



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO

INGENIERO AGRÓNOMO EN FLORICULTURA

UNIDAD DE APRENDIZAJE: FERTILIDAD Y NUTRICIÓN

TEMA: MICRONUTRIMENTOS.

AUTOR: DRA. ELIZABETH URBINA SÁNCHEZ.

Agosto de 2016





PRESENTACIÓN

Los micronutrientes son elementos esenciales para la planta que son requeridos en relativamente bajas concentraciones en la planta. Son siete los micronutrientes (boro, cloro, cobre, hierro, zinc, manganeso, molibdeno y zinc los cuales han sido identificados en el pasado como traza o elementos menores, términos que no son muy usados lo correcto es micronutrientes. Las concentraciones de los micronutrientes están expresadas en ppm o mg kg^{-1} o mmol kg^{-1} .

Su importancia radica en que están involucrados en varios procesos relacionados con la fotosíntesis. (Cl, Cu, Fe y Mg), por lo tanto su deficiencia reduce el crecimiento y se presentan síntomas de clorosis. El Cu, Fe, Mn y Zn están asociados con varios sistemas enzimáticos. El Mo es específico para nitrato reductasa. El B está asociado con la química de carbohidratos y el sistema reproductivo de la planta.



Forma de uso

El presente material se expondrá ante grupo y a la vez que se va a ir explicando cada uno de los puntos que se presentan en la diapositiva, de una manera más exhaustiva, de tal manera que este material servirá de apoyo para que el alumno adquiera los conocimientos con mayor facilidad.



MICRONUTRIMENTOS



NUTRIMENTO: FIERRO (Fe^{+2})

FUNCION

El fierro interviene en distintos procesos metabólicos

- ▶ En la síntesis de los anillos pirrólicos que pertenecen a la constitución química de la molécula de clorofila.
- ▶ Forma parte de:

enzimas

Catalasas

Peroxidasas



Destruyen los peróxidos de hidrógeno, H_2O_2 (sustancia tóxica)

sustancias metabólicas

citocromos

Ferredoxina

- Interviene en el transporte de electrones en la fotosíntesis
- En la reducción de los nitratos

DEFICIENCIA FIERRO

- ✓ La deficiencia
- ✓ **Clorosis** intensa en la zona **intervenal** en las **hojas jóvenes**
- ✓ Pues es **poco móvil** y aparece el **síntoma en los nuevos tejidos**)
- ✓ luego hay un **emblanquecimiento y muerte** (hojas permanecen sin deformaciones)
- ✓ Clorosis en brotes jóvenes.



FORMA IÓNICA DE ABSORCIÓN POR LA PLANTA Y MOVILIDAD

Absorbido

Forma

■ Ferrosa (Fe^{2+}) (FORMA FUNCIONAL)

■ Férrica (Fe^{3+})

■ Quelatada

Movilidad

Es un elemento **inmóvil dentro de la planta** (difícil traslocación de un órgano a otro).

INTERVALO NORMAL DE CONCENTRACIÓN

En suelo:

✓ Es el cuarto elemento más abundante en la litosfera pues presenta el **5% de la corteza terrestre**.

La mayor parte se encuentra presente en forma de minerales primarios y secundarios como:

- Olivino
- Pirita
- Hematita
- Geotita
- Magnetita
- Limonita

En tejido vegetal: su concentración en tejido vegetal varia de **50 a 250 mg kg⁻¹**



NUTRIMENTO: MANGANESO (Mn^{2+})

FUNCION

- El Mn es activador enzimáticos. El complejo manganeso-proteína transporta los electrones desde el agua al fotosistema II.
- Esta implicado como activador de enzimas respiratorias de ciclo de Krebs.
- Esta implicado en la actividad de la arginasa, enzima clave del ciclo de la urea.

SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

Clorosis intervenal asociada con el desarrollo de pequeñas manchas necróticas.



FORMA IÓNICA DE ABSORCIÓN POR LA PLANTA Y MOVILIDAD

El manganeso existe en varios estados de oxidación, en el **suelo (insolubles)**.

Siendo absorbido como **cación divalente (Mn^{2+})**

MOVILIDAD

En planta:

➤ Es **poco móvil**

INTERVALO NORMAL DE CONCENTRACIÓN

En suelo:

El contenido total en los suelos varía de 200 a 300 ppm en forma de cationes intercambiables, combinaciones orgánicas y óxidos.

En tejido vegetal:

Los rangos de Mn es de 10 a 200 ppm.



NUTRIMENTO: COBRE (Cu^{2+})

DRA. ELIZABETH URBINA SÁNCHEZ

FUNCIÓN Cu^{+2}

- ❖ Esta presente en diversas proteínas y enzimas, implicadas en procesos de oxido-reducción.

Ej. plastocianina, una proteína cloroplástica involucrada en el transporte electrónico de la fotosíntesis entre el fotosistema II y el fotosistema I

Y la enzima citocromo c oxidasa, enzima respiratoria que cataliza la transferencia de electrones hasta el oxígeno en las crestas mitocondriales.

- ❖ Es componente del complejo enzimático fenolasa, que oxida fenoles y se relaciona con la biosíntesis de lignina, ya que forma alguno de sus precursores.

DEFICIENCIA

La deficiencia puede ocasionar:

- ✚ frutos de forma irregular con manchas pardas o rojiza
- ✚ Reducción de los brotes jóvenes
- ✚ Aspecto clorótico y marchito de las plantas.



FORMA IÓNICA DE ABSORCIÓN POR LA PLANTA Y MOVILIDAD

ABSORCIÓN

Controlada metabólicamente, las raíces tienen la capacidad de absorber Cu^{2+} , la absorción de quelato de cobre también ocurre.

En suelos pobres en oxígeno (ej. manglares), el cobre es absorbido como cuproso Cu^+

MOVILIDAD

En planta:

- Es inmóvil en la planta, los órganos jóvenes son los primeros en mostrar deficiencia.

INTERVALO NORMAL DE CONCENTRACIÓN

En suelo:

- Varía de 2 a 200 ppm y la mayor parte se encuentra atrapado en la materia orgánica.

En tejido vegetal:

- El contenido de cobre en muchas plantas esta en el rango de 2 a 20 ppm
- El rango de suficiencia esta en los límites de 3 a 7 ppm
- Niveles altos como 200 ppm (usaron fungicidas durante la producción del cultivo).



NUTRIMENTO: ZINC (Zn^{+2})

FUNCION Zn^{+2}

Interviene en importantes procesos metabólicos:

- Formación de sustancias de crecimiento como, el ácido indoláctico
- Es componente de los ribosomas, por lo que participa en la síntesis de proteínas.

DEFICIENCIA

La deficiencia de zinc produce los siguientes síntomas:

- ❑ Se entrenudos cortos.
- ❑ Plantas arrosetadas, como en citrus y cafetales.
- ❑ En general el crecimiento se reduce.
- ❑ Hojas terminales pequeñas.
- ❑ Yemas con escaso vigor vegetativo.
- ❑ Manchas amarillas y necróticas en hojas.
- ❑ En casos extremos no se forman semillas.





Deficiencia de Zinc





FORMA IÓNICA DE ABSORCIÓN POR LA PLANTA

ABSORCIÓN

- El zinc es absorbido por la planta en su forma catiónica Zn^{2+}

INTERVALO NORMAL DE CONCENTRACIÓN

En suelo:

- ✓ Es común en el suelo con una concentración de 1 ppm en la solución del suelo

En tejido vegetal:

- ✓ El rango de suficiencia en las hojas esta entre 15 y 50 ppm



NUTRIMENTO: MOLIBDENO (Mo)



FUNCIÓN



Es constituyente del grupo prostético de la nitrato reductasa, por lo que es esencial en la reducción de los nitrato ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$) y en la fijación de nitrógeno atmosférico por *Rhizobium*.

DEFICIENCIA

- ▶ Manchas intervenal y clorosis
- ▶ Síntomas similares al los de nitrógeno, pero con coloración rojiza



FORMA IÓNICA DE ABSORCIÓN POR LA PLANTA Y MOVILIDAD

- El molibdeno es absorbido en la forma aniónica de molibdato ($\text{MoO}_4^{=}$)

INTERVALO NORMAL DE CONCENTRACIÓN

En tejido vegetal:

El rango de suficiencia del Mo esta:

Entre 0.15 a 0.30 ppm (requerido en cantidades muy pequeñas)



NUTRIMENTO: BORO (B)



FUNCIÓN B

El boro esta relacionado con los principales procesos de la fisiología vegetal:

- División y crecimiento celular
- Germinación
- Regulación hormonal
- Estimula el alargamiento del tubo polínico y la germinación

DEFICIENCIA DE BORO

Las plantas con deficiencia de B, presentan:

- ▶ Inhibición en el crecimiento y desarrollo de las raíces, tanto primarias como secundarias.
- ▶ La división celular en tallos y hojas cesa, sigue necrosis y muerte de los meristemos, lo que se relaciona con su posible papel en la síntesis de uracilo precursor del ARN.



FORMA IÓNICA DE ABSORCIÓN POR LA PLANTA

Absorbido

Las formas aprovechables de boro en el suelo son:



Estas formas aprovechables **proviene** de la **intemperización de minerales como la turmalina** que contiene alrededor del 10% de boro, es insoluble en agua y resiste la intemperización

INTERVALO NORMAL DE CONCENTRACIÓN

En suelo:

- ✓ En suelo: varía de 2 a 2000 ppm y del 0.4 a 5.0 ppm se encuentra disponible.

En tejido vegetal:

- Concentraciones menores 15 a 20 ppm denotan deficiencia.
- Concentración adecuada fluctúa de 20 a 100 ppm
- Arriba de 200 ppm se observa toxicidad.
- En muchas plantas el promedio contenido es de 20 mg kg⁻¹ en peso seco.
- La concentración en tejido vegetal varia de 50 a 250 mg kg⁻¹



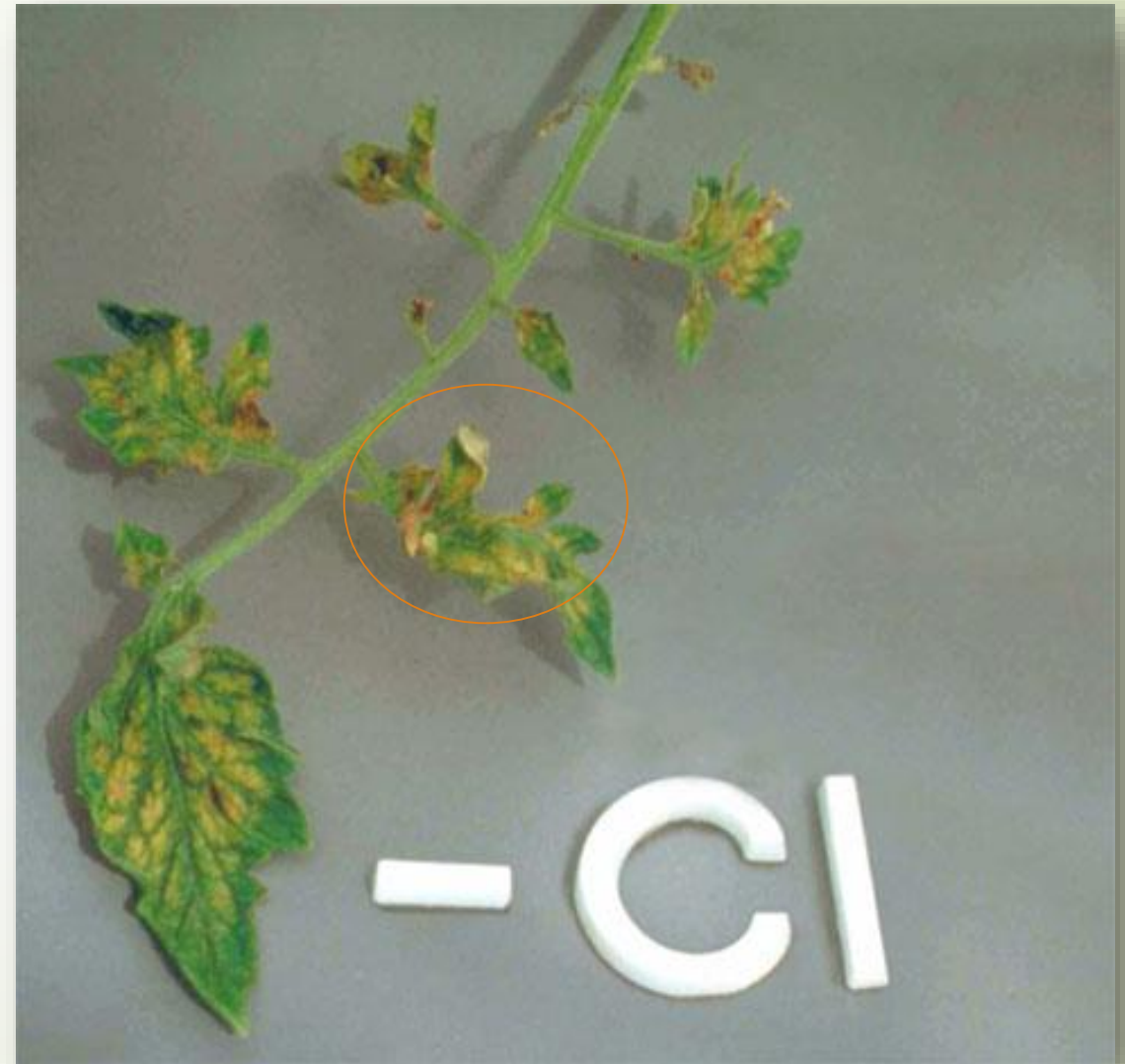
NUTRIMENTO: CLORO (Cl)

FUNCIÓN

- Este elemento interviene en el proceso de la fotólisis.
- El Cl puede ser reemplazado parcialmente con halógenos como: fluoruros, bromuros y yoduros

DEFICIENCIAS

- Forma de la hoja anormal
- Clorosis intervenal



FORMA IÓNICA DE ABSORCIÓN POR LA PLANTA Y MOVILIDAD

Absorbido



El cloro es absorbido en forma de ión **cloruro** Cl^-

Movilidad



En el suelo:

El cloro sigue el **movimiento del agua**



En planta:

Cloro es **muy móvil** y permanece esencialmente en forma de Cl.

INTERVALO NORMAL DE CONCENTRACIÓN

En tejido vegetal:

El Cl se encuentra en concentraciones de 50 a 200 ppm



BIBLIOGRAFÍA

- ▶ Fuentes Y, J.L. 1992. Los abonos. Mundi-Prensa. Madrid, España. 132 p.
- ▶ Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 2nd. Edition, London.
- ▶ Mills, H.A. and Benton, J. 1996. Plant analysis handbook II. A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. 422 p.