

# Nutrición Boro y Metalosate® Boro

### *Boro en el suelo, sus características y disponibilidad a las plantas.*

Boro es uno de 16 elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de plantas. Plantas dependen en el boro disponible para sus necesidades para crecer y desarrollarse. Boro se encuentra en el suelo en concentraciones que van desde 20-200 mg/kg de peso seco. La gran mayoría de este boro no está disponible para las plantas porque no está contenido en la solución del suelo. Ácido bórico constituye esencialmente todo el boro soluble en la solución del suelo. Boro se diferencia de todos los demás nutrientes esenciales para las plantas presentes en el suelo porque a un pH variando de 4-8 boro no está desintegrado. Esto significa que no hay iones individuales de boro encontrado en la solución. En cambio, ácido bórico estable es la fuente del boro disponible. Como resultado, soluble, o boro disponible muy fácilmente se deslava del suelo.

El pH de suelo tiene un impacto significativo en la disponibilidad de boro para plantas. Adsorción de boro para la partícula del suelo sube al aumentar el pH de 5 a 9. Esencialmente esto significa que cuanto más alto el pH del suelo, lo más estrechamente adsorbido el boro es a las partículas del suelo; así, boro se hace cada vez menos disponible para las plantas

mientras el pH sube. Por esta razón, aplicaciones de cal al suelo disminuye la disponibilidad de boro para las plantas. Boro también se sostiene firmemente por materia orgánica dentro del suelo y consecuentemente al aumentar los niveles de materia orgánica en el suelo, la disponibilidad de boro disminuye.

### *Boro en la Nutrición de Plantas*

“El papel de boro en la nutrición de plantas es aún el menos entendido de todos los nutrientes minerales y lo que se sabe de los requisitos de boro surge principalmente de estudios de lo que ocurre cuando boro se retiene o se vuelve a proveer después de un

“Hay una lista larga de papeles postulados de boro: (a) transporte de azúcar; (b) síntesis en la pared de la célula; (c) lignificación; (d) la estructura de la pared de la célula; (e) metabolismo de carbohidratos; (f) metabolismo de NAR; (g) respiración; (h) metabolismo de ácido indol acético (AIA); (i) metabolismo de fenol; (j) membranas. Esta lista larga puede indicar que (a) boro puede estar involucrado en un número de sendas metabólicas, o (b) que un efecto “cascade” como se conoce por fitohormona, por ejemplo. [i.e El efecto “Cascade” se puede describir como siendo comparable al efecto “dómino.”] Las pruebas van aumentando por la última alternativa, y por el papel principal de boro en la estructura y biosíntesis en la pared de la célula, y por la integridad de la membrana de plasma.”<sup>2</sup>

Raíces tienen la habilidad de tomar boro como ácido bórico no desintegrado de la solución del suelo. Cuando boro está en esta forma, esta potencialmente absorbible a las células de las plantas. Aún hay mucha discusión en cuanto a si este proceso

es un mecanismo activo o pasivo. Hay mucha evidencia para soportar ambas teorías. Se ha sugerido “que aunque el mecanismo de captación B no se ha aclarado por completo, captación se puede explicar mejor por una difusión pasiva de ácido



**Brécol con Deficiencia de Boro**

*Fotografía por D. C. Sanders,  
Horticultural Science, NC State University*

tiempo de deficiencia.”<sup>1</sup> Esto no es común dado el hecho que en una base molar plantas requieren más boro que cualquier otro micronutriente.

bórico libre a las células seguidas por una formación rápida de complejos B dentro del citoplasma and las paredes de la célula. La reducción en la concentración de ácido bórico dentro de la célula asociada con la formación de complejos B permite absorción adicional de B de la solución externa. Así captación se ve como un proceso pasivo actuando en respuesta a concentraciones externas de ácido bórico, permeabilidad de la membrana, formación interna compleja y la tasa de transpiración.”<sup>3</sup>

En mucha de la literatura más vieja, boro se describe teniendo sólo una movilidad limitada de la floema. Sin embargo, más recientemente se ha descubierto que la movilidad de floema depende de la especie. En un estudio hecho para determinar el movimiento de boro en manzanos y nogales, se hicieron unos descubrimientos interesantes.<sup>4</sup> El nogal es un ejemplo de una especie que tiene el movimiento muy restringido de boro. Se tomaron hojas de especies de edad similar que crecían bajo condiciones idénticas de administración y ambientales. Dentro de la hoja hubo una acumulación mucho más alta de B en la punta de la hoja y margen de la hoja como resultado del flujo transpiracional de agua por la hoja. Manzanos tienen una distribución relativamente pareja de B por toda la hoja. Esto indica que manzanos son capaces de mover boro dentro de la planta relativamente fácilmente. “El movimiento predominante de B en la corriente de transpiración con poco floema explica la ocurrencia de síntomas de deficiencia B en tejido joven y creciente.”<sup>5</sup>

### ***Boro, Síntesis en la Pared de la Célula, Función de la Membrana***

Boro juega un papel clave crítico en el síntesis de la pared de la célula. En plantas con una deficiencia de boro las paredes de las células están

drásticamente alteradas comparadas a paredes de células de plantas que tienen el contenido suficiente de boro. Desórdenes como ‘tallos rajados’; ‘tallos acorchados’; y ‘desorden de tallo hueco’ todos están causados por niveles bajos de boro. Boro hace un fuerte complejo con componentes de la pared de la célula como también ayudar a mantener integridad estructural por formar débiles lazos-atravesados de borato-éster. Estos lazos-atravesados de borato-éster son críticos para la habilidad de la planta para alargar las paredes de las células sin destruirlas. Ya que los lazos-atravesados son débiles, se pueden romper y luego formar de nuevo durante la elongación de la pared de la célula; además, proveen cargos negativos para las interacciones iónicas, con Ca<sup>++</sup> por ejemplo. Boro se liga con menos fuerza a la pared de la célula que calcio. Este mismo papel de boro apenas descrito también es evidente en el crecimiento del tubo de polen.

El papel importante de boro en las paredes de la célula también se sugiere por el hecho que una de las respuestas más rápidas a la deficiencia de boro tiene que ver con el crecimiento y el desarrollo de la raíz. Dentro de unas horas de condiciones de deficiencia, se restringe el crecimiento y la elongación de la raíz o cesa por completo. Las raíces toman una apariencia espesa y rechoncha.

“De la evidencia publicada acerca del papel de boro en el biosíntesis de la pared de la célula, metabolismo de fenol, y la integridad de la membrana de plasma, se puede concluir que en plantas más altas en el ejercicio de boro su influencia primaria en la pared de la célula y en la membrana de la pared del plasma-célula intercambio....Cambios en la pared de la célula y en este intercambio se consideran como efectos primarios de la deficiencia de boro llegando a

una cascada de secundarios efectos en el metabolismo, la composición y el crecimiento de la planta. Se debe recordar que los cambios potenciales de la membrana del plasma actúan como una señal para los muchos cambios en el citoplasma, y también en un desplazamiento en excreción de materia de la pared de la célula.

“Esta función de síntesis de boro en la pared de la célula se puede ver fácilmente en el crecimiento del tubo de polen. Después de germinación, los tubos de polen se extienden por el crecimiento de las puntas, i.e la deposición del nuevo material de la pared de la célula en la punta de crecimiento en vez de por la extensión total de la célula. En tubos crecientes de polen la eliminación de boro externo lo lleva a la tumefacción anormal o aún el reviento en la región de la punta dentro de 2-3 de cuando se eliminó”.<sup>6</sup>

### ***Deficiencia de Boro***

La deficiencia de boro es un desorden nutricional muy común. Hay muchos factores que pueden contribuir a este problema, entre ellos: (a) boro se lixivia fácilmente bajo condiciones de mucha lluvia; (b) boro tiene una movilidad limitada dentro de muchas especies de plantas; (c) boro tiene una disponibilidad disminuida con suelos con el pH aumentando; y (d) la disponibilidad de boro también disminuye significativamente bajo condiciones de sequía.

Un rasgo común en la deficiencia de B es el disturbio en el desarrollo del tejido meristemático, sean de las puntas de las raíces, puntas de las partes superiores de la planta o tejidos del cambium. Síntomas de deficiencia son notables primero en las puntas crecientes apicales, brotes terminales o las hojas menores. Éstos pueden llegar a descolorearse, deformados, arrugados o pueden morir. Los cañutos son más cortos, dándoles a las plantas

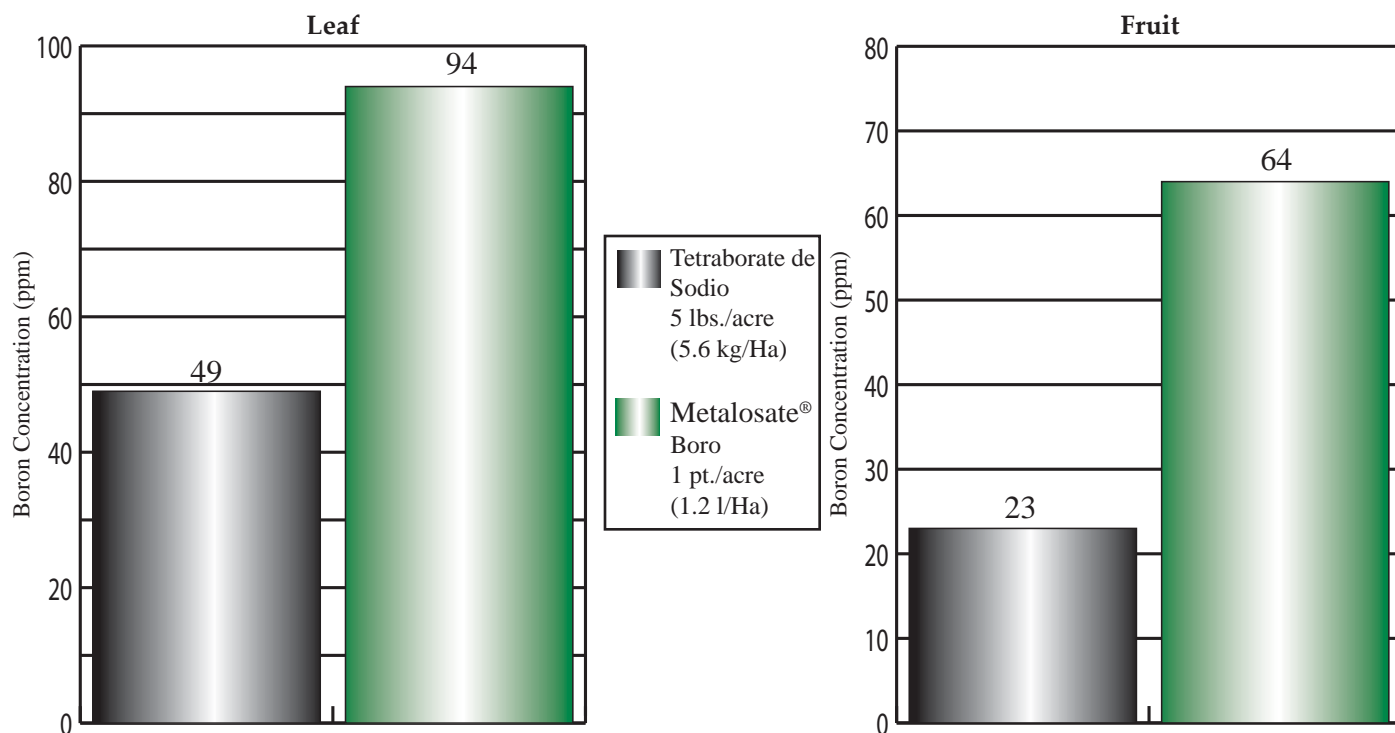


Figura 1. Niveles de boro en las hojas y tejidos de fruta en perales como resultado de la aplicación al follaje de Metalosate® Boro comparado a tetraborato de sodio. El frutal de prueba está localizado en el norte de Washington.

una apariencia espesa o escarapela. A veces clorosis interveinales también puede estar presente. Las hojas y los gajos se hacen quebradizos y los tallos se amplian como consecuencia de la previa discusión acerca del disturbio en el crecimiento de la pared de la célula. Este aumento en el diámetro del tallo es común y puede llevar a síntomas tal como ‘tallos rajados’ en apio, o ‘desorden de tallo hueco’ en brocoli. Al aumentar la deficiencia, fenómeno tal como el caer de los brotes y flores y fruta desarrollante se observa comúnmente. En las partes superiores de cosechas vegetales, áreas empapadas, quemaduras de las puntas, y marrón- o “blackheart” (un tipo de peste) ocurre. En fruta pulposa deficiente de boro, la tasa que crecimiento es más baja y la fruta es más pequeña. La calidad de la fruta puede estar afectada severamente por malformación (e.g. ‘corcho interno’ en manzanos) o, la proporción entre pulpa/cáscara en fruta.<sup>7</sup>

Las demandas de boro para el crecimiento reproductivo son mucho

mayores que las demandas para el crecimiento vegetativo. Esto está directamente prendido a la necesidad de boro en el crecimiento del tubo de polen. En algunas especies de plantas el pobre crecimiento de los tubos de polen resulta en partenogénesis (producción de un fruto de un huevo no fertilizado). Esto es particularmente cierto para la uva). Fruta partenocárpica se mantiene muy pequeña y es de muy baja calidad.

#### Fertilización de Boro y Requisitos de cosechas

El fertilizante usado más común de boro es bórax aplicado al suelo. El problema de esta forma es que es fácilmente deslavada de suelos arenosos y, en pH elevada de suelos con calcio, no está disponible para las raíces de las plantas. Por esta razón, la aplicación al follaje es más eficiente que aplicaciones al suelo para corregir la deficiencia de boro. Con una aplicación al follaje de Metalosate Boro, es posible proveerles a las plantas boro en su tiempo de

necesidad crítica, tal como durante el florecimiento y la fertilización.

En el estado de Washinton, Albion condujo una prueba de campo en un bloque de perales. En la prueba, una aplicación de Metalosate Boro a una tasa de 1 pinta (casi medio litro) por acre (1.2 L/Ha) fue comparado con una aplicación de tetraborato de sodio a la tasa de 5 lbs. por acre (5.6 Kg/Ha). Muestras de las hojas tanto como la pulpa de la pera fueron recogidas y analizadas. Se ven los resultados en Figura 1. Es obvio que Metalosate Boro funcionó mucho mejor que el otro producto.

Cosechas varían en sensibilidad a la deficiencia de boro. Miembros de la familia Cruciferae; i.e., col, nabo, coles de Bruselas, coliflor, y la familia Chenopodioideae; i.e., las remolachas azucareras son altamente sensibles a la deficiencia de boro y responden muy bien a las aplicaciones de boro. Deficiencia de boro en uvas es una de las más severas plagas en el crecimiento de viñedos. “La formación de fruta se perjudica y

puede ocurrir que el rendimiento caiga hasta el 80% comparado con plantas adecuadamente proveídas con B. Esta es una consecuencia del alto requisito de boro para el crecimiento y viabilidad del tubo de polen.”<sup>8</sup>

En resumen, la necesidad de boro para la nutrición de la planta es obvia. Hay muchos factores en el suelo cuales afectan la disponibilidad de boro para las plantas. Muchas de estas no se pueden superar con tratamientos al suelo. Esto no quiere decir que porque boro en el suelo no está disponible que es menos importante o que la planta lo necesita menos. Simplemente significa que boro tiene que ser aplicado con una aplicación al folleje de Metalosate Boro. Boro sirve muchas funciones dentro de la planta. Es un elemento clave en el desarrollo de la pared de la célula y de la membrana, jugando un papel crítico en el crecimiento de tubo de polen tanto como el ser esencial en el crecimiento de áreas meristemáticas. Las deficiencias de boro son extensas y, en muchos casos, aplicaciones de boro al suelo son incapaces en resolver las deficiencias de boro. Aplicación al follaje de Metalosate Boro es muy beneficioso para proveerles a las plantas una forma utilizable de boro en su tiempo de más alta necesidad.☺



*Boletín Metalosate® de Nutrición Vegetal*

October 2003  
Volume 4, No. 1

Boletín **Metalosate®** de Nutrición Vegetal es una publicación de Albion Advanced Nutrition  
101 North Main Street  
Clearfield, Utah 84015-2243  
USA

www.albion-an.com  
Phone: (801) 773-4631

FAX: (801) 773-4633

E-mail: info@albion-an.com

© 2003-2007

Albion Laboratories, Inc.

## Referencias

1. Maischner, H. (2002). *Mineral Nutrition of Higher Plants* (2<sup>nd</sup> ed.) (p. 380). San Diego, CA: Academic Press.
2. Parr, A. J., & Loughman, B. C. (1983). Boron and Membrane Functions in Plants. In D. A. Robb & W. S. Pierpoint, (Eds.), *Metals and Micronutrients: Uptake and Utilization by Plants* Annu. Proc. Phytochem. Soc. Eur. No. 21; (pp. 87-107). London: Academic Press).
3. Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2001). *Principles of Plant Nutrition* (5th ed.) (p. 624). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
4. Brown, P. H., & Shelp, B. T. (1997). Boron Mobility in Plants. *Plant and Soil*, 193, 85-101.
5. Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2001). *Principles of Plant Nutrition* (5th ed.) (p. 626). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
6. Maischner, H. (2002). *Mineral Nutrition of Higher Plants* (2<sup>nd</sup> ed.) (p. 390). San Diego, CA: Academic Press.
7. Foroughi, M., Marschner, H., & Doring, H.-W. (1973). Auftreten von Bormangel bei Citrus Durantium L. (Bitterorangen) am Kaspischen Meer (Iran). *Z. Pflanzenernähr Bodenk*, 136, 220-228.
8. Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2001). *Principles of Plant Nutrition* (5th ed.) (p. 635). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.