

Boro en suelo y nutrición de plantas



Guía práctica para
fertilización con boro



U.S. BORAX: LÍDER MUNDIAL EN FERTILIZACIÓN Y CIENCIA DE LOS BORATOS





Acerca del boro

El boro (B) es uno de los tantos micronutrientes esenciales para la fertilización, y producción de frutos y semillas. La deficiencia de boro es la más importante deficiencia de micronutrientes, que afecta a casi todos los principales cultivos del mundo.

Acerca de U.S. Borax

U.S. Borax, parte de Rio Tinto, es un líder mundial en fertilización y ciencia de los boratos.

Desde 1940, la compañía ha estado a la vanguardia en las investigaciones de micronutrientes para cultivos y ofrece productos de calidad, respaldados por la experiencia técnica global, la confiabilidad en el suministro y el servicio integral al cliente.

Acerca de nuestros productos

U.S. Borax solo extrae y refina boro de alta calidad, libre de contaminantes innecesarios, a fin de proporcionar la cantidad exacta de boro para cada cultivo, suelo, clima y método de aplicación:

- *Anhybor*[®]: Según el grado, *Anhybor* se puede utilizar para producir fertilizantes compuestos enriquecidos con boro o para recubrir diferentes productos fertilizantes, como mezclas que contengan nitrógeno, fósforo y potasio (NPK, por sus símbolos químicos) con la ayuda de un material adhesivo.
- *Fertibor*[®]: Borato cristalino fino ideal para suspensiones y fertilizantes compuestos de NPK.
- *Granubor*[®]: Elaborado especialmente para hacer mezclas a granel, *Granubor* ayuda a garantizar una distribución uniforme de las mezclas nutricionales y en el campo.
- *Liquibor*[®]: La conveniencia de un fertilizante de boro líquido directo a su cultivo sin necesidad de realizar mediciones ni mezclas.
- *Solubor*[®]: Polvo concentrado, altamente soluble y de rápida disolución, ideal para aplicaciones foliares y otras pulverizaciones.
- *Solubor Flow*: La primera y única suspensión acuosa de microcristales de borato de sodio.
- *Zincubor*[®]: Debido a que la deficiencia de zinc y boro está generalizada en todo el mundo, un producto con ambos nutrientes es una solución efectiva en muchas regiones.

Introducción

En 1923⁸⁴, Katherine Warington demostró por primera vez la necesidad de utilizar boro como nutriente para plantas en la producción de cultivos. Desde entonces, se han presentado informes muchos investigaciones sobre el uso de boro en nutrición de plantas.

El suelo cumple una función importante en la determinación de la disponibilidad de boro en las plantas, a través de los efectos de los siguientes componentes:

- pH
- Contenido de materia orgánica
- Óxidos de hierro y aluminio y contenido de minerales y arcilla
- Permeabilidad
- Retención de humedad

El conocimiento de estos factores en los tipos de suelo locales es el primer paso para reconocer las necesidades de boro. Además, las distintas especies vegetales tienen una amplia gama de necesidades de boro y pueden reaccionar de diferente manera a los niveles altos o bajos de boro disponible en el suelo.

Se han presentados informes que indican que hay suelos con deficiencia de boro en todo el mundo, por lo general en regiones con precipitaciones anuales de más de 89 cm (35"). Además, las bajas concentraciones de boro se encuentran en suelos que:

- Tienen baja concentración de materia orgánica
- Son ácidos y arenosos
- Se encuentran en zonas de alta humedad

En estas regiones, las respuestas más constantes a la fertilización con boro se han observado en los suelos de textura gruesa con bajo contenido de materia orgánica y en los suelos ácidos recientemente encalados por encima del rango completo de texturas de suelos.

La mayoría de los cultivos agrícolas de hortalizas y frutos importantes desde el punto de vista económico han demostrado resultados favorables al boro aplicado. Entre los cultivos que históricamente han presentado mayor respuesta a la fertilización con boro se encuentran alfalfa, tréboles, algodón, remolachas forrajeras, semillas de colza (canola), remolachas azucareras, girasol, manzana, espárragos, repollo, coliflor, apio, brócoli, col de Bruselas, col verde, ls peras, rábano, remolachas rojas, espinaca y nabos. Los que presentan menor respuesta son los cultivos de hierbas y cereales.

En esta publicación, se analizará la función del boro en la nutrición de las plantas y los factores que afectan la disponibilidad de boro en los suelos. Encontrará soluciones prácticas para el diagnóstico de la falta de boro y la aplicación de fertilizantes con boro. El conocimiento de los requisitos de boro de las plantas y del tipo de suelo, sumado a un análisis químico periódico del suelo y de las plantas, ofrecen un medio para evaluar las necesidades de boro y aplicar fertilizantes con boro para obtener el mejor rendimiento. Se proporcionan métodos y dosis sugeridas para la aplicación de fertilizantes con boro para numerosos cultivos agrónomos, hortícolas y ornamentales.

Más información y una calculadora del valor interactivo en el uso en nuestro están disponible en nuestro sitio web: borax.com/es



Contenido

6 EL BORO EN LA NUTRICIÓN DE PLANTAS

- 6 Funciones del boro en los tejidos vegetales
- 6 Estructura de la pared celular
- 6 Función de la membrana
- 6 División celular
- 6 Regulación de las hormonas de las plantas
- 7 Floración y formación de frutos
- 7 Susceptibilidad de las distintas especies a la deficiencia de boro

8 REACCIONES DEL BORO EN LOS SUELOS

- 8 Textura del suelo
- 8 Encalado y pH del suelo
- 8 Materia orgánica del suelo
- 9 Actividad microbiana del suelo
- 9 Laboreo del suelo
- 9 Condiciones de sequía
- 9 Resumen

10 MOVILIDAD DEL BORO EN LOS TEJIDOS VEGETALES

- 11 Diagnóstico de las deficiencias de boro en función de la movilidad o inmovilidad del boro en las plantas
- 11 Corrección de las deficiencias de boro en función de la movilidad o inmovilidad del boro en las plantas

12 DIAGNÓSTICO DE LA DEFICIENCIA DE BORO

- 12 Síntomas visibles de la deficiencia de boro
- 12 Características básicas de la deficiencia
- 15 Interpretación de pruebas de suelo
- 15 Interpretación de análisis de las plantas

20 MÉTODOS DE APLICACIÓN DE BORO

- 20 Incorporación durante la elaboración
- 21 Mezclas a granel
- 21 Mezcla con fertilizante líquido
- 21 Aplicaciones de pulverización foliar
- 21 Otros métodos

22 REFERENCIAS

26 CULTIVOS: SÍNTOMAS Y DOSIS DE APLICACIÓN

- 26 Cultivos para la producción de bebidas
- 28 Árboles de sombra para té
- 28 Cereales y caña de azúcar
- 29 Cultivos de plantas medicinales, tabaco y chicle
- 31 Cultivos de fibras
- 32 Flores y plantas ornamentales
- 34 Cultivos forrajeros
- 37 Cultivos de frutas y frutos con cáscara
- 41 Cultivos oleaginosos
- 44 Cultivos de raíces y tubérculos
- 46 Cultivos de cobertura y árboles
- 48 Cultivos de hortalizas

53 PREGUNTAS FRECUENTES SOBRE EL BORO Y LOS MICRONUTRIENTES

56 ÍNDICE DE CULTIVOS

59 NOMBRES BOTÁNICOS



El boro en la nutrición de las plantas

Funciones del boro en los tejidos vegetales

El boro (B) es esencial para el crecimiento de todas las plantas. Una nutrición adecuada de B es fundamental para el alto rendimiento y la calidad de los cultivos. Las deficiencias de B producen muchos cambios anatómicos, bioquímicos y fisiológicos en las plantas.

Las investigaciones actuales y en curso indican que el B cumple una función importante en lo siguiente:

Estructura de la pared celular

El B y el calcio (Ca) participan en forma conjunta en la estructura de la pared celular. El B también influye en el movimiento del Ca en la planta y en la nutrición de Ca normal de las plantas y los animales. Existe una similitud entre el desarrollo óseo de los animales y el desarrollo de la pared celular en las plantas. Por ejemplo, en el maní (cacahuate) puede aparecer lo que se llama “núcleo hueco” cuando la escasez de B limita el movimiento del calcio, el desarrollo normal de la pared celular y la división celular.

Función de la membrana

El B cumple una función fundamental en la integridad de la membrana plasmática. Las plantas con una nutrición de B adecuada tienen un buen control de la membrana plasmática, mientras que la deficiencia de B reduce la permeabilidad de la membrana plasmática y el flujo de agua en las plantas.

División celular

El B es esencial para las partes de las plantas que crecen activamente, como las puntas de las raíces, y para el desarrollo de hojas y yemas nuevas. Además, afecta los tejidos meristemáticos (responsables del crecimiento) de las plantas o las células que se multiplican con rapidez y permiten el crecimiento de la planta.

La falta de B por lo general se detecta por un cambio en la estructura de la planta en estas partes que crecen activamente.

El B garantiza que estén sanos los tejidos conductivos y de almacenamiento de la planta, necesarios para transportar agua, nutrientes y compuestos orgánicos a las partes de la planta que crecen activamente. Por ejemplo, la formación de rosetas o la falta de crecimiento de las plantas (un síntoma común de la deficiencia de B) se debe a una disminución de la cantidad de células en las partes que intervienen en el crecimiento apical (superior) de la alfalfa, los tréboles y otras legumbres.

Regulación hormonal de las plantas

Las hormonas de las plantas, al igual que las de los animales, regulan muchas funciones relacionadas con el crecimiento y la reproducción. Las hormonas participan en la formación de las flores, el desarrollo de los frutos, la formación de la pared celular y de los tejidos, y el alargamiento de las raíces. El B es importante para regular los niveles hormonales de las plantas.

Floración y formación de frutos

En la mayoría de las especies, el requerimiento de B es mucho mayor para el crecimiento reproductivo que para el crecimiento vegetativo. El B aumenta la producción y conservación de las flores, el alargamiento del tubo polínico y la germinación, así como el desarrollo de las semillas y los frutos. Por ejemplo, la deficiencia de B puede provocar la polinización incompleta del maíz o evitar la formación máxima de vainas en la soja.

El B tiene un efecto importante en la germinación del polen y el crecimiento de tubo polínico. La viabilidad de los granos de polen también disminuye cuando hay deficiencia de B. El rendimiento de algunas especies sin síntomas visibles de deficiencia de B puede aumentar con la aplicación foliar de B. El bajo nivel de B disponible en el suelo afecta mucho más a los cultivos de frutas, frutos con cáscara y semillas que el crecimiento vegetativo. La deficiencia de B aumenta la caída de yemas y flores, lo que produce reducciones significativas en el cuajado de los frutos y las semillas, y también en la calidad de las frutas, los frutos con cáscara y las semillas en desarrollo.

Susceptibilidad de las distintas especies a la deficiencia de boro

Los cereales y las hierbas son menos sensibles que las legumbres y algunos cultivos de hortalizas a los niveles bajos de B disponible. Es posible que los distintos requerimientos de B entre las especies estén relacionados con las diferencias en la composición de la pared celular. La concentración crítica de deficiencia de B es entre tres y cuatro veces mayor para las hojas nuevas que para las viejas en las dicotiledóneas como la alfalfa y la soja, lo que es un indicio de inmovilidad del B en estas especies.

La susceptibilidad a la deficiencia de B varía significativamente según las especies vegetales. El conocimiento de estas diferencias puede usarse para diagnosticar posibles deficiencias de B en los distintos cultivos. En la siguiente tabla, se incluye la clasificación de una cantidad de especies de cultivos como susceptibles, moderadamente susceptibles o tolerantes.

Susceptibilidad relativa de los distintos cultivos a la deficiencia de boro

Susceptible	Moderadamente susceptibles	Tolerantes
Alfalfa	Remolacha forrajera	Banana
Manzana	Palma aceitera	Lino
Brócoli	Colza	Coles de Bruselas
Canola	Aceituna	Repollo
Clavel	Maní (cacahuate)	Repollo chino
Zanahoria	Pinos	Cítricos
Coliflor	Remolacha roja	Tréboles
Apio	Colinabo	Cacao
Crisantemo	Remolacha azucarera	Coco
Café	Girasol	Maíz
Algodón	Nabicol	
Eucalipto	Nabo	
Uvas		
		Papa
		Té
		Lúpulos
		Papaya
		Pera
		Amapola
		Hierbas
		Avena
		Arveja
		Piña
		Arroz
		Caucho
		Centeno
		Soja
		Fresa
		Caña de azúcar
		Trigo

**EL BORO AUMENTA
LA PRODUCCIÓN Y
CONSERVACIÓN DE
LAS FLORES**



Reacciones del boro en los suelos

Las deficiencias de B en los cultivos se encuentran principalmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y en suelos ácidos y arenosos de regiones húmedas. Los motivos por los que se genera esta condición general están relacionados principalmente con las reacciones químicas de las formas más comunes de B en el suelo [H_3BO_3 o $B(OH)_3$] con los distintos componentes del suelo. El ion de borato tiene mucha movilidad; esta movilidad se considera que es la segunda solo después del ion de nitrato en los suelos.

Las reacciones en los suelos que pueden afectar la disponibilidad de B para las plantas varían considerablemente. Los principales factores del suelo que afectan la disponibilidad de B son los siguientes:

Textura del suelo

Los suelos arenosos y que tienen buen drenaje son más propensos a tener deficiencia de B en regiones irrigadas o de muchas precipitaciones debido a su gran potencial de lixiviación. Estos suelos pueden necesitar fertilizaciones con B más frecuentes. Sin embargo, si los subsuelos son de textura fina (mayor contenido de arcilla debajo de los horizontes arenosos de la superficie, es probable que se necesiten aplicaciones de B menos frecuentes. El B total, por lo general, es más alto en los suelos arcillosos, pero la disponibilidad para las plantas puede ser baja en estos suelos debido a la resistencia por la cual el B se mantiene en las superficies de arcilla.

Encalado y pH del suelo

La disponibilidad de B para las plantas por lo general disminuye con el aumento del pH del suelo, especialmente, cuando el pH es superior a 6.5. Sin embargo, los suelos fuertemente ácidos (pH inferior a 5.0) también suelen tener un bajo nivel de B disponible por la sorción del B en superficies de hierro y óxido de aluminio de los suelos minerales.

Algunos cultivos con una alta demanda de B (como la alfalfa) también requieren un pH de suelo superior a 6.5 para un crecimiento óptimo; por lo tanto, es probable que se necesite encalado. Sin embargo, encalar excesivamente los suelos ácidos, a menudo, provoca deficiencias de B temporales, en especial, cuando el encalado se realiza a niveles de pH superiores a 7.0.

Materia orgánica del suelo

La mayor parte del B disponible en los suelos se encuentra en la materia orgánica del suelo. La materia orgánica forma un complejo con el B para extraerlo de la solución del suelo cuando los niveles son altos después de la fertilización con B. La materia orgánica del suelo debe descomponerse para liberar el B en complejo; por lo tanto, las condiciones como climas frescos y húmedos, o climas calurosos y secos, que disminuyen la descomposición de la materia orgánica, reducirán la cantidad de B disponible en los suelos.

Al descomponerse la materia orgánica del suelo, la solución del suelo se reabastece con B para mantener niveles de B adecuados cuando la solución de B se elimina debido a la absorción por parte del cultivo o la lixiviación. Los suelos con bajo contenido de materia orgánica tienen menor capacidad de suministro de B y, por lo general, necesitarán fertilizaciones de B más frecuentes con menores dosis de aplicación.

Actividad microbiana del suelo

Los microorganismos descomponen la materia orgánica del suelo, por lo que el B disponible para las plantas se libera de complejos orgánicos. Las condiciones que favorecen una mejor actividad microbiana son los suelos húmedos y cálidos con una aireación adecuada. Las condiciones del suelo que dificultan una actividad microbiana óptima son las condiciones de sequía, los suelos húmedos y fríos, y una capacidad de laboreo deficiente (mala aireación).

Laboreo del suelo

El B está más disponible para las raíces de la planta cuando la capa superficial está labrada. El laboreo permite que el suelo se mezcle y mejora la aireación y el drenaje. Estas condiciones son óptimas para la descomposición de la materia orgánica, que libera el B disponible. Cuando los sistemas de producción de cultivos cambian a un menor laboreo del suelo o una agricultura sin labranza, la materia orgánica se acumulará en la superficie del suelo o cerca de esta y es posible que no se descomponga rápidamente. Así, la disponibilidad de B dependerá más de las condiciones de humedad de la superficie y, posiblemente, la administración de fertilizantes sea más esencial.

Condiciones de sequía

Durante períodos de sequía, la capa superficial se seca; por lo tanto, las raíces de las plantas no pueden alimentarse en la capa de suelo más superficial, donde se produce la mayor parte del B disponible. El clima seco también limita la disponibilidad de B porque restringe el flujo de agua que transporta el B disponible en la solución a las raíces de las plantas.

Algunos subsuelos pueden contener B disponible que posiblemente se haya filtrado del horizonte de la superficie del suelo, especialmente después de utilizar fertilizantes con B durante un período prolongado. Durante los períodos de sequía, las raíces de las plantas pueden crecer hacia zonas más profundas en el sub suelo y así obtener suficiente B disponible para seguir creciendo y desarrollarse.

Resumen

Las deficiencias de B se encuentran principalmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y en suelos ácidos y arenosos, especialmente, en regiones húmedas donde puede producirse la lixiviación. Comprender las reacciones del B en el suelo ayudará a predecir dónde es más probable que se produzcan deficiencias de B.

Los resultados de las pruebas de suelo para conocer el nivel de B disponible revelarán el estado del B en los suelos de un campo en particular. Si los niveles de B disponible son bajos o deficientes, se deben aplicar las dosis recomendadas, especialmente, para los cultivos con un alto requerimiento de B, como la alfalfa.



EN GENERAL, EL BORO ESTÁ MÁS DISPONIBLE PARA LAS RAÍCES DE LA PLANTA CUANDO LA CAPA SUPERFICIAL ESTÁ LABRADA





Movilidad del boro en los tejidos vegetales

El B se necesita para el nuevo crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo de las plantas. Por lo tanto, el B debe permanecer disponible para que lo absorba la planta durante todo el período de crecimiento, a menos que se pueda desplazar de los tejidos más viejos a los tejidos nuevos de la planta. La absorción de B en las plantas es un proceso pasivo (no metabólico) y el B se transporta en los vasos del xilema (flujo de transpiración) de todas las especies vegetales. Por lo tanto, el B es móvil en el sistema del xilema de todas las plantas.

En términos generales, se acepta que es un nutriente inmóvil en el tejido del floema de las plantas. Una vez incorporado en un tejido determinado, como las hojas, el B no se puede retransportar para satisfacer las necesidades de otros tejidos vegetales. Sin embargo, los resultados de las investigaciones del Dr. PH Brown y asociados de la Universidad de California en Davis demostraron que la movilidad del B en el floema varía considerablemente entre las especies vegetales.⁹

Estos resultados demuestran que el B es móvil en todas las especies vegetales que usan azúcares simples (conocidos como polioles) como compuestos principales en procesos fotosintéticos. El B forma un complejo con estos polioles y se transporta en los tejidos del floema a las partes de crecimiento activo de la planta. Sin embargo, en aquellas especies vegetales que no

producen cantidades significativas de polioles, el B 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 B tiende a acumularse en las hojas y, en estas especies, es inmóvil.

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

Las concentraciones de B en las hojas de diferentes edades de la misma planta también brindan evidencia de la movilidad del B. Las mayores concentraciones de B en las hojas basales (más viejas) que en las apicales (más jóvenes) indican inmovilidad del B. Por el contrario, las concentraciones de B más elevadas en las hojas más jóvenes indican movilidad del B, ya que las hojas más jóvenes han transpirado menos agua que las hojas más viejas.

En la tabla 1, se resume el conocimiento actual de agrupamiento de cultivos agrícolas y hortícolas como B móvil o B inmóvil. La mayoría de los cultivos agrícolas y algunas hortalizas son especies de B inmóvil. Sin embargo, una cantidad relativamente mayor de especies de cultivos de frutos y frutos con cáscara son especies de B móvil. Sin dudas, es necesario estudiar todas las especies vegetales económicamente importantes con respecto a la movilidad de B. Este conocimiento mejorará la capacidad de los productores para diagnosticar deficiencias de B y utilizar los métodos más eficaces para aplicar fertilizantes con B para obtener óptimos rendimientos del cultivo.

Diagnóstico de las deficiencias de boro en función de la movilidad o inmovilidad del boro en las plantas

Conocer la movilidad o inmovilidad del B en diversas especies vegetales es importante para interpretar los resultados de los análisis de las plantas. El B se acumula en las hojas más viejas de las especies de B inmóvil. Por lo tanto, para diagnosticar la deficiencia en estas especies, 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 B en los tejidos en crecimiento, en los cuales es esencial un suministro de B constante. El diagnóstico de deficiencia de B en especies de B inmóvil solamente se puede realizar mediante la obtención de muestras de tejidos en crecimiento.

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

Corrección de las deficiencias de boro en función de la movilidad o inmovilidad del boro en las plantas

En aquellas especies en las que el B es inmóvil, el B de aplicación foliar no se desplazará desde el sitio de aplicación. Este B no puede suprir los requerimientos de B de los tejidos que aún no se formaron.

Por lo tanto, las aplicaciones de B deben realizarse directamente en los tejidos en desarrollo, como las yemas florales y las flores, para garantizar un suministro de B adecuado durante su desarrollo.

El B aplicado puede corregir las deficiencias de B actuales y también suministrar B para los futuros tejidos de flores y frutos en desarrollo. Se observaron beneficios de aplicaciones foliares de B en el cuajado del fruto en especies de árboles de B móvil, como árboles de almendras.

Tabla 1

Movilidad o inmovilidad del boro en algunos cultivos agrícolas y hortícolas

B – inmóvil	B – móvil
Cultivos agrícolas	Cultivos agrícolas
Alfalfa	Canola (limitada)
Maíz	
Algodón	
Maní (cacahuate)	
Sorgo	
Tabaco	
Trigo	
Hortalizas	Hortalizas
Frijol	Espárrago
Lechuga	Frijoles
Papa	Brócoli
Tomate	Zanahoria
	Coliflor
	Aipo
	Cebolla
	Arveja
	Rábano
	Colinabo
Cultivos de árboles y vid	Cultivos de árboles y vid
Higuera	Almendro
Nogal	Manzano
Pistacho	Damasco
Fresa	Cerezo
Nuez de Castilla	Café
	Parra de uvas
	Níspero
	Nectarino
	Olivo
	Duraznero
	Peral
	Ciruelo
	Granado



Diagnóstico de la deficiencia de boro

Síntomas visibles de la deficiencia de boro

Los síntomas visibles de la deficiencia de B se tornan claramente visibles cuando la deficiencia es aguda. En este punto, el crecimiento y el rendimiento pueden verse seriamente limitados. En los cultivos no mencionados, algunos de los síntomas generales de deficiencia de B son los siguientes:

Características básicas de la deficiencia

- Las hojas más jóvenes son las primeras en verse afectadas. Son deformes, gruesas, frágiles y pequeñas, pero suelen exhibir clorosis, de hecho, a menudo son de color verde oscuro.
- Los tallos son cortos, y las plantas muy afectadas pueden tener un aspecto “encogido.”
- La planta adquiere forma de mata.
- Se desarrollan meristemas axilares que también muestran síntomas. La planta adquiere forma de mata.
- Se desarrollan manchas necrosadas y acuosas en el tejido de almacenamiento.
- Aparecen grietas y rajaduras en los pecíolos, los tallos y algunas frutas.
- La formación del fruto es irregular como resultado de la fertilización incompleta. El fruto puede deformarse.
- Las hojas tienden a tener una forma más simple. Se deteriora el crecimiento de la raíz.

Siempre confirme los diagnósticos de los síntomas visibles con los resultados de las pruebas de suelo y los análisis de los tejidos vegetales.



Mazorcas dobladas y cortas, desarrollo deficiente de los granos y espigas estériles son signos de deficiencia de B en el maíz.

Síntomas visibles de la deficiencia de boro en los cultivos

Cultivos de campo	Síntomas visibles
Alfalfa	Muerte de la yema terminal, formación de rosetas, punta amarilla, poca floración y escasa formación de vainas.
Canola	Hojas deformadas. Infrutescencias vacías o parcialmente llenas.
Trébol	Masa pobre, crecimiento deficiente y falta de color. Floración y maduración de semillas reducidas. Hojas cónicas, encogidas y frágiles.
Maíz (de campo silvestre y dulce)	Mazorcas dobladas y cortas; espigas estériles; tallos vacíos; desarrollo deficiente de los granos; rayas alargadas, acuosas o transparentes que luego se ponen blancas en las hojas recién formadas; puntos de crecimiento muertos.
Algodón	Caída de los botones florales y las cápsulas jóvenes, rupturas en la base de los botones florales, líquido oscuro que emana de las rupturas, decoloración interna en la base de la cápsula, cápsulas abiertas por la mitad, hojas verdes hasta la helada.
Frijol seco	Clorosis entre las nervaduras de las hojas. Aspecto tupido.
Maní (cacahuate)	Zona oscura y hueca en el centro del fruto con cáscara, llamado "núcleo hueco."
Papas	Las plantas tienen aspecto tupido. Las hojas se vuelven más gruesas y los bordes se curvan hacia arriba.
Sorgo	Las hojas son estrechas y tiene un aspecto grisáceo con rayas acuosas y transparentes. Infrutescencias vacías.
Soja	Hojas amarillas, manchas cloróticas entre las nervaduras, puntas de las hojas enrolladas hacia abajo, arrugas en las hojas, muerte regresiva de las puntas, falta de floración, raíces atrofiadas.
Remolacha azucarera	Hojas amarillentas o que se secan, agrietamiento de la nervadura central de las hojas, coloración marrón anormal en el tejido interno, descomposición de la copa.
Girasol	Hojas de aspecto marchito. Caída anormal de la cabezuela debido al debilitamiento de los tallos.
Tabaco	Hojas arrugadas y yemas deformadas.
Trigo	Cabezuelas deformadas y clorosis de las hojas.

Cultivos de frutas y frutos con cáscara

Almendra	Las flores se caen y los frutos con cáscara abortan o están gomosos.
Manzana	Picaduras, piel decolorada, agrietamiento y manchas corchosas (corking).
Damasco	Los brotes se marchitan y el fruto no madura.
Cítricos	Corteza gruesa, manchas gomosas cerca del eje, zonas decoloradas.
Uva	Síntomas de fallas en la fructificación, muerte de los brotes principales.
Pera	La flor estalla, picaduras, manchas corchosas (corking) internas y cancros en la corteza.
Pistacho	Disminución en el cuajado del fruto y aumento de espacios vacíos y mayor cantidad de frutos con cáscara sin partir.
Fresa	Piel del fruto clorótica pálida, agrietamiento y muerte regresiva.
Nuez de Castilla	Muerte regresiva de las puntas de los brotes, caída de las hojas.

Síntomas visibles de la deficiencia de boro en los cultivos (continuación)

Cultivos de hortalizas	Síntomas visibles
Remolacha (roja)	Manchas externas, agrietamiento y cancros.
Brócoli	Tallos huecos, decoloración interna, cuajadas de color marrón.
Repollo	Tallo seco, áreas acuosas, cabezuelas huecas, plantas atrofiadas.
Zanahoria	Enrojecimiento de las hojas y rajaduras en las raíces.
Coliflor	Hojas enrolladas, tallos huecos, cuajadas marrones y enanas.
Aipo	Tallo agrietado y con rayas marrones, núcleo ennegrecido.
Lechuga	Crecimiento atrofiado, hojas decoloradas y frágiles.
Rábano	Raíces pálidas, tallos frágiles, pulpa acuosa y coloración moteada.
Colinabo	Las raíces son duras, fibrosas y amargas. Al cortarlas, tienen zonas blandas y acuosas, a menudo llamadas "cúmulo marrón."
Maíz dulce	Mazorcas dobladas y cortas; espigas estériles; tallos vacíos; desarrollo deficiente de los granos; rayas alargadas, acuosas o transparentes que luego se ponen blancas en las hojas recién formadas; puntos de crecimiento muertos.
Tomate	Las hojas son gruesas y frágiles, el fruto no madura.
Nabo	Centro hueco o núcleo marrón, zonas acuosas.

Los resultados de las pruebas de suelo con boro pueden indicar lo siguiente:

- El lugar donde el B disponible es deficiente
- El lugar donde se necesita fertilización de mantenimiento con B
- El lugar donde el B disponible es adecuado

La extracción con agua caliente ha sido la prueba de suelo estándar para determinar el B disponible en los suelos. Sin embargo, muchos laboratorios actualmente ofrecen informes de pruebas de B disponible en suelos mediante el uso de los métodos de extracción Mehlich-1 o Mehlich-3, que se correlacionan perfectamente con los resultados del método de extracción con agua caliente en suelos ácidos⁷⁷.

En los suelos alcalinos, el B en extractos de extractantes para pruebas de suelo que contienen sorbitol o manitol se correlacionan perfectamente con la prueba de B soluble en agua caliente.⁸³

El análisis del tejido vegetal proporciona un método excelente para comprobar la disponibilidad de B en el cultivo actual tanto proveniente del suelo como de un fertilizante con B aplicado. Los análisis de tejido pueden utilizarse como una guía adicional junto con el nivel de B obtenido en la prueba de suelo para ajustar las prácticas de fertilización con B.

Los análisis de boro en las plantas se pueden usar para lo siguiente:

- Confirmar la deficiencia de B en las plantas con síntomas visuales
- Controlar las concentraciones de B en los tejidos a fin de

asegurarse de que el rango de B sea óptimo para obtener un alto rendimiento y una buena calidad del cultivo

- Completar la información de la prueba de suelo para adaptar la dosis de fertilización con B, el momento óptimo para la aplicación y el método de aplicación para satisfacer las necesidades de la situación específica de los cultivos

Por ejemplo, las muestras de tejido obtenidas de forma temprana en la temporada de crecimiento pueden indicar la necesidad de aplicar B sobre la superficie, como reabono o mediante la pulverización foliar junto con nitrógeno u otros fertilizantes que se aplican después de la temporada de crecimiento, preferentemente antes de la floración y la fructificación.

Para lograr la administración óptima de fertilización con B, siga estas pautas:

- Utilice pruebas de suelo para determinar el B disponible
- Controle que el pH del suelo esté dentro del rango más adecuado para los suelos y los cultivos de su zona
- Aplique fertilización con B de mantenimiento cuando los niveles de B en la prueba de suelo estén dentro del rango de respuesta de sus suelos y cultivos
- Observe el cultivo en las primeras etapas y con frecuencia
- Analice muestras vegetales para detectar el nivel de B al principio de la temporada
- Utilice el método adecuado de aplicación de fertilizantes con B, en la dosis y el momento correctos
- Cuando haya una gran necesidad de B, considere la aplicación en bandas durante la siembra, las aplicaciones como reabono, las pulverizaciones foliares o la fertirrigación

Interpretación de pruebas de suelo

La interpretación de los valores de las pruebas de suelo varía según el cultivo y el tipo de suelo. Por ejemplo, los valores críticos de las pruebas de suelo para los cultivos fueron de 0.05 ppm para el maní (cacahuate) que crece en suelos ácidos, de textura gruesa¹⁸ a 1.8 ppm para el colinabo que crece en suelos de una textura similar³⁶.

Una encuesta a laboratorios agrícolas que realizan pruebas de suelo en 50 estados de los Estados Unidos⁵⁷ reveló que los valores críticos de B utilizados en las pruebas de suelo para determinar niveles bajos de B soluble en agua caliente variaron de 0.05 a 1.1 ppm, según el tipo de suelo y el cultivo utilizados para la calibración. El promedio de estos valores que se obtuvieron en 25 de estos laboratorios fue de un nivel de B de 0.49 ppm. Salvo algunas excepciones, como los suelos con alto contenido de arcilla y/o materia orgánica, los suelos con niveles de B soluble en agua caliente que exceden 1.0 ppm proporcionan suficiente suministro de B para la mayoría de los cultivos.

En función de los datos de las pruebas de suelo, la textura del suelo y los requerimientos del cultivo, los rangos de B de las pruebas de suelo pueden trazar de acuerdo con los requerimientos del cultivo (consulte la tabla 2).

En general, el B debe aplicarse según la experiencia local y las recomendaciones publicadas para los distintos cultivos.

Utilice las pruebas de suelo con B para controlar los niveles de B para la fertilidad del suelo. Su objetivo debería ser:

- Agregar B en los lugares donde se recomienda
- Mantener los suelos en el rango deseado por encima de la deficiencia para los distintos cultivos
- No utilizar B cuando los resultados de la prueba de suelo muestren niveles altos (los niveles de la prueba de suelo superiores a 5 ppm probablemente sean tóxicos para la mayoría de los cultivos⁶⁷)

Obtenga muestras de los suelos al menos una vez durante cada secuencia de rotación de cultivos. Se debe realizar un control más intensivo del nivel de B en el suelo en los lugares donde se aplican altas dosis de fertilizantes, especialmente, en los suelos con baja capacidad de intercambio de cationes (cation exchange capacity, CEC) donde puede producirse la lixiviación. Cuando se realizan gestiones intensivas, es aconsejable obtener muestras todos los años para detectar los cambios en el pH⁸⁶ del suelo y otros niveles de nutrientes que pueden afectar la nutrición con B. Por ejemplo, un nivel alto de pH en suelos recién abonados o niveles muy altos de potasio (K) disponible pueden acentuar la necesidad de boro^{47,48}.

Las aplicaciones de B recomendadas varían de 0.1 a 4.0 libras/acre y se basan en el cultivo específico, la textura del suelo, el método de aplicación y los objetivos de rendimiento, así como en los valores de B en la prueba de suelo.

Interpretación de análisis de las plantas

Las condiciones del suelo y de otros factores ambientales, en especial, su pH y CEC, afectan en gran medida el B que absorben las plantas. El factor dominante que afecta la relación entre el B de la prueba de suelo y el B de las plantas es la CEC¹⁵, que está directamente relacionada con la cantidad de arcilla y materia orgánica que contiene el suelo. Los suelos con baja CEC (suelos arenosos de textura gruesa) tienen más B disponible para las plantas, mientras que los suelos con alta CEC (suelos arcillosos de textura fina) tienen menos B disponible, aunque los suelos arcillosos (que contienen >25 % de arcilla) por lo general contienen una cantidad relativamente mayor de B disponible que los suelos de textura gruesa en una región determinada⁸⁶. Como una gran cantidad de B está inactivada en los suelos de textura fina, se requieren dosis más altas de fertilizante con B para lograr la misma disponibilidad de B que en los suelos de textura gruesa. En un suelo determinado, el B de la prueba de suelo tiene una relación positiva con el B del tejido vegetal⁷⁸.

Tabla 2

Clasificación de los cultivos de acuerdo a sus requerimientos de boro según los siguientes factores

Textura del suelo	Rango de boro en la prueba de suelo	Requerimiento de fertilizante con boro
Arenoso y arenoso franco	<0.2 ppm	Todos los cultivos
Franco arenoso, franco, franco limoso y limoso	0.2 – 0.5 ppm	Cultivos con requerimiento de boro medio y alto
Arcilloso	0.5 – 1.0 ppm	Cultivos con requerimiento de boro medio y alto
Arcilloso	1.0 – 2.0 ppm	Cultivos con requerimiento de boro alto
Todos los suelos	> 2.0 ppm	Ninguno

El contenido de B en la hoja marca el estado de B en distintos cultivos

Contenido de boro en la hoja, ppm de B					
Cultivos para la producción de bebidas	Deficiente	Bajo	Normal	Alto	Exceso
Cacao	<10	10-25	25 - 70		
Café	<20	20 - 40	40 - 140	140- 200	>200
Lúpulos	<20		25 - 60		
Té	<12		12 - 80	>80	
Cereales y caña de azúcar					
Cebada	<5	5 - 20			
Maíz	<5	5 - 25		25 - 50	>200
Avena	<5	5 - 20			
Arroz	<5	25 - 30		>40	
Sorgo	<5	16 - 140			
Caña de azúcar	<1	2 - 4	4 - 20		400
Trigo	<5	5 - 20		30	
Cultivos de fibras					
Algodón	<16	16 - 20	21 - 80	80 - 200	>200
Sisal	<4	4 - 14	14 - 20		
Flores					
Clavel	<20		20 - 25		
Crisantemo	<150				
Geranio	<15	15 - 30	30 - 300	>300	
Rosa	20 - 60				



El contenido de B en la hoja marca el estado de B en distintos cultivos

Contenido de boro en la hoja, ppm de B

Cultivos forrajeros

Alfalfa, mielga	<20	20 – 30	30 – 80	>80	
Trébol rojo	<10	>60	20 – 45		
Trifolio	<10	>70	30 – 45		

Cultivos de frutas y frutos con cáscara

Almendra	<30	30 – 50	>80		
Manzana	<20	20 – 28	28 – 50	>50	
Damasco	<12	20 – 70			>90
Aguacate	<12	50 – 100	100 – 250		>250
Banana		20 – 40	>70		
Cereza	<20	20 – 100			>182
Cítricos	<15	15 – 30	30 – 100	100 – 250	>250
Higo	<15	50 – 100	300		>700
Uvas	<25	25 – 50	50		>200
Papaya	<20	20 – 60			
Durazno	<10	10 – 30	30 – 60	60 – 80	>100
Pera	<20	20 – 30	30 – 50		>50
Plátano	<16	20 – 40			
Frambuesa	<10	10 – 20	20 – 35		
Fresa	<20	20 – 50	100		>125
Nuez de Castilla	<25	40 – 200			



El contenido de B en la hoja marca el estado de B en distintos cultivos

Contenido de boro en la hoja, ppm de B					
Cultivos de frutas y frutos con cáscara	Deficiente	Bajo	Normal	Alto	Exceso
Almendra	<30	30 – 50		>80	
Manzana	<20	20 – 28	28 – 50	>50	
Damasco	<12	20 – 70			>90
Aguacate	<12	50 – 100		100 – 250	>250
Banana		20 – 40		>70	
Cereza	<20	20 – 100			>182
Cítricos	<15	15 – 30	30 – 100	100 – 250	>250
Higo	<15	50 – 100		300	>700
Uvas	<25	25 – 50		50	>200
Papaya	<20	20 – 60			
Durazno	<10	10 – 30	30 – 60	60 – 80	>100
Pera	<20	20 – 30	30 – 50		>50
Plátano	<16	20 – 40			
Frambuesa	<10	10 – 20	20 – 35		
Fresa	<20	20 – 50		100	>125
Nuez de Castilla	<25	40 – 200			
Cultivos de tabaco y chicle					
Nuez de kola	<15				
Tabaco	<10	10 – 40	40 – 100	100	>360
Cultivos oleaginosos					
Canola (colza)	<20	20 – 30			
Coco	<12				
Palma aceitera	<12	12 – 15	15 – 25		
Olivo	<15	15 – 20	20 – 180		>250
Maní (cacahuate)	<25				
Soja	<10	10 – 20	20 – 80	80 – 100	>100
Girasol	<35	50 – 150			
Cultivos de raíces y tubérculos					
Zanahoria	<18	32 – 200		>200	
Remolacha forrajera	<20	20 – 50			
Papa	<5	20 – 40	40 – 70	>70	
Remolacha roja	<15	15 – 27	27 – 83		
Remolacha azucarera	<20	20 – 25	25 – 50	50	>300
Batata (papa dulce)	<16	118			
Nabo, nabicol	<15	45 – 50			
Colinabo	<23	23 – 38	38 – 140		>250

El contenido de B en la hoja marca el estado de B en distintos cultivos

Contenido de boro en la hoja, ppm de B

Árboles	Deficiente	Bajo	Normal	Alto	Exceso
Abedul	<14		28 – 33		
Álamo negro de Norteamérica	<9		68		
Eucalipto	<35		40 – 70		
Acebo	<20	20 – 25	>30		
<i>Pino radiata</i>	<10			>20	
Caucho				>80	
<i>Pino silvestre</i>	<10		25 – 30		
Abeto falso	<8		25 – 30		
Hortalizas					
Alcachofa	38		112		
Espárrago	<15	50	55 – 150		>175
Frijol (<i>Phaseolus</i>)	<10				>150
Coles de Bruselas	<19		70		
Repollo	<18		22 – 38	>100	
Coliflor	<23		36		
Apio	<15		15 – 48		>400
Pepino	<25		30 – 60		>200
Lechuga			27 – 43	>70	
Ocra				>70	
Cebolla			29 – 50		
Arveja	<18		170		
Rábano	<19		19 – 195		
Tomate	<10		30 – 100		>200

Muchos de los datos se obtuvieron del libro Diagnostic Criteria for Plants and Soils, ed. HD Chapman.





Métodos de aplicación de boro

Los métodos de aplicación de B más comunes son la aplicación al voleo y/o en banda en el suelo, generalmente con otros fertilizantes, o las pulverizaciones foliares.

Aplique las fuentes de B de la siguiente manera:

- Mezclado con fertilizantes incorporándolos durante el proceso de fabricación
- Mezclado a granel con fertilizantes granulares
- Mezclado con fertilizantes líquidos justo antes de la aplicación

Si bien los micronutrientes también se aplican como tratamiento para las semillas, este método no se recomienda con fuentes de B puesto que los plantines de muchas especies vegetales tienen una baja tolerancia de la planta al B soluble.

Incorporación durante la elaboración

Las fuentes de B se pueden distribuir de manera uniforme con fertilizantes que contengan NPK incorporándolos durante el proceso de elaboración. Por lo general, esto se hace disolviendo o suspendiendo la fuente de B en ácido fosfórico antes de colocar el amoníaco de fosfato, o bien, mezclando la fuente de B con un componente sólido de la mezcla final de nitrógeno y fósforo (NP, por sus símbolos químicos) o NPK antes de la granulación⁵⁶. Generalmente, estos productos se llaman “fertilizantes borados.”

La mayoría de las fuentes de B no reacciona químicamente con otros componentes del fertilizante durante la fabricación, lo que podría afectar la disponibilidad de B de la planta. Por lo tanto, incorporar B durante la fabricación de mezclas de fertilizantes es un método posible de aplicación de B⁵⁵.

Otra forma de incorporar B durante la fabricación de fertilizantes es mediante el recubrimiento de las mezclas de fertilizantes NPK con B. Este proceso permite un recubrimiento uniforme de los micronutrientes en todos los gránulos del fertilizante NPK, lo que brinda flexibilidad en la proporción de micronutrientes y garantiza una distribución uniforme en el campo.

Mezclas a granel

La principal ventaja de las mezclas a granel es la flexibilidad. Los productores pueden preparar solo la cantidad necesaria de fertilizantes que contengan las proporciones de nutrientes requeridas para un campo determinado. Sin embargo, la aplicación en el campo puede no ser uniforme si se produce la segregación de nutrientes durante la manipulación y la aplicación. La segregación se puede minimizar combinando correctamente los tamaños de las partículas de las fuentes de B granulares con los de los componentes NPK. Hay dispositivos mecánicos que minimizan la segregación.¹

Las fuentes de B granulares, como *Granubor*, pueden mezclarse a granel con fertilizantes NPK para lograr las dosis de B recomendadas para un cultivo determinado. *Granubor* es especialmente apto para las mezclas a granel, el rango de tamaño de sus partículas y la densidad se adaptan en gran medida a los de la mayoría de los componentes de la mezcla que contiene NPK.

Mezcla con fertilizantes líquidos

Este método de aplicación de B es el más usado debido a la conveniencia de mezclar las cantidades deseadas de B con fertilizantes líquidos justo antes de la aplicación en el campo. No hay problemas de segregación con líquidos, lo que permite lograr fácilmente una aplicación uniforme.

En este método de aplicación, es importante la solubilidad de las fuentes de B; las fuentes que son lentamente solubles o insolubles no se mezclarán bien con otros líquidos. Las fuentes de B solubles como *Solubor* son adecuadas para mezclar en fertilizantes líquidos como soluciones de nitrato de amonio y urea (urea *ammonium nitrate*, UAN) y 10-34-0.

Se puede disolver una cantidad suficiente de B en estos fertilizantes para satisfacer todas las recomendaciones de B en las dosis habituales de aplicación de nitrógeno y/o fosfato.

Aplicaciones de pulverización foliar

Las pulverizaciones foliares son especialmente adecuadas para aplicar B a cultivos de frutos con cáscara y árboles, así como para cultivos especializados como hortalizas. La aplicación de pulverización requiere el uso de fuentes de B solubles en agua, como *Solubor*. Las ventajas son, entre otras:

- Fácil aplicación uniforme de B
- Respuesta casi inmediata al B aplicado
- Dosis de aplicación de B generalmente más bajas que para la aplicación en el suelo⁵⁷

Las sospechas de deficiencias de B se pueden diagnosticar con pulverizaciones foliares. Sin embargo, no es posible diagnosticar las deficiencias de B incipientes

como las que afectan a los sistemas reproductivos de algunas especies vegetales durante un período prolongado.

Algunas desventajas de las pulverizaciones foliares son:

- Se puede quemar la hoja si las concentraciones de sal de la pulverización son demasiado altas
- La demanda de nutrientes con frecuencia es más alta cuando las plantas de cultivo son pequeñas y la superficie de la hoja no es suficiente para la absorción foliar
- Es posible que en la temporada de crecimiento ya sea demasiado tarde para obtener el máximo rendimiento si se retrasa la pulverización hasta que aparezcan los síntomas de deficiencia de B
- Las pulverizaciones foliares producen pocos efectos residuales⁵⁶

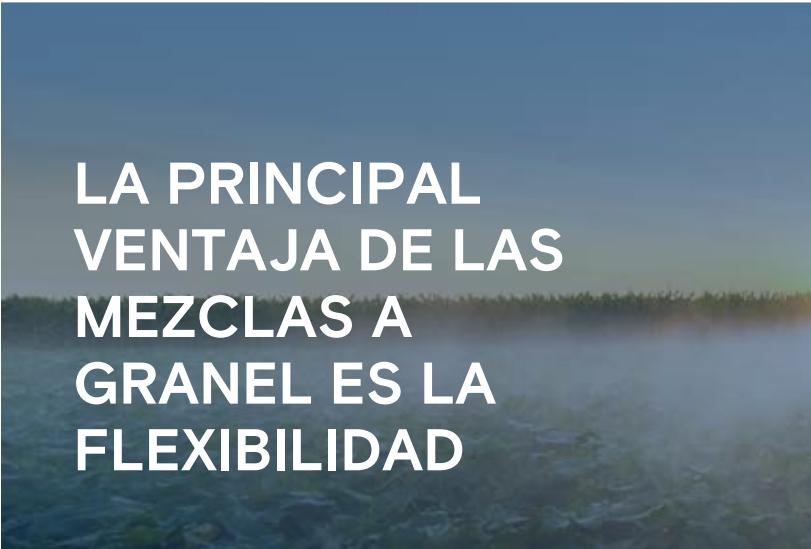
Solubor se adapta perfectamente para incorporarlo a las pulverizaciones foliares, que son compatibles con la mayoría de las pulverizaciones de pesticidas. Por lo tanto, se pueden combinar para suministrar el B necesario junto con las aplicaciones de pesticida durante la temporada de crecimiento.

El agregado de surfactantes aumenta la eficacia del B que se absorbe de las pulverizaciones foliares.

Antes de preparar una mezcla en el tanque, realice la “prueba de frasco” para evaluar la compatibilidad de estas fuentes de B con una determinada solución para pulverización de pesticida.

Otros métodos

Las fuentes de B soluble también pueden incorporarse en sistemas de irrigación (tanto en el campo como en sistemas por goteo). Este método se llama fertiirrigación y requiere que se realicen cuidadosas mediciones del volumen y la calibración correcta del sistema para asegurarse de que las cantidades de fuentes de fertilizantes (incluido el B) que se incorporan a los tanques de suministro sean las adecuadas para suministrar las dosis deseadas.



LA PRINCIPAL
VENTAJA DE LAS
MEZCLAS A
GRANEL ES LA
FLEXIBILIDAD



Referencias

1. Achorn FP, Mortvedt JJ. 1977. Addition of secondary and micronutrients to granular fertilizers. Int Conf on Granular Fertilizers and their Production Papers. British Sulfur Corp. London, England; p. 304-332.
2. Anderson OE, Boswell FC. 1968. Boron and manganese effects on cotton yield, lint quality, and earliness of harvest. *Agron J.* 60:488-493.
3. Baker AS, Cook RL. 1959. Need of boron fertilization for alfalfa in Michigan and methods of determining this need. *Agron J.* 51:1-4.
4. Bell RW. 1997. Diagnosis and prediction of boron deficiency. In: Dell B, Brown PH, Bell RW (eds). *Boron in Soils and Plants: Reviews*. Kluwer Acad Publishers. Boston, MA.
5. Berger KC. 1949. Boron in soils and crops. *Advan Agron.* 1:321-351.
6. Berger KC, Truog E. 1944. Boron tests and determinations for soils and plants. *Soil Sci.* 57:25-36.
7. Bradford GR. 1966. Boron. In: Chapman HD (ed) *Diagnostic criteria for plants and soils*. Univ of California, Div Agr Sciences; p. 33-61.
8. Brown BA, Munsell RI, King, AV. 1946. Potassium and boron fertilization of alfalfa on a few Connecticut soils. *Soil Sci Soc Amer Proc.* 10:134-140.
9. Brown PH, and Hu H. 1998. Boron mobility and consequent management in different crops. *Better Crops with Plant Food*. Potash-Phosphate Institute. Norcross (GA).
10. Brown PH, Shelp BJ. 1997. Boron; mobility in plants. In: Dell B, Brown PH, Bell RW (eds). *Boron in Soils and Plants: Reviews*. Kluwer Acad Publishers. Boston (MA); p. 85-102.
11. Brown PH, Bellou N, Hu H, Dankelkar A. 1999. Transgenetically enhanced sorbitol synthesis facilitates phloem boron transport and increases tolerance of tobacco to boron deficiency. *Plant Physiol* 119:17-20.
12. Cakmak I, Romheld V. 1997. Boron deficiency. In: Dell B, Brown PH, Bell RW (eds). *Boron in Soils and Plants: Reviews*. Kluwer Acad Publishers. Boston (MA).
13. Chapman HD. 1967. Plant analysis values suggestive of nutrient status of selected crops. In: Hardy GW (ed). *Soil Testing and Plant Analysis, Part 2*, SSSA Spec Pub No 2, SSSA. Madison (WI); p. 77-91.
14. Cole Jr CA, Turner JR. 1986. Incorporating fluid fertilizers. Abstracts, 192nd meeting of the Amer Chem Soc Anaheim (CA).
15. Cox FR. 1987. Micronutrient soil tests: Correlation and Calibration. In: Brown JR, et al. (eds) *Soil testing: Sampling, correlation, calibration, and interpretation*. SSSA Special Publications No 21, SSSA, Madison (WI); p. 97-117.
16. Cox FR, Adams F, Tucker BB. 1982. Timing, fertilization, and mineral nutrition. In: Pattee HE, Young CT (eds). *Peanut science and technology*. Am Peanut Res and Ed Soc Inc, Yoakum (TX); p. 139-163.
17. Cox FR, Kamprath EJ. 1972. Micronutrient soil tests, p. 289-317. In: Mortvedt JJ et al. (eds) *Micronutrients in Ag*, SSSA, Madison (WI).
18. Cox FR, Reid PH. 1964. Calcium-boron nutrition as related to concealed damage in peanuts. *Agron J.* 56:173-176.
19. Dawson JE, Gustafson AF. 1945. A study of techniques for predicting potassium and boron requirements for alfalfa, II. Influence of borax on deficiency symptoms and boron content of the plant and soil. *Soil Sci Soc Amer Proc.* 10:147-149.
20. DeMoranville CJ, Deubert, KH. 1987. Effect of commercial calcium-boron and manganese-zinc formulations on fruit set of cranberries. *J Hort Sci.* 62: (2) 163-169.
21. DeTurk EE, Olson LC. 1941. Determination of boron in some soils of Illinois and Georgia. *Soil Sci.* 52:351-357.
22. Eaton FM. 1935. Boron in soils and irrigation waters and its effect on peanuts. *USDA Tech Bull.* 448: 1-132.

23. Eaton FM. 1944. Deficiency, toxicity and accumulation of boron in plants. *J Agr Res.* 69: 237-279.
24. Flanery RL. 1975. Unpublished data. Rutgers Univ, New Brunswick, NJ.
25. Gascho GJ. 1993. Boron and nitrogen applications to soybeans: foliar and through sprinkler irrigation. In: Murphy LS, ed. Foliar fertilization of soybeans and cotton. PPI/FAR Tech Bull. 1993-1; p. 17-33.
26. Gascho GJ, Davis JG. 1995. Soil fertility and plant nutrition. In: Pattee HE, Stalker HT (eds). Advances in peanut science. Am Peanut Res and Ed Soc Inc. Yoakum,(TX); p. 383-418.
27. Gestring WD, Soltanpour PN. 1987. Comparison of soil tests for assessing boron toxicity to alfalfa. *Soil Sci Soc Am J.* 51:1214-1219.
28. Giddens JE. 1964. Boron. In: Micronutrients and crop production in Georgia. Georgia Ag Exp. Stn., Univ. of Georgia Coll of Agr Bull. N.S. 126; p. 13-21.
29. Goldbach GE, Rerkasem B, Wimmer MA, Brown PH, Thellier M, Bell RW (eds). 2001. Boron in Plant and Animal Nutrition. Kluwer Acad Publishers. Boston (MA); p. 410.
30. Goldberg, S. 1997. Reactions of boron in soils. In: Dell B, Brown PH, Bell RW (eds). Boron in Soils and Plants: Reviews. Kluwer Acad Publishers. Boston (MA); p. 35-48.
31. Guertal EA, Abaye AO, Lippert BM, Miner GS, Gascho GJ. 1996. Sources of boron for foliar fertilization of cotton and soybeans. *Commun Soil Sci Plant Anal.* 27:2815-2828.
32. Guertal EA, Abaye AO, Lippert BM, Miner GS, Gascho GJ. 1998. Boron uptake and concentration in cotton and soybeans as affected by boron source. *Commun Soil Sci Plant Anal.* 29:3007-3014.
33. Gupta UC. 1979. Boron nutrition of crops. *Adv Agron.* 31:273-279.
34. Gupta UC. 1993. Deficiency, sufficiency, and toxicity levels of boron in crops. In: Gupta UC (ed). Boron and its role in crop production. CRC Press Inc. Boca Raton (FL); p.137-145.
35. Gupta UC (ed). 1993. Boron and its Role in Crop Production. CRC Press, Boca Raton (FL); p. 237.
36. Gupta UC, Munro, DC. 1969. The boron content of tissues and roots of rutabagas and of soil associated with brown heart condition. *Soil Sci Soc Amer Proc.* 33:424-426.
37. Hanson EJ. 1991. Movement of boron out of tree fruit leaves. *Hort Sci* 26(3):271-273.
38. Hanson EJ. 1991. Sour cherry trees respond to foliar boron applications. *Hort Sc* 26(9):1142-1145.
39. Hanson EJ, Chaplin MH, Breen PJ. 1985. Movement of foliar applied boron out of leaves and accumulation in flower buds and flower parts of "Italian" prune. *Hort Sci* 20:747-748.
40. Hill WE, Morrill LG. 1974. Assessing boron needs for improving peanut yield and quality. *Soil Sci Soc Amer Proc.* 38:791-794.
41. Howard DD, Gwathmey CO, Sams CE. 1998. Foliar feeding of cotton: evaluating potassium sources, potassium solution buffering and boron. *Agron J.* 90:740-746.
42. Hu H, Brown PH. 1997. Absorption of boron by plant roots. In: Dell B, Brown PH, Bell RW (eds). Boron in Soils and Plants: Reviews. Kluwer Acad Publishers. Boston (MA); p. 49-58.
43. Hutcheson Jr. TB, Woltz WG. 1956. Boron in the fertilization of flue-cured tobacco. *N.C. Agr Exp Stn Bull.* No. 120.
44. Jin J, Martens DC, Zelazny LW. 1988. Plant availability of applied and native boron in soils with diverse properties. *Plant Soil.* 105:127-132.
45. Johnson ES, Dore WH. 1928. The relation of boron to the growth of the tomato plant. *Sci* 67:324.
46. Johnson GV, Fixen PE. 1990. Testing soils for sulfur, boron, molybdenum, and chlorine. In: Westerman RL, et al. (eds). *Soil Testing and Plant Analysis* 3rd ed. SSSA, Madison (WI); p. 265-273.
47. Jones, Jr JB. 1967. Interpretation of plant analysis for several agronomic crops. In: Hardy GW (ed) *Soil Testing and Plant Analysis*, Part 2, SSSA Spec Pub No. 2, SSSA, Madison (WI); p. 49-58.

48. Jones, Jr JB, 1991. Plant tissue analysis in micronutrients. In: Mortvedt JJ et al. (eds). *Micronutrients in Agriculture*, 2nd ed. SSSA No 2, in Soil Sci Soc Am Book Series, SSSA, Madison (WI); p. 477-521.
49. Kelley WP, Brown SM. 1928. Boron in the soils and its relation to citrus and walnut culture. *Hilgardia* 3(16):445-458.
50. Kenworthy AL. 1967. Plant analysis and interpretation of analysis for horticultural crops. In: Hardy GW (ed) *Soil Testing and Plant Analysis, Part 2*. SSSA Special Publication No 2, SSSA, Madison (WI); p. 59-75.
51. Keogh JL, Maplen M. 1969. Boron for cotton and soybeans on loessial plains soils. *Arkansas Agr Exp Sta Bull.* 740.
52. Lehr JJ, Henkens CH. 1959. Threshold values of boron contents in Dutch soils in relation to boron deficiency symptoms in beet (heartrot). *World Cong Agr Res.* 1:1397-1404.
53. Marschner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. Boston (MA); p. 889.
54. Martens DC, Westerman DT. 1991. Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. In: Mortvedt JJ et al. (eds) *Micronutrients in Agriculture*, 2nd ed. No 4 in SSSA Book Series, SSSA Inc. Madison (WI); p. 549-592.
55. Mortvedt JJ. 1968. Availability of boron in various boronated fertilizers. *Soil Sci Soc Amer Proc.* 32:433-437.
56. Mortvedt JJ, Cox FR, Shuman LM, Welch RM. (eds). 1991. *Micronutrients in Agriculture*. 2nd ed. Soil Sci Soc Am. Madison (WI); p. 760.
57. Mortvedt JJ, Woodruff JR. 1993. Technology and application of boron fertilizer for crops. In: Gupta UC (ed) *Boron and its Role in Crop Production*. CRC Press Inc. Boca Raton (FL); p. 157-183.
58. Mozafar A. 1987. Effect of boron on ear formation and yield components of two maize (*Zea mays L.*) hybrids. *J Plant Nutr.* 10:319-332.
59. Mozafar A. 1989. Boron effect on mineral nutrients of maize. *Agron J.* 81:285-290.
60. Murphy LS, Walsh LM. 1972. Correction of micronutrient deficiencies with fertilizer. In: Mortvedt JJ et al. (eds) *Micronutrients in Agriculture*, SSSA Inc. Madison (WI); p.347-388.
61. Oplinger ES, Hoeft RG, Johnson JW, Tracy PW. 1993. Boron fertilization of soybeans: a regional summary. In: *Foliar Fertilization of Soybeans and Cotton*, PPI/FAR Tech Bull. 1993-1; p. 7-16.
62. Ouellette, GJ, Lachance RO. 1954. Soil and plant analysis as a means of diagnosing boron deficiency in alfalfa in Quebec. *Can J Agr Sci.* 34:494-503.
63. Peryea FJ. 1992. History of boron research in apples, pears reviewed. *Fruit Grower*, Mar 15 issue: 26-29.
64. Peryea FJ. 1998. Boron products for foliar spray applications. www.goodfruit.com/archive/Apr15-98/feature12.html.
65. Peryea FJ. 1999. Boron products for foliar sprays: 1999 update. www.goodfruit.com/Apr15-99/feature18.htm.
66. Piland JR, Ireland CF, Reisenauer, HM. 1944. The importance of borax in legume seed production in the South. *Soil Sci.* 57:75-84.
67. Ponnamperuma FM, Clayton MT, Lantin RS. 1981. Dilute hydrochloric acid as an extractant for available zinc, copper, and boron in rice soils. *Plant Soil.* 61:297-310.
68. Purvis ER, Hanna WJ. 1940. Vegetable crops affected by boron deficiency in Eastern Virginia. *Virginia Truck Exp Sta Bull.* 105.
69. Reeve E, Shive JW. 1944. Potassium-boron and calcium-boron relationships in plant nutrition. *Soil Sci.* 57:1-14.
70. Reeve E, Prince AL, Bear FE. 1944. The boron needs of New Jersey soils. *N.J. Agr Exp. Sta Bull.* 709.

71. Reisenauer HM. 1967. Availability assays for the secondary and micronutrient onions. In: *Soil Testing and Plant Analysis. Part 1, Soil testing. No. 2 in the SSSA Spec Pub Series*, SSSA. Madison (WI); p. 71-102.
72. Reisenauer HM, Walsh LM, Hoeft RG. 1973. Testing soils for sulfur, boron, molybdenum, and chlorine. In: *Walsh LM, Beaton JD (eds) Soil Testing and Plant Analysis, revised ed* SSSA, Madison (WI); p. 173-200.
73. Rogers HT. 1947. Water soluble boron in coarse-texture soils in relation to need of boron fertilization for legumes. *J Amer Soc Agron.* 39:914-927.
74. Rowell AWG, Grant PM. 1975. A comparison of fertilizer borate and colemanite incorporated in various fertilizers. *Rhod J Agric Res.* 13:63-66.
75. Schon MK, Blevins DG. 1990. Foliar boron applications increase the final number of branches and pods on branches of field-grown soybeans. *Plant Physiol.* 92:602-607.
76. Sedberry Jr JE, Nugent AL, Brupbacher RH, Holder JB, Phillips SA, Marshall JG, Sloane LW, Melville DR, Rabb JL. 1969. Boron investigations with cotton in Louisiana. *LSU Agr Exp Sta Bull.* 635.
77. Shuman LM, Bandel VA, Donohue SJ, Isacc RA, Lippert RM, Sims JT, Tucker MR. 1992. Comparison of Mehlich-1 and Mehlich-3 extractable soil boron with hot-water extractable boron. *Commun Soil Sci Plant Anal.* 23 (1&2);p. 1-14.
78. Sims JT, Johnson GV. 1991. Micronutrient soil tests. In: Mortvedt JJ et al. (eds) *Micronutrients in Ag* 2nd ed. SSSA, Madison (WI), p. 427-476.
79. Smith GR, Gilbert CL, Pemberton IJ. 1990. Effects of boron on seedling establishment of annual legumes. In: *Forage and Livestock Research 1990*, Overton Research Center. Texas Agr Exp Sta Tech Rep No 90-1; p. 110-114.
80. Spooner AE, Huneycutt H. 1983. Effects of boron on coastal bermudagrass. *Ark Farm Res.* July-August 1983.
81. Stinson CH. 1953. Relation of water soluble boron in Illinois soils to boron content of alfalfa. *Soil Sci.* 75:31-36.
82. Thompson LF, Hardy GW. 1967. Effect of boron fertilization on soybeans. *Ark Farm Res.* 16(2):16.
83. Vaughn, B, Howe J. 1994. Evaluation of boron chelates in extracting soil boron. *Commun Soil Sci Plant Anal* 25 (7&8):1071-1084.
84. Warington K. 1923. The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants. *Ann Bot.* 37:629-672.
85. Wear JI. 1957. Boron requirements of crops in Alabama. *Alabama Agr Exp Sta Bull.* 305.
86. Wear JI, Patterson RM. 1962. Effect of soil pH, and texture on the availability of water soluble boron in the soil. *Soil Sci Soc Amer Proc.* 26:344-346.
87. Westerman RL. (ed) 1990. *Soil Testing and Plant Analysis*, 3rd ed. SSSA, Madison (WI); p. 429-657.
88. Wilson CM, Louvorn RL, Woodhouse Jr WW. 1951. Movement and accumulation of water soluble boron within the soil profile. *Agron J.* 43:363-367.
89. Woodruff JR. 1974. Research and demonstration reports. Dept of Agron and Soils, Clemson Univ. Lime level 1, plots with P fertilization in 1973; p. 233.
90. Woodruff JR, Moore FW, Musen HL. 1987. Potassium, boron, nitrogen and lime effects on corn yield and earleaf nutrient concentration. *Agron J.* 79:510-524.

Cultivos: síntomas y dosis de aplicación

Cultivos para la producción de bebidas

Agave

(*Agave tequilana*)

Los primeros signos de deficiencia de B son manchas amarillas, más numerosas cerca de la punta, en ambas superficies de la hoja. A esto le sigue la formación en la epidermis de depresiones ramificadas con forma de dedos desde el margen de la hoja que, posteriormente, pueden tornarse suberizadas. En los experimentos de cultivos en arena, se observaron síntomas adicionales. La punta de la hoja puede tener forma de gancho y la espina foliar puede estar ausente o reducida al tamaño de una cana. En los casos de deficiencia severa, se altera el punto de crecimiento y las hojas son cortas, estrechas, enrolladas y, a veces, se dividen. Las plantas tienen una apariencia de copa chata.

Cacao

(*Theobroma cacao*)

Uno de los primeros signos de deficiencia de B es la abundante formación de yemas y la aparición de algunas hojas enrolladas que serán de color verde casi normal. Cuando la deficiencia es leve, es posible que haya una alternancia entre brotaciones de yemas normales y otras con deficiencia de B. A medida que la deficiencia avanza, las hojas de los brotes nuevos se tornan muy cloróticas, se enrollan y son deformes. La mayoría de las hojas que se forman en condiciones de deficiencia de B aguda se caen antes de que estas maduren. Las hojas que maduran se tornan frágiles y rugosas; se mantienen de color verde, pero la formación de parches necróticos en los extremos es muy común y este es el síntoma más distintivo de observar. También se produce suberización de las nervaduras en las hojas.



Café

(*Coffea arabica* y *C. canephora*)

La deficiencia de B provoca la muerte del punto de crecimiento terminal. El desarrollo posterior de las ramas secundarias (a veces hasta siete en el mismo nodo) por debajo de la yema terminal muerta da el efecto típico similar a un abanico. En los casos graves, las ramas secundarias mueren rápidamente, lo que provoca la muerte regresiva de las secciones terminales de los brotes nuevos.



Puede producirse la defoliación. La parte inferior de la vena central de las hojas más viejas, tanto cloróticas como sanas, puede suberizarse. La producción se reducirá drásticamente debido a la escasa formación de frutos.

Por lo general, las primeras señales de deficiencia de B en el café son la muerte terminal regresiva y el desarrollo de hojas arrugadas al final de un período seco y al comienzo de la estación lluviosa (debido a una menor absorción de B en las capas superiores del suelo que están secas).

Los síntomas también son particularmente notables en la floración y después del encalado, debido a la menor disponibilidad de B en el suelo. El B se usa principalmente en el café para evitar que se produzcan síntomas de deficiencia transitorios, más que para corregir deficiencias graves que provocan la muerte regresiva considerable de las ramas.

Lúpulo

(*Humulus lupulus*)

Los puntos de crecimiento se tornan de color marrón y pueden morir cuando tienen solo algunos centímetros. Los patrones producen gran cantidad de brotes con entrenudos cortos, muchos de los cuales morirán, y esto da a la planta un aspecto tupido y atrofiado. Las yemas axilares de los brotes que sobreviven también pueden tornarse necróticas y morir, aunque algunos de los tallos laterales atrofiados, finalmente, se desarrollan.

Las hojas que se producen en estos brotes suelen ser pequeñas y deformes, y tener dos brotes en forma de dientes en lugar de lóbulos. Las estípulas se desarrollan con normalidad al principio, pero rápidamente se tornan necróticas desde la punta hacia abajo a medida que envejecen. Muchas inflorescencias adquieren un color marrón y mueren. Los conos que se forman son pequeños y sueltos, y tienen una apariencia escaldada que comienza en el extremo y avanza hacia la base. El rendimiento se reduce drásticamente. Los sistemas radiculares de las plantas con deficiencia escasamente se desarrollan.

Té

(*Camellia sinensis*)

El primer signo de deficiencia de B es la restricción del crecimiento de la yema terminal, que queda latente. Las hojas adquieren un color verde oscuro, se vuelven gruesas y de apariencia similar al cuero y, con frecuencia, son deformes y arrugadas. El punto de crecimiento finalmente muere, y como resultado de la pérdida de dominancia apical muchas yemas axilares intentan crecer, pero también se marchitan si hay un escaso suministro de B. Cúmulos de brotes pequeños llenan las axilas superiores después de una sucesión de intentos abortivos durante el crecimiento de los tallos. También se informó la aparición de manchas de aceite transparentes en la superficie inferior de las hojas maduras, pero estas manchas no persisten.



A medida que avanza la deficiencia, hay un desarrollo excesivo de corteza, primero en el lado superior del pecíolo, pero después se extiende a las nervaduras principales y laterales y con una banda de apariencia similar al corcho en el borde de las superficies tanto superiores como inferiores. Las nervaduras se agrietan a medida que se desarrolla la corteza. En el tallo, pueden desarrollarse bandas de apariencia similar al corcho, más bien como lenticelas elongadas.

Aplicación en el suelo (dosis de aplicación sugeridas)

	<i>Granubor</i> (15% de B) <i>Fertibor</i> (15% de B)	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	
Cultivo	kg/ha	kg/ha	l/ha
Cacao	20 - 40	14 - 28	280 - 561
Lúpulos	10 - 20	7 - 15	140 - 280
Té	6 - 10	4 - 7	84 - 140
	gramos/arbusto	gramos/arbusto	ml/arbusto
Café	14 - 31	11 - 20	384

Aplicación foliar (dosis de aplicación sugeridas)

	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	Volumen mínimo	Concentración máxima
Cultivo	kg/ha	l/ha	% p/v
Cacao		0.25	
Té	2.2	804 - 2002	0.25
		gramos/arbusto	% p/v
Café		0.3	

Árboles de sombra para té

Árbol de coral

(*Erythrina variegata*)

Las hojas más jóvenes son las primeras afectadas; los folíolos son pequeños y muchos segmentos no se desarrollan, lo que origina la formación de una hoja muy simple. A medida que la deficiencia avanza, los puntos de crecimiento se marchitan y a esto le sigue el desarrollo de muchos brotes desde el tronco principal.

Cuando la deficiencia es muy avanzada, se produce el agrietamiento de la corteza y una exudación gomosa. Se informaron casos de necrosis en el cámbium.

Roble sedoso

(*Grevillea robusta*)

La deficiencia de B genera muerte regresiva y el desarrollo de múltiples tallos laterales. Las hojas son redondeadas, en marcado contraste con las hojas sanas puntagudas.

Cereales y caña de azúcar

Maíz

(*Zea mays*)

La distribución irregular de los granos y una disminución general del crecimiento son los primeros signos de la deficiencia de B. La deficiencia de B grave tiene como resultado mazorcas de maíz cortas y dobladas con extremos no desarrollados completamente y un desarrollo de granos muy deficiente. Entre las nervaduras de las hojas jóvenes, se desarrollan manchas amarillas o blancas que, a menudo, se unen y forman bandas. Estas bandas, que pueden ser cerosas y estar en relieve en la superficie de la hoja, normalmente no se desarrollan en hojas de crecimiento completo. Los extremos de las hojas pueden estar enrollados. También hay un acortamiento de los entrenudos y con frecuencia, las hojas jóvenes no se abren. Existen indicaciones de que el maíz con alto contenido de lisina es más propenso a la deficiencia de B que el maíz normal.



Aplicación en el suelo (dosis de aplicación sugeridas)

	<i>Granubor</i> (15% de B) <i>Fertibor</i> (15% de B)	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	
Cultivo	kg/ha	kg/ha	l/ha
Maíz: aplicación en banda	3 - 7		280 - 561
Maíz: aplicación al voleo	4 - 10	3 - 6	56 - 140
Arroz	3 - 7	2 - 4	37 - 102
Caña de azúcar	4 - 15	3 - 10	56 - 196
Trigo	4 - 15	3 - 10	56 - 196
Cereales en general	3 - 15	2 - 10	37 - 196

Aplicación foliar (dosis de aplicación sugeridas)

	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	Volumen mínimo	Concentración máxima
Cultivo	kg/ha	l/ha	% p/v
Maíz	2 - 4	402 - 1001	0.5
Arroz	2 - 4	43 - 1001	0.5
Caña de azúcar	3 - 10	64 - 2002	0.5
Trigo	3 - 10	64 - 2002	0.5
Cereales en general	2 - 10	43 - 2002	0.5

Arroz

(*Oryza sativa*)

Los primeros síntomas se observan en las hojas más jóvenes que no se estiran correctamente y permanecen cortas y estrechas. Es posible que se desarrolle clorosis amarilla o blanquecina cerca de la punta de la hoja. Las siguientes hojas que aparecen están dobladas, retorcidas y son casi blancas. Si estas hojas se abren, una gran parte del limbo foliar se secará rápidamente. Cuando la deficiencia es grave, el crecimiento se detiene completamente.

Al principio, las hojas más viejas son de color verde oscuro, pero luego probablemente aparezcan puntos blancos cloróticos tanto en las hojas jóvenes como en las viejas. Se pueden desarrollar brotes nuevos, pero estos mostrarán rápidamente los mismos síntomas y se atrofiarán. En casos de deficiencia de B grave, se ha observado la falta completa de maduración de las semillas. Las raíces de las plantas seriamente afectadas son cortas, gruesas, resistentes y de color marrón claro.

Sorgo

(*Sorghum vulgare*)

Entre los síntomas de deficiencia de B se incluyen bandas blancas en las hojas jóvenes, hojas estrechas de color grisáceo con tiras transparentes y esterilidad de la espiga. Además, es posible que las infrutescencias del sorgo no estén completamente llenas.

Mijo

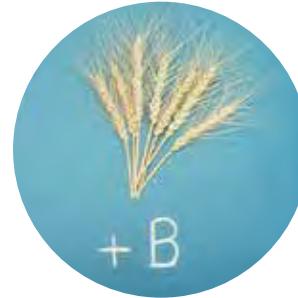
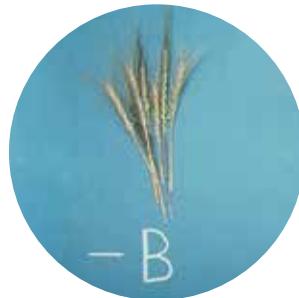
(*Panicum millaceum*)

El trabajo limitado en esta especie indica que la deficiencia de B provoca los síntomas que son comunes en las gramíneas, es decir, bandas blancas en las hojas jóvenes y esterilidad de la espiga.

Caña de azúcar

(*Saccharum officinarum*)

Los primeros síntomas aparecen como manchas pequeñas, estrechas y acuosas que se desarrollan paralelamente a los haces vasculares de las hojas jóvenes, lo que genera rayas diferenciadas. Las lesiones pronto se agrandan y posteriormente el tejido de las hojas puede separarse y formar una fractura, cuyo borde interno será dentado. Las puntas de las hojas pueden tornarse necróticas, el crecimiento apical se retarda, y las hojas jóvenes son pequeñas, estrechas y algo cloróticas. Con frecuencia, se desarrollan bandas internas amarronadas en el punto de crecimiento y ligeramente debajo de este. Las plantas jóvenes se agrupan y tienen muchos tallos secundarios. Las hojas fusiformes adquieren un color blanco y se secan. Se debe tener en cuenta que la enfermedad "pokkah boeng," provocada por el fusarium moniliforme, y los daños del herbicida Dalapon pueden provocar síntomas similares a la deficiencia de B.



Trigo (*Triticum spp.*)

Cebada (*Hordeum vulgare*)

Avena (*Avena sativa*)

Centeno (*Secale cereale*)

La deficiencia de B provoca síntomas similares en estos cultivos. Pequeñas manchas cloróticas que se forman entre las nervaduras de las hojas más jóvenes no desarrolladas. Las manchas se agrandan y se funden para formar rayas blancas. Las rayas no se desarrollan en las hojas maduras. Es probable que el desarrollo de las hojas se demore y sea anormal. Se produce la esterilidad de las espigas, probablemente como resultado del deterioro del crecimiento y la germinación del polen.

Es posible que se observe un mayor macollamiento y que los entrenudos sean cortos. Existen indicaciones de que el trigo y la cebada con deficiencia de B tienen mayor propensión al moho (*Erysiphe graminis*) que las plantas sanas.

Se sabe que las aplicaciones de B reducen la incidencia del cornezuelo (*Claviceps purpurea*) en la cebada. Cuando hay deficiencia de B, es probable que se facilite la infección debido a la esterilidad de las flores y la configuración abierta de las espiguillas.

Cultivos de plantas medicinales, tabaco y chicle

Fenogreco

(*Trigonella foenum-graecum*)

En el campo, la deficiencia de B, normalmente, es evidente por el crecimiento atrofiado, seguido de una escasa extensión de los entrenudos; además, se forman muy pocas vainas. Cuando la deficiencia es más grave, los puntos de crecimiento dejan de crecer y las hojas superiores son pequeñas y cóncavas. Los tallos son rígidos y frágiles, y las flores no se abren con normalidad.

Nuez de kola

(*Cola nitida*)

La deficiencia de B provoca la muerte regresiva del punto de crecimiento, y la pérdida de dominancia apical genera la excesiva aparición de yemas laterales y la formación de múltiples brotes cortos y gruesos. Las hojas deformes a menudo son anchas, muy pequeñas, gruesas y están enrolladas. Los entrenudos son cortos. La deficiencia de B produce una floración abundante, aumenta el tamaño de las flores y genera un predominio de flores femeninas. Normalmente, estas flores femeninas no desarrollan frutos y no se separan. El cuajado del fruto se reduce y hay una mayor incidencia de frutos partenocápicos.

Amapola

(*Papaver somniferum*)

En las plantas jóvenes, las hojas se enrollan a lo largo de la nervadura central. El núcleo de la planta se atrofia o deforma, y pronto se pudre y adquiere un color violeta oscuro. Las nervaduras centrales también adoptan el mismo color. La muerte de las plantas también se acelera por ataques de hongos y bacterias. En otros casos, las hojas pueden parecer normales, pero las infrutescencias jóvenes adoptan un color azul y las cápsulas son deformes. En estas cápsulas, el desarrollo de las semillas es deficiente. Los tallos a menudo exhiben abultamientos similares a ampollas y posteriormente se dividen.



Tabaco

(*Nicotiana tabaccum*)

Los síntomas característicos de la deficiencia de B son entrenudos cortos y muerte regresiva del meristema apical. El primer signo es el desarrollo de una clorosis basal en las hojas más jóvenes.

Cuando no está afectada toda la hoja, posteriormente las hojas se abren pero se vuelven deformes. A menudo, las hojas tienen un solo lado y se enrollan. De manera similar, el tallo que está cerca de la parte superior de la planta con frecuencia se enrolla.



Después de la muerte del punto de crecimiento apical, es probable que se desarrolle chupones, pero estos también son propensos a sufrir muerte regresiva. Las hojas se vuelven rígidas y frágiles a medida que maduran, y como resultado, las nervaduras centrales suelen romperse.

Cuando la deficiencia no se vuelve aguda hasta la etapa de floración, se caerán muchas yemas florales y se desarrollarán muy pocas vainas de semillas.

Aplicación en el suelo (dosis de aplicación sugeridas)

	<i>Granubor</i> (15% de B) <i>Fertibor</i> (15% de B)	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	
Cultivo	kg/ha	kg/ha	l/ha
Fenogreco	7 - 28	4 - 20	102 - 402
Amapola	7 - 15	4 - 10	102 - 196
Tabaco	2 - 7	1 - 4	19 - 94

Aplicación foliar (dosis de aplicación sugeridas)

	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	Volumen mínimo	Concentración máxima
Cultivo	kg/ha	l/ha	% p/v
Amapola	4 - 10	1001 - 2022	0.5
Tabaco	1 - 4	196 - 1001	0.5

Aplicación en el suelo (dosis de aplicación sugeridas)

	<i>Granubor</i> (15% de B) <i>Fertibor</i> (15% de B)	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	
Cultivo	kg/ha	kg/ha	l/ha
Algodón	3 - 14	2 - 10	46 - 196
Kenaf	3 - 7	2 - 4	37 - 102
Sisal	3 - 10	2 - 7	37 - 140

Aplicación foliar (dosis de aplicación sugeridas)

	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	Volumen mínimo	Concentración máxima
Cultivo	kg/ha	l/ha	% p/v
Algodón	2 - 10	495 - 2011	0.5

Cultivos de fibras

Algodón

(*Gossypium spp.*)

Si bien es probable que con frecuencia no se detecten los síntomas graves de deficiencia de B se sabe que esta deficiencia sin la manifestación de síntomas visibles en el follaje y las flores puede limitar considerablemente el rendimiento de las semillas de algodón.



Además de la caída de flores y cápsulas, se describieron numerosos síntomas en las hojas, los pecíolos, las flores y las cápsulas. Sin embargo, no se espera observar todos los síntomas al mismo tiempo en un solo campo.

Uno de los síntomas más característico es el desarrollo de bandas (a menudo excesivamente vellosas) en los pecíolos. La médula en estas regiones es necrótica. Generalmente, la yema terminal muere y luego se desarrollan muchas ramas laterales, que tienen entrenudos cortos y nudos engrosados. Las hojas, que por lo general no exhiben ninguna malformación, permanecen verdes hasta la primera helada. En casos de deficiencia extremadamente severa, el desarrollo excesivo y anormal de nervaduras hace que las hojas se doblen y tengan formas irregulares.

Con frecuencia, los pétalos son arrugados y deformes. Se produce la caída excesiva de botones florales o cápsulas jóvenes. Es común la decoloración de los nectarios extraflorales. Pueden desarrollarse grietas en los tallos, en la base de los botones florales o las cápsulas, y es posible que haya cierta exudación.

Kenaf

(*Hibiscus cannabinus*)

En las primeras etapas, los brotes son de color verde oscuro y las hojas jóvenes pueden ser deformes. La nervadura central y las nervaduras principales se tornan necróticas, lo cual hace que las hojas se ondulen hacia atrás. Finalmente, las hojas jóvenes no se abren y los brotes se marchitan. La caída del pecíolo, provocada por una necrosis interna, puede causar la muerte de las hojas normales. El crecimiento de las raíces se reduce y las raíces serán cortas y oscuras, y tendrán puntas gruesas.

Sisal

(*Agave sisalana*)

Los primeros signos de deficiencia de B son manchas amarillas, más numerosas cerca de la punta, en ambas superficies de la hoja. A esto le sigue la formación en la epidermis de depresiones ramificadas con forma de dedos desde el margen de la hoja que, posteriormente, pueden tornarse suberizadas. En los experimentos de cultivos en arena, la punta de la hoja puede tener forma de gancho y la espina foliar puede estar ausente o reducida al tamaño de una cana. En los casos de deficiencia severa, se altera el punto de crecimiento y las hojas son cortas, estrechas, enrolladas y, a veces, se dividen. Las plantas tienen una apariencia de copa chata. Las plantas con deficiencia de B pueden ser más propensas a la *fusariosis*.

Flores y plantas ornamentales

Palma areca

(*Chrysalidocarpus lutescens*)

Las hojas más viejas exhiben una clorosis moteada que comienza en las puntas. Se desarrollan bandas cloróticas transversales estrechas entre las nervaduras, las cuales se unen formando lesiones necróticas. Las hojas más jóvenes y los puntos de crecimiento, finalmente, mueren.

Azalea

(*Rhododendron spp.*)

Las manchas marrones, que se vuelven transparentes, son los primeros signos de deficiencia de B y se observan en las hojas jóvenes en crecimiento. Las hojas que se desarrollan después son deformes y exhiben parches necróticos alrededor de los márgenes. Los puntos de crecimiento apicales se marchitan.

Begonia

(*Begonia spp.*)

Las yemas terminales y las hojas muestran un aspecto de roseta con un arrugamiento en la punta de las hojas; luego se tornan necróticas. Por lo general, se atrofia el crecimiento. El bulbo tiene nódulos o parches de apariencia similar al corcho.

Clavel

(*Dianthus caryophyllus*)

Una alta incidencia de división del cáliz, por lo general, es el primer signo de deficiencia de B. Las hojas se dividen en los nudos y se produce el aborto de las yemas florales. En caso de que las yemas no aborten, habrá menos pétalos, que se secarán, y el estilo será pronunciado. Los parches rojos, que se desarrollan a lo largo de las nervaduras centrales de las hojas inferiores, posteriormente, se extienden por toda la hoja y se tornan necróticos. Las hojas tienden a adoptar una forma cóncava con extremos dentados. Los brotes laterales superiores pueden tener una apariencia similar a una "escoba de bruja." Tanto la producción total de la floración como el rendimiento de flores para la comercialización pueden incrementarse mediante la aplicación de B. Cuando el suministro de B es deficiente, el encalado puede aumentar notablemente la división del cáliz ante la ausencia de un suministro de B en la alimentación con líquido o el fertilizante.



Crisantemo

(*Chrysanthemum spp.*)

En los casos leves de deficiencia de B, los pétalos no se abren correctamente y se "enrollan." Cuando la deficiencia es severa, los síntomas también se observarán en las hojas, que serán frágiles y poco espaciadas. En ellas, puede producirse cierta ondulación hacia abajo y las puntas pueden tornarse cloróticas y finalmente morir. En las palmas viejas, la deficiencia de B provoca atrofia y el tallo se estrecha abruptamente. Las flores y los frutos son pequeños y por lo general mueren en inflorescencias atrofiadas. Puede haber cierta pérdida de coloración en las flores. Cuando la deficiencia es aguda, las yemas no se abrirán correctamente y, tras la muerte del punto de crecimiento, se formarán muchos brotes.



Ciclamen

(*Cyclamen spp.*)

El primer signo de la deficiencia de B es el desarrollo de parches amarillos desiguales en la lámina cerca del pecíolo y las nervaduras principales. Los parches se tornan necróticos y, en casos severos, la hoja muere.

Dracaena sanderiana

Se desarrolla una pronunciada necrosis marginal en las hojas, que suelen tener una apariencia similar al cuero.

Gardenia

(*Veitchii spp.*)

Las hojas jóvenes son cloróticas y se desarrollan parches necróticos. Las hojas jóvenes están muy arrugadas y deformadas. En los casos de deficiencia de B severa, los puntos de crecimiento acaban por morir.

Geranio

(*Pelargonium hortorum*)

Las hojas se tornan muy frágiles y arrugadas. Se desarrollan pequeñas lesiones en las hojas jóvenes y finalmente se forman orificios.

Gerbera

(*Gerbera*)

Los primeros síntomas se verán en las flores, que serán deformes y tendrán menos pétalos. La producción de polen estará restringida y los estigmas estarán ausentes o poco desarrollados. Los tallos de las flores serán cortos y pueden dividirse.

Los síntomas en las hojas solo aparecen después de observar síntomas en las flores y cuando la deficiencia es más severa. Es probable que se produzca cierta clorosis y que se desarrollen manchas rojas/violetas cerca de los márgenes y las puntas de las hojas más viejas. Las hojas más nuevas están deformadas, a menudo tienen forma cóncava, están arrugadas y son mucho más gruesas que las hojas sanas.

Gladiolo

(*Gladiolus spp.*)

Los síntomas de deficiencia de B incluyen grietas en los márgenes de las hojas (especialmente en las primeras hojas por emerger), bandas transparentes entre las nervaduras, extremos de las hojas con forma de gancho e incapacidad de los pétalos inferiores de abrirse normalmente. Los pétalos de las flores son moteados, y los tallos de las flores pueden ser huecos y no tener una médula normal.

Gloxinia

(*Sinningia speciosa*)

Al rápido ennegrecimiento y marchitamiento del follaje, le sigue la muerte del punto de crecimiento. El bulbo tiene nódulos de apariencia similar al corcho.

Árbol de caucho

(*Ficus elastica*)

La deficiencia de B provoca atrofia y deformación de las hojas pequeñas inmaduras junto con una necrosis del punto de crecimiento apical. Las hojas jóvenes tienen una tendencia a exhibir rajaduras transversales que exudan látex.

Espuela de caballero

(*Delphinium spp.*)

El crecimiento terminal se detiene. Las hojas son cloróticas y mueren en las puntas. Los tallos son cortos.

Aplicación en el suelo (dosis de aplicación sugeridas)

	Granubor (15% de B) Fertibor (15% de B)	Solubor (20,5% de B)	
Cultivo	kg/ha	kg/ha	l/ha
Clavel	6 - 14	4 - 10	102 - 196
Crisantemo	3 - 14	2 - 10	37 - 196
Gladiolo	3 - 14	2 - 10	37 - 196
Rosa	6 - 14	4 - 10	102 - 196
Flores en general	3 - 14	2 - 10	37 - 196

Aplicación foliar (dosis de aplicación sugeridas)

	Solubor (20,5% de B)	Volumen mínimo	Concentración máxima
Cultivo	kg/ha	l/ha	% p/v
Gladiolo	2	2002	0.1
Rosa	4	2498	0.2
Flores en general	2	1001	0.2

Capuchina

(*Tropaeolum majus*)

El desarrollo del punto de crecimiento terminal, que generalmente es de color verde oscuro, se reduce considerablemente. Las hojas son pequeñas y deformes.

Flor de pascua

(*Euphorbia pulcherrima*)

Las yemas, en particular, las que se encuentran cerca de la punta, dejan de crecer. Las hojas terminales jóvenes son gruesas y tienden a enrollarse. La nervadura central de la parte inferior de la hoja puede agrietarse y las brácteas, que se desarrollan lentamente, son anormales.

Pelitre

(*Chrysanthemum cinerariaefolium*)

La deficiencia de B produce el desarrollo de flores deformes y la muerte regresiva apical. Las florecillas radiales pueden reducirse a un tercio de su longitud normal. Tienen puntas desiguales y pueden formarse solo en parte de la circunferencia. En algunos casos, las florecillas radiales podrían estar completamente ausentes.

Rosa

(*Rosa spp.*)

Las hojas son deformes y alargadas con bordes dentados irregulares. La pérdida de dominancia apical genera una ramificación múltiple de los tallos florales, que son deformes. Los pétalos pueden tener márgenes dentados y exhibir una pigmentación irregular. En casos de deficiencia de B severa, se puede prever una necrosis de los puntos de crecimiento y los brotes florales.

Alhelí

(*Matthiola spp.*)

Los puntos de crecimiento mueren y las hojas jóvenes son gruesas y deformes.

Guisante de olor

(*Lathyrus odoratus*)

Es probable que las hojas se tornen cloróticas. Cuando la deficiencia es severa, los puntos de crecimiento mueren rápidamente.

Tulipán

(*Tulipa spp.*)

Los pétalos están descoloridos y, a menudo, tienen un parche blanco en el centro o en los márgenes. La flor y el tallo, que están atrofiados, se rompen fácilmente. El bulbo exhibe cierto color amarronado.

Zinnia

(*Zinnia spp.*)

La deficiencia de B produce arrugas marcadas y deformación de las hojas jóvenes, que se vuelven gruesas y frágiles. Puede producirse cierta clorosis, que se inicia en los márgenes de las hojas.

Cultivos forrajeros

Leguminosas forrajeras

Además del requerimiento de B normal para el crecimiento y el desarrollo, estas plantas tienen un requerimiento de B especial para la nodulación y la fijación del nitrógeno, que normalmente se deterioran en las plantas con deficiencia de B. Como sucede en la mayoría de las plantas, la deficiencia de B tiene un efecto notable en el crecimiento de las raíces y es probable que esto, en sí, reduzca la nodulación.

Aplicación en el suelo (dosis de aplicación sugeridas)

	<i>Granubor</i> (15% de B) <i>Fertibor</i> (15% de B)	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	
Cultivo	kg/ha	kg/ha	l/ha
Alfalfa	6 - 26	4 - 20	102 - 402
Tréboles: híbrido, encarnado, ladino, rojo y blanco	6 - 10	4 - 6	102 - 140
Tréboles: alejandrino, de carretilla, subterráneo y de olor	6 - 14	4 - 10	102 - 196
Hierbas en general	3 - 6	2 - 4	37 - 102
Col verde	6 - 14	4 - 10	102 - 196
Mostaza blanca	6 - 14	4 - 10	102 - 196
Trifolio	6 - 18	4 - 12	102 - 243
Algarroba, piloso y común	6 - 14	4 - 10	102 - 196

Aplicación foliar (dosis de aplicación sugeridas)

	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	Volumen mínimo	Concentración máxima
Cultivo	kg/ha	l/ha	% p/v
Alfalfa	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Tréboles: híbrido, encarnado, ladino, rojo y blanco	4 - 6	1001 - 1403	0.5
Tréboles: alejandrino, de carretilla, subterráneo y de olor	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Col verde	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Trifolio	4 - 10	1001 - 2002	0.5

Alfalfa

(*Medicago sativa*)

La deficiencia de B en la alfalfa, en su forma más leve, fácilmente puede no reconocerse, ya que parece una reducción en la floración y el desarrollo de las semillas. Una deficiencia tan leve rara vez se puede detectar en los rendimientos del heno con un solo corte. Sin embargo, la menor floración puede retardar el corte y el resultado es un heno de menor calidad. Finalmente, es probable que se reduzca la cantidad total de heno.



Los síntomas principales de la deficiencia de B son el amarillamiento y enrojecimiento de las hojas superiores. A medida que se desarrolla la deficiencia, los entrenudos del crecimiento superior se vuelven gradualmente más cortos, y las ramas laterales cortas ayudan a darle a la planta un aspecto de "roseta." En esta etapa, el punto de crecimiento se vuelve inactivo o muere.

La deficiencia de B se asocia estrechamente al estrés por falta de humedad y a la sequía. El amarillamiento de la alfalfa ocasionado por la deficiencia de B con frecuencia se confunde con los daños provocados por la sequía. A menudo, se reduce la floración y las flores se caen antes de desarrollar semillas. Los síntomas de deficiencia de B deben compararse con los daños provocados por los saltahojas, la deficiencia de potasio y ciertas enfermedades, que provocan el amarillamiento de las hojas inferiores y superiores. Cuando hay deficiencia de B, el amarillamiento se limita a las hojas superiores y no se produce al azar, como ocurre con los daños provocados por los saltahojas.

Gramo

(*Cynodon dactylon*)

El síntoma más común de la deficiencia de B es la disminución del rendimiento del forraje, especialmente durante el corte de fines de primavera y principios de verano, cuando las condiciones climáticas son cálidas y secas.

Zacate buffel

(*Cenchrus ciliaris*)

Las hojas nuevas y emergentes no se desarrollan. Permanecen de color blanco, se marchitan y, luego, tienen muerte regresiva desde la punta. Los extremos de las hojas más viejas, posiblemente, también se marchiten. Los márgenes de las hojas pueden agrietarse y, a menudo, entre las nervaduras se desarrollan bandas blancas, que se unen. Es probable que las plantas estén atrofiadas, pero no se espera una reducción en el macollamiento.

Tréboles

La producción de semillas parece ser particularmente sensible a la deficiencia de B. Los cultivos que no exhiben ningún síntoma evidente o cuyo crecimiento solo mejora levemente con las aplicaciones de B pueden responder notablemente a las aplicaciones de B en el año de producción de semillas.

El B es necesario para la correcta germinación del polen y para el crecimiento del tubo polínico. Además, existe evidencia de que una mayor secreción de néctar (y, posiblemente, la modificación de las flores producida por la aplicación de B puede aumentar la cantidad de abejas que trabajan en las flores de trébol y, por lo tanto, mejorar el desarrollo de las semillas.

Trébol híbrido

(*Trifolium hybridum*)

Las plantas se atrofian. Es probable que los folíolos exhiban un amarillamiento entre las nervaduras y que, a menudo, tengan un aspecto de color bronce con nervaduras de color verde oscuro. Las hojas de las puntas de los brotes serán deformes. Los tallos de las flores serán cortos y es probable que se desarrollen menos inflorescencias. La germinación del polen y el crecimiento del tubo serán deficientes cuando el polen o el pistilo tengan deficiencia de B.

Trébol de carretilla

(*Medicago hispida*)

Las plantas tienen un tamaño mucho menor, y las hojas jóvenes cerca de los puntos de crecimiento se enrollan, se engrosan y se arquean en los márgenes.

Trébol encarnado

(*Trifolium incarnatum*)

Junto con la alfalfa y el trébol alejandrino (*T. alexandrinum*), el trébol encarnado se clasifica como muy sensible a la deficiencia de B. Los síntomas de deficiencia de B son muy similares a los que se informan en otros tréboles, es decir, atrofia y probable deformación de las hojas jóvenes y los brotes, con el desarrollo de coloraciones rojas y amarillas en las hojas.

Trébol rojo

(*Trifolium pratense*)

Si la deficiencia de B se produce en las plántulas muy jóvenes, la primera hoja trifoliada será pequeña y tendrá una forma imperfecta. Las hojas jóvenes serán pequeñas y deformes y, finalmente, los puntos de crecimiento mueren. En las hojas, se desarrolla una coloración roja y púrpura (a veces, después de una clorosis general). Por lo general, los colores son más pronunciados en la superficie debajo de la hoja. Los márgenes de las hojas pueden volverse necróticos. Se pueden desarrollar coloraciones rojas en las hojas unifoliadas más viejas. En las plantas más viejas, el crecimiento se volverá gradualmente atrofiado, a menudo, con tallos hinchados y engrosados cerca de los puntos de crecimiento.

Tréboles (continuación)

Trébol subterráneo

(*Trifolium subterraneum*)

Los síntomas aparecen primero en las hojas jóvenes, que son cloróticas, atrofiadas y deformes. Las hojas más viejas, por lo general, exhiben un color púrpura intenso o una pigmentación roja a lo largo de los márgenes. El crecimiento del tallo se reduce. El desarrollo de las semillas y la calidad pueden verse afectados y derivar en una regeneración deficiente.

Trébol de olor

(*Melilotus spp.*)

Las hojas se vuelven rojas y, luego, amarillas. El crecimiento es lento y atrofiado.

Trébol blanco

(*Trifolium repens*)

Si la deficiencia de B se produce en las plántulas muy jóvenes, la primera hoja trifoliada será pequeña y tendrá una forma imperfecta. En las hojas unifoliadas más viejas, puede desarrollarse una coloración roja. En las plantas más viejas, el crecimiento se volverá gradualmente atrofiado, a menudo, con tallos hinchados y engrosados cerca de los puntos de crecimiento. Las hojas jóvenes serán pequeñas y deformes y, finalmente, los puntos de crecimiento morirán. En las hojas, se desarrolla una coloración roja y púrpura (a veces, después de una clorosis general). Por lo general, los colores son más pronunciados en la superficie debajo de la hoja. Los márgenes de las hojas pueden volverse necróticos.



Col verde

(*Brassica oleracea var. acephala*)

Las hojas de la col verde con deficiencia de B se arquean y enrollan, y son algo cloróticas o moteadas, particularmente alrededor de los márgenes de la hoja. En los casos de deficiencia severa, el punto de crecimiento muere y es reemplazado por tallos laterales. Pueden aparecer áreas marrones y saturadas de agua en la médula del tallo, que también puede estar hueco.

Leucaena leucocephala

Los puntos de crecimiento se vuelven deformes, y las hojas jóvenes serán gruesas y de color verde oscuro. El raquis se dobla hacia abajo. Las pínulas son estrechas y de tamaño desigual. Puede esperarse un cierto desarrollo axilar. Las raíces serán de color oscuro y atrofiadas, y exhibirán poca ramificación.

Lotononis bainesii

Las hojas jóvenes serán gruesas y de color verde oscuro, y los folíolos laterales, deformes y de tamaño poco uniforme. Los folíolos se enrollan hacia atrás. En las hojas más viejas, puede producirse cierta clorosis en las nervaduras, seguida de la pérdida de turgencia. Es posible que se formen muchos brotes nuevos, pero deformes. Las hojas pueden exhibir una pigmentación roja alrededor del margen. El crecimiento de las raíces será atrofiado, y las raíces serán gruesas y oscuras.

Mostaza blanca

(*Sinapis alba*)

Las plantas de mostaza blanca con deficiencia de B son enanas y tienen hojas rugosas que se enrollan hacia abajo desde la punta. Las hojas pueden exhibir un amarillamiento en los márgenes que, algunas veces, se desarrolla sobre toda la superficie de la hoja. La cantidad de tallos de las flores disminuye y puede ocurrir la caída repentina de pétalos. Comúnmente, se observa el desarrollo de tallos laterales desde los ejes de las hojas más viejas.

Neonatonia wightii

En las primeras etapas, las hojas y los brotes serán de color verde oscuro. Las hojas serán gruesas y estrechas, y pueden ser deformes, y los dos folíolos laterales pueden ser de forma y tamaño desiguales. Cuando la deficiencia de B es severa, la punta del brote se torna necrótica y se inicia un crecimiento secundario. En las plantas más viejas, las deficiencias leves se manifiestan mediante coloraciones amarillas y naranjas en las hojas superiores.

El crecimiento de las raíces disminuye, hay poca ramificación y los extremos de las raíces serán marrones y bulbosos.

Pasto guinea

(*Panicum maximum*)

Los puntos de crecimiento mueren y esto provoca atrofia y un macollamiento excesivo. Las hojas son cortas y de color verde oscuro. Se desarrollan bandas blancas cerca del margen de la hoja y en paralelo a las nervaduras.

Pasto miel

(*Paspalum dilatatum*)

Se desarrollan bandas blancas en las hojas más jóvenes de las plantas con deficiencia de B. Los márgenes de las hojas tienden a enrollarse hacia adentro y las láminas foliares se atrofian. Finalmente, los puntos de crecimiento mueren y hay un mayor macollamiento.

Gramínea perenne originaria de África

(*Setaria sphacelata*)

Los entrenudos cortos y las vainas foliares producen un cúmulo de hojas en la parte superior de cada retoño. Los puntos de crecimiento de algunos retoños de cada planta mueren. Cuando se desarrollan espigas, por lo general, no emergen completamente.

Phaseolus atropurpureus

Los síntomas aparecen primero en las hojas más jóvenes, que serán de color verde oscuro, gruesas, turgentes y frágiles. Es probable que los crecimientos secundarios nuevos también se vean afectados. Las raíces serán marrones y los extremos, abultados.

Grama rhodes

(*Chloris gayana*)

Se desarrollan bandas blancas entre las nervaduras, en particular, cerca de los márgenes de la hoja en las hojas más jóvenes de plantas con deficiencia de B. Las hojas tienden a enrollarse hacia adentro. A medida que la deficiencia se vuelve más severa, se desarrollan áreas blancas más grandes y más numerosas, y las hojas nuevas se marchitan y mueren poco después de emerger. Hay un mayor macollamiento y se puede prever la muerte de algunos de los puntos de crecimiento.

Alfalfa salvaje

(*Stylosanthes humilis*)

Las plantas con deficiencia de B son procumbentes, tienen tallos gruesos y de color verde oscuro y entrenudos cortos. Las hojas jóvenes pueden tener una clorosis irregular entre las nervaduras y exhibir algunas coloraciones rojas y amarillas.

Las hojas emergentes y las que se abrieron recientemente a menudo tienen un color casi normal, pero serán deformes y los folíolos no tendrán un tamaño uniforme.

Trifolio

(*Lotus corniculatus*)

Los síntomas son muy similares a los que se describieron para *T. repens* (trébol blanco) y *T. pratense* (trébol rojo).

Cultivos de frutas y frutos con cáscara

Acerola

(*Malpighia punicifolia*)

Se atrofia el crecimiento. Las hojas exhiben una clorosis apical que se vuelve necrótica. Es probable que se limite considerablemente la producción de frutos.

Almendro

(*Prunus amygdalus*)

Las ramas jóvenes se marchitan desde la punta y el desarrollo de brotes desde cerca de la base de la rama crea un efecto de "escoba de bruja." Se puede esperar un desarrollo deficiente de los frutos y una caída prematura. Las almendras se vuelven amarillentas y es posible que después se ennegrezcan. Las áreas gomosas marrones de las almendras pueden salir a la superficie.

Amalaki

(*Emblica officinalis*)

La necrosis del fruto se asoció a la deficiencia de B. El tejido del mesocarpo adopta un color marrón y, finalmente, el tejido afectado se extiende hacia la superficie del fruto, lo que produce áreas oscuras.

Manzano

(*Malus sylvestris*)

La deficiencia de B comúnmente ocasiona agrietamiento y síntomas de corteza externa en el fruto, incluso aunque no haya síntomas en el follaje, como formación de rosetas en las hojas engrosadas y frágiles, y muerte regresiva de los puntos de crecimiento.



Se produce la caída prematura de los frutos, y la calidad de estos puede verse gravemente afectada debido a la formación de corteza. Cuando se desarrolla corteza interna a principios de la estación, la fruta afectada se deformará notablemente.

En los casos severos, aparecen áreas muertas en la corteza de las ramas jóvenes (sarampión del manzano). La corteza puede ser rugosa y estar agrietada. La deficiencia de B puede afectar la translocación del Ca en el árbol y, por esto, la deficiencia de B se asocia con las "manchas amargas."

Damasco

(*Prunus armeniaca*)

El fruto presenta un agrietamiento severo, corteza interna (en especial alrededor del carozo, y una tendencia a la maduración prematura en el centro. También pueden aparecer áreas marrones y secas en la superficie del fruto. Las hojas son estrechas, frágiles y, a menudo, arqueadas en los márgenes. Se produce la muerte regresiva de las ramas.

Aguacate

(*Persea americana*)

La falta de B puede causar la muerte gradual de los puntos de crecimiento, tanto apicales como axilares; las hojas son deformes, algo arrugadas y, a menudo, lanceoladas, y presentan parches necróticos, frutos malformados y manchas necróticas en los frutos y las semillas; tejido esponjoso en el tallo; producción de frutos deficiente a partir de la elongación inadecuada del tubo polínico; las venas centrales y las nervaduras principales de la superficie inferior de las hojas con frecuencia se dividen y se tornan suberizadas. Es probable que los gajos jóvenes se engrosen y exhiban áreas de corteza interna.



La investigación ha demostrado que las correcciones de B en el aguacate afectado por deficiencia de B pueden aumentar la producción, optimizar la calidad de la fruta producida y fortalecer el desarrollo de la raíz.

Banana

(*Musa spp.*)

La expansión y el desarrollo incompletos de las hojas más jóvenes son, probablemente, el síntoma más típico de la deficiencia de B. En los casos muy severos, se produce clorosis entre las nervaduras y deformación de las hojas. Las hojas pueden ser estrechas, estar enrolladas y tener un desarrollo incompleto. Es probable que el desarrollo de los hijos de cultivo esté muy reducido.



En primer lugar, la deficiencia de B genera el desarrollo de bandas cloróticas pequeñas alineadas de manera perpendicular y cruzada respecto de las nervaduras principales de la lámina foliar. A medida que la deficiencia se torna más severa, las bandas cloróticas son más largas y más concentradas y, finalmente, se extienden por toda la hoja y, en algunos casos, parecen protuberancias ligeras en la superficie inferior.

En los casos de deficiencia de B se registró la formación de bandas en las hojas. Sin embargo, en general, dichas bandas se unen y forman parches y, por último, se convierten en grandes parches necróticos. La ausencia de parches necróticos y la aparición de hojas deformes permiten distinguir la deficiencia de B de la deficiencia de azufre.

En los experimentos de cultivo en arena, se observó ennegrecimiento en el centro de la pulpa del fruto. En el campo, la presencia de depósitos gomosos de color ámbar (mayormente hacia el extremo de la flor también se asoció a la deficiencia de B.

Mora

(*Rubus spp.*)

Las yemas terminales dejan de crecer. Se desarrollan numerosas ramas cortas debajo de las puntas.

Arándano

(*Vaccinium spp.*)

Se describieron síntomas de deficiencia de B similares para *V. corymbosum* (arándano alto) y *V. angustifolium* (arándano bajo). El primer signo es el desarrollo de lesiones necróticas pequeñas asociadas a las nervaduras de las hojas más jóvenes sin abrir. Las lesiones se fusionan y hacen que la hoja se doble hacia atrás. A esto le sigue una muerte regresiva terminal y el desarrollo de brotes nuevos. Es probable que se caigan las hojas y las hojas inferiores restantes adoptan un color verde azulado oscuro. Los entrenudos son cortos.

Marañón

(*Anacardium occidentale*)

El primer signo de deficiencia de B es el engrosamiento de la sección terminal del tallo, a lo cual le sigue una necrosis en el tallo en la misma región. Pueden producirse manchas necróticas al azar sobre la superficie de la hoja. Las hojas más jóvenes suelen ser deformes, estrechas y enrolladas. Cuando la deficiencia es severa, el punto de crecimiento se marchita y se desarrollan brotes axilares.



Anona o chirimoya

(*Anona cherimolia*)

Las hojas son duras y gruesas, y suelen doblarse hacia atrás. Inicialmente, las hojas son de color verde oscuro, pero posteriormente muestran una clorosis irregular. Inicialmente, las hojas son de color verde oscuro, pero posteriormente muestran una clorosis irregular. El crecimiento longitudinal se detiene y los puntos de crecimiento mueren. Los tallos laterales también se marchitan.

Cerezo

(*Prunus cerasus*)

El fruto de los cerezos con deficiencia de B tiene una cáscara pálida y clorótica que puede romperse fácilmente. Se desarrollan manchas grises en el fruto. Las hojas son pequeñas, cóncavas y, a menudo, amarillas con nervaduras rojas. Los márgenes de las hojas son corrugados. A la muerte regresiva de las ramas, que es evidente particularmente en la primavera, le sigue el desarrollo de brotes inferiores, lo que da lugar a una ramificación excesiva que se conoce como "escoba de bruja." Las flores no se desarrollan.

Citros

(*Citrus spp.*)

Los síntomas foliares de la deficiencia de B en los cítricos no son muy característicos, y las sospechas de deficiencia en función de los síntomas en la hoja deben confirmarse con los síntomas en el fruto. Los primeros signos aparecen en las hojas más jóvenes como puntos saturados de agua que se vuelven transparentes. Las nervaduras suelen ser gruesas, agrietadas y de aspecto similar al corcho. Las hojas jóvenes se marchitan y se enrollan, y tienen un color verde amarronado apagado y sin brillo. Es común que se produzca la muerte regresiva en los extremos de las hojas. Puede aparecer un exudado gomoso en los gajos y los pedículos del fruto.



Los frutos, que son pequeños, se encogen y se endurecen en el árbol. Característicamente, exhiben una formación gomosa interna, por lo general, en el albedo, pero también en la médula. Las manchas gomosas normalmente no pueden verse, a menos que se corte el fruto. Esta característica ayuda a distinguir la deficiencia de la impietratura en los cítricos. La corteza es gruesa y el fruto tiene poco jugo.

Aplicación en el suelo (dosis de aplicación sugeridas)

Cultivo	Granubor (15% de B) Fertibor (15% de B)	Solubor (20,5% de B)	
	kg/ha	kg/ha	l/ha
Almendra	18 - 36	14 - 30	300 - 598
Banana	13 - 24	10 - 20	196 - 402
Mora	6 - 13	4 - 10	103 - 196
Arándano	3 - 13	2 - 10	37 - 196
Marañón	6 - 13	4 - 10	103 - 196
Grosella	6 - 13	4 - 10	103 - 196
Higo	6 - 13	4 - 10	103 - 196
Uva	13 - 45	10 - 34	196 - 705
Abacaxi	6 - 13	4 - 10	103 - 196
Plátano	13 - 36	10 - 30	196 - 598
Frambuesa	6 - 25	4 - 20	103 - 402
Morango	3 - 6	2 - 4	37 - 103
	grammas/árbol	grammas/árbol	ml/árbol
Maçã	3.5 - 12.4	70 - 250	1478 - 5027
Damasco	3.5 - 7.1	70 - 138	1478 - 2957
Aguacate	2.5 - 7.1	51 - 150	1005 - 2957
Cereza	3.5 - 8.8	70 - 178	1478 - 3548
Cítricos	1.4 - 3.5	31 - 70	502 - 1478
Papaya	0.1 - 0.4	3 - 8.5	118 - 236
Durazno	2.5 - 3.5	51 - 70	1005 - 1478
Pera	3.5 - 12.4	70 - 250	1478 - 5026
Ameixa	3.5 - 7.1	70 - 138	1478 - 2957
Nuez de Castilla (>10 años)	hasta 74		hasta 26.5

Aplicación foliar (dosis de aplicación sugeridas)

Cultivo	Solubor (20,5% de B)	
	% p/v	l/ha
Manzana	0.20	1001 - 2002
Banana	1.0	505 - 1001
Cereza	0.25	1001 - 2002
Cítricos	0.25	1001 - 2002
Uvas	0.25	2002 - 4004
Papaya	0.3	1001 - 2002
Durazno	0.25	1001 - 2002
Pera	0.25	1001 - 2002
Piña	0.25	2002 - 4004
Ciruela	0.25	1001 - 2002

Se produce la caída excesiva de frutos jóvenes y el resultado es un rendimiento muy bajo. Este puede ser el primer signo de un problema de deficiencia de B. Es probable que las semillas no se desarrollen por completo, y que el tegumento sea oscuro y se encoja.

Grosella roja

(*Ribes sativum*)

El principal síntoma es el encogimiento y ennegrecimiento de los pecíolos y la lámina de las hojas más jóvenes. Las hojas que están alrededor presentan bordes con bandas de color marrón claro.

Palmera datilera

(*Phoenix dactylifera*)

Los puntos de crecimiento se vuelven moribundos y acaban por morir, y las hojas más jóvenes se tornan necróticas.

Higuera

(*Ficus carica*)

La yema terminal deja de desarrollarse y, a esto, le sigue la aparición de numerosas ramas axilares justo por debajo de la punta. Las hojas son cloróticas, necróticas cerca de los márgenes y deformes. Los entrenudos son cortos.

Uvas

(*Vitis vinifera*)

La deficiencia de B reduce el cuajado del fruto y produce racimos de bayas pequeñas sin semillas y racimos de bayas de diversos tamaños (lo cual se conoce como "fallas en la fructificación"). En los casos severos, no se desarrolla ningún fruto normal. Las hojas jóvenes manifiestan una clorosis entre las nervaduras y, cuando la deficiencia es severa, pueden ser deformes. Los entrenudos son cortos y los puntos de crecimiento acaban por morir.



Papaia

(*Carica papaya*)

Uno de los primeros signos de la deficiencia de B es una clorosis leve en las hojas maduras, que son frágiles y propensas a enrollarse hacia abajo. Un exudado de "látex" blanco podría fluir desde las grietas de la parte superior del tronco, los tallos de las hojas y la parte inferior de las nervaduras principales y los pecíolos. A la muerte del punto de crecimiento le sigue una regeneración de los tallos laterales que, finalmente, mueren.



En las plantas frutales, la primera indicación de deficiencia de B es la caída de las flores. Cuando el fruto se desarrolla, es probable que segregue un látex blanco. Posteriormente, el fruto se torna deforme y con bultos. La deformación es, muy probablemente, resultado de una fertilización incompleta, ya que la mayoría de las semillas de la cavidad de las semillas son abortivas, tienen un desarrollo deficiente o están ausentes. Si los síntomas comienzan cuando los frutos son muy pequeños, la mayoría no crece hasta el tamaño completo.

Duraznero

(*Prunus persica*)

Los síntomas típicos de la deficiencia de B son la presencia de hojas pequeñas, gruesas, deformes y frágiles en ramas con entrenudos cortos. A la muerte regresiva por saturación de agua le sigue una ramificación excesiva.

Las nervaduras y venas centrales son pronunciadas y, a menudo, con apariencia similar al corcho y de color rojo. La corteza puede dividirse y tener lenticelas pronunciadas. Se produce un menor cuajado del fruto. Los frutos, por lo general, son pequeños y anormales, exhiben parches necróticos internos y, a veces, no tienen semilla. El fruto puede rajarse.

Los durazneros son particularmente sensibles al exceso de B. La caída de yemas florales y flores puede ser provocada por toxicidad de B.

Peral

(*Pyrus communis*)

El fruto se vuelve deforme y se desarrolla corteza debajo de las depresiones grandes. Las hojas superiores son pequeñas y cóncavas. Las ramas pequeñas se marchitan a medida que la deficiencia se vuelve más severa.

Nogal

(*Carya illinoensis*)

Se desarrollan pequeñas áreas saturadas de agua en hojas que, de lo contrario, serían normales. Estas áreas se vuelven violáceas y, luego, adoptan una coloración marrón rojiza. A medida que la deficiencia de B empeora, aparecen más manchas, pero no se unen. Las hojas inferiores del raquis se desarrollan con normalidad, pero las distales se vuelven pequeñas. Los entrenudos son cortos y los puntos de crecimiento se marchitan.

Piña

(*Ananas comosus*)

La falta de B puede provocar frutos deformes, rotura del núcleo, separación y agrietamiento de los pedúnculos, cuajado deficiente de los frutos y menor contenido de azúcar.

Se han informado pocos síntomas en las hojas. En casos muy severos, el punto de crecimiento puede morir, seguido del desarrollo profuso de tallos laterales y chupones. El crecimiento de la raíz es escaso. Las raíces principales pueden ser marrones y se producen pocas raíces fibrosas. La deficiencia es más pronunciada en el retoño que en el cultivo de la planta.

La investigación ha demostrado que las correcciones de B en la piña afectada por la deficiencia de B pueden aumentar el contenido de azúcar, optimizar la calidad de la fruta producida y fortalecer el desarrollo de la raíz y del esqueje. También se descubrió que el B es beneficioso cuando se agrega etefón para inducir la floración.

Ciruela

(*Prunus domestica*)

La muerte regresiva de los extremos y la caída de hojas, particularmente en las ramas superiores, son síntomas esperables, pero los principales síntomas de deficiencia de B se manifestarán en el fruto. Aparecen áreas marrones hundidas en la pulpa y, algunas veces, también se forman áreas gomosas. La ramificación múltiple es prominente en las copas de los árboles. La floración rara vez se ve perjudicada por la deficiencia de B, pero, como una gran cantidad de flores no logra desarrollarse, por lo general, hay una marcada reducción en el cuajado del fruto.

Framboesa

(*Rubus idaeus*)

La falta de desarrollo normal de los tallos primarios con fructificación en la primavera es uno de los primeros signos de deficiencia de B. La muerte de las yemas de los tallos primarios y la incapacidad de producir tallos laterales normales dan al arbusto la apariencia de estar sufriendo una "muerte regresiva." Es probable que la producción de bayas en estas plantas se reduzca considerablemente.

Las yemas que se desarrollan posiblemente exhiban hojas deformes con cierta necrosis en el borde y peciolos inusualmente grandes. Se produce la necrosis de la médula. En las yemas afectadas menos gravemente, las hojas son pequeñas, delgadas y profundamente dentadas, lo que les da una apariencia similar a una "pluma." También se producen arrugas en las hojas. La falta de desarrollo de las cañas viejas a menudo genera una abundancia de cañas nuevas desde la base de las plantas que, por lo general, tienen hojas bastante normales.

Fresa

(*Fragaria spp.*)

El primer síntoma aparece en las hojas jóvenes como una necrosis en la punta. Es probable que estas hojas sean deformes (a menudo, cuadrangulares), cóncavas y de tamaño pequeño. Pueden formarse muchas yemas laterales pequeñas en la corona, pero su desarrollo será muy restringido. Las plantas de tallos rastreros se vuelven progresivamente más atrofiadas y tienen hojas pequeñas, deformes y cloróticas. La deficiencia de B también provoca la deformación del fruto, probablemente debido a una fertilización incompleta. Es probable que los frutos se dividan antes de madurar y que se desarrollen parches de apariencia similar al corcho. La pulpa tiene una textura similar al cuero. En las últimas etapas de la deficiencia de B, las flores no desarrollan frutos.

Nuez de Castilla

(*Juglans regia*)

Se desarrollan parches necróticos grandes e irregulares entre las nervaduras, particularmente, en los folíolos terminales. Cuando la deficiencia de B es severa, las hojas se enrollan y las nervaduras son muy prominentes. Debido a la muerte regresiva desde la punta de los brotes, la presencia de ramas sin hojas es muy evidente. Las nueces no se desarrollan correctamente, y se puede esperar una marcada disminución del rendimiento. Por lo general, estos nogales no necesitan adición de B hasta que alcanzan la etapa reproductiva (12 años).

Culturas oleaginosos

Canola

(*Brassica napus var. oleifera*)

La canola (o colza), al igual que todos sus parientes de la familia de brassicas, tiene un gran requerimiento de B y se ve gravemente afectada por la deficiencia de B. La producción de semillas de canola depende mucho de la absorción de B, hasta el punto de que los rendimientos de grano se duplicaron con la aplicación de 2 libras de acre en campos de canola que no exhibían anormalidades visibles.

La canola necesita más B durante todas las etapas de crecimiento (vegetativo y de floración) que la mayoría de los demás cultivos. Si bien la deficiencia de B puede afectar notablemente el crecimiento vegetativo, es más habitual observar que los rendimientos se reducen por la deficiencia incluso cuando las plantas no exhiben síntomas evidentes. Esto probablemente se debe al hecho de que el B se necesita para la polinización y porque una leve deficiencia puede provocar un escaso desarrollo de semillas, aunque se formen vainas. Las áreas necróticas marrones que se forman en la médula del tallo pueden ser uno de los primeros signos de deficiencia de B.

Cuando la deficiencia es severa, las hojas nuevas serán muy deformes, pueden tener pecíolos agrietados y doblarse hacia atrás. La elongación del tallo se restringirá, las plantas estarán atrofiadas y, finalmente, es posible que el punto de crecimiento muera. La ramificación puede ser excesiva.

Cocotero (*Cocos nucifera*)

Las malformaciones foliares causadas por la deficiencia de B se observaron por primera vez en la década de 1960. Se observan en las hojas más jóvenes y son más o menos iguales a las que exhiben las palmas aceiteras. Los síntomas, en orden creciente de gravedad, son los siguientes:

1. Fusión de las pinnas terminales en las frondas.
2. "Hojas con forma de gancho" o "bayoneta" con las pinnas dobladas en un gancho doble o simple cerca de la punta.
3. Desarrollo de frondas con pinnas muy cortas en uno o ambos lados del raquis.
4. En los casos más severos, desarrollo de frondas sin pinnas.

Los dos primeros síntomas son los que se observan más comúnmente. Algunas veces, el punto de crecimiento apical muere.

El primer signo de deficiencia de B en los cocoteros de un año es el desarrollo de pequeñas manchas cloróticas en las hojas jóvenes; las manchas tienen una orientación simétrica respecto de las nervaduras principales de la hoja. Estos síntomas de deficiencia de B en las palmas muy jóvenes tienen un notable parecido a los que se observan en las palmas aceiteras jóvenes.



Mostaza de la India

(*Brassica juncea*)

La deficiencia de B hace que las hojas jóvenes de la mostaza de la India sean deformes y se enrollen. Por lo general, son rugosas, gruesas y de apariencia similar al cuero. Los puntos de crecimiento mueren y se desarrollan brotes axilares, que se vuelven moribundos y mueren. En los casos severos, las yemas florales tendrán una caída prematura y las flores que aparezcan probablemente serán deformes. En casos menos severos, se restringirá el desarrollo de las semillas.

Lino

(*Linum usitatissimum*)

Las hojas jóvenes son cloróticas y, en los casos de deficiencia severa de B los puntos de crecimiento acaban por morir, y se desarrollarán brotes de muchos nudos. El crecimiento generalmente se reduce y los tallos pueden ser gruesos, enrollados y posiblemente fasciados. Los extremos de los brotes se tornan amarillos, se marchitan y mueren. En las plantas viejas, la parte superior puede

estar afectada, mientras que la parte inferior se mantiene sana. El rendimiento de semillas y paja disminuye, y es posible que la fibra sea de mala calidad. El lino con deficiencia de B parece ser más sensible al fusarium que el lino sano. Cuando la deficiencia de B es severa, las raíces serán oscuras y cortas.

Palma aceitera

(*Elaeis guineensis*)

Diversos síntomas de deformación de las hojas se asocian a la deficiencia de B. La "hoja en forma de gancho," que consiste en un gancho simple o doble en las pinnas cerca de la punta, y las estrías transversales en las pinnas, por lo general, son los primeros síntomas en aparecer.



La fasciación, un patrón de crecimiento similar a un abanico aplanoado, y la incapacidad de las pinnas de expandirse se asocian a una deficiencia de B más severa. El tejido de las hojas es muy frágil y los folíolos se rompen con facilidad, lo que provoca el problema conocido como quiebra de los folíolos. El desarrollo incompleto de las pinnas, que se desarrollan como un mechón de cerdas en el extremo terminal de la fronda ("hoja ciega"), también es un síntoma de deficiencia de B. El desarrollo de pinnas extremadamente pequeñas y delgadas ("hoja en forma de espina de pescado") es un signo de deficiencia muy severa. La ruptura del punto de crecimiento, que provoca la pudrición seca del núcleo, es un síntoma característico final.

En las plántulas jóvenes, hay varios signos de deficiencia de B. La lámina de color verde oscuro estará salpicada con bandas y puntos blancos, que son más pronunciados en las hojas más viejas. Existe una tendencia a que las plántulas exhiban características juveniles y que toda la hoja bifurcada se mantenga entera.



Olivo

(*Olea europaea*)

La deficiencia de B produce la caída de las hojas y la muerte de las ramas en las partes superiores del árbol. También se desarrollan brotes secundarios en la base de las ramas con muerte regresiva y aumenta la cantidad de chupones en la parte inferior del tronco. Las hojas exhiben un notable pardeamiento apical que puede extenderse hasta los dos tercios de la hoja, mientras que el resto se mantiene de color verde normal. Posteriormente, las hojas pueden tornarse completamente amarillas y, luego, adoptar un color marrón de apariencia similar al cuero desde el ápice. En los casos de una deficiencia de B leve, es posible que algunos frutos maduren con normalidad, pero la mayoría se caerá prematuramente o será deformes y tendrá un aspecto similar al corcho. A medida que la deficiencia se agrave, el árbol será cada vez menos productivo y es posible que finalmente muera.

Maní (cacahuate) (*Arachis hypogaea*)

Los síntomas de la deficiencia de B son particularmente evidentes en los maníes y no se observan con frecuencia en el follaje en condiciones de campo. Si bien los efectos en el rendimiento pueden ser leves, la deficiencia puede reducir notablemente la calidad del cultivo y el rendimiento de los cacahuates de valor comercial. El principal síntoma es un oscurecimiento hueco del área descolorida en el centro del cotiledón. La depresión puede variar de ser superficial y de un color ligero, a ser profunda y de color marrón oscuro, según la gravedad de la situación. También se pueden desarrollar grietas en las vainas.

El primer signo de deficiencia de B en las hojas normalmente de color verde oscuro será el desarrollo de áreas saturadas de agua que darán a las hojas una apariencia moteada.



Se producen ramificaciones secundarias profusas en los tallos leñosos cortos después de la muerte regresiva de los puntos de crecimiento terminales. Cuando la deficiencia de B es menos severa, después de las flores no se desarrolla ningún fruto, posiblemente como consecuencia de que los tubos polínicos no crecen correctamente. Cuando la deficiencia de B es extremadamente severa, las flores no se desarrollan.

Soja

(*Glycine max*)

Se considera que la soja no responde al B. Además, la soja parece ser sensible a la toxicidad del B, especialmente cuando el B se aplica en las hojas. Sin embargo, las disminuciones en el rendimiento no necesariamente acompañan la formación de manchas en las hojas y la necrosis en los márgenes provocadas por una acumulación excesiva de B.



Aplicación en el suelo (dosis de aplicación sugeridas)

Cultivo	Granubor (15% de B) Fertibor (15% de B)	Solubor (20,5% de B)	
	kg/ha	kg/ha	l/ha
Mostaza de la India	3 - 6	2 - 4	103 - 346
Lino	3 - 10	2 - 6	140 - 346
Colza	6 - 16	4 - 12	103 - 243
Maní (cacahuate)	2 - 3	1 - 2	19 - 346
Soja	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Girasol	6 - 20	4 - 14	103 - 300
Tung	6 - 14	4 - 10	103 - 196
	grammas/árbol	grammas/árbol	ml/árbol
Cocotero	31 - 80	23 - 70	118 - 473
Palma aceitera	60 - 240	40 - 158	295 - 798
Olivo	100 - 371	70 - 270	473 - 1626

Aplicación foliar (dosis de aplicación sugeridas)

	Solubor (20,5% de B)	Volumen mínimo	Concentración máxima
Cultivo	kg/ha	l/ha	% p/v
Colza	4 - 11	32 - 77	1.6
Olivo		0.2 - 0.5	
Maní (cacahuate)	1 - 2	(aplicado em pó)	
Girasol	4 - 15	2002 - 6006	0.25

Como sucede con muchas plantas, la primera señal de la deficiencia de B se produce en las raíces. Las puntas de las raíces mueren y aparecen nuevas raíces con aspecto de roseta. De un modo similar, después de la muerte del punto de crecimiento del brote, se produce un abundante desarrollo de tallos laterales con pecíolos frágiles.

Girasol

(*Helianthus annuus*)

Los síntomas de deficiencia de B aparecen primero en las hojas más jóvenes que se vuelven progresivamente más pequeñas y deformes. El tallo será corto debido a la falta de extensión de las células del entrenudo. Comúnmente, se observa deformación de las inflorescencias, y el desarrollo de las semillas es muy poco uniforme; en algunas secciones de la inflorescencia, puede no haber desarrollo de semillas en absoluto. Este síntoma se asocia al requerimiento de B del tubo polínico. Cuando la deficiencia es muy severa, el punto de crecimiento muere y no se formarán flores.



Tungue

(*Aleurites spp.*)

Los síntomas de deficiencia de B aparecen primero en los pecíolos de las hojas jóvenes en desarrollo como anillos de color verde oscuro, que posteriormente se convierten en arrugas. Las hojas jóvenes son de color verde claro y brillosas, y el tejido entre las nervaduras se expande más rápido que las nervaduras, lo que les da a las hojas una apariencia "hinchada." Las nervaduras de las hojas pueden agrietarse y tornarse suberizadas, los entrenudos son cortos, y el crecimiento terminal y lateral se detiene.

Raíces y tubérculos

Zanahoria

(*Daucus carota var. sativa*)

En el campo, la deficiencia de B típicamente produce una decoloración superficial del tamaño de una cabeza de alfiler justo por debajo de la cáscara de la zanahoria. Las áreas grisáceas de forma irregular normalmente solo se ven después del pelado al vapor de las zanahorias y, por lo general, se quitan mediante el pelado normal que se realiza en el hogar. La deficiencia de B severa hace que se desarrollen más síntomas. Las raíces pivotantes con frecuencia se dividen y son frágiles. Finalmente, las hojas pueden verse afectadas y tornarse de color rojo o amarillo y, posteriormente, justo antes de que muera el punto de crecimiento, se forman hojas muy pequeñas.

Yuca o mandioca

(*Manihot utilissima*)

Típicamente, las plantas son pequeñas debido a la reducción de los entrenudos. Las hojas jóvenes normalmente son de color verde oscuro, pequeñas y deformes, y tienen pecíolos cortos. Las hojas maduras inferiores pueden estar cubiertas de manchas de color gris, marrón o púrpura cerca de la punta y los márgenes. Puede haber exudación de resina desde las lesiones en los pecíolos. El crecimiento de las raíces se suprimirá. Finalmente, el punto de crecimiento muere.



Rábano blanco

(*Raphanus sativus var. longipinnatus*)

La deficiencia de B hace que la raíz desarrolle una decoloración negra/marrón que va desde las hojas hasta el centro de la raíz.



Remolacha forrajera

(*Beta vulgaris var. vulgaris*)

Los síntomas de la deficiencia de B en las raíces y las hojas de la remolacha forrajera son muy similares a los que se describieron para la remolacha azucarera, aunque la formación de grietas en la epidermis de las venas centrales se manifiesta más comúnmente en la remolacha forrajera que en la remolacha azucarera.

Además de la característica pudrición del núcleo, la muerte y el ennegrecimiento de las hojas más jóvenes, se pueden encontrar costras y asperezas en los pecíolos de la remolacha forrajera con deficiencia de B.

Chirivía

(*Pastinaca sativa*)

Las hojas jóvenes son pequeñas y mueren gradualmente, mientras que las hojas más viejas exhiben un amarillamiento en los márgenes seguido de un chamuscado. Los pecíolos, que son gruesos y rígidos, pueden agrietarse y doblarse.

Papa

(*Solanum tuberosum*)

Los síntomas de la deficiencia de B en las papas no suelen verse en el brote, si bien se informó un menor crecimiento con entrenudos cortos y hojas rizadas.



Aplicación en el suelo (dosis de aplicación sugeridas)

	<i>Granubor</i> (15% de B) <i>Fertibor</i> (15% de B)	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	
Cultivo	kg/ha	kg/ha	l/ha
Zanahoria	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Yuca o mandioca	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Remolacha forrajera	6 - 20	4 - 14	103 - 300
Rábano blanco	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Remolacha forrajera	6 - 20	4 - 4	103 - 300
Chirivía	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Papa	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Remolacha roja	6 - 20	4 - 14	103 - 300
Colinabo	6 - 20	4 - 14	103 - 300
Remolacha azucarera	6 - 20	4 - 14	103 - 300
Nabicol	6 - 20	4 - 14	103 - 300
Batata (papa dulce)	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Nabo	6 - 20	4 - 14	103 - 300

Aplicación foliar (dosis de aplicación sugeridas)

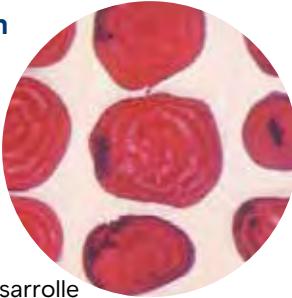
	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	Volumen mínimo	Concentración máxima
Cultivo	l/ha	l/ha	% p/v
Zanahoria	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Yuca o mandioca	2 - 4	84 - 2002	0.25
Remolacha forrajera	4 - 14	102 - 598	0.25 - 5.0
Rábano blanco	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Remolacha forrajera	4 - 14	102 - 598	0.25 - 5.0
Chirivía	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Papa	2 - 4	402 - 1001	0.5
Remolacha roja	4 - 14	321 - 1001	0.5
Colinabo	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Remolacha azucarera	4 - 14	102 - 598	0.25 - 5.0
Nabicol	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Batata (papa dulce)	3 - 6	402 - 1001	0.5
Nabo	4 - 10	1001 - 2002	0.5

Los síntomas se observan con mayor facilidad en los tubérculos en forma de manchas marrones necrosadas. La enfermedad conocida como “mancha interna de óxido” es una respuesta a la aplicación de fertilizantes con B, pero aún resta probar si esto se debe a la deficiencia de B o solo a una asociación indirecta con el B. La calidad de la cocción de las papas puede verse afectada.

Remolacha roja o de jardín

(*Beta vulgaris*)

La deficiencia de B genera el desarrollo de manchas negras internas. Se producen áreas necróticas aleatoriamente en la raíz o en la superficie, donde pueden ingresar organismos de enfermedades y hacer que se desarrolle un cáncer. Debido a las áreas necróticas, la remolacha no es apta para el enlatado. El punto de crecimiento puede morir y posiblemente se desarrollen muchas coronas.



Colinabo (*Brassica napobrassica*),

Nabicol (*Brassica rutabaga*)

Nabo (*Brassica rapa*)

Se desarrollan áreas marrones saturadas de agua en la raíz, normalmente en las regiones externas del xilema. Estos síntomas dan lugar a los diversos nombres de la deficiencia de B, como “núcleo pardo,” “núcleo acuoso” y “Raan.”

En los casos severos, el tejido central puede romperse y la raíz se ahueca. El valor nutritivo se reduce y es probable que las raíces sean duras, fibrosas y amargas. Resulta difícil mantener la calidad, y las raíces afectadas pierden peso por la falta de humedad en el almacenamiento. Normalmente, no se observan síntomas en las hojas. Las raíces serán de tamaño normal, y el problema solo será evidente después de la cosecha.



Remolacha azucarera y remolacha forrajera

(*Beta vulgaris*)

La deficiencia de B típicamente provoca la muerte del punto de crecimiento y el desarrollo de la pudrición negra del núcleo. Antes de que la deficiencia haya llegado a esta etapa, las hojas, que pueden tener pecíolos agrietados, se habrán vuelto progresivamente más pequeñas y algo deformes. Después de la muerte del punto de crecimiento, se desarrollan pequeños ramos de hojas en las axilas de las hojas más viejas y es muy probable que la corona se vuelva hueca y se pudra.



Batata, camote o papa dulce

(*Pomoea batatas*)

Se observan áreas necróticas marrones en la pulpa de la raíz, particularmente cerca del címbium alrededor de la periferia de la raíz. La pulpa y las raíces son deformes, y la piel es rugosa y de textura similar al cuero. Las raíces gravemente afectadas exhiben cánceres en la superficie y rajaduras cubiertas de un exudado endurecido y ennegrecido. Los síntomas de deficiencia de B suelen aparecer en la última parte de la estación. El crecimiento terminal de las trepadoras se restringe y los entrenudos se acortan. A medida que la deficiencia se vuelve más severa, los pecíolos se arquean y se enrollan, y los puntos de crecimiento pueden morir. También se produce la caída prematura de las hojas.

Cultivos de cobertura y árboles

Abedul

(*Betula sp.*)

El desarrollo de la lámina se restringe, y esto ocasiona un crecimiento irregular y da a las hojas una superficie ampollada. Normalmente, las hojas son de color verde oscuro, pero pueden aparecer algunas manchas cloróticas y necróticas en las hojas más viejas.

Álamo negro de Norteamérica

(*Populus deltoides*)

El menor crecimiento en extensión y el desarrollo de hojas pequeñas se asocian a la deficiencia de B.

Eucalipto

(*Eucalyptus spp.*)

Se registraron síntomas similares de deficiencia de B en diversas especies de eucalipto (*Eucalyptus grandis*, *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. torelliana*, *E. saligna*, *E. resinifera*, *E. tereticornis* y *E. alba*). Sin embargo, existen indicaciones de que las especies difieren en su requerimiento de B. Por ejemplo, la *E. grandis* parece ser más susceptible a la deficiencia de B que la *E. cloeziana*.

El primer signo típico es el arrugamiento y la decoloración de las hojas jóvenes en desarrollo. Las yemas son frágiles y mueren, y las hojas inferiores de la corona superior a menudo pierden color y se caen. En algunas especies, las hojas adquieren una coloración púrpura rojiza, mientras que en otras se produce un amarillamiento. Normalmente, la decoloración avanza hacia abajo en el árbol previo a la muerte regresiva. Luego, se puede esperar una necrosis en la corteza que comienza en las yemas y avanza hacia los tallos, y que provoca una muerte regresiva gradual. Se sabe que la deficiencia de B disminuye la resistencia a las heladas del eucalipto.

Acebo

(*Ilex aquifolium*)

Se puede esperar la presencia de manchas rojas o púrpuras de forma irregular en la superficie superior y puntos saturados de agua en la superficie inferior.

Kauri

(*Agathis australis*)

Las hojas jóvenes son deformes y de color verde pálido. El crecimiento apical se deforma.

Morera

(*Morus alba*)

Las hojas jóvenes exhiben nervaduras rotas y tienen pecíolos agrietados. Los puntos de crecimiento, finalmente, mueren.

Pinos

(*Pinus spp.*)

La mayoría de las especies exhibe síntomas similares de deficiencia de B, entre ellos, la interrupción del crecimiento del brote guía principal; la muerte regresiva terminal se asocia en algunas especies a la exudación de resina y, en varias especies de pino, se informó el crecimiento de brotes guía torcidos.



El síntoma más característico es la detención del crecimiento apical y la muerte reiterada del tallo principal. En las especies *P. radiata* y *P. taeda*, es probable que los puntos de crecimiento se tornen necróticos y que el ápice del vástago se engrose. Las acículas jóvenes adyacentes a la yema apical pueden morir, y es probable que se exude resina desde la yema. En estas dos especies, las acículas jóvenes pueden ser de color verde azulado, y las acículas maduras pueden mostrar una tendencia a fusionarse.

El crecimiento de brotes guía torcidos se informó especialmente en las especies *P. caribaea*, *P. khasya* y *P. patula*. Las variedades *P. khasya* y *P. patula* parecen menos susceptibles a la deficiencia de B que *P. radiata* y *P. caribaea*. En *P. strobus*, las acículas primarias adquieren un color verde azulado claro con puntas amarillas/naranjas.

Árbol de hule o caucho

(*Hevea brasiliensis*)

La deficiencia de B en los árboles de hule o caucho podría preverse solo en suelos de niveles de B extremadamente bajos, ya que este árbol es eficaz en la absorción de B. Es particularmente sensible al suministro excesivo de B.

Las hojas con deficiencia de B son deformes, de tamaño reducido y algo frágiles. La deformación de las hojas no sigue ningún patrón constante y no hay pérdida de color. En los árboles jóvenes no ramificados, el primer signo de deficiencia de B se encontrará en los niveles superiores de las hojas más jóvenes de la planta, que no estarán separados por ningún entrenudo diferenciado. Los niveles individuales no se pueden distinguir y esto provoca la apariencia de "escobillón" del tallo. Cuando la deficiencia de B es severa, es probable que el meristema apical muera y que se desarrollen meristemas axilares prematuramente.

Acacia

(*Acacia mollissima*)

Los síntomas de deficiencia de B generalmente aparecen primero en los árboles de dos años durante la estación seca. Los primeros signos son clorosis de la hoja, necrosis de células cambiales, y secado y muerte del punto de crecimiento del brote principal.

Las ramas también se marchitan. Luego, la defoliación y la muerte se propagan constantemente hacia abajo y hacia adentro desde los puntos de crecimiento apicales. Si las lluvias comienzan antes de que el árbol se muera, puede haber una recuperación parcial, pero se pueden prever más ataques en las estaciones secas posteriores y, finalmente, los árboles mueren.

Aplicación en el suelo (dosis de aplicación sugeridas)

Cultivo	<i>Granubor</i> (15% de B) <i>Fertibor</i> (15% de B)	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	
	kg/ha	kg/ha	l/ha
Abedul	0.4 - 1.8	0.2 - 1.2	28 - 224
Álamo negro de Norteamérica	0.4 - 1.8	0.2 - 1.2	28 - 224
Eucalipto	1.1 - 3.5	0.7 - 2.7	130 - 440
Pinos	6.3 - 31.2	5 - 25	100 - 500
Acacia	12.5 - 37.9	10 - 30	200 - 600

Cultivos leguminosos de cobertura

(*Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens*, and *Pueraria phaseoloides*)

Se atrofia el crecimiento. Se desarrollan tallos gruesos y cortos que no se esparcen por la superficie del suelo. Las hojas son muy pequeñas, gruesas, frágiles y deformes, y las nervaduras, por lo general, son prominentes. Los meristemas axilares se desarrollarán hasta un punto limitado, lo que generará un hábito de crecimiento de "aglomerado procumbente."

Cultivos de hortalizas

Alcachofa

(*Cynara scolymus*)

La deficiencia de B genera la ruptura de los tejidos de la médula, lo cual se observa cuando la flor se divide verticalmente. Además, se ha asociado una pudrición general de la corona a la deficiencia de B.

Espárrago

(*Asparagus officinalis*)

El primer síntoma de deficiencia de B es el marchitamiento de las puntas de los turiones en los brotes ramificados jóvenes. A esto le sigue una muerte regresiva de los tejidos marchitos y el desarrollo de tallos laterales que, con frecuencia, se marchitan. El desarrollo de yemas en el rizoma es deficiente, y el punto de crecimiento es pequeño y clorótico. El punto de crecimiento se ennegrece y muere; y se desarrollan tallos laterales cerca de la base de la planta. Las yemas florales se pueden marchitar y soltar sin abrirse.

Frijol

(*Phaseolus spp.*)

Ha habido muy pocos casos de deficiencia de B en los frijoles, que son particularmente sensibles a las aplicaciones excesivas de B. Se sabe que una cantidad de apenas 2.5 libras/acre de B reduce el rendimiento. Sin embargo, la deficiencia de B también reduce el crecimiento y hace que las hojas cercanas al punto de crecimiento sean pequeñas y cloróticas. El punto de crecimiento se ennegrece y muere; y se desarrollan tallos laterales cerca de la base de la planta. Las yemas florales se pueden marchitar y soltar sin abrirse.

Haba

(*Vicia faba*)

El brote terminal se ennegrece y muere. Las hojas, que son de color verde oscuro y textura similar al cuero, se caen de forma prematura. La superficie de las hojas inferiores puede tener color amarillo o rojo. El desarrollo radicular es limitado.

Col de Bruselas

(*Brassica oleracea var. gemmifera*)

Los primeros signos de deficiencia de B son los engrosamientos del tallo y los pecíolos que posteriormente se tornan suberizados. Las hojas se arquean y se enrollan, y es posible que ocurra la caída prematura de las hojas más viejas. Las nervaduras con frecuencia se arrugan. Es probable que el punto de crecimiento muera y que a esto le siga el desarrollo de dos yemas axilares, que generan la duplicación de los tallos. Si la deficiencia se establece antes de que se formen los brotes, se desarrollarán muy pocos. Si los brotes comenzaron a formarse, permanecerán pequeños, no se desarrollarán y parecerán sueltos. La médula del tallo puede ser hueca y descolorida.

Repollo

(*Brassica oleracea var. capitata*)

El síntoma característico de la deficiencia de B hallado en el campo es la rotura de la médula del tallo, que se puede notar fácilmente cuando la cabeza se divide verticalmente. Primero, se desarrollan puntos saturados de agua en la médula, el tejido gradualmente se torna necrótico y, algunas veces, se puede formar una cavidad. Si la deficiencia se produce en la etapa de plántula joven, las hojas nuevas serán pequeñas y deformes y, a menudo, más gruesas de lo normal. A esto, le puede seguir la muerte del punto de crecimiento, pero no es algo esperable en condiciones de campo. La deficiencia de B ocurre con más frecuencia en la coliflor y el brócoli que en el repollo.

Coliflor, brócoli

(*Brassica oleracea var. botrytis*)

Los síntomas comunes de deficiencia de B en la coliflor y el brócoli en el campo son la formación de pellas y yemas deficientes y descoloridas, respectivamente, que con frecuencia hacen que los cultivos no sean aptos para comercializar.



La médula, especialmente en la coliflor, es propensa a desarrollar áreas saturadas de agua, a tornarse necrótica y, finalmente, quedar hueca. Un síntoma temprano en las plántulas jóvenes es el enrollamiento y la ondulación hacia abajo de las hojas más nuevas, que son anormalmente pequeñas, frágiles y deformes. En condiciones de deficiencia de B severa, es improbable que se desarrolle la cabeza en las plantas de coliflor que exhiben estos síntomas.

Aplicación en el suelo (dosis de aplicación sugeridas)

Cultivo	Granubor (15% de B) Fertibor (15% de B)	Solubor (20,5% de B)	
	kg/ha	kg/ha	l/ha
Espárrago	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Col de Bruselas	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Repollo	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Coliflor, brócoli	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Apio	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Achicoria	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Repollo chino	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Pepino	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Ajo	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Colirrábano	6 - 10	4 - 6	103 - 140
Puerro	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Lechuga	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Ocra	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Cebolla	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Arveja	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Rábano	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Ruibarbo	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Espinaca	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Tomate	6 - 10	4 - 6	103 - 140

Aplicación foliar (dosis de aplicación sugeridas)

Cultivo	Solubor (20,5% de B)	Volumen mínimo	Concentración máxima
	kg/ha	l/ha	% p/v
Espárrago	4 - 10	1001 - 4004	0.25 - 0.5
Coles de Bruselas	4 - 10	1001 - 4004	0.25 - 0.5
Repollo	4 - 10	1001 - 4004	0.5
Coliflor	4 - 10	1001 - 4004	0.5
Apio	4 - 10	1001 - 4004	0.5
Achicoria	4 - 10	1001 - 4004	0.5
Repollo chino	4 - 10	1001 - 4004	0.25 - 0.5
Pepino	4 - 10	1001 - 4004	0.25 - 0.5
Ajo	4 - 10	1001 - 4004	0.25 - 0.5
Colirrábano	4 - 6	1001 - 2797	0.25 - 0.5
Puerro	2 - 4	402 - 1001	0.5
Lechuga	4 - 10	1001 - 4004	0.25 - 0.5
Ocra	4 - 6	1001 - 2797	0.25 - 0.5
Cebolla	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Rábano	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Ruibarbo	2 - 4	400 - 1001	0.5
Espinaca	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Tomate	4 - 6	1001 - 2797	0.25

Aipo

(*Apium graveolens* var. *dulce*)

Los primeros signos de deficiencia de B en el apio son, por lo general, la presencia de tallos frágiles y el desarrollo de rayas marrones en la epidermis, sobre los haces vasculares de los pecíolos. Algunas veces, las rayas marrones están tan cerca unas de otras que forman una línea continua sobre los haces vasculares. Se desarrollan grietas transversales en la superficie exterior. El tejido roto se enrolla hacia afuera, lo que da al pecíolo una apariencia vellosa.



Los corazones ennegrecidos y enfermos son los síntomas más graves, pero solo se encuentran en las plantas atrofiadas y están acompañados de pecíolos agrietados.

Achicoria

(*Cichorium intybus*)

Las plantas de achicoria con deficiencia de B se atrofian. Cuando la deficiencia es severa, las hojas se enrollan, se ponen de color rojo y tienen venas centrales y pecíolos débiles y frágiles.

Repollo chino

(*Brassica chinensis*)

Cuando el repollo chino tiene deficiencia de B las venas centrales se agrietan y adoptan un color marrón.



Caupí

(*Vigna sinensis*)

Las hojas superiores son de color verde pálido y se doblan hacia abajo en los bordes. Los puntos de crecimiento mueren. El desarrollo de las semillas es muy reducido.

Pepino

(*Cucumis sativus*)

Los entrenudos son cortos y las hojas jóvenes son arrugadas y deformes. Las bandas amarillas de la corteza adquieren un aspecto similar al corcho, lo que afecta gravemente el valor del cultivo.

Ajo

(*Allium sativum*)

Se informó que la deficiencia de B hace que las hojas se doblen hacia atrás y perjudica las propiedades de almacenamiento de los bulbos.

Gilo

(*Solanum gilo*)

En las plantas de gilo con deficiencia de B, el punto de crecimiento muere. Las hojas superiores son pequeñas, deformes y enrolladas. Se forman pocas flores.

Colirrábano

(*Brassica oleracea* var. *gongylodes*)

Los síntomas en las hojas del colirrábano solo se observan en los casos de deficiencia de B severa. Las hojas se enrollan y arrugan levemente, y se mantienen en una posición inusualmente erecta. Si el suministro de B es muy limitado en las etapas tempranas de crecimiento, la parte comestible del tallo no se desarrolla, pero si el suministro no es tan limitado, el colirrábano se seguirá desarrollando y la superficie se tornará rugosa y acuosa.

Puerro

(*Allium ampeloprasum*)

El puerro parece tolerar los suministros de B muy bajos sin exhibir ningún síntoma. Las grietas transversales conocidas como "arañazo de gato" parecen ser síntomas característicos de la deficiencia de B.

Lechuga

(*Lactuca sativa*)

La deficiencia de B provoca una reducción en el crecimiento, malformación de las hojas jóvenes y desarrollo de manchas oscuras, en general cerca del extremo de la hoja, que posteriormente se desarrollan en una necrosis marginal. Las hojas son gruesas, frágiles y, con frecuencia, cóncavas. El desarrollo de cabezas es deficiente, también se produce clorosis, y las cabezas amarillas se pudren en el centro tras la muerte del punto de crecimiento.



La quemadura de las puntas en las hojas más jóvenes se asoció a la deficiencia de B, pero este síntoma posiblemente se deba a otros factores. Las etapas tempranas de la deficiencia de B pueden confundirse con la quemadura de las puntas que, a diferencia de la deficiencia de B, no genera la falta del "núcleo" y la muerte del punto de crecimiento. Las raíces de las plantas con deficiencia de B son marrones, cortas y de apariencia nudosa.

Zapallito italiano

(*Cucurbita pepo*)

Las hojas nuevas son pequeñas, frágiles y deformes, y tienen lóbulos grandes. Aparecen grietas en intervalos regulares a lo largo de la superficie de arriba del pecíolo. Los pecíolos adquieren una forma de "S" cuando se los mira desde el costado. Se desarrollan grietas longitudinales en el fruto.

Melón

(*Cucumis melo cantalupensis*)

No se produce la elongación de la yema terminal.

Ocra

(*Hibiscus esculentis*)

Las hojas de ocra con deficiencia de B se tornan deformes y frágiles. Tienen un tamaño reducido y un desarrollo de lóbulos irregulares. Las vainas permanecen como tocones cortos. No elongan, sino que se mantienen adheridas por mucho tiempo.

Cebolla

(*Allium cepa*)

La deficiencia de B en las cebollas hace que las hojas adopten una coloración azul/verde y que las hojas más jóvenes sean moteadas y tengan áreas deformes y encogidas. Pueden aparecer grietas en la superficie superior de las hojas inferiores, que se tornan rígidas y frágiles. El desarrollo de las raíces es deficiente. La hibernación puede verse perjudicada por la deficiencia de B.

Arveja, chícharo o guisante

(*Pisum sativum*)

Es probable que las reservas de B de la semilla sean suficientes para un crecimiento normal, y solo se prevé una deficiencia cuando se usan semillas producidas en una zona con deficiencia de B. Las plántulas con deficiencia de B son atrofiadas y tienen entrenudos cortos. Los tallos son gruesos y la planta tendrá una apariencia tupida. Los folíolos jóvenes exhiben clorosis en los márgenes y tienden a enrollarse hacia adentro. Se produce el aborto de vainas, y las vainas que se desarrollen tendrán paredes gruesas, serán pequeñas y a menudo tendrán pocas o ninguna semilla.

Rábano

(*Raphanus sativus*)

Las hojas del rábano con deficiencia de B son deformes, frágiles y cloróticas. En casos de deficiencia de B severa, el extremo de la hoja muere. Las raíces se agrietan y son de color pálido. La pulpa saturada de agua puede exhibir manchas marrones. La deficiencia de B puede aumentar la producción de tiocianatos, que son goitrogénicos conocidos.

Ruibarbo

(*Rheum rhabonticum*)

Las hojas del ruibarbo exhiben marcas rojas alrededor de los márgenes y, en casos de deficiencia de B severa, acaban por morir. Las plantas son enanas y se marchitan.

Espinaca

(*Spinacia oleracea*)

El primer signo de deficiencia de B en la espinaca es el desarrollo de hojas pequeñas de color verde pálido. Las plantas son atrofiadas y suelen perder su hábito de crecimiento recto; las hojas se expanden hacia afuera. Las hojas jóvenes tienden a ser muy pequeñas y deformes. Las raíces son secas y de color oscuro.

Calabaza

(*Cucurbita spp.*)

Las hojas de la calabaza con deficiencia de B son de color verde oscuro, cóncavas, frágiles y algo rugosas. Las nervaduras, que son gruesas y deformadas, son muy prominentes, especialmente cuando se tornan cloróticas. Los pecíolos son gruesos y enrollados. Los puntos de crecimiento se marchitan. Las raíces serán atrofiadas y descoloridas.

Tomate

(*Lycopersicum esculentum*)

El primer signo de deficiencia de B en los tomates es una clorosis terminal en las hojas más jóvenes. En casos severos, las hojas jóvenes son extremadamente deformes y los puntos de crecimiento mueren. Los tallos son cortos y gruesos. Es común que el fruto no se desarrolle, y los frutos pueden ser rugosos, exhibir parches de apariencia similar al corcho y madurar de manera no uniforme.



Preguntas frecuentes

Preguntas sobre el boro y los micronutrientes



¿Cuál es la concentración máxima recomendada de B en las aguas de irrigación para uso continuo en todos los suelos?

Las aguas de irrigación que contienen 0.75 ppm de B pueden usarse de forma ininterrumpida en todas las clases de suelos. Una pulgada/acre de agua produce 0.17 libras de B por acre en aguas que contienen 0.75 ppm de B. En suelos de textura fina con un pH de 6.0 a 8.5, se pueden usar aguas de irrigación que contengan entre 2.0 y 10.0 ppm de B durante un máximo de 20 años, excepto por el cítrico, que tiene una recomendación máxima de 0.75 ppm de B.

Branson RL, et al. "Water Quality in Irrigated Watersheds." J Environ Quality. 1975;4:33-40.

¿En qué medida se verá afectada la eficacia del pesticida con un aumento del pH en la solución para pulverización de aplicación foliar?

Los pesticidas varían en respuesta al pH. La mayoría de los pesticidas requieren horas o días para descomponerse y, en algunos casos, prácticamente no se ven afectados por los cambios moderados en el pH. Por lo general, la aplicación de *Solubor* en una proporción de 1 libra por cada 5 galones de agua elevará el pH de la solución a 8.4. Este nivel de pH posiblemente no sea mucho más elevado que en muchas áreas en las que el pH del agua suele estar por encima de 8.0. No hay evidencia contundente que indique que mezclar sustancias químicas y pulverizarlas de inmediato haya afectado el control de plagas.

Gorsuch CS and Griffin RP. Extension Entomologists, Clemson University, Clemson, SC. 29634-0365.

¿Cuál es el efecto del boro en los animales, como el ganado bovino, que consumen forraje o heno con proporciones excesivas de B?

Las vacas alimentadas con 2.5 g de B/día, durante 40 días, no fueron afectadas de ninguna manera. Esto significa que si el heno tuviera 240 ppm de B (tres veces el nivel normal que requeriría la alfalfa), una vaca podría comer 23 libras de heno por día sin presentar ningún tipo de efecto colateral. Una dosis letal aguda con la que la mitad de los animales de prueba (ratas) murieran debería ser equivalente a 150 g de B por animal de 500 libras o 1,380 libras de alfalfa en un solo día si esta tuviera 240 ppm de B. Estudios de dos años de duración en ratas y perros no mostraron ningún efecto en la reproducción cuando se incluyeron 350 ppm de B en la alimentación, y no se exhibieron efectos en la fertilidad, la lactancia, el tamaño de las crías, el peso o el aspecto.

Sprague RW. The Ecological Significance of B. Valencia, CA: U.S. Borax, Inc.; 1972.

¿Qué cantidad de B se suministra en el abono?

El abono promedio de las granjas contiene 0.03 libras de B por tonelada. Si suponemos que todo el B del abono está disponible para las plantas, 10 toneladas de abono suministrarían 0.3 libras de B. Esta proporción de B por acre por año no llegará a satisfacer los requerimientos de B total de la alfalfa ni de muchos otros cultivos. El abono de las aves de corral contiene aproximadamente la misma cantidad de B que los abonos promedio de las granjas pero, en algunos casos, se aplican materiales con B al suelo de los corrales de las aves para controlar los insectos. Teniendo en cuenta la proporción máxima de B aplicada y el abono producido, el abono de las aves de corral tratado

con B contendrá aproximadamente 0.7 libras de B por tonelada. Si suponemos que todo el B del abono de las aves de corral está disponible para las plantas, 4 toneladas de abono de las aves de corral (se aplica la proporción promedio por acre) suministrarían 2.8 libras de B. Esta proporción de B por año satisfaría las necesidades de B de la mayoría de los cultivos. La arena no tratada de aves de corral contiene solo 0.30 libras de B por tonelada, y la proporción de 4 toneladas satisfaría solo 0.12 libras de B. Esta proporción de B por acre no sería suficiente para cubrir la mayoría de las necesidades de los cultivos. Las proporciones de B complementario y de otros nutrientes para las plantas que se aplican además del abono se deben basar en objetivos de rendimiento junto con pruebas de suelo y/o análisis de plantas.

Blank FC. Handbook of Food and Agriculture. Reinhold Pub Co.; 1955. Chapter, Manure Analyses p. 91.

¿Cuál es la importancia de la interacción entre el B/C?

Cuando hay un desequilibrio marcado entre el calcio y el B se producen daños en los tejidos de las plantas. Un buen ejemplo de esto se mostró en los maníes (cacahuetes) con el gran aumento del daño interno (núcleo hueco) cuando se aplicó yeso (sulfato de calcio) sin B lo que provocó un gran cambio en la proporción de calcio-boro del tejido de las plantas. El núcleo hueco del maní (cacahuate) desapareció por completo cuando se aplicaron solamente 0.25 libras/acre de B junto con el yeso, logrando así una disminución aproximada de cinco veces la proporción de calcio-boro en el tejido de las plantas.

Morrill LG, et al. "B Requirements of Spanish Peanuts in Oklahoma: Effects on Yield and Quality and Interaction with Other Nutrients." Oklahoma Agr Exp Stn. 1977;MP-99.

¿De qué modo interactúan el B y el nitrógeno en el brócoli y otras crucíferas?

Una posible explicación es que esos niveles elevados de fertilizantes con nitrógeno de amonio aumentaron la concentración de calcio en la médula (en la coliflor), lo que ocasionó una amplia proporción de calcio-boro y una mayor decoloración de la médula. Las pulverizaciones foliares de B redujeron, aunque no eliminaron, la decoloración.

Bryan HH. Pith Discoloration and Breakdown in Cauliflower [dissertation]. Cornell University; 1964.

¿Qué tan exactas y precisas son las pruebas de suelo para determinar el nivel de B?

Los científicos especialistas en suelo han determinado que el desarrollo de recomendaciones, interpretaciones y extractantes comunes para las pruebas de suelo deben limitarse a las unidades fisiográficas y las características comunes del suelo. Las pruebas de suelo para determinar el nivel de B no son la excepción a esta regla. La textura del suelo, la materia orgánica y el pH influirán en gran medida en la interpretación de los resultados de las pruebas. Los métodos que se emplean hoy en día para realizar las pruebas de suelo revelan exactamente la cantidad de B disponible en las plantas con una precisión promedio de ± 0.1 ppm de B.

Gartley KL. "1999 Sample Exchange Results Soil, Plant and Manure Samples." Mid-Atlantic Soil Testing and Plant Analysis Work Group, University of Delaware Soil Testing Laboratory. Newark, DE: 1999.

¿Por qué los cultivos que crecen en suelos con bajos niveles de B a veces no responden a la fertilización con B incluso cuando no existen otros factores limitantes, como la humedad y otros nutrientes?

En suelos cuya superficie tiene una textura gruesa o mediana y subsuelos de textura más fina, es posible que los aditivos de B de años anteriores se filtren y se acumulen en el subsuelo, quedando a disposición de las raíces de las plantas.

Sedberry JE, Jr., et al. "Boron Investigations with Cotton in Louisiana." *LSU Agr Exp Sta Bull.* 1969:635.

¿Con qué rapidez se filtra el B fuera de la capa superficial?

La textura del suelo y la cantidad de agua que se escurre por el perfil del suelo determinan en gran medida el potencial de filtrado de B. Los suelos con contenido arcilloso en la capa de arado por encima del 20 % (franco arcilloso arenoso, franco arcilloso y con textura más fina) tienen menos potencial para el filtrado de B. Los suelos con menos del 20 % de arcilla (arenoso, arenoso arcilloso y franco arenoso) tienen mayores probabilidades de filtración. Se demostró que una aplicación de 4.4 libras/acre se filtró 8 pulgadas fuera de un suelo franco arenoso en el término de 6 meses. Habitualmente, la aplicación de B en la plantación persistirá durante la temporada de cultivo en la mayoría de los suelos. Para reducir al mínimo las pérdidas por filtrado, se prefiere la aplicación anual recomendada de B a la aplicación de aditivos más grandes y menos frecuentes.

Touchton JT and Boswell FC. "B Applications for Corn Grown on Selected Southeastern Soils." *Agron J.* 1975;67:197-200.

¿Suministraría un material con 10 % de B en una mezcla a granel, o también un gránulo de fertilizante completamente homogéneo con 0.25 % de B, más gránulos por pie cuadrado y mejor suministro de B que un material con 15 % de B en una mezcla a granel?

Es cierto que para una proporción dada de aplicaciones con B, la cantidad de gránulos por pie cuadrado es inversamente proporcional al porcentaje de B en la partícula, por ejemplo, teniendo en cuenta un gránulo estándar de 2.2 gramos/100 granular, un material con 15 % aplicado en una proporción de 1 libra/acre de B produciría 3.15 gránulos/pie cuadrado; un material con 10 %, 4.74 gránulos/pie cuadrado; un material con 0.25 %, 189.3 gránulos/pie cuadrado. Las raíces de las plantas, sin embargo, solo entran en contacto con el 1 % del área de la superficie del suelo. El B circula hacia las raíces de las plantas mediante flujo de masa y difusión a través de los poros del suelo y las películas de humedad. El B de 3.15 gránulos del material más concentrado al 15 % tendría mayores probabilidades de sostener un nivel adecuado de solución de suelo con B que el B de mayor cantidad de gránulos con un porcentaje menor de concentración de B. En general, las respuestas en términos de rendimiento de fertilizantes granulados y de mezclas han sido similares.

Aldrich SR. *Illinois Fertilizer Conf.* 1962.

Preguntas sobre productos de U.S. Borax

¿Son orgánicos los productos para agricultura de U.S. Borax?

Los siguientes productos integran el listado del Instituto de Revisión de Materiales Orgánicos (*Organic Materials Review Institute*, OMRI) de productores orgánicos: *Fertibor*, *Granubor*, y *Solubor*. Las certificaciones del OMRI están disponibles en nuestro sitio web.

¿Cómo se evalúa el contenido de B exacto en sus productos?

Usamos un sistema de valoración para medir el % de peso de B_2O_3 en nuestro Quality Lab de Boron, California. Allí, nuestros expertos evalúan los productos con boro de U.S. Borax de manera rutinaria.

¿Cómo reaccionan el zinc, el cobre y el sulfato de manganeso en las mezclas para pulverización con *Solubor*?

Las mezclas para pulverización con *Solubor* de una concentración de *Solubor* al 1 % o al 2 % son comunes. El pH de estas mezclas se eleva por encima de 8. En este nivel de pH, el sulfato de zinc se convierte en hidróxido de zinc, que es ligeramente soluble. (El cobre y el manganeso también forman hidróxidos en soluciones de pH 8).

La eficacia del boro y el zinc no resulta drásticamente alterada en lo que respecta a la planta, pero es importante agitar la mezcla para mantener la suspensión de las partículas. La precipitación puede prevenirse con agentes acidificantes en las mezclas del tanque.

Handbook of Chemistry and Physics, 30TH ed. Cleveland, OH: Chem Rubber Pub Co; 1948.

¿Por qué no se recomienda agregar *Solubor* a soluciones de nitrógeno de alta presión?

La reacción del borato de sodio seco con la humedad produce ácido bórico e hidróxido de sodio. Cuando el ion de amonio está en presencia de exceso de hidroxilo se revierte a amonio y agua. El amonio se vuelve volátil. En soluciones de nitrógeno de alta presión, con amonio libre, se acelera la evolución del amonio mediante el agregado de borato de sodio a la solución. Si estos materiales fertilizantes con nitrógeno (soluciones de nitrato de amonio y urea o nitrato de amonio seco mezclados con un fertilizante de borato de sodio) se combinan e incorporan directamente en el suelo, pueden usarse juntos.

Winter KT, et al. "Ammonia Volatilization from Lime-Urea Ammonium Nitrate Suspensions Before and After Soil Application." *Soil Sci Soc Am J.* 1981;45:1224-1228.

Índice de cultivos



CULTIVOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS

- 26 Agave (*Agave sisalana*)
26 Cacao (*Theobroma cacao*)
26 Café (*Coffea arabica* e *C. canephora*)
27 Lúpulos (*Humulus lupulus*)
27 Té (*Camellia sinensis*)

ÁRBOLES DE SOMBRA PARA TÉ

- 28 Árbol de coral (*Erythrina variegata*)
28 Roble sedoso (*Grevillea robusta*)

CEREALES Y CAÑA DE AZÚCAR

- 28 Maíz (*Zea mays*)
29 Arroz (*Oryza sativa*)
29 Sorgo (*Sorghum vulgare*)
29 Mijo (*Panicum millaceum*)
29 Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)
29 Trigo (*Triticum spp.*)

CULTIVOS DE PLANTAS MEDICINALES, TABACO Y CHICLE

- 29 Fenugreco (*Trigonella foenum-graecum*)
30 Nuez de Kola (*Cola nitida*)
30 Amapola (*Papaver somniferum*)
30 Tabaco (*Nicotiana tabaccum*)

CULTIVOS DE FIBRAS

- 31 Algodón (*Gossypium spp.*)
31 Kenaf (*Hibiscus cannabinus*)
31 Sisal (*Agave sisalana*)

FLORES Y PLANTAS ORNAMENTALES

- 32 Palma areca (*Chrysalidocarpus lutescens*)
32 Azalea (*Rhododendron spp.*)
32 Begonia (*Begonia spp.*)
32 Clavel (*Dianthus caryophyllus*)
32 Crisantemo (*Chrysanthemum spp.*)
32 Ciclame (*Cyclamen spp.*)
32 Dracaena sanderiana
32 Gardenia (*Veitchii spp.*)
32 Geranio (*Pelargonium hortorum*)
32 Gerbera (*Gerbera*)
32 Gladiolo (*Gladiolus spp.*)
33 Gloxinia (*Sinningia speciosa*)
33 Árbol de hule o caucho (*Ficus elastica*)
33 Espuela de caballero (*Delphinium spp.*)
33 Capuchina (*Tropaeolum majus*)

- 33 Flor de Pascua (*Euphorbia pulcherrima*)
33 Pelitre (*Chrysanthemum cinerariaefolium*)
33 Rosa (*Rosa spp.*)
34 Alhelí (*Matthiola spp.*)
34 Guisante de olor (*Lathyrus odoratus*)
34 Tulipanes (*Tulipa spp.*)
34 Zinnia (*Zinnia spp.*)

CULTIVOS FORRAJEROS

- 34 Leguminosas forrajeras
35 Alfalfa (*Medicago sativa*)
35 Grama (*Cynodon dactylon*)
35 Zácate buffel (*Cenchrus ciliaris*)
35 Trébol híbrido (*Trifolium hybridum*)
35 Trébol de carretilla (*Medicago hispida*)
35 Trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*)
35 Trébol rojo (*Trifolium pratense*)
36 Trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*)
36 Trébol de olor (*Melilotus spp.*)
36 Trébol blanco (*Trifolium repens*)
36 Col verde (*Brassica oleracea var. acephala*)
36 Leucaena leucocephala
36 Lotononis bainesii
36 Mostaza blanca (*Sinapis alba*)
36 Neonatonia wightii
36 Pasto guinea (*Panicum maximum*)
36 Pasto miel (*Paspalum dilatatum*)
36 Gramínea perenne originaria de África (*Setaria sphacelata*)
36 Phaseolus atropurpureus
37 Grama rhodes (*Chloris gayana*)
37 Alfalfa salvaje (*Stylosanthes humilis*)
37 Trifolio (*Lotus corniculatus*)

CULTIVOS DE FRUTAS Y FRUTOS CON CÁSCARA

- 37 Acerola (*Malpighia punicifolia*)
37 Almendra (*Prunus amygdalus*)
37 Amalaki (*Emblica officinalis*)
37 Manzana (*Malus sylvestris*)
37 Damasco (*Prunus armeniaca*)
37 Aguacate (*Persea americana*)
38 Banana (*Musa spp.*)
38 Mora (*Rubus spp.*)
38 Arándano (*Vaccinium spp.*)
38 Marañón (*Anacardium occidentale*)
38 Anona o chirimoya (*Anona cherimolia*)
38 Cereza (*Prunus cerasus*)

38	Cítricos (<i>Citrus spp.</i>)
40	Grosella roja (<i>Ribes sativum</i>)
40	Palmera datilera (<i>Phoenix dactylifera</i>)
40	Higuera (<i>Ficus carica</i>)
40	Uvas (<i>Vitis vinifera</i>)
40	Papaya (<i>Carica papaya</i>)
40	Durazno (<i>Prunus persica</i>)
40	Pêra (<i>Pyrus communis</i>)
40	Nogal (<i>Carya illinoensis</i>)
41	Piña (<i>Ananas comosus</i>)
41	Ciruela (<i>Prunus domestica</i>)
41	Frambuesa (<i>Rubus idaeus</i>)
41	Fresa (<i>Fragaria spp.</i>)
41	Nuez de Castilla (<i>Juglans regia</i>)

CULTIVOS OLEAGINOSOS

41	Canola (<i>Brassica napus var. oleifera</i>)
42	Cocotero (<i>Cocos nucifera</i>)
42	Mostaza de la India (<i>Brassica juncea</i>)
42	Lino (<i>Linum usitatissimum</i>)
42	Palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>)
42	Olivo (<i>Olea europaea</i>)
43	Maní (cacahuate) (<i>Arachis hypogaea</i>)
43	Soja (<i>Glycine max</i>)
44	Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)
44	Tungue (<i>Aleurites spp.</i>)

CULTIVOS DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS

44	Zanahoria (<i>Daucus carota var. sativa</i>)
44	Yuca o mandioca (<i>Manihot utilissima</i>)
44	Rábano blanco (<i>Raphanus sativus var. longipinnatus</i>)
44	Remolacha forrajera (<i>Beta vulgaris var. vulgaris</i>)
44	Chirivía (<i>Pastinaca sativa</i>)
44	Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)
46	Remolacha roja o de jardín (<i>Beta vulgaris</i>) Colinabo (<i>Brassica napobrassica</i>)
46	Chirivía (<i>Pastinaca sativa</i>)
46	Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)
46	Remolacha roja o de jardín (<i>Beta vulgaris</i>) Colinabo (<i>Brassica napobrassica</i>)
46	Nabicol (<i>Brassica rutabaga</i>)
46	Nabo (<i>Brassica rapa</i>)
46	Remolacha azucarera y remolacha forrajera (<i>Beta vulgaris</i>)
46	Batata, camote o papa dulce (<i>Ipomoea batatas</i>)

CULTIVOS DE COBERTURA Y ÁRBOLES

46	Abedul (<i>Betula sp.</i>)
46	Álamo negro de Norteamérica (<i>Populus deltoides</i>)
46	Eucalipto (<i>Eucalyptus spp.</i>)
47	Acebo (<i>Ilex aquifolium</i>)
47	Kauri (<i>Agathis australis</i>)
47	Morera (<i>Morus alba</i>)
47	Pinos (<i>Pinus spp.</i>)
47	Árbol de hule o caucho (<i>Hevea brasiliensis</i>)
47	Acacia (<i>Acacia mollissima</i>)
48	Cultivos leguminosos de cobertura (<i>Calopogonium mucunoides, Centrosema pubescens, and Pueraria phaseoloides</i>)

CULTIVOS DE HORTALIZAS

48	Alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>)
48	Espárrago (<i>Asparagus officinalis</i>)
48	Feijão (<i>Phaseolus spp.</i>)
48	Fava (<i>Vicia faba</i>)
48	Col de Bruselas (<i>Brassica oleracea var. gemmifera</i>)
48	Repollo (<i>Brassica oleracea var. capitata</i>)
48	Coliflor, brócoli (<i>Brassica oleracea var. botrytis</i>)
50	Apio (<i>Apium graveolens var. dulce</i>)
50	Achicoria (<i>Cichorium intybus</i>)
50	Repollo chino (<i>Brassica chinensis</i>)
50	Caupí (<i>Vigna sinensis</i>)
50	Pepino (<i>Cucumis sativus</i>)
50	Ajo (<i>Allium sativum</i>)
50	Gilo (<i>Solanum gilo</i>)
50	Colirrábano (<i>Brassica oleracea var. gongylodes</i>)
50	Alho-porro (<i>Allium ampeloprasum</i>)
50	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)
50	Zapallito italiano (<i>Cucurbita pepo</i>)
51	Melón (<i>Cucumis melo cantalupensis</i>)
51	Ocra (<i>Hibiscus esculentus</i>)
51	Cebolla (<i>Allium cepa</i>)
51	Arveja, chícharo o guisante (<i>Pisum sativum</i>)
51	Rábano (<i>Raphanus sativus</i>)
51	Ruibarbo (<i>Rheum rhaboticum</i>)
51	Espinafre (<i>Spinacia oleracea</i>)
51	Calabaza (<i>Cucurbita spp.</i>)
51	Tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>)

Nombres botánicos



47	<i>Acacia mollissima</i>	35	<i>Cynodon dactylon</i>	32	<i>Pelargonium hortorum</i>
47	<i>Agathis australis</i>	44	<i>Daucus carota</i> var. <i>sativa</i>	37	<i>Persea americana</i>
31	<i>Agave sisalana</i>	33	<i>Delphinium</i> spp.	48	<i>Phaseolus</i> spp.
44	<i>Aleurites</i> spp.	32	<i>Dianthus caryophyllus</i>	36	<i>Phaseolus atropurpureus</i>
50	<i>Allium ampeloprasum</i>	32	<i>Dracaena sanderiana</i>	40	<i>Phoenix dactylifera</i>
51	<i>Allium cepa</i>	42	<i>Elaeis guineensis</i>	47	<i>Pinus</i> spp.
50	<i>Allium sativum</i>	37	<i>Emblica officinalis</i>	51	<i>Pisum sativum</i>
41	<i>Ananas comosus</i>	28	<i>Erythrina variegata</i>	46	<i>Populus deltoides</i>
38	<i>Anacardium occidentale</i>	46	<i>Eucalyptus</i> spp.	37	<i>Prunus amygdalus</i>
38	<i>Anona cherimolia</i>	33	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	37	<i>Prunus armeniaca</i>
50	<i>Apium graveolens</i> var. <i>dulce</i>	40	<i>Ficus carica</i>	38	<i>Prunus cerasus</i>
43	<i>Arachis hypogaea</i>	33	<i>Ficus elastica</i>	41	<i>Prunus domestica</i>
48	<i>Asparagus officinalis</i>	41	<i>Fragaria</i> spp.	40	<i>Prunus persica</i>
32	<i>Begonia</i> spp.	32	<i>Gerbera</i>	40	<i>Pyrus communis</i>
44	<i>Beta vulgaris</i>	32	<i>Gladiolus</i> spp.	51	<i>Raphanus sativus</i>
46	<i>Beta vulgaris</i>	43	<i>Glycine max</i>	44	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>longipinnatus</i>
44	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>	31	<i>Gossypium</i> spp.	51	<i>Rheum rhabonticum</i>
46	<i>Betula</i> sp.	28	<i>Grevillea robusta</i>	32	<i>Rhododendron</i> spp.
50	<i>Brassica chinensis</i>	44	<i>Helianthus annuus</i>	40	<i>Ribes sativum</i>
42	<i>Brassica juncea</i>	47	<i>Hevea brasiliensis</i>	33	<i>Rosa</i> spp.
46	<i>Brassica napobrassica</i>	31	<i>Hibiscus cannabinus</i>	41	<i>Rubus idaeus</i>
41	<i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i>	51	<i>Hibiscus esculentus</i>	38	<i>Rubus</i> spp.
36	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>	27	<i>Humulus lupulus</i>	29	<i>Saccharum officinarum</i>
48	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	47	<i>Ilex aquifolium</i>	36	<i>Setaria sphacelata</i>
48	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	46	<i>Ipomoea batatas</i>	36	<i>Sinapis alba</i>
48	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>	41	<i>Juglans regia</i>	33	<i>Sinningia speciosa</i>
50	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i>	50	<i>Lactuca sativa</i>	50	<i>Solanum gilo</i>
46	<i>Brassica rapa</i>	34	<i>Lathyrus odoratus</i>	44	<i>Solanum tuberosum</i>
46	<i>Brassica rutabaga</i>	36	<i>Leucaena leucocephala</i>	29	<i>Sorghum vulgare</i>
48	<i>Calopogonium mucunoides</i> , <i>Centrosema pubescens</i> , and <i>Pueraria phaseoloides</i>	42	<i>Linum usitatissimum</i>	51	<i>Spinacia oleracea</i>
27	<i>Camellia sinensis</i>	51	<i>Lycopersicum esculentum</i>	37	<i>Stylosanthes humilis</i>
40	<i>Carica papaya</i>	37	<i>Malpighia punicifolia</i>	26	<i>Theobroma cacao</i>
40	<i>Carya illinoensis</i>	37	<i>Malus sylvestris</i>	35	<i>Trifolium hybridum</i>
35	<i>Cenchrus ciliaris</i>	44	<i>Manihot utilissima</i>	35	<i>Trifolium incarnatum</i>
37	<i>Chloris gayana</i>	34	<i>Matthiola</i> spp.	35	<i>Trifolium pratense</i>
32	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	35	<i>Medicago hispida</i>	36	<i>Trifolium subterraneum</i>
32	<i>Chrysanthemum</i> spp.	35	<i>Medicago sativa</i>	36	<i>Trifolium repens</i>
33	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	36	<i>Melilotus</i> spp.	29	<i>Trigonella foenum-graecum</i>
50	<i>Cichorium intybus</i>	47	<i>Morus alba</i>	29	<i>Triticum</i> spp.
38	<i>Citrus</i> spp.	38	<i>Musa</i> spp.	33	<i>Tropaeolum majus</i>
43	<i>Cocos nucifera</i>	36	<i>Neonotonia wightii</i>	34	<i>Tulipa</i> spp.
26	<i>Coffea arabica</i> and <i>C. canephora</i>	30	<i>Nicotiana tabaccum</i>	38	<i>Vaccinium</i> spp.
30	<i>Cola nitida</i>	42	<i>Olea europaea</i>	32	<i>Veitchia</i> spp.
51	<i>Cucumis melo cantalupensis</i>	29	<i>Oryza sativa</i>	48	<i>Vicia faba</i>
50	<i>Cucumis sativus</i>	36	<i>Panicum maximum</i>	50	<i>Vigna sinensis</i>
50	<i>Cucurbita pepo</i>	29	<i>Panicum millaceum</i>	40	<i>Vitis vinifera</i>
51	<i>Cucurbita</i> spp.	30	<i>Papaver somniferum</i>	28	<i>Zea mays</i>
32	<i>Cyclamen</i> spp.	44	<i>Pastinaca sativa</i>	34	<i>Zinnia</i> spp.
48	<i>Cynara scolymus</i>	36	<i>Paspalum dilatatum</i>		



RioTinto

U.S. Borax | Rio Tinto
200 E. Randolph
Suite 7100
Chicago, IL 60601
USA

agricultura-espanol.borax.com

Derechos de autor © 2025 Rio Tinto. Todos los derechos reservados.