
NUTRICIÓN VEGETAL (II)

Moyeja Santana, Juan de Jesús

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (IIAP); UNIVERSIDAD DE LOS ANDES (ULA); Apdo 77 La Hechicera, Mérida Venezuela. / Lab. Ecofisiología de Cultivos /Línea de Producción Vegetal

Macronutrientes secundarios : Propiedades fisicoquímicas y biológicas. Importancia agrícola de estos. Características generales. Ocurrencia en la naturaleza y sus roles metabólicos y fisiológicos en las plantas. Síntomas de deficiencia y exceso en las plantas

INTRODUCCIÓN

Los macronutrientes secundarios (Calcio, Magnesio, Azufre y Silicio) constituyen el mayor componente de peso seco de los nutrientes minerales incorporados funcionalmente a las plantas, después de los macronutrientes básicos constitutivos (N, P y K). En este nuestro segundo artículo de la serie sobre NUTRICIÓN VEGETAL, abordaremos de una forma sencilla, el estado natural en el suelo de estos nutrimentos minerales, sus características generales, las funciones en la planta, y los síntomas de deficiencia y de toxicidad. El valor funcional y su importancia agrícola en el proceso de productividad en los cultivos va a depender en mucho del manejo que el productor haga de ellos en una apropiada combinación con los macroelementos básicos constitutivos, los cuales presentamos en el artículo NUTRICIÓN VEGETAL I y con los micronutrientes u oligoelementos que presentaremos en el artículo (NUTRICIÓN VEGETAL III). Esperamos que este y los siguientes artículos de la serie contribuyan a mejorar el conocimiento de la nutrición mineral en el proceso de maximizar el rendimiento de los cultivos

1) MACRONUTRIENTES:

Los elementos minerales que son utilizados por las plantas superiores en grandes concentraciones en su nutrición vegetal, se muestran en la tabla N°1 y son denominados Macronutrientes y suelen ser subdivididos en 3 categorías:

- 1) Macronutrientes plásticos básicos (*): Carbono (C), Hidrógeno(H) y Oxígeno (O)
- 2) Macronutrientes primarios básicos (**): Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K)
- 3) Macronutrientes secundarios (***) : Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), y Silicio (Si).

Los 3 grupos de Macronutriente se presentan en la Tabla N° 1

Tabla N°1:

**Concentración de Macronutrientes
En las plantas superiores**

Macronutriente	por 100 g de materia Seca(g)
Carbono	45.1 *
Oxígeno	45.0 *
Hidrógeno	6:0 *
Nitrógeno	1.5 **
Calcio	0.5 ***
Potasio	1.0 **
Azufre	0.1 ***
Fósforo	0.2 **
Magnesio	0.2 ***
Silicio	0.1 ***

1(*), 2(**) y 3(***)

Las concentraciones de los Macronutrientes, consideradas apropiadas para el óptimo crecimiento, varía entre 1mg/g de tejido seco para el azufre a 15 mg/g de tejido seco para el nitrógeno, los estimados de los requerimientos de carbono, oxígeno e hidrógeno varían de 450 mg/gde peso seco a 60 mg/g de peso seco.

2) MACRONUTRIENTES SECUNDARIOS.

Los macronutrientes secundarios de mayor importancia, comprenden un conjunto de elementos minerales imprescindibles para la alimentación vegetal y muchas veces escasos en los terrenos de cultivos. Si su nivel es insuficiente, el abonado periódico es tan importante como el de cualquier Macroelemento primario (N, P y K); pero usualmente su deficiencia no suele presentarse en parcelas aisladas sino en unidades de suelos mayores a partir de comarcas.

Los Macronutrientes secundarios son los siguientes:

Calcio (CaO), magnesio (MgO), azufre (SO₃ y SO₄), y silicio (SiO)

2-1) CALCIO (Ca**):

a) Estado natural del calcio:

El calcio libre no se encuentra en forma natural, sino formando compuestos que constituyen el 3,63% de las rocas ígneas y 3,22% de la corteza terrestre. Se puede encontrar como calcita (CaCO_3) en la piedra caliza, tiza, conchas y corales. Los minerales primarios de calcio son la anonita ($\text{Ca}_{12}\text{Si}_2\text{O}_8$) y piroxenos ($\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$). Hay Pequeñas cantidades de calcio en los borosilicatos. El calcio que es más utilizado por la nutrición de la planta incluye las fracciones solubles en agua e intercambiables. En suelos fértiles el calcio intercambiable puede constituir de 70 a 80% de las bases cambiables totales.

b) Características generales del calcio.

Las plantas acumulan Ca^{++} especialmente en hojas, donde se deposita en forma irreversible; es un elemento esencial para el crecimiento de meristemas, especialmente de los ápices radicales. En las plantas la fracción principal de Ca^{++} está en las paredes celulares o en las vacuolas como sales de ácidos orgánicos. El calcio es un componente fundamental de la lámina media de la pared celular donde cumple una función cementante como pectato calcico.

c) Funciones del calcio en las plantas.

- Interviene en el crecimiento celular.
- Juega un importante papel en activar y promover la absorción activa de otros nutrientes minerales y metabolitos orgánicos, a través de su importante papel en las bombas de transporte activo de Ca^{++} , en las membranas biológicas.
- Cofactor de actividad enzimática y coenzimática en el metabolismo celular vegetal
- Es un cofactor de la actividad de transporte de carbohidratos y proteínas.
- El calcio parece actuar como agente modulador de las fitohormonas, regulando la germinación, el crecimiento y la senescencia.
- Es un factor de estabilidad de las membranas y paredes celulares vegetales.
- Favorece la estabilidad estructural del suelo, mejorando la porosidad, el laboreo, la nascencia y el riego.
- Se llega a considerar en casos extremos, al calcio como un sustituto de la materia orgánica en los suelos muy pobres.

d) Síntomas de deficiencia del calcio en las plantas.

Un déficit de calcio en las plantas origina retardos en los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas, acentuándose los síntomas de clorosis por inhibición y bloqueo de la síntesis de clorofila.

e) Síntomas de exceso del calcio en las plantas.

El exceso de calcio en el suelo origina inmovilización de algunos elementos (hierro, boro, cinc y manganeso), al encontrarse el calcio como carbonato, lo que produce un

aumento del pH. que favorece la precipitación de dichos elementos, produciéndose una inmovilización de estos y su déficit nutricional para la planta al ser impedida su absorción por el sistema radicular, se ha observado también inhibición de la asimilación del potasio.

2-2) MAGNESIO (Mg⁺⁺):

a) Estado natural del Magnesio.

En la litosfera el contenido promedio de magnesio es de 2.65%, presentando variaciones de acuerdo al origen geológico del suelo. El Magnesio lo encontramos presente en el suelo bajo formas no intercambiables y solubles en agua. La forma no intercambiable la encontramos en minerales como la biotita, serpentina, clorita monmorillonita y vermiculita y en los carbonatos como la dolomita ($MgCa(CO_3)_2$) Y magnesita ($MgCO_3$). En la Materia orgánica del suelo, hay una pequeña porción de magnesio asociada a esta. El contenido total de magnesio en los suelos no calcáreos puede variar entre 0.1 a 1 %. Las pérdidas de magnesio en el suelo, son menores que las presentadas en el calcio.

b) Características generales del magnesio.

Las concentraciones de magnesio en los tejidos vegetales son variables y altas. Más del 70% del magnesio se difunde libremente en la solución celular, asociado generalmente a componentes negativos como proteínas y ácidos nucleicos a través de enlaces iónicos. La propiedad más importante del magnesio es su solubilidad. Las proporciones aproximadas de magnesio en las plantas varían entre 0,05-0.7% en base a peso seco.

c) Funciones del magnesio en las plantas.

- Favorece la formación de proteínas y vitaminas.
- Aumenta la capacidad de resistencia de la planta en medios adversos (frío, calor, sequía, plagas y enfermedades).
- Facilita la fijación de nitrógeno atmosférico en las leguminosas.
- Actúa como cofactor de todas las enzimas que activan el proceso fotosintético.
- Constituyente fundamental de la molécula de clorofila.
- El magnesio inhibe los efectos de los macronutrientes fundamentales (N,P,K).

d) Síntomas de deficiencia del magnesio en las plantas.

El déficit de magnesio en la planta, provoca la reducción de la fotosíntesis, lo cual se traduce en una inhibición o reducción de la clorofila, apareciendo clorosis de las hojas con amarillamiento y manchas pardas; siendo las partes viejas las primeras afectadas. Cabe decir que las gramíneas especialmente no son muy susceptibles a

las deficiencias de magnesio, sin embargo por acumularse en órganos de reserva los cultivos de hortalizas, leguminosas y frutales son muy sensibles a la falta de este elemento nutritivo. Los terrenos arenosos tienden a tener especial carencia en este elemento.

2-3) AZUFRE (S-):

a) Estado natural del azufre.

El azufre como sulfatos, sulfuros y en la forma elemental, constituye el 0.06% en la corteza terrestre. El azufre libre lo encontramos en depósitos volcánicos sedimentarios. En el suelo el azufre lo encontramos en dos formas, inorgánicas y orgánicas: En los suelos húmedos lo podemos encontrar en formas de pinta (FeS_2) y blenda (ZnS) en la solución del suelo, el azufre lo encontramos como ion sulfato (SO_4^{--}). La variación total del azufre en el suelo, esta en un rango del 0.01 a 0.16%

b) Características generales del azufre.

Es del conocimiento general la utilidad de los sulfatos en el crecimiento de las plantas. Gran parte del azufre en la planta se reduce a las formas de sulfhidrilo ($-\text{SH}$) o disulfuro ($-\text{S}-\text{S}-$). El azufre participa en un gran número de formas enzimáticas y metaproteínas, es de gran importancia en las llamadas sulfoproteínas

c) Funciones de Azufre en las plantas.

El azufre presenta las siguientes funciones dentro de las plantas superiores:

- Forma parte de las proteínas, como constituyente de los aminoácidos azufrados
- Constituye parte estructural de algunas enzimas
- Actúa como catalizador en los procesos de síntesis de clorofila
- Se asimila como ion SO_4^{--}

d) Síntomas de deficiencia de Azufre en las plantas.

Dado que los suelos en forma general, tienen suficiente cantidad de azufre, las deficiencias en la naturaleza son raras.

Dado que interviene en la síntesis de clorofila, sus deficiencias se manifiestan en un amarillamiento de las hojas, esto se traduce en una reducción del crecimiento y desarrollo de las plantas.

2-4) SILICIO (Si):

a) Estado natural del silicio.

Representa el 27,7 % de la corteza terrestre. En la naturaleza no encontramos silicio en forma libre, sino en forma de óxido (SiO_2), formando parte de rocas, arena, arcilla y en los suelos. Se combina con el aluminio, magnesio, calcio, potasio o hierro, formando silicatos. Lo encontramos en las aguas naturales en forma de compuestos y en las plantas formando tejidos de resistencia y esqueléticos.

b) Características generales del silicio.

En las células y tejidos vegetales es un elemento estructural que contribuye a las propiedades mecánicas de la pared celular (rigidez y elasticidad); muchas plantas acumulan silicio en sus tejidos mejorando su crecimiento y fertilidad.

c) Funciones del silicio en las plantas.

- Forma parte de la pared celular, retículo endoplasmático, lamina medía y de los espacios intercelulares, donde contribuye con la rigidez de estas estructuras celulares, contribuyendo a las propiedades mecánicas de resistencia estructura.
- Se ha comprobado su esencialidad en algunos cultivos como en el pepino tomate y muy particularmente en la caña de azúcar.
- El silicio aumenta el rendimiento del cultivo de arroz.
- Aumenta la resistencia a las infecciones fúngicas.

d) Síntomas de deficiencia de silicio en las plantas.

La plantas con deficiencia en silicio son quebradizas y susceptibles a enfermedades fúngicas. La toxicidad por metales pesados puede ser disminuida por el silicio.

**El Instituto
de Investigaciones
Agropecuarias**

Cuenta con personal
especializado
en producción
Animal:
Alimentación,
manejo
y sanidad