

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

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 (Fig. 5).

2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO

Las plantas dependen de los nutrientes del suelo para su crecimiento y desarrollo. 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 limitadas, pueden producir graves alteraciones y reducir notablemente el crecimiento; algunos de estos nutrientes son usados por las plantas en mayor cantidad, es por eso que se pueden clasificar como macronutrientes y micronutrientes (Cuadros 1 y 2).

En el Cuadro 3 se muestran los requerimientos nutricionales de NPK en cultivos de interés comercial.

En el Cuadro 4 se pueden observar algunos síntomas que presentan las plantas por la ausencia de macronutrientes.






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 o varios de ellos en el suelo.

<p>Azufre</p>	<p>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 succulencia. Las raíces son más largas de lo normal. El tallo se vuelve leñoso.</p>	
---------------	--	--

2.2. Micronutrientes

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 jóvenes 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.	
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, entre otros). 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 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 y medio antes de la siembra del cultivo, con el objetivo de dejar suficiente tiempo para realizar el análisis, 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, en un lote con todas las características similares de suelo, cultivo y manejo, 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 7). Las submuestras que corresponden a una muestra son mezcladas cuidadosamente sobre una superficie plana cubierta con un plástico, para asegurarse de obtener una buena mezcla.

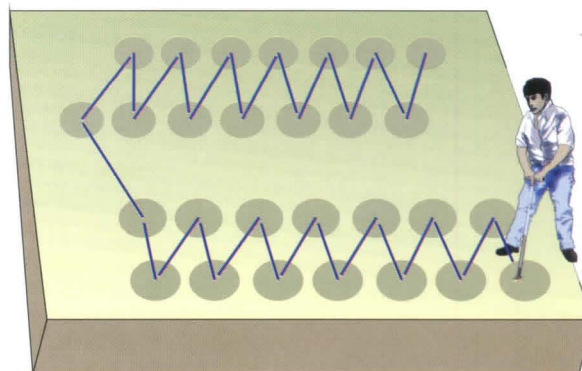


Fig. 7. Ilustración de prácticas de muestreo de suelos para ambientes uniformes (Adaptado de Nebraska Agricultural Extension Service).

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.
- ♦ Fertilizantes que se aplicaron.
- ♦ 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).
- ♦ Laboratorio de la Standard Fruit (WHAL), La Ceiba (éste no brinda recomendaciones de fertilización).
- ♦ Laboratorio de Suelos del CURLA, La Ceiba.

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 (Cuadro 6).

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 usando un potenciómetro que permite conocer el grado de acidez o alcalinidad que presenta un suelo. Se interpreta de acuerdo a un rango (Cuadro 7).

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 (Fig. 8):

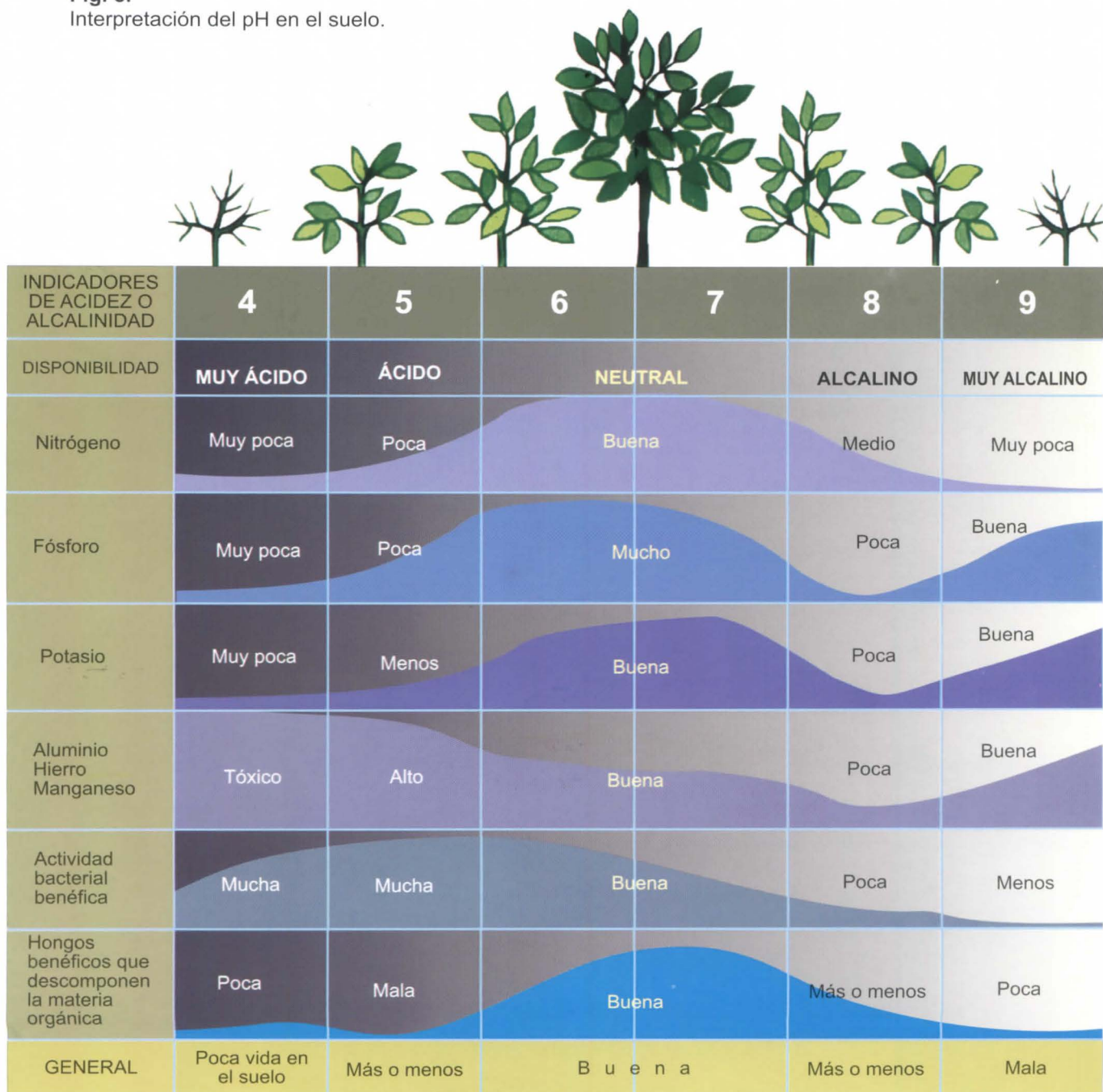
pH > 8.0, fuertemente alcalinos, con estos valores el Fósforo y macroelementos pueden estar poco disponibles, el Sodio puede ser muy alto y tóxico.

pH 7.4 - 8.0, medianamente alcalino, alto para fines agronómicos. Pueden presentarse deficiencias de Fósforo, también 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.

Fig. 8.
Interpretación del pH en el suelo.



ARTE: DARLAN MATUTE

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. Para interpretar el contenido de N se puede observar el Cuadro 8.

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 interpretar el contenido de Fósforo en el suelo se presenta el Cuadro 9.

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)		
	Método Olsen	Método Bray-II	Melich 3
Bajo	< 5	< 15	<15
Adecuado	5-15	15-50	15-30
Alto	> 15	> 50	>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, según la textura del suelo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Rango para la interpretación del contenido de Potasio, Calcio y Magnesio en el suelo de acuerdo a la textura que esté presente.

Textura	Rango (mg/kg)								
	Potasio			Calcio			Magnesio		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Gruesa (Arenosa)	59	60-155	156	500	501-799	800	90	91-121	192
Media (Francas)	176	177-389	390	1500	1501-1999	2000	270	271-479	480
Fina (Arcillosas)	234	235-487	488	2000	2001-2499	2500	360	361-599	600

MUESTREO DE SUELO

Objetivo:

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

Herramientas necesarias:

- ♦ Una cubeta o balde
- ♦ Una pala
- ♦ Bolsa plástica
- ♦ Lápiz
- ♦ Papel
- ♦ Cinta adhesiva

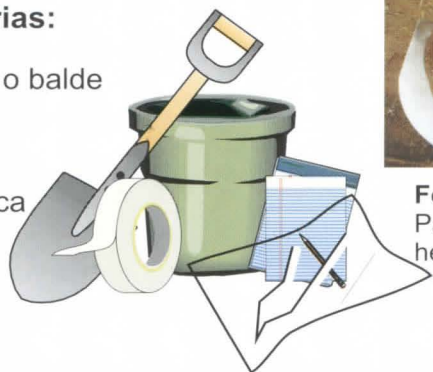


Foto 2.
Pala como herramienta.

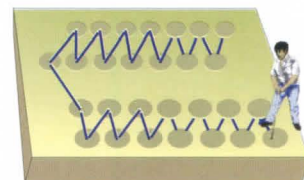


Fig. 9. Tomando muestra.



Foto 3. Toma de muestra con pala.

Procedimiento:

Paso 1: En el campo, en cada lote uniforme, realice un muestreo de suelos en forma de "zig-zag", siguiendo el ejemplo de la figura 9.

Paso 2: En cada punto de muestreo, con la pala, haga un agujero de 20 cm de profundidad (Foto 2 y 3).

Paso 3: Al tener listo el agujero introduzca la pala a uno de los lados del mismo y deslice la pala hacia abajo, como cortando una rebanada de pan (Foto 4).

Paso 4: Introduzca en la cubeta la cantidad de suelo extraído con la pala. Realice este mismo procedimiento en por lo menos 7 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 resultado de este análisis será necesario para desarrollar el ejercicio No. 1 de esta unidad.



Foto 4. Muestra a introducir en cubeta

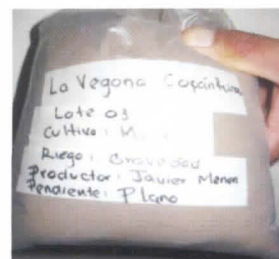


Foto 5. Etiquetado de la muestra.

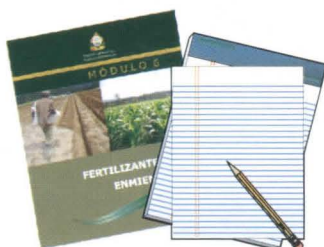
IDENTIFICACIÓN DE SÍNTOMAS DE DEFICIENCIAS DE NUTRIENTES EN LOS CULTIVOS

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 (cuadros 4 y 5).

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
pH	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	
pH	
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

La **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 y su manejo.

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

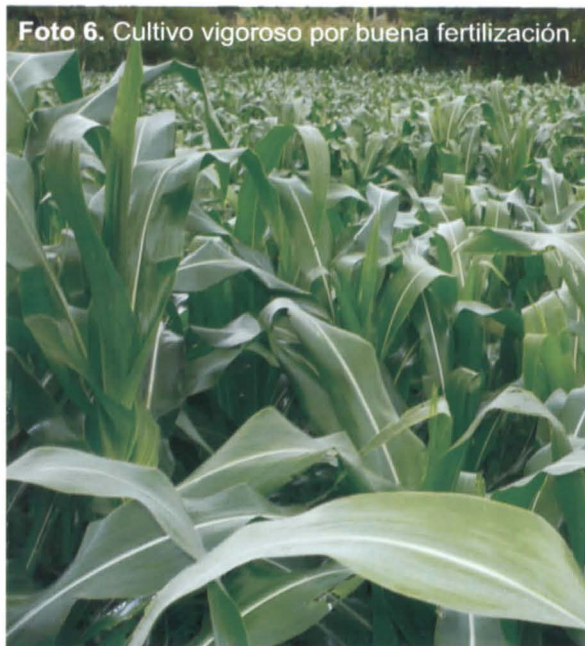


Foto 6. Cultivo vigoroso por buena fertilización.

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 sola clase de alimento; si la dieta es desequilibrada, los seres humanos eventualmente se enferman, al igual que las plantas.

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.
 - c) **Múltiples:** contienen más de tres elementos, ejemplo: Ke Mag (0-0.22-18-21.5).