



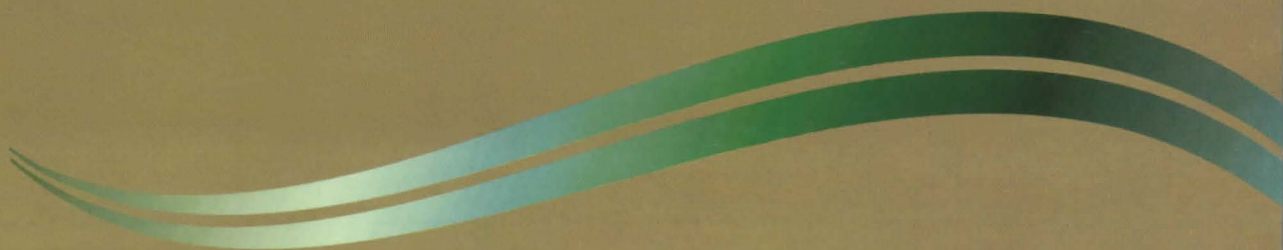
República de Honduras
Secretaría de Educación

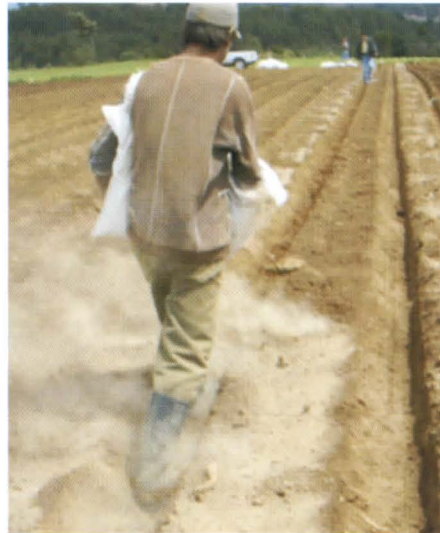
Bachillerato Técnico Profesional con Orientación en Agricultura

MÓDULO 6



FERTILIZANTES Y ENMIENDAS





MÓDULO 6

Fertilizantes y Enmiendas



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza
en América Central



República de Honduras
Secretaría de Educación



MÓDULO 6 Fertilizantes y Enmiendas

CRÉDITOS:

Contenido Técnico: Gloria Arévalo de Gauggel, Moisés Castellanos

Revisión técnico pedagógica:

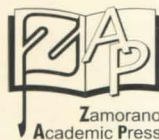
Zamorano: Alfredo Rueda, Yordana Valenzuela, Ernesto Garay

Secretaría de Educación: Héctor Martínez, Alba Consuelo Talavera Bermúdez, Vicente Caballero, Celia Aída Fiallos López, José Ochoa, Renys Abener Torres López, Claudia Elena Oviedo Zúniga, Lesbia Argentina Ramírez Lara, Lone Mejía, Ricardo Enrique Padilla

Edición: Abelino Pitty

Producción, arte y diseño:

Darlan Esteban Matute López



ISBN: 1-885995-71-7

2011 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.; M. Castellanos: 2011. Módulo 6, 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. 59 p.

Febrero 2011

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, Zamorano, mediante los programas PROMIPAC (Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central) y PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central), 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.



ABOGADO JOSÉ ALEJANDRO VENTURA SORIANO
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, presentan este manual con el objetivo de fortalecer habilidades en los 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. Es importante 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 los 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.

PASOLAC
PROMIPAC

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN		11
UNIDAD I.	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO Y APOORTE DE NUTRIENTES DEL SUELO	
	1. APOORTE DE NUTRIENTES DEL SUELO AL CULTIVO	
	1.1. Fuentes de adquisición de nutrientes	13
	1.2. Principales factores que afectan la disponibilidad de nutrientes en el suelo	14
	1.3. Proceso de transporte de nutrientes en la zona de contacto suelo-raíz	16
	2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO	
	2.1. Macronutrientes	17
	2.2. Micronutrientes	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?	20
	5.2. ¿Por qué hacer un análisis de suelo?	20
	5.3. ¿Cuándo debo muestrear el suelo?	21
	5.4. ¿Cómo debo tomar la muestra del suelo?	21
	5.5. ¿Qué información debe acompañar a la muestra de suelo?	21
	5.6. ¿A dónde debe llevarse la muestra de suelo?	22
	6. INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE SUELO	
	6.1. Determinación del contenido de materia orgánica	22
	6.2. Interpretación del pH del suelo (reacción del suelo)	23
	6.3. Contenido de nitrógeno en el suelo	25
	6.4. Interpretación del contenido de fósforo en el suelo	25
	6.5. Interpretación del contenido de calcio, magnesio y potasio en el suelo	25
UNIDAD II.	FERTILIZANTES Y ENMIENDAS	
	7. CONCEPTUALIZACIÓN DE FERTILIZANTES Y ENMIENDAS	31
	8. IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS	31
	9. TIPOS DE FERTILIZANTES Y ENMIENDAS	
	9.1. Clasificación de los fertilizantes	32
	9.2. Composición de los fertilizantes	33
	10. CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES Y ENMIENDAS	
	10.1. Fertilizantes minerales o inorgánicos	
	Presentación de los fertilizantes	33
	Propiedades químicas de los fertilizantes	34
	10.2. Enmiendas del suelo (acondicionadores)	34
	Mejoradores de condiciones físicas y biológicas	34
	Correctores de acidez	34
	Momento del encalado	35
	Cantidad de cal necesaria para corrección de la acidez del suelo	36
	10.3. Abonos orgánicos	
	Importancia de los abonos orgánicos	36
	Propiedades de los abonos orgánicos	37
	Propiedades físicas	37
	Propiedades químicas	37
	Propiedades biológicas	37
	Tipos de abonos orgánicos	38
	Estiércol	38
	Compost	38
	Bocashi	39
	Abonos verdes	39
	Lombrihumus	41
	11. CÁLCULO DE DOSIS DE FERTILIZANTES Y ENMIENDAS	42
	12. ESTABLECIMIENTO DE LAS DOSIS REQUERIDAS DE FERTILIZANTE	43
	13. APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES	45
	13.1. Formas de aplicación de los fertilizantes	45
	13.2. Abonos foliares	46
	Penetración de los nutrientes en el tejido de las plantas	47
	Translocación	48
	Limitaciones de la fertilización foliar	48
	14. EL SUELO Y LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	49
	Adecuación correcta del terreno	49
	Mantenimiento del suelo	49
	Manejo del cultivo	49
	Aplicación de fertilizantes	50
	Almacenamiento de fertilizantes	50
	Cuidados de la maquinaria y equipos de aplicación	50

Recomendaciones generales	51
Equipo recomendado para la manipulación de fertilizantes	52
Medidas de seguridad e higiene	52
GLOSARIO	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ÍNDICE DE PRÁCTICAS:	
No. 1. Muestreo de suelo	26
No. 2. Identificación de síntomas de deficiencias de nutrientes en los cultivos	27
No. 3. Interpretación de análisis de suelo	28
No. 4. Elaboración de compostera de pila	53
ÍNDICE DE FIGURAS:	
Fig. 1. Diferentes formas en que los nutrientes se encuentran dispuestos en el suelo	13
Fig. 2. pH del suelo	15
Fig. 3. Competencia y sinergismo entre nutrientes	16
Fig. 4. Flujo de masa	16
Fig. 5. Movimiento de los nutrientes del suelo hacia la planta por difusión	17
Fig. 6. Absorción de nutrientes	18
Fig. 7. Ilustración de prácticas de muestreo de suelos para ambientes uniformes	21
Fig. 8. Interpretación del pH en el suelo	24
Fig. 9. Tomando muestra	26
Fig. 10. Absorción de nutrientes	47
Fig. 11. Comunicando recomendaciones	51
Fig. 12. Equipo de protección	52
Fig. 13. Higiene personal	52
Fig. 14. Escogencia de sitio apropiado	53
Fig. 15. Preparación de materiales de la abonera	53
Fig. 16. Agregado de agua suficiente	53
Fig. 17. Abonera terminada	54
Fig. 18. Volteo de la abonera	54
ÍNDICE DE FOTOS:	
Foto 1. Cultivo vigoroso	11
Foto 2. Pala como herramienta	26
Foto 3. Toma de muestra con pala	26
Foto 4. Muestra a introducir en cubeta	26
Foto 5. Etiquetado de la muestra	26
Foto 6. Cultivo vigoroso por buena fertilización	31
Foto 7. Encalado del suelo	35
Foto 8. Compost preparado	38
Foto 9. Bocashi preparado	39
Foto 10. Parcela con abono verde	39
Foto 11. Muestra de lombrihumus	41
Foto 12. Aplicación de fertilizantes al voleo	45
Foto 13. Aplicación de fertilizantes en banda	46
Foto 14. Aplicación de riego por goteo	46
Foto 15. Preparación del terreno para siembra	49
Foto 16. Incorporación de materia orgánica en parcelas	49
Foto 17. Muestreo de plagas en maíz	49
Foto 18. Mal almacenamiento de fertilizantes	50
Foto 19. Correcto almacenamiento de fertilizantes	50
Foto 20. Cuidado de maquinaria y equipo	51
CUADROS:	
1. Requerimientos nutricionales de las plantas	18
2. Importancia de los nutrientes en las plantas	18
3. Requerimientos de NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) para algunos cultivos de interés comercial de acuerdo al rendimiento esperado	19
4. Síntomas por deficiencias de macronutrientes	19
5. Síntomas por deficiencias de micronutrientes	20
6. Rango de interpretación del contenido de materia orgánica en el suelo	23
7. Rango para la interpretación del pH del suelo	23
8. Rango para la interpretación del contenido de Nitrógeno en el suelo	25
9. Rango para la interpretación del contenido de Fósforo en el suelo de acuerdo al método de análisis	25
10. Rango para la interpretación del contenido de Potasio, Calcio y Magnesio en el suelo de acuerdo a la textura que esté presente	25
11. Cantidad de cal agrícola necesaria para realizar cambios deseados en el suelo	36
12. Acciones a tomar respecto a la aplicación de fertilizantes, de acuerdo al nivel de nutrientes en el suelo	42
13. Requerimientos nutricionales para tres cultivos de interés económico	42
14. Contenido de nutrientes en los fertilizantes más comunes en el mercado	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.
 3. Realizar prácticas de fertilización y enmiendas al cultivo, aplicando las medidas de seguridad e higiene y salud ocupacional.
-
-

Actualmente 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. Una de estas intervenciones lo constituye la nutrición del cultivo, ya que es esencial suplir las necesidades de nutrientes necesarios 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.

La elaboración de un buen programa de fertilización debe ajustarse a las necesidades del cultivo con que se estará trabajando, seleccionar adecuadamente los fertilizantes, dosificar según la extracción real del cultivo, conociendo los rendimientos medios de varios años y el contenido de nutrientes en el suelo y elegir bien las épocas de aplicación en cada caso.

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. Por tal razón, el presente manual brinda 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 APOORTE DE NUTRIENTES DEL SUELO

1. APOORTE DE NUTRIENTES DEL SUELO AL CULTIVO

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. En general, 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, absorbidos por medio del sistema radicular (Fig. 1).

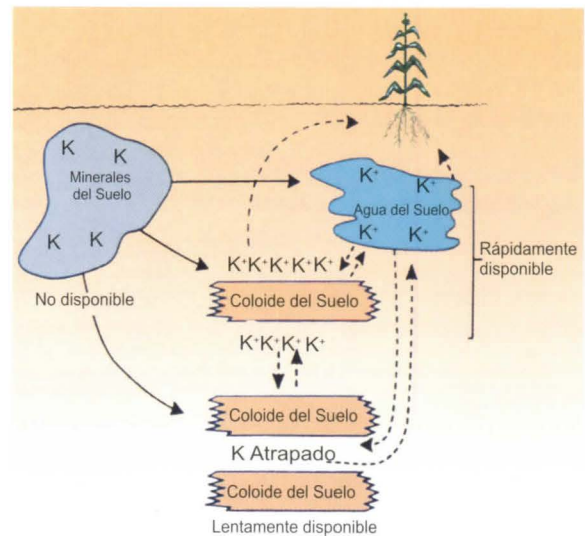


Fig. 1. Diferentes formas en que los nutrientes se encuentran dispuestos en el suelo.

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 degradan 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 **cationes**, cargados positivamente, son atrapados o retenidos por los coloides del suelo en su mayor parte, mientras que los **aniones**, cargados negativamente, se hallan en la solución del suelo y fácilmente pueden ser absorbidos por las plantas.

Las formas más comunes en que se presentan los NUTRIENTES en el suelo son:

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 absorberlo.

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. Es el más fácilmente que 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: 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 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) o por compactación. 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 $\text{pH} < 7$ se dice que es ácido y cuando posee un $\text{pH} > 7$ es alcalino (Fig. 2). 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 hay una disponibilidad de 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 Al^{+3}) generalmente presente en los niveles de $\text{pH} < 5.5$. El Aluminio (Al^{+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. pH del suelo.

Competencia y sinergismo entre nutrientes:

la absorción de un nutriente determinado puede dificultar la absorción de otro nutriente por 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 (Fig. 3).

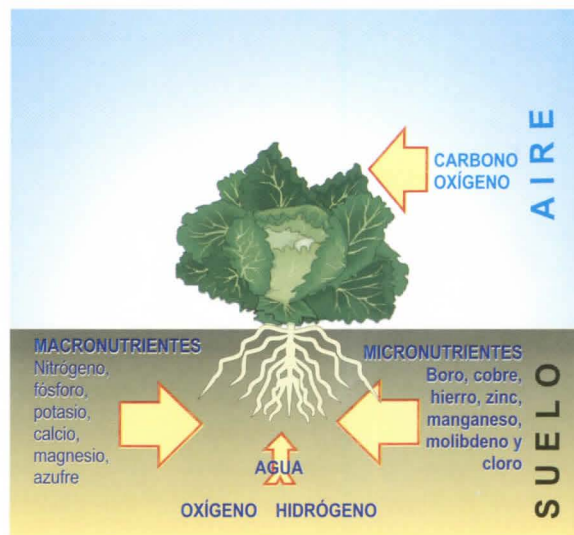


Fig. 3. Competencia y sinergismo entre nutrientes.

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

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

Intercepción radicular:

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

Flujo de masa:

la solución del suelo (agua y nutrientes) se mueve de las partes más húmedas y 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 (Fig. 4).

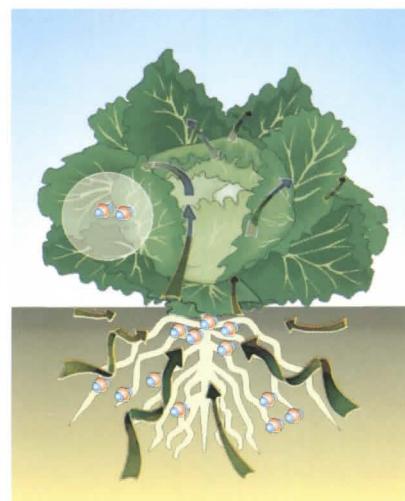


Fig. 4. Flujo de masa.

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