el crecimiento y desarrollo de los cultivos.



Cuadro 1. Requerimientos nutricionales de las plantas.

NUTRIENTES ESENCIALES PARA LAS PLANTAS			
Macronut	rientes	Micronutrientes	
Extraídos del aire o del agua del suelo	Extraídos de los sólidos del suelo	Extraídos de los sólidos del suelo	
Carbono	Nitrógeno	Cobre	
Hidrógeno	Fósforo	Hierro	
Oxígeno	Potasio	Manganeso	
	Calcio	Zinc	
	Magnesio	Boro	
	Azufre		

3. LOS NUTRIENTES Y SUS FUNCIONES EN LOS CULTIVOS

Cuadro 2. Importancia de los nutrientes en las plantas.

Elemento	Símbolo químico	Forma absorbida	Función en las plantas
Carbono	С	CO ₂	Componente fundamental de carbohidratos, proteínas, lípidos y aminoácidos.
Hidrógeno	Н	H₂O	Metabolismo, importante en balance iónico, agente reductor en reacciones de energía a nivel celular.
Oxígeno	0	H_2O, O_2	Componente de todos los compuestos orgánicos.
Nitrógeno	N	NH ₄ , NO ₃	Componente de proteínas, aminoácidos y ácidos nucléicos.
Fósforo	Р	H ₂ PO ₄ , HPO ₄	Transferencia de energía y metabolismo de proteínas.
Potasio	К	K⁺	Importante en la fotosíntesis, transporte de fotosintatos y reserva de almidones.
Calcio	Ca	Ca⁺	División celular, mantiene la integridad de las membranas. Es importante en la formación y desarrollo uniforme del fruto.
Magnesio	Mg	Mg⁺	Componente de la molécula de clorofila y cofactor de reacciones enzimáticas. Incrementa la producción de azúcares.
Azufre	S	SO ₄ , SO ₂	Transfiere energía a la planta.
Cobre	Cu	Cu ⁺²	Componente de varias sustancias (hormonas), que permiten el desarrollo de las plantas.
Hierro	Fe	Fe⁺², Fe⁺³	Formación de proteínas. Crecimiento de la raíz y puntos aéreos y transferencia de energía.
Manganeso	Mn	Mn ⁺²	Transporte de electrones, germinación del polen y crecimiento del tubo de polen.
Zinc	Zn	Zn ⁺²	Junto con el boro cumple un papel importante en la formación de los frutos y el transporte de electrones.
Boro	В	H ₃ BO ₃	Metabolismo de carbohidratos en la síntesis de la pared celular.

Cuadro 3. Requerimientos de NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) para algunos cultivos de interés comercial de acuerdo al rendimiento esperado.

	Rendimiento	Nutriente requerido Lb/Mz		
Cultivo	(Lb/Mz)	Nitrógeno	Fósforo (P2O5)	Potasio (K2O)
Maíz	6,930	231	66	216
Arroz	6,930	116	59	185
Papa	46,200	246	92	385
Yuca	49,280	286	84	374
Caña	115,500	154	108	377
Cebolla	53,900	185	77	246
Tomate	61,600	169	46	231
Frijol	3,696	154	77	185

4. SÍNTOMAS QUE PRESENTAN LAS PLANTAS POR DEFICIENCIAS DE NUTRIENTES

Cuadro 4. Síntomas por deficiencias de macronutrientes.

	IMPORTANCIA DE LOS NUTRIENTES EN LAS PLANTAS	
Nutriente	Síntomas de deficiencia	Imagen
Nitrógeno	Toda la planta se vuelve color verde pálido a amarillenta y el crecimiento es lento.	
Fósforo	Se retarda el crecimiento. Color púrpura-naranja en las hojas viejas, las hojas jóvenes son verde oscuro.	
Potasio	Las hojas viejas presentan un color amarillo intenso (oro) en la punta y sus márgenes, puede secarse este tejido. Las plantas deficientes son susceptibles al doblamiento. Los frutos y los granos son pequeños y de bajo peso.	
Calcio	Durante días húmedos o lluviosos o cuando se presenta sequía, aparecen manchas o necrosidades en la fruta. Los puntos de crecimiento mueren y se enrollan. Caída de flores y deformación de flores y frutos.	
Magnesio	Dado que es móvil en la planta, las hojas viejas presentan primero síntomas como clorosis marginal o intervenal con las venas verdes; el tejido no muere, la hoja no se ve seca en ninguna parte.	
Azufre	El inicio de esta deficiencia se muestra en las hojas jóvenes por amarillamiento. Bajo deficiencias severas, toda la planta se torna amarillenta, similar en apariencia a la deficiencia de nitrógeno. Los frutos son verde tierno y carecen de suculencia. Las raíces son más largas de lo normal. El tallo se vuelve leñoso.	

Cuadro 5. Síntomas por deficiencias de micronutrientes.

IMPORTANCIA DE LOS NUTRIENTES EN LAS PLANTAS

Nutriente	Síntomas de deficiencia	Imagen
Cobre	Crecimiento retardado en las hojas jóvenes y puntos de crecimiento, muerte de los meristemos apicales. Las hojas jóvenes pueden presentar puntos blancos o desteñidos (puntos terminales).	
Hierro	Amarillamiento intervenal en las hojas jóvenes. Bajo deficiencias severas, la hoja entera, primero se torna amarilla y finalmente blanca.	
Manganeso	Las deficiencias son similares a las de Fe y Zn Amarillamiento de los márgenes de las hojas y puede tornarse color violeta.	
Zinc	Amarillamiento en el área intervenal de las hojas, tornándose verde pálido y hasta blanco. Hojas alargadas en forma de orejas de conejo.	May
Boro	La punta de las hojas se torna verde pálido con un tinte bronceado. Enrollamiento de hojas jóvenes. Muerte de los puntos de crecimiento. Deformación y caída de flores y fruto.	

5. ANÁLISIS DE SUELO

5.1. ¿Qué es el análisis de suelos?

Se refiere a cualquier análisis realizado para evaluar el estado químico del suelo (acidez del suelo, nivel de nutrientes disponibles para la planta, salinidad, etc.). Con el análisis de suelo, también se incluye las interpretaciones de los resultados, recomendaciones de fertilización y enmiendas basadas en los resultados de análisis químicos.

5.2. ¿Por qué hacer un análisis de suelo?

Como se explicó en la unidad anterior, el suelo provee los nutrientes que la planta necesita para su crecimiento y desarrollo. El proceso de nutrición vegetal es dinámico y la planta siempre está absorbiendo los nutrientes del suelo y el agricultor los retorna en forma de

fertilizantes y/o abonos que representan una inversión económica. Es por ello que debe realizarse el análisis de suelo en un laboratorio especializado, para conocer con exactitud los nutrientes disponibles y los no disponibles, para poder suministrarlos en forma de fertilizante.

Dicho en otras palabras, el análisis de suelo asegura la inversión que el agricultor está realizando, ya que le permite conocer la cantidad exacta de fertilizante que se necesita para una excelente producción.

5.3. ¿Cuándo debo muestrear el suelo?

En el caso de cultivos anuales, tales como maíz, frijol, sorgo, arroz, hortalizas, las muestras deben ser tomadas al menos un mes antes de la siembra del cultivo, con el objetivo de dejar suficiente tiempo para interpretar los resultados y formular las recomendaciones de fertilización, comprar los fertilizantes y finalmente aplicarlos en el lote. En el caso de los anteriores cultivos anuales, se recomienda realizar un muestreo cada año y cuando los rendimientos del cultivo muestran que el manejo de la fertilización es adecuado, puede espaciarse cada dos años.

5.4. ¿Cómo debo tomar la muestra del suelo?

En cultivos de labranza convencional, se debe muestrear la capa arable entre 00-20 cm de profundidad. Para representar adecuadamente un área de producción, lote o sector del lote, se deberían tomar al menos 10-15 submuestras que forman una muestra compuesta única. Las submuestras pueden tomarse al azar por todo el lote o en "zig-zag", definido a través del lote (Figura 2). Las submuestras que

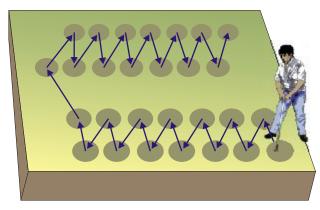


Fig. 7. Ilustración de prácticas de muestreo de suelos para ambientes uniformes (Adaptado de Nebraska Agricultural Extension Service).

corresponden a una muestra son mezcladas cuidadosamente sobre una superficie plana cubierta con un plástico, para asegurarse de obtener una buena mezcla.

5.5. ¿Qué información debe acompañar a la muestra de suelo?

Es necesario que la muestra de suelo se identifique con la siguiente información:

- Nombre del productor.
- Cultivo que se va a sembrar.

- Rendimiento esperado del cultivo.
- Ubicación de la parcela o lote.
- Cultivo anterior y rendimiento obtenido.
- Utilización o no de sistemas de riego.
- Forma de aplicación de los fertilizantes.

5.6. ¿A dónde debe llevarse la muestra de suelo?

Una vez tomada la muestra de suelo, el agricultor debe llevarla a un laboratorio especializado en realizar análisis de suelo. En Honduras existen diferentes instituciones que brindan el servicio de análisis de muestras a las que puede acercarse el productor, entre ellas tenemos:

- Laboratorio de la Escuela Agrícola Panamericana (El Zamorano).
- Laboratorio del IHCAFE (Instituto Hondureño del Café).
- Laboratorio de la FHIA (Fundación Hondureña de investigación Agrícola).
- Laboratorio de la Universidad Nacional de Agricultura (UNA).

6. INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE SUELO

Es necesario que una vez realizado el análisis de suelo se desarrolle la interpretación del mismo para determinar las necesidades de fertilización de los cultivos.

Existen diferentes métodos de análisis en el laboratorio y cada método posee un rango de interpretación del contenido de nutrientes encontrados en el suelo. Para ello, se presentan a continuación diferentes formas de interpretar un análisis de suelo.

6.1. Determinación del contenido de materia orgánica

La materia orgánica es el resultado de la descomposición de los residuos orgánicos. En suelos de uso agrícola, el rango para determinar la condición de materia orgánica depende del clima.

El método más utilizado en los laboratorios para determinar el contenido de materia orgánica es el Walkley & Black (ver tabla 2).

Cuadro 6. Rango de interpretación del contenido de materia orgánica en el suelo.

Clima	Rango (%)			
	Bajo	Medio	Alto	
Cálido	< 2	2-3	> 3	
Medio	< 3	3-5	> 5	
Frío	< 5	5-10	> 10	

6.2. Interpretación del pH del suelo (reacción del suelo)

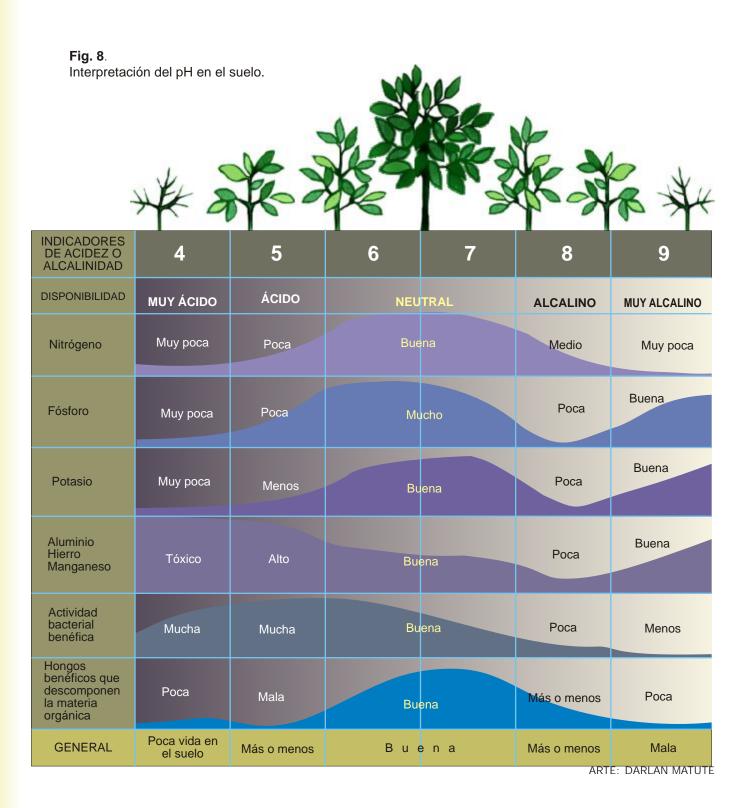
En los laboratorios se realiza la estimación del pH usanndo de un potenciómetro que permite conocer el grado de acidez o alcalinidad que presenta un suelo.

Cuadro 7. Rango para la interpretación del pH del suelo.

Rango	Interpretación
< 4.4	Extremadamente ácido
4.5- 5.0	Muy fuertemente ácido
5.1-5.5	Fuertemente ácido
5.6-6.0	Moderadamente ácido
6.1-6.5	Ligeramente ácido
6.6-7.3	Neutro
7.4-8.0	Medianamente alcalino
> 8	Fuertemente alcalino

Interpretación:

- **pH > 8.0**, fuertemente alcalinos, con estos valores el calcio y el magnesio pueden estar poco disponibles, el sodio puede ser muy alto y tóxico.
- **pH 7.4 8.0**, medianamente alcalino, alto para fines agronómicos. Pueden presentarse algunas deficiencias de fósforo, también se incrementa la posibilidad de deficiencias de cobre, hierro, manganeso y zinc.
- **pH 5.5 7.0**, en este rango, la mayoría de los cultivos tiene un buen desarrollo, dado la alta disponibilidad de los nutrientes. Algunos cultivos no se adaptan a un rango inferior.
- **pH < 5.5**, posible fitotoxicidad por aluminio y manganeso. Limitada disponibilidad de nutrientes para las plantas.



6.3. Contenido de nitrógeno en el suelo

El contenido de nitrógeno se estima en un 5% en la materia orgánica que hay en el suelo.

Cuadro 8. Rango para la interpretación del contenido de nitrógeno en el suelo.

Rango	Interpretación
< 0.2 %	Bajo
0.2-0.5%	Adecuado
> 0.5%	Alto

6.4. Interpretación del contenido de fósforo en el suelo

De acuerdo al método utilizado en el laboratorio para determinar el contenido de fósforo en el suelo se presenta la siguiente tabla.

Cuadro 9. Rango para la interpretación del contenido de fósforo en el suelo de acuerdo al método de análisis.

Interpretación	Rango de acuerdo al método de análisis (mg/kg)				
interpretación	Método Olsen	Método Bray-2	Melich 3		
Bajo	<15	<5	<15		
Adecuado	15-50	5-15	15-30		
Alto	>50	>15	>30		

6.5. Interpretación del contenido de calcio, magnesio y potasio en el suelo

Los elementos calcio, magnesio y potasio son considerados como las bases del suelo, ya que éstos presentan cargas positivas. Por esta razón, existen dos formas de interpretar el contenido de los mismos en el suelo, una es determinando la saturación de las bases del suelo y la otra es evaluando el contenido de estos elementos expresado en partes por millón o mg/kg.

Cuadro 10. Rango para la interpretación del contenido de potasio, calcio y magnesio en el suelo de acuerdo a la textura que esté presente.

	Rango de acuerdo al método de análisis Melich 3 (mg/kg)								
	Potasio		Calcio		Magnesio				
Textura	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Gruesa (Arenosa)	< 94	94-156	>156	<960	960-1,200	>1200	<240	240-320	>320
Media (Francas)	< 234	234-390	>390	<2400	2,400-3,000	>3000	<600	600-800	>800
Fina (Arcillosas)	< 328	328-546	>546	<3360	3,360-4,200	>4200	<840	840-1,120	>1,120

MUESTREO DE SUELO

Objetivo:

Enseñar a los estudiantes el procedimiento para realizar un correcto muestreo de suelo.



Fig. 9. Tomando muestra.



Foto 3. Toma de muestra con pala.

Procedimiento:

- Paso 1: En el campo, realice un muestreo de suelos en forma de "zig-zag", siguiendo el ejemplo de la figura.
- Paso 2: En cada punto de muestreo, con la pala, haga un agujero de 20 cm de profundidad.
- Paso 3: Al tener listo el agujero introduzca la pala en uno de los lados del mismo y deslice la pala hacia abajo (como cortando una rebanada de pan).
- Paso 4: Introduzca en la cubeta la cantidad de suelo extraído con la pala. Realice este mismo procedimiento en por lo menos 6 puntos dentro de un área de una manzana.
- Paso 5: Mezcle bien el contenido del suelo en la cubeta, para que la muestra quede bien homogénea.
- Paso 6: De la mezcla homogénea que está en el balde, tome una cantidad aproximada de dos libras y colóquela en una bolsa plástica, identifique la muestra con los datos requeridos y envíela al laboratorio de suelos más cercano a su localidad para su respectivo análisis ya que el Foto 5. Etiquetado de resultado de este análisis será necesario para desarrollar el ejercicio No. 1 de esta unidad.



Foto 4. Muestra a introducir en cubeta



la muestra.

IDENTIFICACIÓN DE SÍNTOMAS DE DEFICIENCIAS DE NUTRIENTES EN LOS CULTIVOS

Objetivo:

Reconocer en el campo los síntomas de deficiencias por nutrientes que presentan las plantas.

Herramientas necesarias:

- Manual
- Lápiz
- Libreta de apuntes



Procedimiento:

Visite un área de cultivo en la zona. Identifique algunos síntomas por deficiencias de nutrientes en las plantas, según el estado del cultivo y con las descripciones explicadas en esta unidad y establezca las posibles deficiencias de nutrientes que presente el cultivo.

INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELO

Objetivo:

Aprender a interpretar un análisis de suelo.

Herramientas necesarias:

- Manual
- Lápiz
- Libreta de apuntes
- Análisis de suelo



Procedimiento:

Con los datos del análisis de suelo de la muestra tomada en la Práctica No. 1 y teniendo como referencia los rangos para la interpretación del estado químico del suelo, explicados en esta unidad, complete el siguiente cuadro.

Ejemplo:

Un análisis de suelo indica que el pH del suelo es 6, contenido de nitrógeno 0.4%, fósforo: 5 mg/kg (analizado con el método Melich-3).

La interpretación es la siguiente:

Ejemplo:

Elemento analizado	Interpretación
рН	Moderadamente ácido.
N (Nitrógeno)	Medio o de adecuado nivel.
P (Fósforo)	Bajo nivel en el suelo.

Cuadro a completar en la siguiente página...

Cuadro a completar:

Elemento analizado	Interpretación
Materia orgánica	
рН	
N (Nitrógeno)	
P (Fósforo)	
K (Potasio)	
Ca (Calcio)	
Mg (Magnesio)	
S (Azufre)	
Cu (Cobre)	
Fe (Hierro)	
Mn (Manganeso)	
Zn (Zinc)	
B (Boro)	

FERTILIZANTES Y ENMIENDAS

7. CONCEPTUALIZACIÓN DE FERTILIZANTES Y ENMIENDAS

a **fertilidad** de un suelo se refiere a la capacidad del mismo de suministrar los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo de las plantas. Se conoce como **nutrición** al proceso biológico en el que los organismos asimilan los nutrientes necesarios para el funcionamiento, el crecimiento y el mantenimiento de sus funciones vitales; los **nutrientes** son los elementos o compuestos químicos necesarios para el desarrollo de un ser vivo.

Para mantener la fertilidad del suelo a un nivel adecuado para las plantas es preciso que se repongan los nutrientes que se pierden, esta reposición puede hacerse en forma natural (descomposición de la materia orgánica) o de forma artificial (aportaciones de nutrientes con fertilizantes). Un **fertilizante** es una mezcla química, natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo con nutrientes y favorecer el crecimiento vegetal. Las **enmiendas** son prácticas agronómicas utilizadas para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, con el objetivo de obtener mayores rendimientos en los cultivos.

8. IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS

Desde el punto de vista económico de la producción agrícola, pecuaria o forestal, sin una adecuada disponibilidad de nutrientes, las plantas y animales no producen de acuerdo a su potencial genético. El logro de una producción rentable pasa por un manejo adecuado de la fertilidad del suelo, asegurando una adecuada disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Cada cultivo en particular necesita cantidades específicas de nutrientes. Además, la cantidad de nutrientes necesaria depende en gran parte del rendimiento obtenido (o esperado) del cultivo.

En un mismo tipo de cultivo, las diferentes variedades también tendrán diferentes requerimientos de nutrientes y su respuesta a los fertilizantes. Una variedad local no tendrá la misma



respuesta a los fertilizantes como una variedad mejorada. Por ejemplo, el maíz híbrido dará una mejor respuesta a los fertilizantes y producirá rendimientos mucho más altos que las variedades locales. Las plantas son como las personas: una dieta equilibrada es necesaria y no es suficiente comer excesivamente de una clase de alimento; si la dieta es desequilibrada, los seres humanos eventualmente se enferman.

9. TIPOS DE FERTILIZANTES Y ENMIENDAS

Los fertilizantes son productos orgánicos o inorgánicos que contienen al menos uno o más nutrientes que las plantas necesitan para su desarrollo. La distribución del fertilizante se puede realizar manualmente, mediante máquinas (abonadoras) o a través del sistema de riego (fertirrigación). En cualquiera de los casos anteriores la aplicación se puede hacer sobre todo el terreno o sólo sobre parte del mismo (fertilización localizada).

9.1. Clasificación de los fertilizantes

Según su origen los fertilizantes se clasifican en:

- Minerales o químicos: son productos inorgánicos obtenidos mediante procesos químicos, elaborados en laboratorios o fábricas.
- Orgánicos: son los que se producen de la descomposición de restos de materiales vegetales y animales muertos.

Según el contenido de uno o varios elementos principales, los fertilizantes se clasifican en:

- 1. **Simples:** contienen solamente uno de los tres elementos primarios en su composición. Estos a su vez pueden ser:
 - a) **Nitrogenados:** contienen nitrógeno.
 - b) Fosfatados: contienen fósforo.
 - c) Potásicos: contienen potasio.
- 2. **Compuestos**: contienen más de un elemento en su composición. Estos pueden ser:
 - a) Binarios: contienen dos elementos en su composición, ejemplo el DAP (18-46-00).
 - b) **Ternarios:** contienen tres elementos en su composición, ejemplo la fórmula 12-24-12.

9.2. Composición de los fertilizantes

La composición de un fertilizante es la cantidad de nutriente que contiene. En los fertilizantes simples, las unidades que se consideran para el cálculo de su composición son las siguientes:

N, P₂O₅ K₂O, CaO y MgO, el resto de los nutrientes se valora en su forma elemental.

La composición de un fertilizante compuesto se indica por tres números que corresponden a los porcentajes de N, P₂O₅ y K₂O se denomina concentración a la suma de la riqueza de los tres elementos del fertilizante complejo.

Ejemplo:

Un fertilizante ternario 15-15-15 tiene una concentración nutricional de 45% con contenidos de 15%, 15% y 15% de N, P_2O_5 y K_2O_5 , respectivamente. Es decir, que en un quintal de 15-15-15 posee 15 libras de N, 15 libras de P_2O_5 y 15 libras de R_2O_5 y 15 li

10. CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES Y ENMIENDAS

10.1. Fertilizantes minerales o inorgánicos

Presentación de los fertilizantes

La presentación del fertilizante determina a menudo las condiciones de utilización y la eficacia del mismo. Los fertilizantes se presentan en estado sólido o líquido.

Los sólidos pueden ser:

- a) En polvo
- b) Cristalinos
- c) Granulado: permite que la distribución mecánica sea uniforme. El 90% de las partículas presenta diámetros entre 1 y 4 mm. La forma deseable es la esférica.
- d) Perlado: granulado de tamaño muy uniforme.

Los líquidos pueden ser aplicados a los cultivos, ya sea al momento de la siembra o después de la emergencia. Son formulaciones que se logran elaborar a través de la mezcla de diferentes materiales que contienen los nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos. Se presentan en forma de suspensiones para ser diluidas en agua y aplicadas a los cultivos.

Propiedades químicas de los fertilizantes

Las principales propiedades químicas que poseen los fertilizantes son las siguientes:

- Solubilidad: en agua (N, K) o en otros compuestos.
- Reacción del fertilizante en el suelo: ácida o básica, en función del efecto que tenga el fertilizante sobre el pH del suelo.
- Higroscopicidad: es la propiedad de un fertilizante de absorber humedad del ambiente y se mide como el valor de humedad relativa a partir del cual el fertilizante empieza a absorber agua. En general, la higroscopicidad es proporcional a la solubilidad del fertilizante. La absorción de agua provoca la disolución de parte de las partículas, con lo que se deshace la estructura física del fertilizante. Al volver a secarse, se forman terrones en lugar de los gránulos iniciales, lo que dificulta su distribución mecánica.

10.2. Enmiendas del suelo (acondicionadores)

Son materiales capaces de provocar cambios en ciertas propiedades o características del suelo. A continuación se mencionan los principales:

Mejoradores de condiciones físicas y biológicas

Los productos orgánicos (residuos vegetales, estiércoles, compost, etc.), si son utilizados en grandes cantidades, mejoran las condiciones de estructura del suelo, porosidad y almacenamiento de agua, entre otros, y son también considerados acondicionadores del suelo.

Correctores de acidez

Reaccionan con el agua del suelo liberando aniones básicos OH, lo que provoca el aumento del pH (reducción de la acidez). Como consecuencia de ello, aumenta la actividad biológica y tiende a mejorar la estructura del suelo, así como a mejorar la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes; entre los materiales utilizados para corregir las condiciones de bajo pH en el suelo tenemos:

Cal agrícola: es la piedra caliza molida que es usada para mejorar el pH del suelo. Esta cal puede estar contaminada con tierra, por lo tanto el contenido de carbonato (CaCO₃) no debería ser menor del 75%.

Cal dolomítica: roca molida, rica en carbonato de calcio y magnesio, cuyas concentraciones varían dependiendo de la fuente (mina y tipo de roca). Puede ser manipulada por el agricultor, puesto que no se trata de un producto cáustico. Su reacción en el suelo es relativamente lenta (>60 días), pero su efecto generalmente es prolongado (3-5 años).

Cal hidratada: es la piedra caliza quemada, a la cual se le ha agregado agua para que se desintegre en partículas finas. Es usada para subir el pH del suelo.

Una buena distribución de la cal en el suelo es esencial para su reacción, por lo que la distribución al voleo en cobertura y el mezclado en la capa arable con implementos de discos, luego de la aplicación, asegura la efectividad del trabajo de encalado. El arado tiende a ubicar el producto de encalado en el fondo de la capa arable, por lo que no resulta un implemento adecuado. En sistemas de no remoción de suelo, como la siembra directa o la labranza mínima, la alternativa es la aplicación en bandas o al voleo en superficie, siendo en este caso la reacción más lenta y no tan completa.

Momento del encalado

Para que la cal produzca el efecto deseado debe ser aplicado 2 a 4 meses antes del establecimiento del cultivo, según la solubilidad del producto utilizado. Durante el primer año de la aplicación, la reacción progresa rápidamente pero conforme pasa el tiempo su reacción disminuye. Generalmente el pH más alto resultante del encalado se alcanza entre el segundo y tercer año de la aplicación. Esta práctica no corrige permanentemente la acidez del suelo, ya que la extracción de nutrientes por los cultivos, el lavado de los nutrientes producido por las precipitaciones y el efecto de acidificación del suelo por algunos fertilizantes como la urea o los sulfatos, pueden ocasionar el retorno a los valores de acidez que tenía el suelo antes del encalado. Por lo tanto, es recomendable efectuar análisis de suelo cada dos años para diagnosticar las necesidades de un encalado de mantenimiento.



Foto 7. Encalado del suelo.
Tomada de: http://3.bp.blogspot.
com/_VOAg0353qBk/RyS0u43
hycl/AAAAAAAABmU/X30Cc8ht
6zk/s320/fertilizado.jpg

Cantidad de cal necesaria para corrección de la acidez del suelo

En términos generales, se considera como suelo con problemas de acidez los que presentan un pH por debajo de 6. Existen varios métodos que permiten calcular la necesidad de cal a utilizar para lograr los cambios de pH buscados. De acuerdo al grado de acidez que el suelo presente, el tipo, la cantidad y clase de la materia orgánica y la textura que éste tenga, será necesario utilizar diferentes cantidades de cal agrícola para lograr el cambio deseado. La tabla presenta un rango de cal necesario para subir el pH desde el nivel que se encuentra el suelo hasta un rango ligeramente ácido (6.5), que es el adecuado para el desarrollo de la mayoría de los cultivos. La cantidad de cal necesaria para realizar el cambio de pH difiere en función de la textura del mismo, siendo necesaria la dosis más alta en suelos de textura gruesa (arenosos) y se incrementa la dosis en la medida que aumenta el contenido de arcilla y materia orgánica, hasta llegar a una textura pesada (franco arcillosa o arcillosa).

La cantidad exacta de cal necesaria para modificar el pH del suelo, debe basarse en los resultados de los análisis de suelo realizados en el laboratorio.

Cuadro 11. Cantidad de cal agrícola necesaria para realizar cambios deseados en el suelo.
--

Cambio en pH deseado en la capa arable	Quintales/manzana
4.0 6.5	40 hasta 150
4.5 6.5	35 hasta 130
5.0 6.5	30 hasta 100
5.5 6.5	20 hasta 70
6.0 6.5	10 hasta 40

10.3. Abonos orgánicos

Importancia de los abonos orgánicos

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más se están utilizando en cultivos intensivos.

No podemos olvidar la importancia que tiene el mejorar algunas características físicas, químicas y biológicas del suelo y, en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental.

Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de proveer a las plantas los distintos nutrientes que éstas necesitan.

Propiedades de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos tienen propiedades que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de éste. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

Propiedades físicas:

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto hídrica como eólica.
- Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen el agua en el suelo durante mucho tiempo en el verano.

Propiedades químicas:

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo y, en consecuencia, reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que incrementamos la fertilidad.

Propiedades biológicas:

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos.
- Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

Tipos de abonos orgánicos

Existen diferentes tipos de abono orgánico, entre los más comunes podemos encontrar:

Estiércol

Estiércol es el nombre que se le da a los excrementos de los animales y son utilizados para fertilizar los cultivos. En ocasiones, el estiércol está constituido por excrementos de animales y restos de las camas, como sucede con la gallinaza.

En agricultura se emplean principalmente los desechos de ganado vacuno, de caballo, de gallina (gallinaza), cabras, cerdos y ovejas. Para usarlos, estos materiales deben estar descompuestos. La manera de acelerar la descomposición de los mismos es haciendo bultos, los cuales se guardan por un periodo no menor de tres meses, antes de distribuirlos en el campo. Al usarlos, es conveniente incorporarlos al suelo lo más pronto posible para reducir su desecación.

Compost

El **compost**, **composta** o **compuesto** (a veces también se le llama abono orgánico) es el producto que se obtiene del **compostaje** y constituye un "grado medio" de descomposición de la materia orgánica.

El compost es obtenido de manera natural por descomposición aeróbica (con oxígeno) de residuos orgánicos, como lo son los restos vegetales, animales y estiércoles, por medio de la reproducción masiva de bacterias que están presentes en forma natural en cualquier lugar (posteriormente, la fermentación la continúan otras especies de bacterias, hongos y actinomicetos). Normalmente se trata de evitar (en lo posible) la pudrición de los residuos orgánicos (por exceso de agua, que impide la aireación-oxigenación y crea condiciones

Foto 8. Compost preparado.



biológicas anaeróbicas malolientes). Los materiales se van agregando en capas y el tamaño de la compostera dependerá de la cantidad de abono que se necesite. Cuando se haya terminado de colocar los materiales, hay que cubrir la compostera con un plástico para protegerla de la lluvia y de la evaporación. Desde la tercera hasta la semana doce, se debe remover todo el material cada cuatro días, dependiendo del clima de la zona el abono estará listo en tres meses.

Bocashi

El bocashi es un abono orgánico fermentado, hecho a base de desechos vegetales y estiércol de animales. La elaboración del bocashi se basa en procesos de descomposición aeróbica (presencia de oxígeno) de los residuos y temperaturas controladas a través de poblaciones de microorganismos existentes en los residuos, que en condiciones favorables producen un material de lenta descomposición. El objetivo principal del bocashi es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el



Foto 9. Bocashi preparado.

suelo, además de suplir nutrientes a los cultivos y alimento (materia orgánica) a los organismos del suelo. El uso de bocashi presenta algunas ventajas, como ser:

- El producto se elabora en un período relativamente corto (12 a 14 días), comparándolo con otros abonos como el compost.
- Puede ser utilizado inmediatamente.
- Bajo costo de producción.
- Desactivación de microorganismos patógenos, debido a las altas temperaturas que alcanza en su proceso de producción.



Foto10. Parcela con abono verde.

Abonos verdes

Los abonos verdes son plantas cultivadas con el objetivo de mejorar el contenido de materia orgánica y fertilidad del suelo, incorporándolas preferiblemente antes de su floración. Estas plantas son preferiblemente leguminosas (de la misma familia de los frijoles). Cuando las plantas han alcanzado su mayor desarrollo (máxima producción de biomasa) son incorporadas en la superficie del suelo. Cultivar un abono verde es diferente a cultivar una leguminosa en rotación. Una vez que el material fresco de la

planta se ha incorporado en el suelo, éste libera nutrientes rápidamente y estará descompuesto en un período corto de tiempo. El material viejo o grueso (ramas o tallos) se descompondrá a una tasa más lenta que el material fino y por consiguiente contribuirá más a la formación de materia orgánica que a la fertilización del cultivo.

Beneficios del uso de abonos verdes:

- Sus raíces penetran en el suelo y fijan nutrientes que de otra manera serian lavados por el agua.
- Suprimen las malezas y protegen al suelo de la erosión.
- En el caso de usar leguminosas, éstas fijan nitrógeno de la atmósfera y al incorporarse al suelo los cultivos posteriores pueden hacer uso de ese nitrógeno.
- Mejoran la fertilidad del suelo. Al descomponerse los abonos verdes adicionan nutrientes para que las plantas puedan asimilarlos.
- El material incorporado de la planta promueve la actividad de los organismos del suelo.
- Incorpora materia orgánica que mejora la estructura del suelo.

Requisitos para que una planta pueda ser usada como abono verde:

- Fácil de cultivar.
- Produce gran cantidad de biomasa en un periodo corto de tiempo.
- Desarrolla raíces profundas.
- Absorbe grandes cantidades de nutrientes del suelo.
- Fija nitrógeno del aire.
- Fácil de incorporar al suelo.
- Produce una buena cobertura del suelo.

Pasos para producir abonos verdes:

- Siembra del cultivo a usar como abono verde.
- Esperar hasta que el cultivo produzca la mayor cantidad de biomasa.
- Cortar e incorporar el material vegetal al suelo (entre 15 a 20 cm de profundidad).
- Dos semanas después de la incorporación, sembrar el cultivo principal para evitar pérdida de nutrientes.

Lombrihumus

El lombrihumus es el producto que se forma al utilizar lombrices en el compostaje de la materia orgánica. Las lombrices se alimentan de la materia orgánica y la transforman en humus, este último es una gran fuente de nutrientes para las plantas y un gran alimento para los animales, visibles y no visibles, que viven en el suelo.

El humus de lombrices se puede producir haciendo una cría en arriates o en cajones de cemento o madera. Las lombrices tienen una gran capacidad de reproducción cuando están bien alimentadas y esto trae como resultado mayor cantidad de humus; se alimentan de casi cualquier



Foto 11. Muestra de lombrihumus.

Tomada de: http://3.bp.blogspot.
com/_2fGisnNogD0/SYnhnJ_nzzl/
AAAAAAAAAGw/- 9c58p52kXk/
s320/10Lombricultura3.JPG

material orgánico y en poco tiempo lo transforman en abono. Los materiales más utilizados para alimentar las lombrices son el estiércol de equinos, vacunos, conejos y ovejas; residuos de cosechas, pulpa de café, desechos vegetales de cocina y de procesos industriales.

El humus presenta algunas características o ventajas como ser:

- Capacidad de retención del agua.
- Mejora la estructura del suelo.
- Actúa como cemento de unión entre las partículas de suelo.
- Mayor intercambio gaseoso.
- Mayor actividad de microorganismos del suelo.
- Oxidación de la materia orgánica.
- Disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- Modera cambios de acidez y neutraliza los compuestos orgánicos tóxicos.
- Protege de enfermedades fungosas y bacterianas a los cultivos.
- Posee propiedades hormonales de crecimiento vegetal y por ende del sistema radicular.

11. CÁLCULO DE DOSIS DE FERTILIZANTES Y ENMIENDAS

Para estimar las necesidades de fertilizante que un cultivo en particular requiere, es necesario conocer lo siguiente:

- Nivel de los nutrientes disponibles en el suelo, verificado mediante un proceso de muestreo y análisis.
- Comportamiento de los cultivos anteriores.
- Cultivo o variedad a ser sembrada.
- Sistema de manejo y expectativa de producción.

Para estimar la cantidad de fertilizante a aplicar es necesario hacer uso de la siguiente tabla:

Cuadro 12. Acciones a tomar respecto a la aplicación de fertilizantes, de acuerdo al nivel de nutrientes en el suelo.

Nivel de nutriente en el suelo	Acción a tomar		
Alto	Aplicar dosis mínima (70% del total requerido)		
Medio o adecuado	Aplicar dosis media o de mantenimiento (100% del total requerido)		
Bajo	Aplicar la dosis alta (120% del total requerido)		

Esta interpretación debe hacerse para cada uno de los elementos y, con base en esto, determinar la cantidad de fertilizante a aplicar por cultivo para obtener los mejores rendimientos y asegurar una buena salud y calidad del suelo, sin causar alteraciones en su proporción química.

Una vez que se interpreta el análisis de suelo y se ha establecido la acción a tomar en cada uno de los nutrientes, es importante establecer las dosis de fertilización de acuerdo a los requerimientos de los cultivos.

Cuadro 13. Requerimientos nutricionales para tres cultivos de interés económico.

Cultivo	Nutriente requerido (libras/Mz)			
	Nitrógeno	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	
Maíz	130-230	60-140	150-280	
Frijol	30-120	80-100	40-130	
Sorgo	120-160	60-80	130-210	

Ya cuando se ha logrado establecer la cantidad de nutriente que el cultivo necesita de acuerdo a sus requerimientos y el contenido en el suelo, se debe calcular la cantidad de fertilizante a aplicar, para ello es necesario conocer la concentración de nutriente en las fórmulas de fertilizantes comercialmente más conocidas.

Cuadro 14. Contenido de nutrientes en los fertilizantes más comunes en el mercado.

	Concentración de nutrientes (%)			
Fertilizante	Nitrógeno	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K₂O)	
Urea	46	0	0	
Fórmula 18-46-00	18	46	0	
Fórmula 12-24-12	12	24	12	
Cloruro de potasio KCI	0	0	60	

12. ESTABLECIMIENTO DE LAS DOSIS DE FERTILIZANTE REQUERIDAS

Para determinar la dosis de fertilizante que el cultivo necesita, se divide la cantidad de nutriente requerido por el cultivo, entre la concentración de nutrientes que el fertilizante tiene. Por ejemplo: para un cultivo de maíz se determinó que la necesidad de nitrógeno es de 180 libras/Mz, para cubrir este requerimiento se utilizará urea, la cual tiene una concentración de 46% de nitrógeno, es decir, que en un saco de 100 libras 46 son de nitrógeno, el resto es material inerte. Entonces, para calcular la cantidad de urea a aplicar se realiza una regla de tres simple.

100 libras de urea ----- 46 libras de nitrógeno X libras de urea ----- 180 libras de nitrógeno

 $X = 180 \times 100 = 391$ libras de urea que es equivalente a 4 quintales de urea por manzana para

46 cubrir los requerimientos de nitrógeno.

La regla de tres da como resultado 391 libras de urea, esta cantidad se divide para las 100 libras que posee un quintal, y así obtener los quintales por manzana de urea a aplicar. En este caso se deberán aplicar 3.91 quintales de urea por manzana; se redondea a 4 quintales de urea por manzana.

13. APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

El método de aplicación de los fertilizantes (abono orgánico o fertilizantes minerales) es un componente esencial de las buenas prácticas agrícolas. La absorción de los nutrientes depende de la variedad del cultivo, la fecha de siembra, la rotación de cultivos, las condiciones del suelo y del ambiente. En las buenas prácticas agrícolas, el productor establece la cantidad y el momento adecuado para la fertilización, de manera que las plantas usen los nutrientes de la mejor manera posible. Para un aprovechamiento óptimo del cultivo y un potencial mínimo de contaminación del medio ambiente, el agricultor debe suministrar los nutrientes en el momento preciso en que el cultivo los necesita; esto es de gran importancia para los nutrientes móviles como el nitrógeno, que puede ser fácilmente lixiviados del perfil del suelo, si no es absorbido por las raíces de las plantas.

En las zonas donde comúnmente se presentan lluvias abundantes, los fertilizantes deberían ser incorporados inmediatamente después de la aplicación, para evitar pérdidas por escurrimiento o la erosión. Cuando el fertilizante es aplicado a mano, debe tenerse mucho cuidado para realizar una distribución uniforme y en las dosis exactas. Donde se usa equipo de aplicación de fertilizantes, éste deberá ser ajustado (calibrado) para asegurar un esparcimiento uniforme y en las proporciones correctas. El equipo debe ser mantenido en buenas condiciones.

13.1. Formas de aplicación de los fertilizantes

- Al voleo: consiste en distribuir uniformemente los fertilizantes sobre la superficie del suelo antes de la siembra. Los materiales aplicados pueden ser incorporados mecánicamente o se dejan sobre la superficie para que sean incorporados por la lluvia o el riego. Si el fertilizante es esparcido a mano o con un equipo de distribución, el esparcimiento deberá ser lo más uniforme posible en el campo. Este método es usado principalmente en cultivos con una alta densidad de plantas (maíz, frijol, sorgo y pastos).
- Aplicación en bandas: la aplicación del fertilizante es localizada (poniendo el fertilizante sólo en lugares seleccionados en el campo), el fertilizante es concentrado en partes específicas del suelo durante la siembra, que puede ser ya sea en bandas o en una franja debajo de la superficie del suelo o al lado o



Foto 12. Aplicación de fertilizantes al voleo.
Tomada de: http://l.yimg.com/t/ng/in/reuters_ids_new/20090713/23/2034425306-interview-iffco-sees-india-s-fertilizer-demands-increasing.jpg

debajo de la semilla. Esta aplicación se puede realizar a mano o por medio de equipos especiales de siembra (sembradora de semilla y fertilizante). Es preferible usarlo para cultivos en hileras, que tienen relativamente grandes espacios entre las filas (maíz, algodón y caña de azúcar). En los cultivos sembrados en laderas, el número de granos de fertilizante recomendado es aplicado en la hilera o en el hueco de siembra, debajo, o al lado de la semilla, y cubierto con tierra. Se debe tener mucho cuidado que ningún fertilizante sea colocado demasiado cerca de la semilla o de la plántula para evitar la toxicidad, es decir daño por quemazón de las raíces.



Foto 13. Aplicación de fertilizantes en banda.

Tomada de: http://images.google. hn/imgres?imgurl=http://biocofya. com/images/d3.jpg&imgrefurl=http:// biocofya.com/dosificaciones.



Foto 14. Aplicación de riego por goteo.

 Aplicación por el sistema de riego: consiste en diluir los

fertilizantes y aplicarlos a través del sistema de riego (normalmente riego por goteo), esto permite que las plantas puedan absorber de manera inmediata los nutrientes aplicados. Normalmente se utilizan fertilizantes que sean solubles en agua para evitar daños a los sistemas de tuberías y de distribución del riego.

13.2. Abonos foliares

La fertilización foliar, que es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la fertilización al suelo.

Bajo este sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrientes. Los factores que influyen en la fertilización foliar pueden clasificarse en tres grupos:

- Factores que corresponden a la planta.
- Factores ambientales.
- Formulación del fertilizante foliar.

Dentro de los aspectos de la planta, se analiza la función de la cutícula, los estomas y ectodesmos en la absorción de los nutrientes; en el ambiente: la temperatura, luz, humedad relativa y hora de aplicación. En la formulación foliar se analiza el pH de la solución,

surfactantes y adherentes, presencia de substancias activadoras, concentración de nutrientes en la solución.

Actualmente se sabe que la fertilización foliar puede contribuir en la calidad y en el incremento de los rendimientos de las cosechas, y que muchos problemas de fertilización al suelo se pueden resolver fácilmente mediante la fertilización foliar. Se reconoce que la absorción de los nutrientes a través de las hojas no es la forma normal.

La hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones que permiten la absorción de los nutrientes y la translocación de éstos a los lugares de la planta de mayor demanda.

El abastecimiento de los nutrientes a través del suelo está afectado por muchos factores de diferentes tipos: origen del suelo, características físicas, químicas y biológicas, humedad, plagas y enfermedades. Por esta razón, habrá casos en que la fertilización foliar sea más ventajosa y eficiente para ciertos elementos, que la fertilización al suelo y casos en que simple y sencillamente no sea recomendable el uso de la fertilización foliar.

Sin embargo, la fertilización foliar no puede cubrir los requerimientos de aquellos nutrientes que la planta necesita en grandes cantidades (N, P, K).

La fertilización foliar, debe utilizarse como una práctica para complementar los requerimientos de nutrientes o corregir deficiencias de aquellos nutrientes que no existen o no se pueden aprovechar eficientemente mediante la fertilización al suelo.

Penetración de los nutrientes en el tejido de las plantas

Cuando nos referimos a la penetración de nutrientes, podemos definir dos movimientos:

- Hacia el tejido desde el exterior, que se conoce como absorción.
- Desde el punto de penetración hacia otras partes de la planta, conocido como translocación.

La **absorción** puede ser realizada a través de diversos elementos que existen en el tejido. La penetración principal se realiza directamente a través de la cutícula y se realiza en forma pasiva. Los primeros en penetrar son los cationes (elementos con carga positiva) dado que éstos son atraídos hacia las cargas negativas del tejido y se mueven pasivamente de acuerdo al gradiente (alta concentración afuera y baja concentración adentro). Luego de un cierto período, los cationes que se han movido hacia dentro

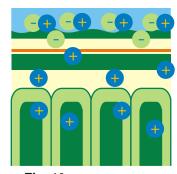


Fig. 10. Absorción de nutrientes.

modifican el equilibrio eléctrico en el tejido interno provocando que éste sea menos negativo y más positivo. Los aniones (elementos con carga negativa) comienzan a penetrar el tejido como se ha descrito para los cationes.

La absorción tiene lugar también a través de los estomas, que tienen su apertura controlada para realizar un intercambio de gases y el proceso de transpiración. Se sabe que estas aperturas difieren entre las distintas especies vegetales, en su distribución, ocurrencia, tamaño y forma. En la mayoría de los cultivos, la mayor parte de los estomas están en la superficie inferior de la hoja (envés).

Translocación

Luego de que los iones hayan penetrado comienza su transporte hacia las diferentes partes de la planta y esto se conoce con el nombre de translocación. Él mismo se realiza mediante dos mecanismos:

- 1. Transporte célula a célula, conocido como "movimiento apoplástico".
- 2. Transporte a través de los canales vasculares, conocido como "movimiento simplástico".

El **movimiento apoplástico** describe el movimiento desde una célula hacia la otra. El transporte de nutrientes de una célula a otra se da por difusión (de mayor concentración a menor concentración), este proceso se da por medio de los plasmodesmos, que son canales microscópicos que conectan una pared de la célula con otra permitiendo el transporte y la comunicación entre ellas.

El **movimiento simplástico**, describe la descarga del ion en el sistema vascular. El transporte de los nutrientes se da a través de toda la planta, desde los puntos de absorción hacia los puntos donde la planta requiere los nutrientes para su metabolismo.

El movimiento de los nutrientes en la planta está dado por la movilidad de los iones dentro de la misma, por lo tanto, los nutrientes se dividen en tres grupos:

- 1. Móviles: nitrógeno, fósforo, potasio y azufre.
- 2. Parcialmente móvil: zinc, cobre, hierro y manganeso.
- 3. Poco móvil: calcio y magnesio.

Limitaciones de la fertilización foliar

A pesar de que la nutrición foliar se describe como un método de aplicación que podría ayudar a solucionar una serie de problemas que se encuentren en las aplicaciones al suelo, no es perfecta y tiene sus limitaciones:

- Tasas de penetración bajas, particularmente en hojas con cutículas gruesas y cerosas.
- Se lava con la lluvia.
- Rápido secado de las soluciones de lo cual no permite la penetración de los sólidos.
- Tasas limitadas de traslado de ciertos nutrientes.
- Cantidades limitadas de macronutrientes, que pueden ser suministrados.

14. EL SUELO Y LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

Para un manejo eficiente del suelo el agricultor debe mejorar las características deseables del mismo con buenas prácticas agrícolas. Estas prácticas deberán ser técnicamente comprobadas, económicamente atractivas, ambientalmente seguras, factibles en la práctica y socialmente aceptable, para asegurar una elevada y sostenible productividad. Los componentes importantes de las buenas prácticas agrícolas son:

Adecuación correcta del terreno:

- Elaboración de obras de conservación de suelos (cultivo en curvas a nivel).
- Drenaje de zonas susceptibles a la acumulación de agua.
- Adecuada mecanización del terreno.



Foto 16. Incorporación de materia orgánica en parcelas.

Mantenimiento del suelo:

- Reposición de la materia orgánica.5
- Control del pH del suelo.
- Selección y aplicación correcta de los fertilizantes.

Manejo del cultivo:

- Selección de semillas de calidad de una variedad de alto rendimiento.
- Selección del mejor momento y método apropiado de siembra.



Foto 15. Preparación del terreno para siembra.



Foto 17. Muestreo de plagas en maíz.

- Densidad de siembra y población de plantas óptima.
- Medidas apropiadas para el control de plagas y enfermedades.
- Aplicación de riego.

Aplicación de fertilizantes:

- Todas las aplicaciones de fertilizantes deben ser registradas, indicando el sector donde se aplicó, edad del cultivo, dosis y forma de aplicación y producto aplicado.
- En el caso de la fertilización nitrogenada se recomienda fraccionar la dosis según estados de mayor demanda en los cultivos y así evitar pérdidas de nitrógeno por lluvias intensas u otros factores.

Almacenamiento de fertilizantes:

- Se debe tener una bodega o un área de almacenamiento de fertilizantes, esta área debe ser techada, cerrada, mantenerse limpia y seca.
- Los fertilizantes deben almacenarse separados del grano cosechado y de los productos fitosanitarios.
- El fertilizante almacenado debe estar alejado del suelo (por ejemplo; piso de cemento, sobre plástico, uso de tarimas).



Fotos 18 y 19. Mal almacenamiento de fertilizantes.



Correcto almacenamiento de fertilizantes.

- Los fertilizantes deben almacenarse en su empaque original y llevar un registro de existencias en la bodega.
- La zona de almacenamiento de los fertilizantes debe estar señalizada con un cartel en su entrada que indique el uso de la misma por ejemplo: almacenamiento de fertilizantes.

Cuidados de la maquinaria y equipos de aplicación:

- La maquinaria y el equipo utilizado deben ser calibrados con la frecuencia necesaria.
- Esta maquinaria y equipo deben mantenerse protegidos (preferiblemente bajo techo) limpios y en buen estado.

- Realizar mantenimiento mecánico de estos equipos y maquinaria, por lo menos una vez al año.
- Se deben registrar las calibraciones y mantenimientos hechos a los equipos de aplicación.
- La maquinaria de aplicación de fertilizantes, así como otros vehículos o máquinas deben tener un sitio específico para su lavado, evitando que el agua residual del lavado contamine las fuentes de agua.



Foto 20. Cuidado de maquinaria y equipo.

Recomendaciones generales:



Fig. 11. Comunicando recomendaciones.

- Se deben tener procedimientos establecidos para casos de accidentes y emergencias, procedimientos de higiene y procedimientos para atender los riesgos identificados en el trabajo.
- El trabajador que muestre síntomas de enfermedad o tenga lesiones abiertas (heridas) que no puedan cubrirse debidamente deberá ser retirado de las actividades, cuidando su bienestar personal.
- Los supervisores deben estar familiarizados con los síntomas de las enfermedades infecciosas, para que puedan tomarse las medidas de seguridad necesarias.
- Se debe disponer de botiquines de primeros auxilios, bien equipados y accesibles al personal (cerca de la zona de cosecha y de lugares donde se manipulen sustancias de cuidado o se maneje maquinaria peligrosa).
- La ropa y equipo de protección deben estar en buenas condiciones y tener todos los elementos completos, según lo indiquen las instrucciones de las etiquetas de los productos y plaguicidas aplicados. Deben limpiarse después de su uso y almacenarse en un sitio ventilado, separado de los plaguicidas y de otros productos químicos que puedan contaminarlos.

 Los trabajadores deben tener acceso a una zona limpia para guardar sus alimentos, un lugar designado para comer, así como instalaciones para beber agua y lavarse las manos.

Equipo recomendado para la manipulación de fertilizantes:



Fig. 12. Equipo de protección.

- Botas de hule
- Guantes plásticos o de látex
- Overol.
- Gafas protectoras

Medidas de seguridad e higiene:

- Mantener un buen aseo personal.
- Respetar los carteles "use los baños" y "lávese las manos".
- Recuerde lavarse las manos después de usar los baños.
- Una vez terminada la actividad, la

persona debe ducharse y lavar los elementos de protección.





ELABORACIÓN DE COMPOSTERA DE PILA

Objetivo:

Enseñar a los estudiantes a construir una compostera de pila.

Paso 1.

Escoger un sitio apropiado. La abonera debe ubicarse cerca de una fuente de agua y de la parcela donde el compostaje se va a aplicar. En el caso de la abonera de pila, una buena opción es ubicarla debajo de un árbol frutal como la mata de plátano, cuyas hojas protegerán contra el exceso de lluvia y brindarán sombra para reducir la evaporación. Obtener los materiales necesarios: zacate, estiércol de animales, hojas secas, desperdicios vegetales de cocina.



Fig. 14. Escogencia de sitio apropiado.

Paso 2.

Una abonera debe consistir en porciones iguales de materiales maduros/fibrosos y materiales altos en nitrógeno como el estiércol fresco, el zacate tierno y las hojas de leguminosas como el frijol de abono.

Reunir los materiales en montones separados picando el zacate y los residuos de los cultivos en pedazos pequeños y aporreando el estiércol. Entre más pequeños los pedazos más rápidamente se descompondrá.



Fig. 15. Preparación de materiales de la abonera.

Paso 3.

Los diferentes materiales deben colocarse juntos y revueltos en la pila o fosa, de manera que no queden separados en capas distintas. La abonera debe montarse haciendo capas sucesivas de 20 a 30 cm de grosor. Después de hacer la primera capa se colocan cuatro a cinco palos verticalmente (o sea uno por metro cuadrado). Estos sirven de respiradero para la aireación y la entrada



Fig. 16. Agregado de agua suficiente.

de agua y mantienen la humedad. Con cada capa terminada, se debe agregar suficiente agua para lograr una humedad adecuada.

Paso 4.

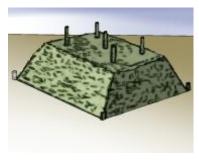


Fig. 17. Abonera terminada.

Al terminar la abonera, ésta se debe cubrir con una capa de zacate para protegerla contra el resecado por el sol o la lluvia excesiva. A los tres o cinco días se deben quitar los palos de los respiraderos, dejando libre los hoyos. Así se deja la abonera unos 25 a 35 días, revisando su humedad de vez en cuando. Se hace la revisión metiendo la mano en los respiraderos. Si el material se siente seco, se debe agregar agua a través de los respiraderos.

Paso 5.



Fig. 18. Volteo de la abonera.

Al pasar unos 25 a 30 días, debe voltearse la abonera. Se mezcla bien el material y se remoja de nuevo. Deben volverse a colocar los palos de los respiraderos. Luego, la abonera se deja nuevamente otros 25 a 30 días, hasta voltearla otra vez. Debe seguirse repitiendo el volteo al intervalo indicado, hasta estar listo el compostaje. Cabe hacer notar que el compostaje puede utilizarse antes de ponerlo bien desmenuzado, con tal de que el material se encuentre en un estado manejable.

CÓMO DIAGNOSTICAR Y RESOLVER FALLAS DE LAS ABONERAS

Falta de calentamiento:

Una abonera debe empezar a calentarse notablemente a los dos o tres días de fabricarse. De hecho, el calor puede alcanzar los 65 a 70 °C dentro de la pila e indica el funcionamiento adecuado de los microorganismos. Con el tiempo, el calor va bajando, subiendo de nuevo un poco cada vez que se voltea la pila. Las causas más comunes del calentamiento inadecuado son la falta de suficiente humedad y/o de nitrógeno, las cuales son necesarias para la proliferación y funcionamiento vigoroso de los microorganismos. Otra causa es el tamaño inadecuado de la pila, lo que no permite guardar el calor.

Olor de gas amoniaco:

Este olor indica un exceso de nitrógeno en la pila. Para reducir la volatilización y pérdida de este nutriente valioso, se debe incorporar materiales bajos en nitrógeno, tales como zacate maduro u hojas secas. Otra opción es agregar suelo a la pila para absorber el nitrógeno, pero esto agrega peso innecesario.

Abonera: lugar donde se colocan diferentes materiales para su descomposición y formación de compost o abonos orgánicos.

Abono verde: cultivo de alta densidad, a menudo una leguminosa, sembrado con el propósito de incorporar la planta al suelo para mejorar la fertilidad del mismo.

Biomasa: acumulación de materia seca y fresca por las plantas.

Compost: es el resultado de la descomposición de diferentes materiales (desechos vegetales, animales muertos, estiércol de animales). El producto de esta descomposición es el humus; sustancia que generalmente tiene un buen efecto al mejorar los componentes físicos, químicos y biológicos del suelo.

Conservación de suelos: distintas prácticas u obras que se realizan para evitar la pérdida de suelo.

Drenaje: mover el agua estancada de un lugar hacia otro lugar.

Fertilizante: compuesto elaborado en un laboratorio o en una fábrica para proporcionar nutrientes a las plantas.

Nutriente disponible: nutriente que se encuentra en el suelo y la planta puede absorberlo para utilizarlo en sus procesos metabólicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo. G. Material de la clase de manejo de suelos y nutrición vegetal. Zamorano. 2007.
- Cadahía, C. Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales . Madrid: Mundi-Prensa. 2008. __p
- Carillo, J. Evaluación de Densidad de Siembra de Tomate (Lycopersicum esculentum) en Invernadero. Agronomía Mesoamericana. 2003. 85-88 pp
- Especificaciones Técnicas de Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Maíz. 2008. En línea.http://www.buenaspracticas.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=61 & ltemid=140#XIII.%20MEDIDAS%20DE%20SEGURIDAD
- PROMIPAC. Guía de Salud de Suelos. Manual para el Cuidado de la Salud de Suelos. Zamorano, COSUDE. Proyecto PROMIPAC. 2004. 154p
- Hasing, T. Evaluación Agroeconómica de Cuatro Programas de Fertilización y Dos Sustratos en Tomate (Lycopersicum esculentum) bajo Macrotunel en Zamorano. Revista Científica Ceiba. 2002. 5-7 pp
- Navarro Blaya, Simón. Química Agrícola: El Suelo y los Elementos Químicos Esenciales para la Vida Vegetal (2a ed). España: Mundi-Prensa. 2008.
- Ortiz. G. Manual de Fertilizantes para Cultivos de Alto Rendimiento. México. Editorial Limusa. 2004. 348p
- Pineda. A. Lombricultura. Instituto Hondureño del Café. 1^{ra} ed. Tegucigalpa. Litografía López. 2006. 38p
- Villalobos, Francisco J. Fitotecnia: Bases y Tecnologías de la Producción Agrícola. España: Mundi-Prensa, 2008.
- Vieira. M. Manejo Integrado de la Fertilidad del Suelo en Zonas de Ladera. CENTA-FAO-PASOLAC. 1998. 135p