

Movilidad del boro en diversas especies vegetales

- El boro es un micronutriente que se necesita para la nutrición de todas las plantas.
- Si bien, generalmente, se aceptó que el boro es inmóvil en el floema de las plantas, algunas investigaciones recientes demostraron que el boro es móvil en el tejido del floema de diversas especies.
- El diagnóstico de deficiencias de boro y los métodos más eficaces de aplicación de boro difieren según la especie vegetal con respecto a la movilidad o inmovilidad del boro.
- El conocimiento de la movilidad relativa del boro dentro de una especie vegetal en particular mejorará la capacidad de diagnosticar las deficiencias de boro y aportar el boro necesario para una óptima producción del cultivo.

El boro (B) se necesita para el crecimiento de todas las plantas. Es esencial que el boro esté disponible para el nuevo crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo. Por lo tanto, el boro debe permanecer disponible para que lo absorba la planta durante todo el período de crecimiento, a menos que se pueda trasladar de tejidos más viejos a tejidos nuevos de la planta.

La absorción de boro en la planta es un proceso pasivo (no metabólico) y el boro se transporta en los vasos del xilema (flujo de transpiración) de todas las especies de plantas. Por lo tanto, el boro es móvil en el sistema del xilema de todas las plantas. Generalmente, se aceptaba que es un nutriente inmóvil en el tejido del floema de las plantas. Una vez incorporado en un tejido determinado (como las hojas), el boro no se puede retransportar para satisfacer las necesidades de otros tejidos vegetales. Sin embargo, los resultados de investigaciones recientes del Dr. P. H. Brown y asociados de la Universidad de California en Davis demostraron que la movilidad del boro en el floema varía considerablemente entre las especies vegetales.

Según demuestran estos resultados, ahora se sabe que el boro es móvil en todas las especies vegetales que usan azúcares simples (conocidos como polioles) como compuestos principales en procesos fotosintéticos. El boro forma un complejo con estos polioles y se transporta en los tejidos del floema a regiones de crecimiento activas de la planta.

En aquellas especies vegetales que no producen cantidades significativas de polioles, el boro no puede regresar al flujo del floema después de haberse enviado a los tejidos de hoja en el flujo de transpiración (tejido del xilema). Este boro tendrá una tendencia a acumularse en las hojas y se dice que, en estas especies, el boro es inmóvil.

Resultados de investigaciones

La evidencia de movilidad o inmovilidad en el floema también puede hallarse al estudiar la distribución del boro dentro de diferentes tejidos de una determinada especie. Por ejemplo, en condiciones de campo, el pistacho y el nogal contenían las mayores concentraciones de boro en las hojas, y las menores concentraciones en el fruto y la semilla. Esto indica que el boro de estas hojas no se traslada al fruto y a la semilla. En cambio, el almendro y el manzano cultivados en el mismo campo tuvieron las mayores concentraciones de boro en las cáscaras y en el fruto, respectivamente, y un nivel de boro mucho menor en las hojas.

Movilidad del boro en diversas especies vegetales

Los datos de la tabla 1 indican las concentraciones de boro en diversos tejidos de las cuatro especies de árboles.

Las concentraciones de boro en las hojas de diferentes edades de la misma planta también brindan evidencia de la movilidad del boro en una especie (tablas 2 y 3).

Las mayores concentraciones de boro en las hojas basales (más viejas) que en las apicales (más jóvenes) indican la inmovilidad del boro. Por el contrario, las concentraciones de boro más elevadas en las hojas más jóvenes (en la sección inferior de la tabla 4) indican movilidad del boro, ya que las hojas más jóvenes han transpirado menos agua que las hojas más viejas.

Tabla 1: Concentraciones de boro en tejidos de hojas y frutos de cuatro especies de árboles

Tejidos	B - inmóvil		B - móvil	
	Pistacho	Nogal	Almendro	Manzano
Hoja	130	295	42	41
Cáscara	33	40	170	51 (cáscara)
Shell	2	9	34	34 (pulpa)
Grano	1	4	43	54 (corazón)

Brown, PH and Shelp, BJ. "Boron mobility in plants." *Plant and Soil*. 193 (1997): 85-101.

Tabla 2: Concentraciones de boro foliar (ppm de peso seco) a lo largo de un brote en varias especies de plantas

Especies	Ubicación de hojas a lo largo del brote			Observaciones
	Basal	Medio	Apical	
Nogal	303	119	30	B - inmóvil
Fresa	512	176	68	B - inmóvil
Tomate	721	318	94	B - inmóvil
Nuez de castilla	304	127	48	B - inmóvil

Brown, PH and Hu, H. "Boron Mobility and Consequent Management in Different Crops." *Better Crops with Plant Food*. 82,2 (1997): 28-31.

Movilidad del boro en diversas especies vegetales



Tabla 3: Concentraciones de boro foliar (ppm de peso seco) a lo largo de un brote en varias especies de plantas

	Basal	Medio	Apical	Observaciones
Manzana	50	56	70	B - móvil
Damasco	45	45	81	B - móvil
Apio	32	494	104	B - móvil
Uvas	74	55	88	B - móvil
Níspero	72	101	162	B - móvil
Olivo	42	51	56	B - móvil
Duraznero	53	57	208	B - móvil
Peral	42	57	62	B - móvil
Granada	21	20	111	B - móvil

Brown, PH and Hu, H. "Boron Mobility and Consequent Management in Different Crops." *Better Crops with Plant Food*. 82,2 (1997): 28-31.

En la tabla 4, se resume el conocimiento actual de agrupamiento de cultivos agrícolas y hortícolas como boro móvil o boro inmóvil. Los cultivos agrícolas y la mayoría de las hortalizas son especies de boro inmóvil. Sin embargo, una cantidad relativamente mayor de especies de cultivos de frutas y frutos con cáscara son especies de boro móvil. Sin dudas, es necesario estudiar todas las especies de plantas económicamente importantes con respecto a la movilidad de boro. Este conocimiento mejorará la capacidad de los productores de diagnosticar deficiencias de boro y utilizar los métodos más eficaces para aplicar fertilizantes de boro para obtener óptimos rendimientos del cultivo.

La movilidad o inmovilidad del boro en las plantas afecta directamente la corrección de la deficiencia de boro. En aquellas especies en las que el boro es inmóvil, el boro de aplicación foliar no se trasladará desde el sitio de aplicación. Este boro no puede suplir los requerimientos de boro de los tejidos que aún no se formaron. Por lo tanto, las aplicaciones de boro deben realizarse directamente en los tejidos en desarrollo, como las yemas florales y las flores, a fin de asegurar un suministro de boro adecuado durante su momento de desarrollo crítico.

En cambio, las pulverizaciones foliares de *Solubor*[®] pueden aplicarse en las plantas de boro móvil en cualquier momento en que haya hojas funcionales presentes. El boro aplicado puede corregir las deficiencias de boro actuales y también suministrar boro para los futuros tejidos de flores y frutos en desarrollo. Se observaron beneficios de aplicaciones

foliares de boro en el cuajado del fruto en especies de árboles de boro móvil, como árboles de almendras, manzanas, ciruelas y ciruelas pasa.

Diagnóstico y corrección de la deficiencia de boro

Conocer la movilidad o inmovilidad del boro en diversas especies de plantas es importante para interpretar los resultados del análisis de la planta. En las tablas 2 y 3, se muestra que el boro se acumula en las hojas más viejas de las especies de boro inmóvil. Por lo tanto, para diagnosticar la deficiencia, no se deben obtener muestras de las hojas que recién maduraron o se expandieron por completo, ya que, probablemente, estas hojas no reflejen el estado del boro en los tejidos en crecimiento, en los cuales es esencial un suministro de boro constante. El diagnóstico de deficiencia de boro de especies de boro inmóvil solo se puede realizar mediante la obtención de muestras de tejidos en crecimiento.

En cambio, para diagnosticar la deficiencia de boro en especies de boro móvil, lo apropiado es obtener muestras de hojas maduras. El contenido de boro de las hojas maduras refleja el estado del boro en toda planta, incluidos los tejidos jóvenes y que crecen activamente. En estas especies, una disminución en la absorción del boro no afectará los tejidos en crecimiento hasta que el depósito de boro soluble de los tejidos maduros se haya agotado por la translocación a los tejidos más jóvenes.

Movilidad del boro en diversas especies vegetales



Tabla 4: Movilidad o inmovilidad del boro en algunos cultivos agronómicos y hortícolas

B - inmóvil		
Cultivos agronómicos	Hortalizas	Cultivos de árboles y vid
Alfalfa	Frijol	Higuera
Maíz	Lechuga	Nogal
Algodón	Papa	Pistacho
Cacahuete o maní	Tomate	Frambuesa
Sorgo		Nuez de castilla
Remolacha azucarera		
Tabaco		
Trigo		
B - móvil		
Cultivos agronómicos	Hortalizas	Cultivos de árboles y vid
Canola (limitada)	Espárrago	Almendro
	Frijoles	Manzano
	Brócoli	Damasco
	Zanahoria	Guinda
	Coliflor	Café
	Apio	Uvas
	Cebolla	Níspero
	Guisante	Nectarina
	Rábano	Olivo
	Nabo sueco	Duraznero
		Peral
		Ciruela
		Granada