

MOLIBDENO (Mo)

El molibdeno es esencial para el proceso de fijación de nitrógeno por parte de las bacterias en los nódulos de las raíces de las leguminosas. El molibdeno es parte estructural de una oxidasa que convierte el aldehído del ácido abscísico en la hormona ABA, regulador de crecimiento que protege las plantas contra factores de estrés fisiológico. El molibdeno induce efectos positivos en la formación de polen viable al momento de la floración y fecundación.

BORO (B)

Una vez que el boro ha sido utilizado por los tejidos en crecimiento activo de la planta, no puede trasladarse y ser utilizado nuevamente. Esto significa que debe existir una fuente permanente de boro disponible para la planta durante todo su ciclo de crecimiento y desarrollo.

El boro actúa sobre la diferenciación de tejidos y en la síntesis de fenoles y auxinas, interviene en la germinación y crecimiento del tubo polínico, es importante en el metabolismo de ácidos nucleicos y en la elongación y división celular, interviene en el transporte de almidones y azúcares desde la hoja hacia los frutos en formación. Disminuye la caída de flores y aumenta la producción de frutos. Además está asociado con la actividad celular que promueve la maduración.

En resumen, el boro participa de una serie de procesos fisiológicos, dentro de la planta y en ocasiones su deficiencia se confunde con la de otros nutrientes como la de fósforo y potasio. Entre las funciones del boro en las plantas, dos están muy bien definidas, la síntesis de la pared celular y la integridad de las membranas plasmáticas. Por esta razón, en presencia de una deficiencia de boro no crecen nuevas raíces y tampoco nuevas brotaciones.

ZINC (Zn)

El zinc es indispensable en la formación de clorofila. Es componente de varias enzimas entre ellas las que promueven el crecimiento. Interviene en la utilización del agua y otros nutrientes. El zinc regula el crecimiento de meristemas al nivel de la raíz y parte aérea, mediante el control de la síntesis de triptófano, aminoácido precursor de la hormona del crecimiento conocida como ácido indolacético, AIA (auxina). El zinc activa diversos procesos enzimáticos, como la fosforilación de la glucosa, y a través de ella la formación del almidón. De igual manera actúa la anhidrasa carbónica para la utilización del ácido carbónico, asociada a la asimilación del CO₂. Además está involucrado en la reducción de nitratos y síntesis de aminoácidos que se transformarán en proteínas.

CLORO (Cl)

Las plantas absorben el cloro como ion Cl^- . Está involucrado en la apertura de los estomas y por lo tanto interviene en la turgencia de las células y ayuda al metabolismo del nitrógeno. Las plantas tienen su mecanismo de tolerancia a los excesos, acumulándose en las vacuolas. Generalmente las aguas de riego son ricas en cloruros, por tanto casi nunca es necesario hacer aplicaciones de este elemento.

SÍNTOMAS DE DEFICIENCIAS

Las deficiencias de macronutrientes en estevia afectan el crecimiento y sus síntomas visuales son comunes a los observados en la mayoría de las plantas. En condiciones experimentales, estas deficiencias ocurren en el siguiente orden: Calcio, nitrógeno, potasio, magnesio, fósforo, azufre y boro.

NITRÓGENO

Las plantas con deficiencia de nitrógeno presentan clorosis en las hojas basales, la cual avanza hacia las hojas del tercio medio y superior, posteriormente se generaliza en toda la planta y las hojas basales que estaban cloróticas se necrosan y se presenta caída de las hojas. En general las plantas con deficiencia de nitrógeno presentan poca ramificación y reducción generalizada del crecimiento.

FÓSFORO

Las plantas deficientes en fósforo presentan crecimiento reducido. En el tercio medio y superior de la planta, las hojas que están expandidas se tornan de una coloración verde oscura, presentando curvatura en los bordes y ápices hacia abajo. Las hojas más nuevas presentan los limbos más estrechos. El sistema radicular presenta una coloración más oscura y menor cantidad de raicillas.

POTASIO

Las plantas deficientes en potasio presentan en las hojas más viejas curvaturas hacia abajo, con clorosis intervenal en las hojas nuevas. Inicialmente las hojas presentan un color verde más intenso y oscuro, luego de 3 a 4 semanas aparece un amarillamiento y necrosis de las hojas más viejas, comenzando por el ápice foliar, luego las áreas cloróticas se tornan bronceadas y enroscadas, hay caída de hojas basales y reducido crecimiento radicular.

CALCIO

La deficiencia de calcio se caracteriza por la reducción en el crecimiento de los tejidos meristemáticos, siendo observado inicialmente en las extremidades

de las hojas más jóvenes. Al principio se presentan puntos oscuros en el ápice del limbo foliar, generalmente en el segundo par de hojas, luego se presenta necrosis apical de los primordios foliares y muerte descendente típica. Ocurren también puntos necróticos en los ápices radiculares y las raíces presentan diámetro reducido. Las ramas presentan susceptibilidad a quebrarse.

MAGNESIO

Las plantas deficientes en magnesio presentan una clorosis que se inicia en la base de la hoja, formando una v invertida, los bordes y el ápice del limbo volteados hacia abajo. La clorosis en v invertida se torna bronceada y necrosada hacia el ápice del limbo. El sistema radicular es reducido.

AZUFRE

Las plantas de estevia con deficiencias de azufre, presentan coloración verde pálida, reducción de las hojas nuevas y reducción de raíces.

BORO

Las plantas deficientes en boro presentan en las hojas más viejas un engrosamiento, enrollándose hacia adentro. También se manifiesta clorosis en las nervaduras o alrededor de éstas, iniciándose en el ápice foliar. Las hojas deformadas, presentan formas irregulares, con nervaduras salientes. Eventualmente, ocurren necrosis en las puntas de los folíolos del ápice.

El contenido de esteviósido en las plantas, es reducido cuando se presentan deficiencias de los macronutrientes, excepto en la de fósforo. La cantidad de esteviósido producido depende de la producción de materia seca foliar, por lo tanto cualquier condición que reduzca la producción de hojas, conducirá a una disminución en el contenido de esteviósido en la planta.

La composición química de los últimos cinco pares de hojas extendidas, representa bien el estado nutricional de la planta, por lo tanto si se piensa en realizar análisis foliar, se deben tomar las muestras de hojas de estos últimos cinco pares.

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO

El adecuado muestreo del suelo, permite evaluar la fertilidad natural del mismo con anticipación a la siembra o durante el crecimiento del cultivo. Los resultados del análisis físico químico del suelo, indicarán la disponibilidad de los nutrientes para el cultivo, proporcionando información necesaria para las recomendaciones de abono orgánico, enmiendas y fertilizantes.

En el campo, es de primordial importancia realizar un correcto muestreo del suelo, para que sea representativo del área o lote del que se desea la información. En esta fase, se deben tener criterios claros para seleccionar el área uniforme por su posición fisiográfica, topografía y relieve, drenaje natural, grado de erosión, uso y manejo.

Una muestra de suelos representativa de áreas homogéneas está conformada por submuestras obtenidas de 12 a 15 lugares distintos al azar de todo el campo, las cuales se pueden tomar de manera sistemática, siguiendo una trayectoria en zig-zag, en cruz o en equis (Figura 1).



Figura 1

La profundidad de muestreo debe corresponder con la profundidad a la que se encuentre la mayor densidad de raíces absorbentes del cultivo, es decir para el cultivo de la estevia, el mayor número de raíces se encuentra en los primeros 20 cm.

Las muestras para análisis de suelo en cultivos establecidos, se deben tomar de lotes uniformes, con respecto al tipo de suelo, edad de la planta, manejo y nivel de producción. Estas propiedades delimitan la unidad de muestreo. Las muestras se deben tomar de eras escogidas, de modo que se pueda obtener una muestra representativa del campo.

III. FERTILIZACIÓN

Un procedimiento común consiste en recorrer el lote siguiendo dos líneas diagonales en forma de X, en las cuales se escogen las camas o eras en forma sistemática (dos o tres muestras por era), dependiendo del tamaño de la era. Se puede usar cualquiera otra forma sistemática de muestreo, tratando de cubrir adecuadamente el lote, acomodándose a las condiciones particulares de cada de cultivo (Figuras 2 y 3).



Figura 2



Figura 3

Las submuestras de cada era, se recolectan en un recipiente plástico limpio, se mezclan completamente y de esta mezcla, se retira una porción de aproximadamente 1 kg de suelo, que se envía al laboratorio.

EXIGENCIAS NUTRICIONALES

Estudios realizados en Japón, demostraron que la máxima acumulación de materia seca en estevia, ocurría cuando las plantas acumulaban 1.4% de nitrógeno, 0.3% de fósforo y 2.4% de potasio. En Ontario-Canada, algunos investigadores demostraron que de una producción total de biomasa de 7500 kg/ha, el 26% corresponde a las raíces, el 35% a los tallos y el 39% a las hojas. Esta cantidad de biomasa requiere aproximadamente de 105 kg/ha de nitrógeno, 23 kg de fósforo y 180 kg/ha de potasio.

III. FERTILIZACIÓN

La aplicación de nutrientes en estevia debe basarse en los análisis de suelo. Esto ayuda a obtener el mayor beneficio agronómico y económico en la aplicación de los fertilizantes. Los análisis de suelo deben estar acompañados, en lo posible, con registros rigurosos de producción. Esto permite ajustar las dosis de nutrientes utilizadas a través de los años.

Trabajos realizados por CORPOICA en clima medio del suroeste antioqueño, en el municipio de Tamesis, vereda San Isidro, a una altitud de 1.100 m.s.n.m., en un suelo fuertemente ácido, con contenidos altos en materia orgánica, medios en potasio y bajos en calcio, magnesio, fósforo y en elementos menores, a excepción del hierro que es alto, se evaluó el efecto de la fertilización química sobre la producción de hoja seca de estevia, en dosis crecientes de nitrógeno y potasio (60, 120 y 180 kg/ha) y una dosis constante de 100 kg/ha de fósforo. Luego de analizar los resultados obtenidos en cinco cortes de cosecha (primer año de producción), se obtuvo la mayor producción de 54.12 gramos/planta de hoja seca, cuando se fertilizó con 180 kg/ha de nitrógeno, más 60 kg/ha de potasio.

La mayoría de las dosis estudiadas superan las siete toneladas por hectárea de hoja seca, estos resultados son relativamente altos máxime que se trata del primer año (cinco cortes); hay que resaltar que con la máxima dosis de nitrógeno y la mínima de potasio, los rendimientos superan las 8 t/ha de hoja seca.

En otros trabajos realizados en fertilización orgánica se evaluó el efecto de dosis crecientes de abono orgánico (5, 10 y 15 t/ha), en la producción de estevia como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de materia orgánica. La mayor producción de hoja seca por planta en cinco cortes, se presentó cuando se fertilizó con 5 t/ha de abono orgánico, en cada corte, esta situación nos dice que el cultivo de la estevia responde a la aplicación de abonos orgánicos, sobre todo en suelos de baja fertilidad. Estos rendimientos fluctuaron entre 6.2 y 7.2 t/ha/año de hoja seca, la producción fue un poco menor a la obtenida con fertilización química, sin embargo son aceptables.

BIBLIOGRAFÍA

Avilan, R.L.; Leal, P.F.; Bautista, A.D. 1989. Higo En: Manual de fruticultura. Cultivo y Producción. Editorial América, C. A. p 869-887.

Devlin, R. 1982. Fisiología Vegetal. Cuarta edición. Barcelona, España, Editorial Omega, S.,A, 516p.

Guerrero R. R., 1996. Los nutrientes de las plantas. En : Fertilización de cultivos de clima cálido. Ricardo Guerrero Riascos (ed.) Monómeros. 37-43p.

Inpofos. 1978 ? Potasa : Su necesidad y uso en agricultura moderna. P.44.

Jaramillo, N.; Tamayo V, A.; Mazo, J. 1998. Abonamiento orgánico y químico de lechuga, brócoli, coliflor y zanahoria en suelos derivados de cenizas volcánicas en clima frío moderado. En : Frutos de la Investigación Agrícola. 1994-1997. CORPOICA, Regional 4. Rionegro, 11 de Junio de 1998, 181p.

León, S.A. 1971. Teorías modernas sobre la naturaleza de la acidez del suelo. Suelos Ecuatoriales. 3(1) : 42P.

Lima Filho, O.F. de.; Malavolta 1997. Síntomas de desordenes nutricionais em estevia *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. Sci. Agri. Vol 54 N 1-2 Piracicaba 11p

López, M.A.; Espinosa, M. 1995. Manual de nutrición y fertilización del banano. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Inpofos. Quito-Ecuador. P.82.

Malavolta, E. 1998. Importancia de la fertilización en la calidad de los productos agrícolas. Inpofos. Informaciones Agronómicas. Quito-Ecuador. 30 : 7-13-

Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. San Diego. Academic Press. P.674.

Microfertisa. 2001. Manual Técnico. Cuarta Edición. Bogotá, D.C. 100p

Muñoz A, R.; Molina M. 1980. Informe Anual de Progreso. ICA Reginal 4. P. 32-36.

Regitano, O. 1964. Cultura de Figueira. Sao Paulo. Ediciones Melhoramiento N. 35 p31.

Simao, S. 1971. Manual de Fruticultura. Sao Paulo. Editora Agronómica. Ceres. 530 p.

III. FERTILIZACIÓN

Tamayo V., A. 2005. Informe final proyecto: Validación, ajuste y transferencia de tecnología para la producción del cultivo de la *Stevia rebaudiana* Bert en Colombia. CORPOICA. La selva. Rionegro. Antioquia. 40p

Tamayo V., A.; Hincapié Z, M Bernal E., J.; Londoño M. 1998. Abonamiento orgánico y químico en clon de lulo La Selva (*Solanum quitoense* Lam) a plena exposición solar en un andisol del Oriente Antioqueño. En : Memorias Segundo Seminario Frutales de Clima Frío Moderado. Manizales 12 al 14 de Agosto 1998, pp.161-165.

Toro, E. et al. 1979. Suelos del Departamento de Antioquia. Tomo I y II. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agrológica. Bogotá. Tomo I, 780p. y Tomo II, 900p.

Yamada, T. 1996. La nutrición mineral y la resistencia de las plantas a las enfermedades. Inpofos. Informaciones Agronómicas. Quito-Ecuador No.23. Enero de 1996. P.7-10.