

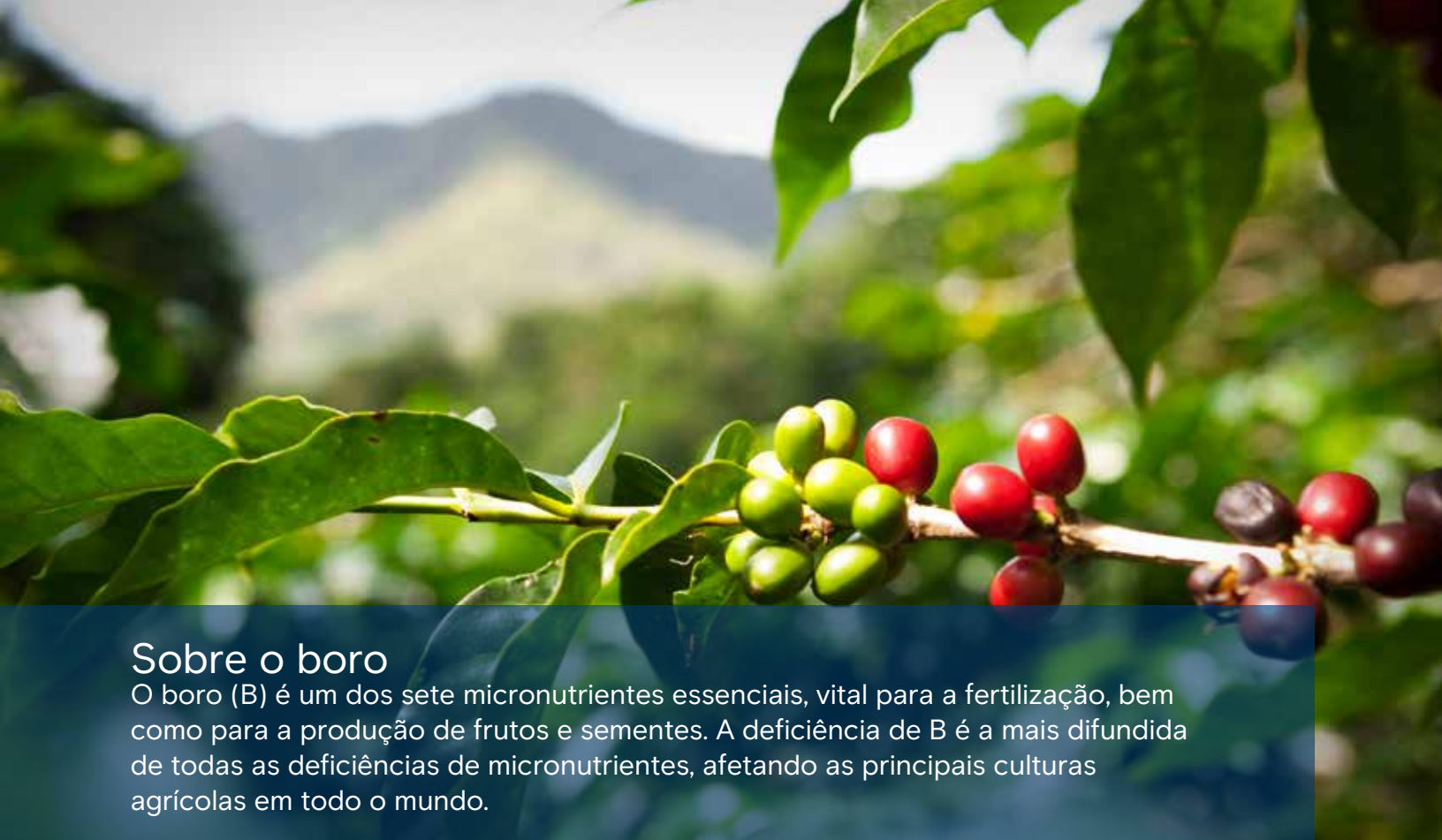
Boro no solo e na nutrição de plantas

Um guia prático para
fertilização com boro



U.S. BORAX: LÍDER GLOBAL EM CIÊNCIA E FERTILIZAÇÃO DE BORATOS





Sobre o boro

O boro (B) é um dos sete micronutrientes essenciais, vital para a fertilização, bem como para a produção de frutos e sementes. A deficiência de B é a mais difundida de todas as deficiências de micronutrientes, afetando as principais culturas agrícolas em todo o mundo.

Sobre a U.S. Borax

A U.S. Borax / Rio Tinto, é a fornecedora líder mundial de boratos para agricultura.

A empresa tem estado na linha da frente na pesquisa de micronutrientes para culturas agrícolas desde 1940 e oferece produtos de qualidade, respaldados por experiência técnica global, confiabilidade de fornecimento e atendimento abrangente ao cliente.

Sobre os nossos produtos

A U.S. Borax extrai e refina apenas boro de alta qualidade, livre de contaminantes indesejados, para fornecer a quantidade certa de boro para cada cultura, solo, clima e método de aplicação:

- **Anhybor®**: Dependendo da classificação, o Anhybor pode ser usado para produzir fertilizantes complexos enriquecidos com boro ou para revestir diferentes tipos de fertilizantes, como misturas de NPK com o auxílio de um aglutinante.
- **Topbor® F**: Um borato cristalino fino, ideal para aplicação direta ao solo ou na mistura com outros fertilizantes cristalinos
- **Granubor®**: Produzido especialmente para mistura com fertilizantes NPK granulados, Granubor ajuda a garantir uma distribuição uniforme a campo
- **Liquibor®**: A conveniência do fertilizante líquido de boro direto para sua fazenda sem necessidade de medição ou mistura
- **Solubor®**: Um pó concentrado, altamente solúvel e de rápida dissolução em água que é ideal para pulverização foliar, entre outras
- **Solubor Flow**: A primeira e única suspensão aquosa de microcristais de borato de sódio
- **Zincubor®**: Como as deficiências de zinco e boro estão disseminadas por todo o mundo, um produto com ambos os nutrientes é uma boa opção em muitas regiões

Introdução

A essencialidade de boro como um nutriente na produção vegetal, foi demonstrada pela primeira vez por Katherine Warington em 1923. Desde então, já foram relatadas diversas pesquisas sobre o boro (B) na nutrição de plantas.

O solo desempenha um papel muito importante na determinação da disponibilidade de B para as culturas agrícolas, por meio dos efeitos de:

- pH
- Teor de matéria orgânica
- Teores de óxido e hidróxido de Fe e Al, argila
- Permeabilidade
- Retenção de umidade

O conhecimento dos tipos de solo, é o primeiro passo para reconhecer as necessidades de boro em cada região. Além disso, diferentes espécies de plantas apresentam uma ampla gama de necessidades de B e podem reagir de forma diferente a níveis altos ou baixos de B disponível nos solos.

Os solos deficientes em B disponível foram relatados em todo o mundo, geralmente em regiões com mais de 900 mm de precipitação anual. Além disso, baixas concentrações de boro são encontradas em solos que:

- Possuem baixa concentração de matéria orgânica
- São ácidos e arenosos
- Estão em regiões com alta precipitação pluviométrica

Dentro dessas regiões, as respostas mais consistentes a fertilização de B foram observadas em solos de textura arenosa com baixo teor de matéria orgânica e em solos ácidos com recente aplicação de calcário em solos com diferentes classes de textura.

A maioria das frutíferas e hortaliças economicamente importantes mostraram respostas a aplicação de B. Historicamente, as culturas mais responsivas a fertilização boratada incluem alfafa, trevo, algodão, beterraba, canola, beterraba, girassol, maçã, aspargo, repolho, couve-flor, aipo, brócolis, couve de Bruxelas, couve, pera, rabanete, beterraba vermelha, espinafre e nabos. As menos responsivas são as gramíneas.

Esta publicação revisa o papel do B na nutrição de plantas e os fatores que afetam a disponibilidade deste nutriente no solo. Você encontrará soluções práticas para diagnosticar a deficiência de boro no solo e nas plantas e como aplicar os principais fertilizantes boratados. O conhecimento das necessidades das plantas por boro, o tipo de solo, juntamente com as análises químicas de solo e planta, oferecem meios de avaliação das necessidades das culturas agrícolas por esse nutriente e métodos de aplicação de fertilizantes boratados para se obter o melhor desempenho.

Mais informações e interação com o uso da calculadora pode ser encontrado em nosso web site: borax.com/br



Conteúdo

6 BORO NA NUTRIÇÃO VEGETAL

- 6 Funções de B em tecidos vegetais
- 6 Estrutura da parede celular
- 6 Função na membrana
- 6 Divisão celular
- 6 A regulação hormonal nas plantas
- 7 Florescimento e frutificação
- 7 Suscetibilidade das culturas agrícolas à deficiência de boro

8 REAÇÕES DO BORO NOS SOLOS

- 8 Textura do solo
- 8 O pH do solo e a calagem
- 8 Matéria orgânica no solo
- 9 Atividade microbiana no solo
- 9 Condições de preparo do solo
- 9 Condições de seca
- 9 Resumo

10 MOBILIDADE DE BORO NOS TECIDOS VEGETAIS

- 11 Diagnóstico de deficiências de B com base na mobilidade ou inatividade de B nas plantas
- 11 Correção de deficiências de B com base na mobilidade ou inatividade de B nas plantas

12 DIAGNÓSTICO DE DEFICIÊNCIA DE BORO

- 12 Sintomas visíveis de deficiência de B
- 12 Características básicas da deficiência
- 15 Interpretação da análise de solo
- 15 Interpretação das análises de plantas

20 MÉTODOS DA APLICAÇÃO DE BORO

- 20 Incorporação durante a fabricação
- 21 Mistura física de nutrientes
- 21 Mistura com fertilizantes fluidos
- 21 Aplicações de pulverização foliar
- 21 Outros métodos

22 REFERÊNCIAS

26 CULTURAS AGRÍCOLAS – SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DE B E DOSES DE APLICAÇÃO

- 26 Culturas para produção de bebidas
- 28 Árvores de sombra para chá
- 28 Cereais e cana-de-açúcar
- 29 Culturas medicinais, tabaco e outras culturas
- 31 Culturas fibrosas
- 32 Flores ornamentais
- 34 Culturas forrageiras
- 37 Frutíferas e noqueira
- 41 Culturas oleaginosas
- 44 Culturas tubérculos
- 46 Silvicultura
- 48 Olericultura

53 PERGUNTAS FREQUENTES SOBRE BORO E MICRONUTRIENTES

56 ÍNDICE DE CULTURAS

59 NOMES BOTÂNICOS



Boro na nutrição de plantas

Funções do B nos tecidos vegetais

O boro (B) é necessário para todo o crescimento vegetal. Uma nutrição de B adequada é essencial para a elevada produtividade e qualidade da cultura. Deficiências de B resultam em muitas alterações anatômicas, bioquímicas e fisiológicas nas plantas.

Pesquisas existentes e em andamento indicam que o boro desempenha um papel importante nas seguintes áreas:

Estrutura da parede celular

O boro, juntamente com o cálcio (Ca), estão envolvidos na estrutura da parede celular. O boro está envolvido no transporte do cálcio para dentro da planta e na nutrição normal de cálcio em plantas e animais. Há uma semelhança entre o desenvolvimento ósseo em animais e o desenvolvimento das paredes celulares das plantas. Por exemplo, amendoins com o centro oco e escurecido podem ser produzidos quando a deficiência de B limita o transporte de cálcio, o desenvolvimento normal das paredes celulares e a divisão das células.

Função na membrana

O boro desempenha um papel fundamental na integridade da membrana plasmática. Plantas com nutrição adequada de B têm bom controle da membrana plasmática, enquanto a deficiência de B reduz a permeabilidade da membrana plasmática e o fluxo de água nas plantas.

Divisão células

O boro é essencial nas regiões da planta que crescem ativamente, como as pontas das raízes, e no desenvolvimento de folhas novas e botões florais. Isso envolve os tecidos meristemáticos (de crescimento) em plantas ou células que estão em multiplicação acelerada, permitindo o crescimento da planta.

A deficiência de B é observada com maior frequência pela alteração na estrutura da planta nessas regiões de crescimento ativo.

O boro garante o armazenamento saudável das plantas e dos tecidos adjacentes necessários para o transporte de água, nutrientes e compostos orgânicos para as proporções ativamente crescentes das plantas. Por exemplo, o nanismo em plantas é sintoma comum de deficiência de B, pela diminuição do número de células na região apical (superior) de crescimento da alfafa, trevo e outras leguminosas.

A regulação hormonal em plantas

Os hormônios vegetais, assim como os animais, regulam muitas funções de crescimento e reprodução. A incidência de flores, desenvolvimento de frutos, formação de parede celular e de tecidos, e alongamento das raízes são influenciados pelos hormônios. O boro tem um papel importante na regulação de níveis hormonais em plantas.

Florescimento e frutificação

As necessidades de B são muito maiores para o crescimento reprodutivo do que para o crescimento vegetativo, na maioria das espécies de plantas. O boro aumenta a produção e o pegamento de flores, o alongamento e germinação do tubo polínico, e desenvolvimento de sementes e frutos. Uma deficiência de B pode causar polinização incompleta no milho ou impedir o pegamento máximo de vagens de soja, por exemplo.

O boro (B) tem um efeito significativo na germinação do pólen e no crescimento dos tubos polínicos. A viabilidade dos grãos de pólen também diminui quando há deficiência de B. A produtividade de algumas espécies sem sintomas visíveis de deficiência de B pode ser fomentada através da aplicação foliar de B. A produção de frutos, nozes e sementes são afetadas de forma adversa muito mais do que o crescimento vegetativo quando o B está disponível no solo a um nível baixo. A deficiência de B aumenta a queda do botão floral e da flor, resultando em reduções significativas no grupo de sementes e de frutos e também na qualidade do desenvolvimento dos frutos, nozes e sementes.

Suscetibilidade de algumas culturas agrícolas à deficiência de boro

Cereais e gramíneas são menos sensíveis do que as leguminosas e algumas culturas de vegetais a baixos níveis de B disponível. As diferenças nos requisitos de B entre espécies podem estar relacionadas à diferenças na composição da parede celular. A concentração crítica de deficiência de B é de três a quatro vezes maior para as folhas mais jovens que as mais velhas em dicotiledôneas tais como alfafa e soja, uma indicação de imobilidade de B nessas espécies.

As espécies das plantas variam significativamente tendo em conta a sua suscetibilidade à deficiência de B. O conhecimento destas diferenças pode ser utilizado para diagnosticar a possibilidade de deficiências de B em várias culturas. A seguinte tabela classifica diversas espécies de culturas como suscetível, moderadamente suscetível ou tolerante.

Suscetibilidade de algumas culturas agrícolas à deficiência de boro

Suscetível		Moderadamente suscetível		Tolerante
Alfafa	Mangold	Banana	Linho	Cevada
Maçã	Dendezeiro	Couve-de-bruxelas	Lúpulo	Feijão
Brócolis	Colza	Repolho	Papaia	Gramíneas
Canola	Azeitona	Couve chinesa	Pêra	Aveia
Cravos	Amendoins	Citros	Papoula	Ervilha
Cenoura	Pinheiros	Trevos	Batata	Abacaxi
Couve-flor	Beterraba	Cacau	Chá	Arroz
Aipo	Rutabaga	Coco	Tabaco	Borracha
Crisântemo	Beterraba-sacarina	Milho	Tomate	Centeio
Café	Girassol			Soja
Algodão	Colza			Morango
Eucalipto	Nabo			Cana-de-açúcar
Uvas				Trigo



O BORO AUMENTA A
PRODUÇÃO E A
RETENÇÃO DAS
FLORES



Reações do boro nos solos

As deficiências de B nas culturas agrícolas são encontradas principalmente nos solos com baixo teor de matéria orgânica, ácidos, arenosos e em regiões com alta precipitação pluviométrica. Os motivos para esta condição geral estão relacionados principalmente com as reações químicas de formas mais comuns de B no solo— H_3BO_3 ou $\text{B}(\text{OH})_3$ —com vários componentes do solo. O íon borato é extremamente móvel nos solos e a sua mobilidade só é menor quando comparado ao íon nitrato. As reações em solos que podem afetar a disponibilidade de B para as plantas variam significativamente. Os principais fatores do solo que afetam a disponibilidade de B são as seguintes:

Textura do solo

Os solos arenosos e com drenagem adequada em regiões com alta precipitação ou irrigações excessivas têm mais probabilidade de apresentarem deficiência de B devido ao seu alto potencial de lixiviação. Estes solos podem precisar de fertilização mais frequente com B. No entanto, se os subsolos são de textura fina (maior teor de argila) abaixo das camadas superficiais de areia, podem ser necessárias aplicações menos frequentes de B. O teor total de B é geralmente maior em solos argilosos, porém a disponibilidade para as plantas pode ser baixa nesses solos devido a adsorção de B nas superfícies dos minerais de argila.

O pH do solo e a calagem

A disponibilidade de B para as plantas diminui com o aumento do pH do solo, especialmente acima de pH 6,5. No entanto, solos altamente ácidos (pH inferior a 5,0), também tendem a ser baixos em teor de B disponível por causa da adsorção de B pela superfície de óxidos de ferro e alumínio.

Alguns cultivos com uma alta demanda por B—como a alfafa—também necessitam de um pH de solo acima de 6,5 para um crescimento ideal, assim a calagem pode ser necessária. Nesta situação, pode ser necessário um tratamento com calcário. No entanto, solos ácidos onde pode ocorrer doses excessivas de calcário uitas vezes resultam em deficiências temporárias de B, especialmente quando é feita a calagem para níveis de pH acima de 7,0.

Matéria orgânica do solo

A maior parte da disponibilidade de B em solos encontra-se na sua matéria orgânica. A matéria orgânica se mistura ao B para removê-lo da solução do solo quando os níveis estão elevados após a fertilização com B. A matéria orgânica do solo deve ser decomposta para liberar o B complexado para que condições como clima frio e úmido ou quente e seco, que diminuem a degradação da matéria orgânica, reduzem B disponível no solo.

Uma vez que a matéria orgânica no solo se decompõe, a solução do solo é reabastecida com B. Isto ajuda a manter os níveis adequados do nutriente quando este é removido através da absorção pelas plantas ou perdido por lixiviação. Solos com baixo teor de matéria orgânica reduzem sua capacidade de fornecimento de B e normalmente requerem fertilização de B mais frequente em taxas menores de aplicação.

Atividade microbiana no solo

Os microorganismos decompõem a matéria orgânica do solo, de forma que o B disponível para as plantas é liberado dos complexos orgânicos. As condições que favorecem a atividade microbiana melhorada são solos úmidos e quentes com aeração adequada. As condições de solo que dificultam a atividade microbiana ideal são as secas, solos frios e molhados e baixa densidade do solo (pobre aeração).

Condições de preparo do solo

O boro está mais disponível para as raízes das plantas quando a superfície do solo é cultivada. O cultivo permite que o solo seja misturado melhorando sua aeração e drenagem. Estas condições são ideais para a degradação da matéria orgânica, liberando o B disponível. Como os sistemas de produção evoluem para o plantio direto, a matéria orgânica vai se acumular sobre ou próximo à superfície do solo e não pode se degradar rapidamente. Em seguida, a disponibilidade de B irá se tornar mais dependente das condições de umidade da superfície e a administração de fertilizantes pode se tornar ainda mais crucial.

Condições de seca

Durante os períodos de estiagem, o solo arável seca de forma que as raízes das plantas são incapazes de acessar nutrientes a camada superior do solo, onde ocorre a maior parte do B disponível. O tempo seco também limita a disponibilidade de B através da restrição do fluxo de água, que transporta o B disponível na solução para as raízes das plantas.

Alguns subsolos podem conter B disponível que pode ter sido alvo de lixiviação na superfície do solo, especialmente após utilização a longo prazo de fertilizantes de B. Durante períodos de seca, as raízes das plantas crescem de forma mais profunda no subsolo e deste modo obtêm B disponível suficiente para um crescimento e desenvolvimento contínuo.

Resumo

As deficiências de B são encontradas principalmente em solos com pouca matéria orgânica, bem como solos ácidos e arenosos, especialmente em regiões de alta precipitação pluviométrica onde pode ocorrer lixiviação. Compreender como se processa as reações de B no solo auxilia na previsão de onde as deficiências de B mais provavelmente podem ocorrer.

Os resultados das análises de solo para B disponível fornecem a condição de B dos solos em um campo específico. Deverão ser aplicadas as doses recomendadas de B caso os níveis disponíveis sejam baixos ou marginais, especialmente para as culturas com alta exigência de B, como a alfafa.





Mobilidade de boro nos tecidos das plantas

O boro é necessário para que haja o desenvolvimento de novos tecidos vegetais e reprodutivos nas plantas. Portanto, o B deve permanecer disponível para a absorção pela planta durante todo o período de crescimento, a menos que ele possa ser translocado na planta, dos tecidos mais velhos para os novos. A absorção de B pela planta é um processo passivo (não-metabólico) e o B é transportado nos vasos do xilema (fluxo de transpiração) de todas as espécies vegetais. Portanto, o B é móvel nos vasos do xilema de todas as plantas.

Tem sido geralmente aceito que o boro é um nutriente imóvel no vasos do floema das plantas. Uma vez incorporado a um determinado tecido (como folhas), o B não pode ser remobilizado para suprir as necessidades de outros tecidos vegetais. No entanto, os resultados de pesquisas recentes do Dr. Patrick Brown e associados da Universidade da Califórnia (Davis), demonstraram que a mobilidade de B no floema varia significativamente entre espécies vegetais.⁹

Esses resultados mostram que o B é móvel em todas as espécies de plantas que usam açúcares simples (conhecidos como polióis) como principais compostos nos processos fotossintéticos. O boro forma um complexo com estes polióis e é transportado nos tecidos do floema para regiões ativas de crescimento na planta. Nas espécies de plantas que não produzem quantidades significativas de polióis, o B não pode entrar novamente

no fluxo do floema depois de ter sido entregue aos tecidos foliares no fluxo de transpiração (tecido do xilema). Este B tenderá a acumular-se nas folhas. O boro é tido como imóvel nestas espécies.

Evidências da mobilidade ou imobilidade no floema também podem ser encontradas ao se estudar a distribuição de B dentro de diferentes tecidos de uma dada espécie. Por exemplo, em condições de campo, o pistache e a noqueira continham as maiores concentrações de B nas folhas e as menores concentrações de B nos frutos e sementes. Isso indica que o B das folhas não é transportado para as frutas e sementes. Em contrapartida, as amendoeiras e macieiras possuem as concentrações mais elevadas de B nas cascas e nos frutos, respectivamente, e com valores muito menores de B nas folhas.

As concentrações de B em folhas de diferentes idades na mesma planta também fornecem evidências da mobilidade do B. Maiores concentrações de B em folhas basais (mais velhas) em comparação com folhas apicais (mais jovens) indicam baixa mobilidade de B. Em contraste, maiores concentrações de B em folhas mais jovens indicam mobilidade de B, uma vez que as folhas mais jovens transpiraram menos água do que as folhas mais velhas.

A Tabela 1 resume o conhecimento atual de agrupamento de cultivos agrônômicos e de horticultura como B móvel ou B imóvel.

Os cultivos agrônômicos e a maioria dos vegetais são espécies com B imóvel. No entanto, relativamente mais espécies de frutíferas e de nogueiras são espécies com B móvel. Claramente, há uma necessidade de se estudar todas as espécies de plantas economicamente importantes no que diz respeito à mobilidade do B. Esse conhecimento irá melhorar a capacidade do agricultor em diagnosticar deficiências de B e usar os métodos mais eficazes de aplicação de fertilizantes de B para rendimentos ideais dos cultivos.

Diagnóstico de deficiências de B com base na mobilidade ou inatividade de B nas plantas

O conhecimento da mobilidade ou imobilidade do B em várias espécies de plantas é importante na interpretação de resultados de análise da planta. O boro se acumula nas folhas mais velhas das espécies de B imóvel via floema. Assim, as folhas mais velhas e totalmente abertas não devem ser analisadas para realizar o diagnóstico da deficiência de B nestas espécies. O motivo consiste no fato destas folhas não refletirem o estado nutricional de B dos tecidos em crescimento, para as quais um fornecimento de B constante é essencial. O diagnóstico da deficiência de B em espécies com B imóvel via floema só pode ser feito amostrando-se tecidos vegetais em crescimento.

Por outro lado, a amostragem de folhas maduras de espécies com B móvel via floema para diagnosticar a deficiência de B é apropriada. O conteúdo de B de folhas maduras reflete o status do B de toda a planta, incluindo os tecidos jovens, crescendo ativamente. Nestas espécies, uma diminuição na absorção de B não afetará os tecidos em crescimento até que a reserva de B solúvel dos tecidos maduros tenha sido esgotado pela translocação aos tecidos mais jovens.

Correção de deficiências de B com base na mobilidade ou imobilidade de B nas plantas

Nas espécies de B imóvel via floema, o B aplicado de forma foliar não será transportado a partir do local da aplicação até outros tecidos, por exemplo, este B não pode suprir as necessidades de B dos tecidos ainda não foram formados.

Portanto, as aplicações de B devem ser feitas diretamente nos tecidos em desenvolvimento, tais como botões florais e flores, para garantir um adequado suprimento de B durante suas épocas críticas de desenvolvimento.

Por outro lado, pulverizações foliares de *Solubor* podem ser aplicadas nas plantas com B móvel via floema em qualquer época em que as folhas funcionais estejam presentes.

O B aplicado pode corrigir deficiências de B atuais e também fornecer B aos futuros tecidos de frutos e flores em desenvolvimento.

Os benefícios das aplicações foliares de B nas frutificações foram observados em espécies de árvores com B móvel via floema como amêndoa, maçã e ameixa.

Tabela 1

Mobilidade ou imobilidade do boro em alguns cultivos agrícolas

B – imóvel	B – móvel
Culturas agrícolas Alfafa Milho Algodão Amendoim Sorgo Tabaco Trigo	Culturas agrônômicas Canola (limitada)
Hortaliças Feijão Alface Batata Tomate	Hortaliças Aspargo Feijão Brócolis Cenoura Couve-flor Aipo Cebola Ervilha Rabanete Rutabaga
Cultivos de árvores e videiras Figs Noz-pecã Pistache Morango Noz	Cultivos de árvores e videiras Amêndoas Maçã Damasco Cereja Café Uva Nêspera Nectarina Azeitona Pêssego Pera Ameixa Romã



Diagnóstico de deficiência de boro

Sintomas visíveis de deficiência de B

Os sintomas de deficiência de B se tornam claramente visíveis quando a deficiência é aguda. Neste ponto, o crescimento e o rendimento podem ser severamente limitados. Para culturas não listadas, os sintomas gerais de deficiência de B incluem:

Características básicas de deficiência

- As folhas mais jovens são afetadas em primeiro lugar. Ficam deformadas, grossas, quebradiças e pequenas, mas raramente exibem qualquer clorose, de fato, geralmente têm uma cor verde muito escura.
- Os caules são curtos e é provável que as plantas gravemente afetadas tenham um aspeto “encolhido”
- Os polos de crescimento ficam desequilibrados e morrem
- Se desenvolvem meristemas auxiliares que também exibem sintomas. As plantas ficam com forma de arbustos
- Se desenvolvem parcelas necróticas e aquosas no armazenamento tecido
- Ocorrem fissuras e rupturas nos pecíolos, caules e, por vezes, nos frutos
- A formação do fruto será irregular como resultado da fertilização incompleta. É provável que o fruto fique deformado
- As folhas tenderão a ter um formato mais simples. O crescimento da raiz será deficiente

Os diagnósticos a partir de sintomas visíveis devem ser confirmados com os resultados das análises de solo e de tecidos vegetais.



Espigas curtas e dobradas, fraco crescimento da semente e folhas áridas são sinais de deficiência de boro no milho.

Sintomas visíveis de deficiência de B nas culturas

Culturas agrícolas	Sintomas visíveis
Alfafa	Morte do broto, rosetas, amarelamento da copa, pouca floração e pouca produção de vagens.
Canola	Folhas distorcidas. Cabeças em branco ou apenas parcialmente preenchidas de sementes.
Trevo	Caules, crescimento e cor pobres. Floração e produção de sementes reduzidas. Folhas em forma de cálice e enrugadas, tornando-se frágeis.
Milho	Espigas pequenas, dobradas, orelhas estéreis, caules em branco, pouco desenvolvimento dos grãos, estrias alongadas, aquosas ou transparentes tornando-se posteriormente brancas nas folhas recém-formadas, pontos de crescimento morto.
Algodão	Perda das formas e cápsulas jovens, rupturas na base das formas, escorrimento líquido escuro das rupturas, descoloração interna na base da cápsula, cápsulas semi-abertas, folhas verdes até geada.
Feijão seco	Clorose das folhas. Aparência espessa.
Amendoim	Área escura e vazia no centro do tubérculo, chamado de “coração-oco.”
Batatas	As plantas têm uma aparência cerrada. Folhas engrossadas e extremidades enroladas para cima.
Sorgo	As folhas são estreitas e têm uma aparência cinza com listras aquosas e transparentes. As cabeças das sementes não são preenchidas.
Soja	Folhas amarelas, cloróticas entre as veias, curvadas para baixo nas pontas, enrugamento das folhas, murcha das pontas, sem floração, raízes atrofiadas.
Beterraba-sacarina	Amarelecimento ou secagem de folhas, rachaduras da nervura mediana da folha, descoloração amarronzada do tecido interno, apodrecimento da coroa.
Girassol	Folhas aparecem murchas. Queda anormal da cabeça devido a pedúnculos fracos.
Tabaco	Enrugamento das folhas e brotos deformados.
Trigo	Cabeças distorcidas e clorose das folhas.
Frutíferas e noqueiras	
Amêndoa	As flores caem e as castanhas abortam ou tornam-se viscosas.
Maçã	Encaroçamento, descoloração da pele, rachaduras e formação de cortiça.
Damasco	Os galhos morrem e os frutos não se definem.
Cítrico	Anel engrossado, bolsas de goma próximo ao eixo, manchas descoloridas.
Uva	Sintoma do “mal-do-chumbo,” brotos principais mortos.
Pêra	Explosão da flor, formação de cortiça, corrosão interna e cancrios na casca.
Pistache	A frutificação diminui e os espaços em branco e as castanhas não divididas aumentam.
Morango	Casca clorótica pálida da fruta, rachadura e murcha.
Noz	Murcha de brotos, queda de folhas.

Sintomas visíveis de deficiência de B nas culturas (continuação)

Olericultura	Sintomas visíveis
Beterraba (vermelha)	Manchas externas, rachaduras e cancro.
Brócolis	Caules ocos, descoloração interna, cabeça amarronzada.
Repolho	Caule oco, áreas aquosas, cabeças ocas, plantas raquíticas.
Cenoura	Avermelhamento foliar e raízes partidas.
Couve-flor	Folhas enroladas, caule oco, cabeças pequenas, coloração amarronzada.
Aipo	Tronco rachado e marrom listrado, talo escurecido.
Alface	Crescimento atrofiado, descoloração das folhas, frágil.
Rabanete	Raízes pálidas, caules frágeis, polpa aguada e coloração manchada.
Couve-nabo	As raízes são fortes, fibrosas e amargas. Após o corte, possuem partes macias, aguadas, muitas vezes chamado de “coração marrom.”
Milho doce	Espigas pequenas, dobradas, orelhas estéreis, caules em branco, pouco desenvolvimento dos grãos, estrias alongadas, aquosas ou transparentes tornando-se posteriormente brancas nas folhas recém-formadas, pontos de crescimento morto.
Tomate	Folhas espessas, frágeis, o fruto não se define.
Nabo	Centro oco ou coração marrom, áreas aquosas.

Os resultados das análises de solo com boro podem mostrar

- Onde o B disponível é deficiente
- Onde é necessária a fertilização de manutenção de B
- Onde o B disponível é adequado

A extração de boro por água quente, tem sido o teste de solo padrão em relação ao B disponível nos solos. Contudo, vários laboratórios executam a análise do solo para B utilizando os métodos de extração Mehlich-1 ou Mehlich-3, que estão correlacionados com os resultados do método de extração de água quente em sólidos ácidos⁷⁷. Nos solos alcalinos, o B nos extratos dos agentes de extração no teste do solo que contém sorbitol ou manitol estão correlacionados com água quente solúvel em B.⁸³

A análise de plantas fornece uma excelente verificação da disponibilidade de B no solo e do tipo de fertilizante boratado a ser aplicado. A análise de tecidos vegetais podem ser utilizada como um guia adicional juntamente com a análise de solo, para ajustar as práticas de fertilização do B nos cultivos agrícolas.

As análises de B nas plantas podem ser utilizadas para:

- Confirmar deficiência de B nas plantas com sintomas visuais
- Monitorar as concentrações de B nos tecidos para garantir que o B está no intervalo ótimo para a elevada produtividade e qualidade da cultura

- Complementar as informações do teste do solo para ajustar a taxa de fertilização de B, realizar a temporização e a implementação para corresponder às necessidades da situação específica da cultura.

Por exemplo, as amostras de tecido retiradas muito cedo na estação de crescimento podem sinalizar a necessidade de adubação de cobertura, ou pulverização foliar de B juntamente com nitrogênio ou outros fertilizantes aplicados posteriormente na estação de crescimento, preferencialmente antes da floração e frutificação.

Para alcançar o ideal no manejo da adubação de B, siga estas diretrizes:

- Realizar análises de solo em relação ao B disponível
- Controlar o pH do solo no intervalo ótimo dos solos e culturas na sua área
- Utilizar a manutenção da fertilização de B onde os níveis de B na análise de solo estão no intervalo de resposta para os seus solos e culturas
- Observar a cultura regularmente e antecipadamente
- Análises foliares quanto à existência de suficiente B desde início da estação de crescimento
- Utilizar a implementação, classificação e temporização do fertilizante de B de forma correta
- Quando existir uma forte necessidade de B, considerar a adubação no plantio, aplicações de adubação em cobertura, pulverizações foliares e aplicação de fertilizantes por irrigação

Interpretação da análise de solo

A interpretação de valores da análise de solo depende dos tipos de cultura e do solo. Por exemplo, os valores críticos da análise de solo variam entre 0,05 ppm relativamente ao crescimento de amendoins em solos ácidos de textura grossa¹⁸ a 1,8 ppm relativamente ao crescimento de nabo em solos de textura semelhante³⁶.

Um questionário dos 50 laboratórios estatais de análises de solos agrícolas nos EUA⁵⁷ revelou que os pontos de ruptura das análises de B nos solos utilizados para a determinação dos níveis inferiores de B solúveis em água quente variam de 0,05 a 1,1 ppm, dependendo dos tipos de solos e das culturas utilizadas para a calibração. A média destes valores em 25 destes laboratórios foi de 0,49 ppm de B. Com algumas exceções, como os solos com elevado teor de argila e/ou de matéria orgânica, solos com B solúvel na água quente excedendo o fornecimento suficiente de B de 1,0 ppm para a maioria das culturas.

Com base nos dados das análises de solo, nas texturas dos solos e requisitos das culturas, os intervalos das análises de B no solo podem ser delineados de acordo com os requisitos das culturas (consulte a tabela 2).

O boro deve normalmente ser aplicado de acordo com a experiência local e as recomendações publicadas para várias culturas.

Utilize análises de solo para monitorar os níveis de boro. Seu objetivo deve ser:

- Adicionar B onde sugerido
- Manter os solos na faixa desejada acima da deficiência para várias culturas
- Omitir o B quando os resultados das análises de solo revelarem níveis elevados (resultados de análises de solo superiores a 5 ppm são provavelmente tóxicos para a maioria das culturas⁶⁷).

Amostra de solos pelo menos uma vez durante cada sequência de rotação de culturas. É necessário um monitoramento mais intensivo do nível de B do solo onde altas taxas de fertilizantes são aplicadas, especialmente em solos de baixa capacidade de troca catiônica (CTC) sujeitos a lixiviação. Sob condições de manejo intensivo, é aconselhável amostrar anualmente para detectar mudanças no pH⁸⁶ e outros níveis de nutrientes que podem influenciar a nutrição de B. Por exemplo, um alto nível de pH em solos recém-calcareados ou níveis muito altos de K disponíveis podem acentuar a necessidade de B^{47,48}.

As aplicações recomendadas de B variam de 0,1 a 2,0 kg/ha e são baseadas em culturas específicas, textura do solo, método de aplicação e metas de rendimento, bem como valores de análise de B no solo.

Interpretação das análises de vegetais

A absorção de B pelas plantas é fortemente afetada pelas condições do solo e outros fatores ambientais, especialmente o pH do solo e a CTC. O fator dominante que afeta a relação entre a análise de B no solo e a planta com B é a CTC¹⁵, que está diretamente relacionada à quantidade de argila e matéria orgânica no solo. O solo com B está mais disponível para plantas em solos de baixa CTC (solos arenosos de textura grossa) e menos disponível em solos de alta CTC (solos de argila de textura fina), embora os solos de argila (contendo >25% de argila) normalmente contenham relativamente mais B disponível do que os solos de textura grossa em uma determinada região⁸⁶. Como grande parte do B é inativada em solos de textura fina, taxas mais altas de fertilizante com B são necessárias para alcançar a mesma disponibilidade de B que em solos de textura grossa. Em qualquer solo, a análise de B no solo está positivamente relacionado com o B de tecido vegetal⁷⁸.

Tabela 2

As culturas foram classificadas de acordo com seu requisito de B da seguinte forma

Textura do solo	Intervalo de B na análise de solo	Requisito do fertilizante boratado
Arenosa e argilo-arenosa	<0.2 ppm	Todas as culturas
Areno-argiloso, argiloso, silte-argiloso e siltoso	0.2 – 0.5 ppm	Culturas que necessitam de quantidades intermediárias e elevadas de B
Argiloso	0.5 – 1.0 ppm	Culturas que necessitam de quantidades intermédias e elevadas de B
Argiloso	1.0 – 2.0 ppm	Culturas que necessitam de quantidades elevadas de B
Todos os solos	> 2.0 ppm	Nenhum

Teor de boro nas folhas delineando o estado de B de várias culturas

Teor de boro nas folhas, ppm B					
Culturas para produção bebidas	Deficiente	Baixo	Normal	Alta	Excesso
Cacau	<10	10-25	25 – 70		
Café	<20	20 – 40	40 – 140	140- 200	>200
Lúpulo	<20		25 – 60		
Chá	<12		12 – 80	>80	
Cereais e cana-de-açúcar					
Cevada	<5	5 – 20			
Milho	<5	5 – 25		25 – 50	>200
Aveia	<5	5 – 20			
Arroz	<5	25 – 30		>40	
Sorgo	<5	16 – 140			
Cana-de-açúcar	<1	2 – 4	4 – 20		400
Trigo	<5	5 – 20		30	
Culturas fibrosas					
Algodão	<16	16 – 20	21 – 80	80 – 200	>200
Sisal	<4	4 – 14	14 – 20		
Plantas ornamentais					
Cravo	<20		20 – 25		
Crisântemo	<150				
Gerânio	<15	15 – 30	30 – 300	>300	
Rosa	20 – 60				



Teor de boro nas folhas delineando o estado de B de várias culturas

Teor de boro nas folhas, ppm B					
Culturas forrageiras					
Alfafa, luzerna	<20	20 – 30	30 – 80	>80	
Trevo violeta	<10	>60	20 – 45		
Trifólio	<10	>70	30 – 45		
Culturas frutíferas e nogueiras					
Amêndoa	<30	30 – 50	>80		
Maçã	<20	20 – 28	28 – 50	>50	
Damasco	<12	20 – 70			>90
Abacate	<12	50 – 100	100 – 250		>250
Banana		20 – 40	>70		
Cereja	<20	20 – 100			>182
Citros	<15	15 – 30	30 – 100	100 – 250	>250
Figo	<15	50 – 100	300		>700
Uvas	<25	25 – 50	50		>200
Papaia	<20	20 – 60			
Pêssego	<10	10 – 30	30 – 60	60 – 80	>100
Pêra	<20	20 – 30	30 – 50		>50
Plátano	<16	20 – 40			
Framboesa	<10	10 – 20	20 – 35		
Morango	<20	20 – 50	100		>125
Noz	<25	40-200			



Teor de boro em folhas que delineiam o status de B de várias culturas

Teor de boro em folhas, ppm B					
Culturas frutíferas e nozes	Deficiente	Baixo	Normal	Alta	Excesso
Amêndoa	<30	30 – 50		>80	
Maçã	<20	20 – 28	28 – 50	>50	
Damasco	<12	20 – 70			>90
Abacate	<12	50 – 100		100 – 250	>250
Banana		20 – 40		>70	
Cereja	<20	20 – 100			>182
Citros	<15	15 – 30	30 – 100	100 – 250	>250
Figo	<15	50 – 100		300	>700
Uvas	<25	25 – 50		50	>200
Papaia	<20	20 – 60			
Pêssego	<10	10 – 30	30 – 60	60 – 80	>100
Pêra	<20	20 – 30	30 – 50		>50
Plátano	<16	20 – 40			
Framboesa	<10	10 – 20	20 – 35		
Morango	<20	20 – 50		100	>125
Noz	<25	40 – 200			
Culturas fumitórias e mastigatórias					
Cola	<15				
Tabaco	<10	10 – 40	40 – 100	100	>360
Culturas oleaginosas					
Colza	<20	20 – 30			
Coco	<12				
Dendzeiro	<12	12 – 15	15 – 25		
Azeitona	<15	15 – 20	20 – 180		>250
Amendoins	<25				
Soja	<10	10 – 20	20 – 80	80 – 100	>100
Girassol	<35	50 – 150			
Culturas tuberosas					
Cenoura	<18	32 – 200		>200	
Acelga	<20	20 – 50			
Batata	<5	20 – 40	40 – 70	>70	
Beterraba	<15	15 – 27	27 – 83		
Beterraba-sacarina	<20	20 – 25	25 – 50	50	>300
Batata doce	<16	118			
Nabo, colza	<15	45 – 50			
Couve-nabo	<23	23 – 38	38 – 140		>250

Teor de boro em folhas que delineiam o status de B de várias culturas

Teor de boro em folhas, ppm B					
Silvicultura	Deficiente	Baixo	Normal	Alta	Excesso
Bétula	<14		28 – 33		
Algodão	<9		68		
Eucalipto	<35		40 – 70		
Azevinho	<20	20 – 25	>30		
<i>Pinus radiata</i>	<10			>20	
Seringueira				>80	
Pinheiro-silvestre	<10		25 – 30		
Espruce	<8		25 – 30		
Olericultura					
Alcachofra	38		112		
Aspargo	<15	50	55 – 150		>175
Feijão (<i>Phaseolus</i>)	<10				>150
Couve-de-bruxelas	<19		70		
Repolho	<18		22 – 38	>100	
Couve-flor	<23		36		
Aipo	<15		15 – 48		>400
Pepino	<25		30 – 60		>200
Alface			27 – 43	>70	
Quiabo				>70	
Cebola			29 – 50		
Ervilha	<18		170		
Rabanete	<19		19 – 195		
Tomate	<10		30 – 100		>200

A maioria destes dados foi retirado dos Diagnostic Criteria for Plants and Soils, de Ed. HD Chapman

**BRÓCOLIS VERDE
E BRILHANTE SEM
AMARELAMENTO
OU DESCOLORAÇÃO
INDICA NÍVEIS
SUFICIENTES DE BORO.**



Métodos da aplicação de boro

Os métodos mais comuns de aplicação de B consistem na aplicação de transmissão e/ou por faixa no solo, geralmente com outros fertilizantes ou como pulverizações foliares.

Aplique fontes de boro da seguinte forma:

- Fertilizantes mistos, incorporando-os durante o processo de fabricação
- Mistura a granel com fertilizantes granulados
- Misturado com fertilizantes fluidos imediatamente antes da aplicação

Embora alguns micronutrientes também sejam aplicados no tratamento de sementes, este método não é recomendado com fontes de B porque sementes/mudas de muitas espécies de plantas têm uma baixa tolerância para B solúvel.

Incorporação durante a fabricação

As fontes de boro podem ser uniformemente distribuídas através de fertilizantes NPK, incorporando-os durante o processo de fabricação. Isto é normalmente efetuado ao dissolver ou suspender a fonte de B no ácido fosfórico antes da adição de amoníaco dos fosfatos ou misturando a fonte de B com um componente sólido da mistura final de NP ou NPK antes da granulação⁵⁶. Estes produtos são normalmente denominados de “fertilizantes boratados.”

A maioria das fontes de B não reage quimicamente com outros componentes fertilizantes durante a fabricação, o que poderia afetar a disponibilidade de B para a planta. Como tal, incorporar B durante a fabricação é um método confiável de aplicação de B⁵⁵.

Outra maneira de incorporar o B durante a fabricação de fertilizantes é revestir misturas de fertilizantes NPK com B. Este processo fornece um revestimento uniforme de micronutrientes em todos os grânulos de fertilizantes NPK, proporcionando flexibilidade na taxa de micronutrientes e garantindo uma distribuição uniforme no campo.

Mistura a granel

A vantagem principal de misturas a granel é a flexibilidade. Os produtores podem preparar apenas a quantidade de fertilizantes que precisam contendo as doses de nutrientes necessárias para um dado campo. Contudo, pode resultar na aplicação não-uniforme no campo se ocorrer a segregação de nutrientes durante a utilização e aplicação. A segregação pode ser minimizada ao igualar corretamente os tamanhos das partículas das fontes granulares de B com as dos componentes de NPK.

As fontes granulares de B, tais como *Granubor*, podem ser misturadas a granel com fertilizantes NPK para fornecer as doses de B recomendadas para uma dada cultura. O *Granubor* é adequado especialmente para mistura a granel—a sua variedade de tamanhos e densidades de partículas igualam de perto as da maioria dos componentes de misturas de NPK.

Mistura com fertilizantes de fluidos

Este método de aplicação de B está a subir em popularidade devido à conveniência da mistura das quantidades desejadas de B com fertilizantes de fluidos, mesmo antes da aplicação no campo. Não existem problemas de segregação com os fluidos, por isso, a uniformidade da aplicação é facilmente alcançada.

A solubilidade das fontes de B é importante neste método de aplicação; as fontes lentamente solúveis ou insolúveis não irão misturar bem com alguns fluidos. As fontes de B solúveis, tais como *Solubor*, são bem adequadas para misturar em fertilizantes de fluidos tais como soluções 10-34-0 e UAN.

O B suficiente pode ser dissolvido nesses fertilizantes para atender a todas as recomendações de B nas taxas usuais de aplicação de nitrogênio e/ou fosfato.

Aplicações de pulverização foliar

A pulverização foliar é especialmente adequada para a aplicação de B à fruticultura e nozadeiras, e à culturas de especialidade tais como vegetais. A aplicação de pulverização necessita de fontes de B solúveis em água, tais como o *Solubor*. Vantagens incluem:

- Aplicação uniforme de B é facilmente alcançável
- A resposta ao B aplicado é quase imediata
- As taxas de aplicação de B são normalmente menores do que as de aplicação no solo⁵⁷

As deficiências de B suspeitas podem ser corrigida com pulverização foliar. Contudo, as deficiências de B incipientes, tais como as que afetam os sistemas

reprodutivos de algumas espécies de plantas podem não ser diagnosticadas durante um período mais longo de tempo.

Algumas desvantagens da pulverização foliar são:

- Podem resultar queimaduras nas folhas se as concentrações de sal da pulverização forem demasiado altas
- A exigência de nutrientes é normalmente elevada quando as plantas são pequenas e a superfície da folha poderá ser insuficiente para a absorção foliar
- Pode ser demasiado tarde, durante a época de crescimento, para obter a produtividade máxima se a pulverização for retardada até os sintomas de deficiência de B aparecerem
- Existem poucos efeitos residuais da pulverização foliar⁵⁶

O *Solubor* é bem adequado para a inclusão em pulverização foliar. São compatíveis com a maioria das pulverizações de pesticidas, podendo ser combinados para fornecer a necessidade de B com aplicações de pesticidas durante a época de crescimento.

A inclusão de adjuvantes aumenta a eficiência da produtividade de B a partir das pulverizações foliares.

A compatibilidade de qualquer uma destas fontes de B, com uma dada solução de pulverização de pesticida, deve ser testada através do método “jar test” antes de ser preparada uma mistura no tanque de pulverização.

Outros métodos

As fontes de B solúveis podem também ser incluídas nos sistemas de irrigação. Este método é denominado fertirrigação e necessita de medições de volume cuidadosas e de calibração do Sistema para garantir que as quantidades de fontes de fertilizantes – incluindo B – estão colocadas nos tanques abastecedores para fornecer as taxas desejadas.

**A PRINCIPAL
VANTAGEM DAS
MISTURAS A
GRANEL É A
FLEXIBILIDADE.**



Referências

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, Belloui 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](http://www.goodfruit.com/archive/Apr15-98/feature12.html).
65. Peryea FJ. 1999. Boron products for foliar sprays: 1999 update. [www. goodfruit.com/Apr 15-99/feature 18.htm](http://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. Warrington K. 1923. The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants. Ann Bot. 37:629-672.
85. Wear JL. 1957. Boron requirements of crops in Alabama. Alabama Agr Exp Sta Bull. 305.
86. Wear JL, 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.

Culturas: Sintomas e doses de aplicação

Culturas de bebidas

Agave-azul

(*Agave tequilana*)

Os primeiros sinais de deficiência de B são manchas amareladas, mais numerosas perto da ponta, em ambas as superfícies da folha. Elas são seguidas pela formação de depressões na epiderme semelhantes a dedos ramificantes da margem da folha, que podem mais tarde se tornar suberizadas. Em experimentos conduzidos em solos arenosos, os sintomas incluíram ponta de folha em forma de gancho e a espinha da folha ausente ou reduzida a um fio branco. Em casos de deficiência grave, o ponto de crescimento torna-se desorganizado e as folhas são curtas, estreitas, torcidas e, às vezes, divididas. As plantas têm uma aparência achatada.

Cacau

(*Theobroma cacao*)

Um dos sinais iniciais da deficiência de B é a formação abundante de parasitas e aspeto de algumas folhas enroladas que geralmente serão verdes. Quando a deficiência é suave, normal e com deficiência de B, os fluxos podem alternar. À medida que a deficiência progride, as folhas nos novos rebentos se tornam muito cloróticas e estão distorcidas e torcidas. A maioria das folhas que são formadas sob condições de deficiência de B aguda cai antes de endurecerem. As folhas que amadurecem se tornam quebradiças e duras – elas permanecem verdes, mas a formação de parcelas necróticas nas pontas da folha é comum e é o sintoma mais comum. Também ocorre a suberização das nervuras.



Café

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

A deficiência de B provoca a morte do meristema apical. O posterior desenvolvimento de ramos secundários (por vezes tantos como sete no mesmo nó) abaixo do botão terminal morto fornece o típico efeito tipo ventoinha. Em casos graves, os ramos secundários morrem rapidamente, resultando na morte típica de secções terminais dos novos rebentos.



Pode ocorrer a desfoliação. O lado inferior da nervura central das folhas antigas cloróticas e saudáveis pode tornar-se suberizado. A produção será gravemente reduzida devido à fraca formação de fruta.

A morte do terminal e o desenvolvimento de folhas enrugadas no final de um período de seca e no início da época das chuvas (devido à absorção reduzida de B das camadas do solo superior seco) são normalmente os primeiros sinais de que o café está a sofrer uma deficiência de B.

Os sintomas são também particularmente notáveis na floração e após o tratamento com calcário devido à disponibilidade reduzida de B no solo. O boro é principalmente utilizado no café para evitar a ocorrência dos sintomas de deficiência transitórios, em vez de corrigir deficiências graves que resulta em mortes consideráveis dos ramos.

Lúpulo

(*Humulus lupulus*)

Os polos de crescimento ficam castanhos e podem morrer quando têm apenas algumas polegadas de tamanho. As raízes produzem muitos rebentos com pequenos entrenós, dos quais muitos irão morrer, dando à planta um aspeto raquítico de arbusto. Os botões auxiliares nos rebentos que sobrevivem pode também tornar-se necróticos e morrerem, no entanto, alguns rebentos raquíticos laterais eventualmente desenvolvem.

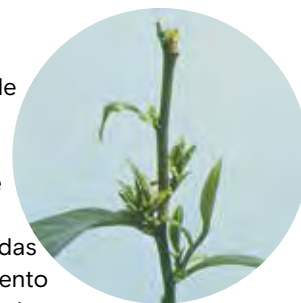
As folhas produzidas em tais rebentos tendem a ser pequenas, distorcidas e duplamente dentado, em vez de lobos. Primeiramente, as estipulas desenvolvem normalmente, mas rapidamente se tornam necróticas da descida das pontas à medida que envelhecem. Muitas inflorescências ficam castanhas e morrem. Os cones que formam são pequenos, soltos e têm uma aparência ressequida que começa pela ponta e progride até à base. A produtividade é gravemente reduzida. Os sistemas de raízes de plantas deficientes desenvolvem mal.

Chá

(*Camellia sinensis*)

O primeiro sinal de deficiência de B é a restrição no crescimento do nó terminal, que torna-se dormente. As folhas ficam verde escuras, grossas e endurecidas, sendo frequentemente deformadas e enrugadas. O polo de crescimento morre por último e, como resultado da perda da dominância apical, muitos botões auxiliares tentam crescer, mas estes também morrem se o B for pouco abastecido. Os grupos de pequenos rebentos enchem as axilas superiores após a sucessão de tentativas falhadas em rebentar. Os pontos de óleo translúcido na superfície inferior foram também referidos, mas tais pontos não persistem.

À medida que a deficiência progride para o desenvolvimento de cortiça em excesso—primeiro no lado superior do pecíolo, mas mais tarde estende-se para as nervuras principais e laterais, delineando-as com um risco de cortiça em ambas as superfícies superior e inferior. As nervuras partem e a cortiça desenvolve-se. Podem desenvolver riscos de cortiça nos caules, como lenticelas alongadas.



Aplicação no solo (doses sugeridas de aplicação)

	<i>Granubor</i> (15% de B) <i>Topbor F</i> (15% de B)	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	
Cultura	kg/ha	kg/ha	l/ha
Cacau	20 - 40	14 - 28	280 - 561
Lúpulo	10 - 20	7 - 15	140 - 280
Chá	6 - 10	4 - 7	84 - 140
	gramas/arbusto	gramas/arbusto	ml/arbusto
Café	14 - 31	11 - 20	384

Aplicação foliar (doses sugeridas de aplicação)

	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	Mínimo volume	Máximo concentração
Cultura	kg/ha	l/ha	% p/v
Cacau		0.25	
Chá	2.2	804 - 2002	0.25
		gramas/arbusto	% p/v
Café		0.3	

Árvores de sombra para chá

Eritrina verde-amarela

(*Erythrina variegata*)

As folhas mais jovens são as primeiras afetadas, as ramificações são pequenas e muitos segmentos não se desenvolvem, resultando na formação de uma folha muito simples. À medida que a deficiência progride, os pontos de crescimento morrem seguidos pelo desenvolvimento de muitos brotos do tronco principal.

A quebra da casca e a exsudação da goma ocorrem quando a deficiência é muito avançada. Foi relatada necrose do cambium.

Carvalho de prata

(*Grevillea robusta*)

A deficiência de B causa retrocesso e desenvolvimento de múltiplos brotos laterais. As folhas são contundentes, em contraste marcante com folhas pontiagudas saudáveis.

Cereais e cana-de-açúcar

Milho

(*Zea mays*)

Distribuição irregular de grãos e uma redução geral no crescimento são os primeiros sinais de deficiência de B. A deficiência grave de B resulta em espigas curtas, dobradas, com pontas subdesenvolvidas e um mau desenvolvimento dos grãos. Manchas amarelas ou brancas se desenvolvem entre as veias nas folhas jovens, e as manchas muitas vezes se unem formando listras. Essas listras, que podem ser cerosas e levantar da superfície foliar, normalmente não se desenvolvem em folhas mais velhas. As pontas das folhas podem ser enroladas. Há também um encurtamento dos entrenós e muitas vezes as folhas jovens não conseguem abrir. Há indícios de que o milho de alta lisina é mais suscetível do que o milho normal à deficiência de B.



Aplicação no solo (doses sugeridas de aplicação)

Cultura	Granubor (15% de B) Topbor F (15% de B)	Solubor (20,5% de B)	
	kg/ha	kg/ha	l/ha
Milho safrinha: Faixa	3 - 7		280 - 561
Milho safrinha: Aplicação a lanço	4 - 10	3 - 6	56 - 140
Arroz	3- 7	2- 4	37 - 102
Cana-de-açúcar	4- 15	3- 10	56 - 196
Trigo	4 - 15	3 - 10	56 - 196
Cereais, geral	3 - 15	2 - 10	37 - 196

Aplicação foliar (doses sugeridas de aplicação)

Cultura	Solubor (20,5% de B)	Mínimo volume	Máximo concentração
	kg/ha	l/ha	% p/v
Milho	2 - 4	402 - 1001	0.5
Arroz	2- 4	43 - 1001	0.5
Cana-de-açúcar	3- 10	64 - 2002	0.5
Trigo	3 - 10	64 - 2002	0.5
Cereais, geral	2 - 10	43 - 2002	0.5

Arroz

(*Oryza sativa*)

Os sintomas iniciais são verificados nas folhas mais jovens que não crescem corretamente, se mantendo curtas e estreitas. Pode se desenvolver uma clorose branca/amarela junto à extremidade da folha. As seguintes folhas emergentes ficam dobradas e quase brancas. Se essas folhas abrirem, uma grande parte da folha seca rapidamente. Quando a deficiência é acentuada, o crescimento é interrompido completamente.

Inicialmente, as folhas mais velhas permanecem com uma cor verde-escura, mas posteriormente poderão desenvolver-se pontos de clorose brancos nas mesmas, bem como nas folhas mais recentes. Podem desenvolver-se novas canas, mas vão exibir rapidamente os mesmos sintomas e permanecerem atrofiadas. Foi observada uma falha completa ao colocar as sementes sob uma condição de deficiência acentuada de B. As raízes das plantas gravemente afetadas ficam curtas e grossas, rígidas e com uma cor castanha clara.

Sorgo

(*Sorghum vulgare*)

Os sintomas de deficiência de B incluem estrias brancas nas folhas jovens, folhas cinzentas estreitas com listras transparentes e esterilidade da espiga. Além disso, as cabeças de semente de sorgo não podem ser totalmente preenchidas.

Painço

(*Panicum millaceum*)

O trabalho limitado nestas espécies indica que os resultados da deficiência de B nos sintomas são comuns nas gramíneas, nomeadamente riscos brancos nas folhas mais recentes e a infertilidade da folha.

Cana-de-açúcar

(*Saccharum officinarum*)

Os sintomas iniciais surgem como pontos aquosos pequenos e estreitos que se desenvolvem paralelamente aos feixes vasculares nas folhas mais recentes, resultando em uma listagem distinta. Os danos alastram-se rapidamente e o tecido da folha pode separar-se posteriormente formando uma fratura, em que o bordo interno é partido. As pontas das folhas ficam necróticas, o crescimento apical é retardado e as folhas recentes são pequenas, estreitas e cloróticas. Desenvolvem-se riscos acastanhados internamente e ligeiramente abaixo do polo de crescimento. As plantas mais recentes ficam agrupadas com vários caules secundários. A nervura da folha fica branca e seca. “Pokkah boeng,” uma doença provocada por *Fusarium moniliforme* e dos danos resultantes do herbicida, pode provocar sintomas semelhantes à deficiência de B.



Trigo (*Triticum* spp.)

Cevada (*Hordeum vulgare*)



Aveia (*Avena sativa*)

Centeio (*Secale cereale*)

A deficiência de B provoca sintomas semelhantes no trigo, cevada, aveia e centeio. Os pequenos pontos cloróticos formam-se entre as nervuras das folhas desenvolvidas mais recentemente. Os pontos aumentam e agrupam-se para formarem as riscas brancas. As riscas não se desenvolvem nas folhas mais antigas. É provável que o desenvolvimento da folha seja retardado e anormal. Ocorre a infertilidade da planta, provavelmente como consequência da dificuldade da germinação do pólen e do crescimento.

Pode ser observado um aumento no perfilhamento e uma redução dos entrenós. Existem indicações que o trigo e cevada com deficiência de B são mais suscetíveis à humidade (*Erysiphe graminis*) do que as plantas saudáveis.

É sabido que as aplicações de B reduzem a incidência de ferrugem (*Claviceps purpurea*) na cevada. É provável que essa infecção seja impulsionada pela infertilidade das flores e pela configuração aberta das gramíneas quando existe uma deficiência de B.

Culturas medicamentosas, fumitórias e mastigatórias

Fenacho

(*Trigonella foenum-graecum*)

No campo, a deficiência de B normalmente é evidenciada como um crescimento atrofiado, seguido de uma fraca extensão dos entrenós e a formação de poucas vagens. Quando a deficiência é mais acentuada, o meristema apical interrompe o crescimento e as folhas superiores têm um formato reduzido e em forma de colher. Os caules ficam duros e quebradiços e as flores não se expandem normalmente.

Cola

(*Cola nitida*)

A deficiência de B causa o recuo do ponto de crescimento, e a perda da dominância apical resulta em ruptura profusa do botão lateral e formação de brotos múltiplos e grossos. As folhas malformadas são frequentemente largas, muito pequenas, grossas e torcidas. Os entrenós são curtos. A deficiência de B causa floração profusa, aumenta o tamanho da flor e resulta em uma preponderância de flores femininas. Normalmente, essas flores femininas não dão frutos e não conseguem sofrer abscisão. O desenvolvimento de frutos é reduzido e há um aumento da incidência de frutos partenocárpicos.

Papoila

(*Papaver somniferum*)

Em plantas jovens, as folhas rolam de volta ao longo da nervura central. O coração da planta é atrofiado ou deformado e logo apodrece, tornando-se de cor violeta escura. As nervuras centrais também mostram a mesma cor. A morte das plantas é acelerada por ataques fúngicos e bacterianos. Em outros casos, as folhas podem parecer normais, mas as cabeças de sementes jovens ficam azuis e as cápsulas são deformadas. Nestas cápsulas, a produção de sementes é fraca. Os caules geralmente mostram inchaços semelhantes a bolhas e depois se dividem.



Tabaco

(*Nicotiana tabaccum*)

Os sintomas característicos de deficiência de B são pequenos entrenós e morte dos meristemas apicais. O primeiro sinal é o desenvolvimento de clorose basal nas folhas mais recentes. Quando a folha inteira não é afetada, estas subsequentemente expandem, mas se tornam distorcidas. As folhas têm normalmente um lado e são torcidas. Igualmente, o caule perto do topo da planta é normalmente torcido.



Após a morte do polo de crescimento apical, é provável que se desenvolvam rebentos secundários, mas estes são igualmente propícios a morrerem. As folhas ficam duras e quebradiças à medida que vão crescendo e, como consequência, as nervuras centrais se partem frequentemente.

Quando a deficiência não se torna aguda até à estação de floração, vários botões de floração são expelidos e são formados muito poucas vagens.

Aplicação no solo (doses sugeridas de aplicação)

	<i>Granubor</i> (15% de B) <i>Topbor F</i> (15% de B)	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	
Cultura	kg/ha	kg/ha	l/ha
Fenacho	7 - 28	4 - 20	102 - 402
Papoila	7 - 15	4 - 10	102 - 196
Tabaco	2 - 7	1 - 4	19 - 94

Aplicação foliar (doses sugeridas de aplicação)

	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	Mínimo volume	Máximo concentração
Cultura	kg/ha	l/ha	% p/v
Papoila	4 - 10	1001 - 2022	0.5
Tabaco	1 - 4	196 - 1001	0.5

Aplicação no solo (doses sugeridas de aplicação)

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

Aplicação foliar (doses sugeridas de aplicação)

	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	Mínimo volume	Máximo concentração
Cultura	kg/ha	l/ha	% p/v
Algodão	2 - 10	495 - 2011	0.5

Culturas fibrosas

Algodão

(*Gossypium spp.*)

Enquanto os sintomas acentuados da deficiência de B podem não ser encontrados frequentemente, é sabido que a deficiência de B sem o aspeto de qualquer folhagem visível e os sintomas das flores podem limitar significativamente a produtividade da semente de algodão.

Além da supressão da flor e da cápsula, foram descritos vários sintomas nas folhas, pecíolos, flores e cápsulas. Contudo, não é expectável que todos os sintomas sejam observados em simultâneo em um campo.

Um dos sintomas mais característicos consiste no desenvolvimento das faixas (geralmente excessivamente peludas) nos pecíolos. O núcleo nessas regiões é excessivamente necrótico. Normalmente, o botão terminal morre a muitas faixas laterais, que possuem entrenós curtos e nós alargados e, em seguida, se desenvolve. As folhas, que geralmente não exibem qualquer deformação, permanecem verdes até à primeira geada. Nos casos de deficiência extremamente acentuada, o desenvolvimento excessivo e anormal das nervuras resulta no enfraquecimento da folha e em formatos irregulares da mesma.



As pétalas são frequentemente desfeitas e deformadas. Ocorre a supressão excessiva de folhas e de cápsulas recentes. A descoloração dos néctares extra florais é comum. Podem desenvolver-se fissuras nos caules, na base das folhas ou cápsulas e pode existir alguma exsudação.

Cânhamo de hibisco

(*Hibiscus cannabinus*)

Na fase inicial, os rebentos são verdes escuros e as folhas recentes podem estar deformadas. A nervura central e as nervuras principais se tornam necróticas o que resulta no enrolamento da folha para trás. Por último, as folhas recentes não se expandem e os rebentos morrem. O colapso do pecíolo, causado por uma necrose interna, pode provocar a morte das folhas normais. O crescimento da raiz é reduzido e esta será curta, de cor preta e terá pontas espessas.

Sisal

(*Agave sisalana*)

Os sinais iniciais de deficiência de B são os pontos amarelos, mais numerosos junto à ponta, nas duas superfícies da folha. Estes são acompanhados pela formação de epiderme na ramificação, como a depressão da margem da folha, que posteriormente se tornam suberizadas. Em experiências em culturas arenosas, verificaram-se sintomas adicionais. A ponta da folha pode estar enrolada e a nervura central da folha pode estar ausente ou reduzida a um pelo branco. Nos casos de deficiência acentuada, os polos de crescimento ficam desorganizados e as folhas são curtas, estreitas, torcidas e por vezes apresentam ruturas. As plantas têm a parte superior com um aspeto achatado. As plantas com deficiência de B podem estar mais propícias à doença de *Fusarium*.

Plantas ornamentais

Palmeira de jardim

(*Chrysalidocarpus lutescens*)

As folhas mais velhas mostraram uma clorose matizada com início nas pontas. Desenvolvem-se riscos cloróticos transversais estreitos de forma inter-venal e riscas se agrupam formando danos necróticos. As folhas mais jovens e o polo de crescimento acabam eventualmente por morrer. Nas palmeiras mais antigas, a deficiência de B causa o atrofia do caule levando-o a afunilar abruptamente. As flores e os frutos são pequenos e normalmente morrem em inflorescências atrofiadas.

Azaleia

(*Rhododendron spp.*)

As manchas castanhas, que se tornam translúcidas, são os sinais iniciais da deficiência de B e são observadas nas folhas mais recentes a expandirem-se. As folhas desenvolvidas posteriormente ficam distorcidas e mostram parcelas necróticas em redor das margens. Os polos de crescimento apical morrem.

Begônia

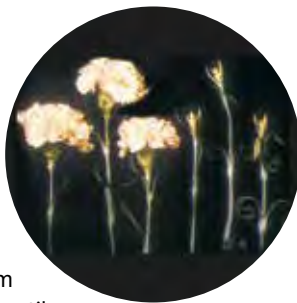
(*Begonia spp.*)

Os botões e folhas terminais exibem uma cor rosa com as pontas das folhas enrugadas. Os botões e folhas terminais ficam posteriormente necróticos. Geralmente, o crescimento fica atrofiado. O botão tem parcelas ou nódulos com manchas semelhantes a cortiça.

Cravos

(*Dianthus caryophyllus*)

Geralmente, uma incidência elevada da separação do cálice é sinal inicial da deficiência de B. As folhas são divididas nos nós e os botões da flor morrem. Quando os botões não morrerem existem algumas pétalas que secam e o estilo será acentuado. Desenvolvem-se parcelas juntamente com as nervuras centrais nas folhas inferiores e, posteriormente, ao longo da folha tornando-se necróticas. As folhas tendem a ficar em forma de colher com pontas partidas. Os rebentos laterais superiores podem ter um aspeto desalinhada. A produção total de flores e a produtividade das flores comercializáveis podem ser aumentadas através da aplicação de B. Quando o abastecimento de B é marginal, o tratamento com calcário pode aumentar significativamente a separação do cálice na ausência de um abastecimento de B no alimento líquido ou fertilizante.



Crisântemo

(*Chrysanthemum spp.*)

Nos casos ligeiros de deficiência de B, as pétalas não são desenroladas corretamente e ficam espessas. Quando a deficiência de B é acentuada, os sintomas também são observados nas folhas que ficam frágeis e estreitamente espaçadas. Pode ocorrer o enrolamento inferior das folhas e as pontas das folhas podem ficar cloróticas. Pode existir uma descoloração da flor. Quando a deficiência é aguda, os botões não abrem corretamente e a morte do polo de crescimento é seguida pela formação de diversos rebentos.



Ciclame

(*Cyclamen spp.*)

O sinal inicial da deficiência de B consiste no desenvolvimento de parcelas amarelas irregulares na lacínia junto ao pecíolo e às nervuras principais. As parcelas ficam necróticas e, em alguns casos, a folha morre.

Bambu da sorte

Desenvolve-se uma necrose marginal acentuada nas folhas, que tendem a ficar endurecidas.

Gardénia

(*Veitchii spp.*)

Desenvolvem-se parcelas cloróticas e necróticas nas folhas recentes. As folhas recentes são extremamente enrugadas e deformadas. Por último, os polos de crescimento morrem nos casos de deficiência de B acentuada.

Gerânio

(*Pelargonium hortorum*)

As folhas ficam extremamente frágeis e enrugadas. Podem desenvolver-se danos de pequena dimensão e eventualmente formam orifícios.

Gérbera

(*Gerbera*)

Os primeiros sintomas ocorrem nas flores, que são distorcidas e carregam menos pétalas. A produção de pólen é restrita e os estigmas são ausentes ou mal desenvolvidos. Os caules de flores são curtos e podem se dividir.

Só espere sintomas foliares depois de ver sintomas em flores e quando a deficiência for mais grave. Podem ocorrer cloroses e manchas vermelhas/violetas, que se desenvolvem perto da margem e das pontas das folhas mais velhas. As folhas mais novas são distorcidas, muitas vezes em formato de concha, enrugadas e muito mais grossas do que as folhas saudáveis.

Gladíolo

(*Gladiolus spp.*)

Os sintomas da deficiência de B incluem margens da folha partidas (especialmente nas primeiras folhas a surgirem), riscos translúcidos entre as nervuras, pontas da folha enroladas e a incapacidade de expansão normal das pétalas inferiores. As pétalas das flores são matizadas e os caules podem ficar ocos, verificando-se a ausência de um núcleo normal.

Gloxínia

(*Sinningia speciosa*)

A folhagem fica rapidamente enegrecida e murcha, seguindo-se a morte do polo de crescimento. O botão tem nódulos com manchas semelhantes a cortiça.

Seringueira

(*Ficus elastica*)

A deficiência de B provoca o atrofiamento e a deformação das pequenas folhas recentes juntamente com uma necrose do polo de crescimento terminal. É provável que as folhas recentes exibam rupturas transversais que exsudam látex.

Espora

(*Delphinium spp.*)

O crescimento terminal é interrompido. As folhas são cloróticas e morrem nas pontas. Os caules são curtos.

Nastúrcio

(*Tropaeolum majus*)

O crescimento do polo de crescimento terminal, que geralmente tem a cor verde-escura, é consideravelmente reduzido. As folhas são pequenas e distorcidas.

Poinsétia

(*Euphorbia pulcherrima*)

Os botões, particularmente junto à ponta, param de crescer. As folhas terminais recentes são espessas e tendem a enrolar. A nervura na parte inferior da folha mais partir-se e as brácteas, que se desenvolvem lentamente, são anormais.

Píretro

(*Chrysanthemum cinerariaefolium*)

A deficiência de B provoca o desenvolvimento de flores desfiguradas e deformadas e uma morte apical. Os caules das flores podem ser reduzidos até um terço do seu comprimento normal. Têm pontas irregulares e podem formar-se apenas em uma parte da circunferência. Em alguns casos, os caules das flores podem estar completamente ausentes.

Rosa

(*Rosa spp.*)

As folhas são distorcidas e alongadas com recortes irregulares. A perda de dominância apical resulta em uma ramificação múltipla dos caules das flores que são distorcidas. As pétalas podem ter margens partidas e exibirem uma pigmentação irregular. Nos casos de deficiência de B acentuada, pode ser esperada a necrose dos polos de crescimento.

Aplicação no solo (doses sugeridas de aplicação)

	<i>Granubor</i> (15% de B) <i>Topbor F</i> (15% de B)	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	
Cultura	kg/ha	kg/ha	l/ha
Cravos	6 - 14	4 - 10	102 - 196
Crisântemo	3 - 14	2 - 10	37 - 196
Gladíolos	3 - 14	2 - 10	37 - 196
Rosas	6 - 14	4 - 10	102 - 196
Flores, no geral	3 - 14	2 - 10	37 - 196

Aplicação foliar (doses sugeridas de aplicação)

	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	Mínimo volume	Máximo concentração
Cultura	kg/ha	l/ha	% p/v
Gladíolos	2	2002	0.1
Rosas	4	2498	0.2
Flores, geral	2	1001	0.2

Plantas para gado

(*Matthiola spp.*)

Os polos de crescimento morrem e as folhas jovens são espessas e distorcidas

Ervilha-de-cheiro

(*Lathyrus odoratus*)

É provável que as folhas fiquem cloróticas. Os polos de crescimento morrem rapidamente quando a deficiência é acentuada.

Túlipa

(*Tulipa spp.*)

As pétalas são descoloradas geralmente com uma parcela branca central ou marginal. A flor e o caule, que estão atrofiados, partem-se facilmente. O botão exibe um tom acastanhado.

Zínia

(*Zinnia spp.*)

A deficiência de B faz com que as folhas jovens fiquem enrugadas e deformadas, ficando espessas e frágeis. Pode ocorrer alguma clorose, que tem início nas margens da folha.

Culturas forrageiras

Leguminosas

Além da exigência normal de B para crescimento e desenvolvimento, estas plantas têm uma exigência especial por B para nodulação e fixação de nitrogênio, ambas as quais são normalmente prejudicadas em plantas com deficiência de B. Como na maioria das plantas, a deficiência de B tem um efeito acentuado no crescimento radicular e isso, por si só, provavelmente reduzirá a nodulação.

Aplicação no solo (doses sugeridas de aplicação)

	<i>Granubor</i> (15% de B) <i>Topbor F</i> (15% de B)	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	
Cultura	kg/ha	kg/ha	l/ha
Alfafa	6 - 26	4 - 20	102 - 402
Trevos: Como carmesim, ladino, vermelho e branco	6 - 10	4 - 6	102 - 140
Trevos: Trevo amarelo, bardana, subterrâneo e suave	6 - 14	4 - 10	102 - 196
Ervas, no geral	3 - 6	2 - 4	37 - 102
Couve	6 - 14	4 - 10	102 - 196
Mostarda	6 - 14	4 - 10	102 - 196
Trifólio	6 - 18	4 - 12	102 - 243
Ervilhaca, peluda e comum	6 - 14	4 - 10	102 - 196

Aplicação foliar (doses sugeridas de aplicação)

	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	Mínimo volume	Máximo concentração
Cultura	kg/ha	l/ha	% p/v
Alfafa	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Trevos: Como carmesim, ladino, vermelho e branco	4 - 6	1001 - 1403	0.5
Trevos: Trevo amarelo, bardana, subterrâneo e suave	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Couve	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Trifólio	4 - 10	1001 - 2002	0.5

Alfafa

(*Medicago sativa*)

A deficiência de B na alfafa, na sua forma mais ligeira, pode facilmente passar despercebida devido à sua redução na floração e no grupo de sementes. Essa deficiência ligeira é raramente detectável em produções de feno a partir de um corte único. Contudo, a floração reduzida pode atrasar o corte, o que resulta em um feno de qualidade inferior. Eventualmente, a quantidade total do feno pode ser reduzida.



Os sintomas principais da deficiência de B consistem na coloração amarelada e avermelhada das folhas superiores. Conforme ocorre o desenvolvimento da deficiência, os entrenós do crescimento superior torna-se progressivamente mais curto e os ramos mais curtos ajudam a fornecer um aspecto rosa à planta. Nesta fase, o polo de crescimento torna-se dormente ou morre.

A deficiência de B está estreitamente associada à pressão da humidade e de seca. A coloração amarelada da alfafa é provocada pela deficiência de B e é frequentemente confundida pelos danos da seca. Geralmente, a floração é reduzida e as flores caem antes da colocação das sementes. Os sintomas da deficiência de B devem ser confrontados com os danos do cicadélídeo, deficiência de potássio e com determinadas doenças, que podem provocar a coloração amarelada das folhas inferiores e superiores. Com a deficiência de B, a coloração amarelada é restrita às folhas superiores e não ocorre de forma aleatória como acontece com os danos do cicadélídeo.

Gramma-bermudas

(*Cynodon dactylon*)

O sintoma mais comum de deficiência de B é a diminuição da produção de forragem, especialmente durante cortes do final da primavera e início do verão, quando as condições climáticas são quentes e secas.

Erva Buffel

(*Cenchrus ciliaris*)

As folhas emergentes recentemente não se desenvolvem. Permanecem brancas, murchas e, em seguida, as pontas morrem. As pontas das folhas antigas também podem morrer. As margens da folha podem apresentar fissuras e riscos brancos, que geralmente desenvolvem-se entre as nervuras. É provável que as plantas fiquem atrofiadas, mas não é prevista qualquer redução no perfilhamento.

Trevos

A produção de sementes de trevo parece particularmente sensível à deficiência de B. Culturas que não apresentam sintomas óbvios ou cujo crescimento é apenas ligeiramente melhorado por aplicações de B podem responder drasticamente a aplicações de B no ano de produção de sementes.

O boro é necessário para a germinação adequada do pólen e o crescimento do tubo polínico. Há também evidências de que o aumento da secreção de néctar (e possivelmente a modificação da flor) provocado pela aplicação de B pode aumentar o número de abelhas trabalhando sobre flores de trevo e, assim, melhorar a produção de sementes.

Trevo híbrido

(*Trifolium hybridum*)

As plantas são atrofiadas. É provável que as folhas de pequenas dimensões exibam uma coloração amarelada intervenal e geralmente têm um aspeto dourado com as nervuras a permanecerem de cor verde-escura. As folhas nas pontas dos rebentos são deformadas. Os caules das flores são curtos e é provável que alguns botões possam surgir. A germinação de pólen e o crescimento do tubo polínico são fracos quando o pólen ou o pistilo possuem deficiência de B.

Trevo de bardana

(*Medicago hispida*)

As plantas são reduzidas em tamanho e as folhas jovens perto dos pontos de crescimento são torcidas, espessadas e enroladas nas margens das folhas.

Trevo carmesim

(*Trifolium incarnatum*)

O trevo carmesim é classificado, juntamente com a alfafa e o trevo amarelo (*T. alexandrinum*), como sendo extremamente sensível à deficiência de B. Os sintomas da deficiência de B são extremamente semelhantes aos relatados nos outros trevos, nomeadamente o atrofiamento e a eventual deformação das folhas e rebentos recentes, com o desenvolvimento de uma coloração avermelhada e amarelada nas folhas.

Trevo violeta

(*Trifolium pratense*)

Se a deficiência de B ocorre em plantas muito jovens, a primeira folha trifoliada é pequena e de forma imperfeita. Folhas jovens são pequenas e distorcidas e, por fim, os pontos de crescimento morrem. As folhas desenvolvem tonalidades vermelhas e roxas (às vezes após uma clorose geral). As cores são geralmente mais pronunciadas na superfície inferior da folha. As margens foliares podem se tornar necróticas. Tons vermelhos podem se desenvolver em folhas unifoliadas mais antigas. Em plantas mais velhas, o crescimento é gradualmente atrofiado com os caules frequentemente inchados e espessados perto dos pontos de crescimento.

Trevo (continuação)

Trevo subterrâneo

(*Trifolium subterraneum*)

Em primeiro lugar, os sintomas surgem nas folhas jovens que ficam cloróticas, atrofiadas e distorcidas. As folhas mais velhas exibem geralmente uma pigmentação roxa e vermelha mais intensa ao longo das margens. O crescimento do caule é reduzido. A colocação e a qualidade das sementes podem estar comprometidas levando a uma fraca regeneração.

Trevo doce

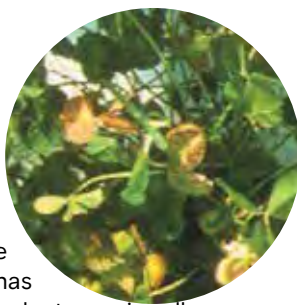
(*Melilotus spp.*)

As folhas ficam vermelhas e, posteriormente, amarelas. O crescimento é lento e atrofiado.

Trevo branco

(*Trifolium repens*)

Se a deficiência de B ocorrer em plantas jovens, o primeiro trifólio será pequeno e com irregularidades. Pode haver o desenvolvimento de manchas vermelhas nas folhas unifoliadas mais velhas. Nas plantas mais velhas, o crescimento torna-se gradualmente atrofiado com os caules geralmente inchados e engrossados junto aos polos de crescimento. As folhas jovens são pequenas e distorcidas e, eventualmente, os polos de crescimento morrem. As folhas desenvolvem manchas vermelhas e roxas (por vezes após uma clorose geral).



Couve

(*Brassica oleracea var. acephala*)

As folhas de couve com deficiência de B ficam enroladas e cloróticas ou matizadas, particularmente em redor das margens da folha. O polo de crescimento morre nos casos de deficiência acentuada e é substituído por rebentos laterais. Podem surgir áreas acastanhadas e ensopadas em água no núcleo do caule que também pode ficar oco.

Leucaena leucocephala

Os polos de crescimento ficam deformados e as folhas jovens ficam espessas e com a cor verde-escura. A ráquis dobra-se para trás. As pínulas são estreitas e de tamanho irregular. É esperado algum desenvolvimento auxiliar. As raízes ficam com uma cor escura, atrofiadas e exibem uma ligeira ramificação.

Lotononis bainesii

As folhas jovens ficam espessas e com uma cor verde-escura, e as folhas de pequenas dimensões deformadas e de tamanho irregular. As folhas de pequenas dimensões enrolam-se para trás. Nas folhas mais velhas pode ocorrer uma ligeira clorose da nervura seguida pela perda de inchaço. É provável que se formem diversos rebentos deformados. As folhas podem exibir uma pigmentação avermelhadas em redor da margem da folha. O crescimento da raiz é atrofiado e as raízes ficam espessas e com uma cor escura.

Mostarda

(*Sinapis alba*)

As plantas de mostarda com deficiência de B ficam atrofiadas e possuem folhas rígidas em que a ponta enrola para baixo. Estas folhas podem exibir uma coloração amarelada marginal que, por vezes, é desenvolvida em toda a superfície da folha. A quantidade de caules de floração é reduzida e pode ocorrer a queda repentina de pétalas. O desenvolvimento de rebentos laterais a partir da nervura das folhas mais antigas acontece regularmente.

Neonatonnia wightii

Nas fases iniciais, as folhas e os rebentos ficam com a cor verde-escura. As folhas ficam espessas e estreitas e podem ficar deformadas, com as duas folhas de pequenas dimensões laterais a terem um tamanho e format irregulares. Quando a deficiência é acentuada, a extremidade do rebento torna-se necrótica e é iniciado o crescimento secundário. Nas plantas mais antigas, manifesta-se uma ligeira deficiência através de umas manchas amarela e cor de laranja nas folhas superiores.

O crescimento da raiz é reduzido, existem pequenas ramificações e as extremidades da raiz ficam acastanhadas e com grãos.

Panicum

(*Panicum maximum*)

Os polos de crescimento morrem causando o atrofiamento e um perfilhamento excessivo. As folhas são curtas e de cor verde-escura. Desenvolvem-se riscos brancos junto à margem da folha paralela às nervuras.

Paspalum

(*Paspalum dilatatum*)

São desenvolvidos riscos brancos nas folhas mais recentes nas plantas com deficiência de B, as margens da folha tendem a se enrolar para dentro e as lâminas da folha ficam atrofiadas. Por último, os polos de crescimento morrem e é verificado um aumento no perfilhamento.

Erva perene africana

(*Setaria sphacelata*)

Os entrenós e as coberturas das folhas curtas nas plantas com deficiência de B resulta em um agrupamento de folhas na parte superior de cada cultivo. Em alguns cultivos, os polos de crescimento das plantas podem morrer. Quando se desenvolvem espigas geralmente não emergem completamente.

Phaseolus atropurpureus

Os sintomas surgem em primeiro lugar nas folhas mais recentes que ficam de cor verde-escura, espessas, túrgidas e frágeis. É provável que os novos crescimentos secundários sejam afetados. As raízes ficam acastanhadas e as pontas inchadas.

Erva Rhodes

(*Chloris gayana*)

Estrias brancas se desenvolvem entre as veias, particularmente perto das margens das folhas nas folhas mais jovens de plantas deficientes em B. As folhas tendem a enrolar para dentro. À medida que a deficiência se torna mais grave, áreas brancas maiores e mais numerosas se desenvolvem e as novas folhas murcham e morrem logo após o surgimento. Há um aumento do perfilhamento e a morte de alguns dos pontos de crescimento pode ser esperada.

Alfafa selvagem

(*Stylosanthes humilis*)

As plantas com deficiência de B podem tombar, também possuem caules espessos de cor verde-escuro e entrenós curtos. As folhas jovens podem ter uma clorose intervenal irregular e exibe manchas vermelhas e amarelas.

As folhas emergentes e as folhas recentemente expandidas são muitas vezes de cor quase normal, mas serão distorcidas, com folíolos de tamanho desigual.

Trifólio

(*Lotus corniculatus*)

Os sintomas são extremamente semelhantes aos descritos para a *T. repens* (trevo branco) e *T. pretense* (trevo vermelho).

Frutíferas e noqueiras

Acerola

(*Malpighia puniceifolia*)

O crescimento fica atrofiado. As folhas exibem uma clorose apical que se transforma em necrótica. É provável que a produção de frutos seja fortemente limitada.

Amêndoa

(*Prunus amygdalus*)

As ramificações recentes morrem a partir da extremidade e o desenvolvimento dos rebentos junto à base do ramo fornece um efeito desordenado. O fraco desenvolvimento e queda prematura podem ser esperados. As nozes ficam amareladas e, posteriormente, podem escurecer. Áreas acastanhadas pegajosas nas nozes podem surgir na superfície das mesmas.

Sarandi

(*Emblica officinalis*)

Uma necrose do fruto tem sido associada à deficiência de B. O tecido do mesocarpo fica castanho e, eventualmente, o tecido afetado estende-se ao longo da superfície do fruto, resultando em áreas escurecidas.

Maçã

(*Malus sylvestris*)

A deficiência de B causa rachaduras e sintomas de cortiça externos no fruto. Isso pode ocorrer embora a folhagem não mostre sintomas, como rosetas de folhas frágeis grossas e dieback dos pontos de crescimento. Ocorre a queda de frutos de forma prematura e a qualidade do fruto pode ser gravemente impactada pela formação de cortiça. Quando a cortiça interna se desenvolve muito cedo, fruto afetado fica deformado gravemente.



Em casos graves, as áreas mortas aparecem nas cascas de ramos novos (doenças da maçã). A casca pode ser rígida e com rachaduras. A deficiência de B pode afetar a translocação de cálcio na árvore e, desta forma, o B pode estar associado a “mancha amarga.”

Damasco

(*Prunus armeniaca*)

O fruto exibe fissuras acentuadas, manchas internas semelhantes a cortiça, particularmente em redor do caroço e uma tendência para o amadurecimento prematuro no centro. Também pode surgir áreas secas acastanhadas na superfície do fruto. As folhas são estreitas, frágeis e geralmente ficam enroladas nas margens. Ocorre a morte dos ramos.

Abacate

(*Persea americana*)

A falta de B pode causar uma morte gradual dos pontos de crescimento apical e axilar, as folhas são distorcidas, um pouco enrugadas, muitas vezes lanceoladas e têm manchas necróticas, frutos malformados, manchas necróticas na fruta e na semente, tecido de caule esponjoso, desenvolvimento de frutos fraco de alongamento inadequado do tubo polínico, a nervura central e as veias principais na superfície inferior das folhas frequentemente se dividem e se tornam suberizadas. Os galhos jovens podem inchar e mostrar bolsos internos de cortiça.

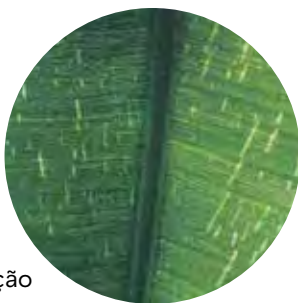


Pesquisas mostraram que as alterações de B no abacate afetado pela deficiência de B podem aumentar a produtividade, aumentar a qualidade dos frutos produzidos e fortalecer o desenvolvimento de raízes.

Banana

(*Musa spp.*)

A expansão e desenvolvimento completos das folhas mais recentes provavelmente são os sintomas mais comuns da deficiência de B. Em casos extremamente graves ocorre a clorose intranerval e a deformação da folha. As folhas podem ficar estreitas, enroladas e desenvolvem-se de forma incompleta. É provável que o desenvolvimento do broto seja fraco.



A deficiência de B primeiro resulta no desenvolvimento de pequenas estrias cloróticas alinhadas perpendicularmente e cruzando as veias primárias da lâmina foliar. À medida que a deficiência se torna mais grave, as estrias cloróticas se tornam mais longas e mais concentradas, por fim se estendendo ao longo da folha e, em alguns casos, aparecendo como pequenas saliências na superfície inferior.

A estria foliar foi registrada em casos de deficiência de B. No entanto, tais estrias geralmente coalescem, formando manchas e, finalmente, tornam-se grandes manchas necróticas. A deficiência de B distingue-se da deficiência de enxofre pela ausência de manchas necróticas e pelo aparecimento de folhas malformadas.

O escurecimento no centro da polpa do fruto foi observado em experimentos conduzidos em colo arenoso. No campo, a presença de depósitos gomosos de cor âmbar (principalmente no final da flor) também foi associada à deficiência de B.

Amora

(*Rubus spp.*)

Os botões terminais param de crescer. Desenvolvem-se diversos ramos curtos abaixo das pontas.

Mirtilo

(*Vaccinium spp.*)

Foram descritos sintomas semelhantes à deficiência de B para *V. corymbosum* (mirtilo de arbusto de grandes dimensões) e *V. angustifolium* (mirtilo de arbusto de pequenas dimensões). O sinal inicial consiste no desenvolvimento de pequenos danos necróticos associados às nervuras das folhas recentes não desenvolvidas. Os danos alastram provocando o enrolamento da folha para trás. Segue-se a morte terminal e o crescimento de novos rebentos. É provável que as folhas caiam e as restantes folhas inferiores ficam com um tom azul-esverdeado escuro. Os entrenós são curtos.

Caju

(*Anacardium occidentale*)

O sinal inicial de deficiência de B consiste no inchaço da secção terminal do caule, seguindo-se uma necrose do caule na mesma região. Os pontos necróticos podem ocorrer de forma aleatória sobre a superfície da folha. As folhas mais recentes tendem a se deformar, ficando estreitas e enroladas. Quando a deficiência é severa, o polo de crescimento morre e desenvolvem-se rebentos axilares.



Cherimólia

(*Anona cherimolia*)

As folhas são rígidas e espessas e tendem a dobrar-se para trás. Inicialmente, as folhas são de cor verde-escura, mas posteriormente exibem uma clorose irregular. O crescimento longitudinal é interrompido e os polos de crescimento morrem. Os rebentos laterais também morrem.

Cereja

(*Prunus cerasus*)

Os frutos das cerejeiras com deficiência de B têm uma casca clorótica pálida que pode partir-se. Desenvolvem-se manchas cinzentas no fruto. As folhas são pequenas, côncavas e normalmente de cor amarela com nervuras vermelhas. As margens da folha são enrugadas. Os ramos morrem, que é particularmente evidente na primavera, seguindo-se um fraco desenvolvimento dos rebentos despoletando uma condição de ramos excessivos conhecida como “desordenados.”

Citros

(*Citrus spp.*)

Os sintomas foliares da deficiência de B nos citros não são muito característicos e as suspeitas da deficiência com base nos sintomas na folha devem ser confirmadas através dos sintomas no fruto. Os sinais iniciais surgem nas folhas jovens à medida que as manchas



ensopadas de água se tornam translúcidas. As nervuras tendem a ser espessas, quebradiças e com manchas semelhantes a cortiça. As folhas recentes contraem a doença, ficam enroladas e com uma cor verde-acastanhada escura sem qualquer brilho. A morte das pontas das folhas é habitual. Pode surgir um exsudato pegajoso nos galhos e nos pedículos do fruto.

Aplicação no solo (doses sugeridas de aplicação)

	Granubor (15% de B) Topbor F (15% de B)	Solubor (20,5% de B)	
Cultura	kg/ha	kg/ha	l/ha
Amêndoa	18 - 36	14 - 30	300 - 598
Banana	13 - 24	10 - 20	196 - 402
Amora	6 - 13	4 - 10	103 - 196
Mirtilo	3 - 13	2 - 10	37 - 196
Caju	6 - 13	4 - 10	103 - 196
Groselha	6 - 13	4 - 10	103 - 196
Figo	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
Framboesa	6 - 25	4 - 20	103 - 402
Morango	3 - 6	2 - 4	37 - 103
	grammas/árvore	grammas/árvore	ml/árvore
Maçã	3.5 - 12.4	70 - 250	1478 - 5027
Damasco	3.5 - 7.1	70 - 138	1478 - 2957
Abacate	2.5 - 7.1	51 - 150	1005 - 2957
Cereja	3.5 - 8.8	70 - 178	1478 - 3548
Citros	1.4 - 3.5	31 - 70	502 - 1478
Papaia	0.1 - 0.4	3 - 8.5	118 - 236
Pêssego	2.5 - 3.5	51 - 70	1005 - 1478
Pêra	3.5 - 12.4	70 - 250	1478 - 5026
Ameixa	3.5 - 7.1	70 - 138	1478 - 2957
Noz (>10 anos)	até 74	até 26.5	

Aplicação foliar (doses sugeridas de aplicação)

	Solubor (20,5% de B)	
Cultura	% p/v	l/ha
Maçã	0.20	1001 - 2002
Banana	1.0	505 - 1001
Cereja	0.25	1001 - 2002
Citros	0.25	1001 - 2002
Uva	0.25	2002 - 4004
Papaia	0.3	1001 - 2002
Pêssego	0.25	1001 - 2002
Peras	0.25	1001 - 2002
Abacaxi	0.25	2002 - 4004
Ameixa	0.25	1001 - 2002

Os frutos, que são pequenos, murcham e caem da árvore. Exibem uma formação de película pegajosa interna, geralmente no albedo mas também no núcleo. Geralmente, as manchas pegajosas não podem ser visualizadas a menos que fruto seja cortado. Esta funcionalidade ajuda a distinguir a deficiência de impetratura. A crosta fica espessa e o fruto possui pouco sumo.

Ocorre a queda excessiva de frutos recentes, resultando em uma produção extremamente fraca. Este pode ser o sinal inicial de um problema relacionado com B. É provável que as sementes fiquem subdesenvolvidas e o revestimento da semente fique escurecido e enrugado.

Groselha, vermelha

(*Ribes sativum*)

O sintoma principal consiste no encolhimento e escurecimento dos pecíolos e da lâmina das folhas mais recentes. As folhas em redor possuem tiras acastanhadas nas extremidades.

Tamareira

(*Phoenix dactylifera*)

Os polos de crescimento ficam desequilibrados e acabam por morrer, com as folhas mais recentes a ficarem necróticas.

Figos

(*Ficus carica*)

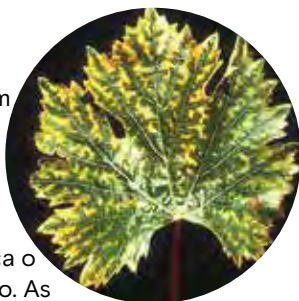
O botão terminal cessa o desenvolvimento, seguindo-se a existência de diversos ramos axilares imediatamente atrás da extremidade. As folhas ficam cloróticas, necróticas junto às margens e distorcidas. Os entrenós são curtos.

Uva

(*Vitis vinifera*)

Habitualmente, a deficiência de B reduz a definição do fruto com pequenos grupos de bagas sem semente e grupos de bagas de várias dimensões—"grupo de pequenas plantas suculentas."

Em casos severos, não se verifica o desenvolvimento normal do fruto. As folhas recentes exibem uma clorose intravenal e quando a deficiência é severa podem ficar deformadas. Os entrenós são curtos e, por último, os polos de crescimento morrem.



Papaia

(*Carica papaya*)

Um dos primeiros sinais de deficiência de B é uma leve clorose em folhas maduras, que são frágeis e susceptíveis de se enrolar para baixo. Um exsudato de "látex" branco pode fluir de rachaduras



na parte superior do tronco, de hastes e da parte inferior das veias principais e pecíolos. A morte do ponto de crescimento é seguida por uma regeneração dos brotos laterais que, em última análise, morrem.

Em plantas frutíferas, a indicação mais antiga é o derramamento de flores. Quando a fruta se desenvolve, é provável que secretem um látex branco. Mais tarde, o fruto fica deformado e irregular. A deformação é muito provavelmente o resultado de fertilização incompleta, pois a maioria das sementes na cavidade das sementes são abortivas, mal desenvolvidas ou ausentes. Se os sintomas começam quando os frutos são muito pequenos, então a maioria não cresce até o tamanho completo.

Pêssego

(*Prunus persica*)

Os sintomas típicos da deficiência de B são folhas pequenas, grossas, deformadas e quebradiças transportadas em ramos com entrenós curtos. Um dieback aquoso é seguido por ramificação excessiva.

Veias e nervuras centrais são pronunciadas e muitas vezes são de cortiça e de cor vermelha. A casca pode rachar e ter lenticelas acentuadas. Ocorre redução do desenvolvimento de frutos. Os frutos são muitas vezes pequenos e anormais, com manchas necróticas internas e, às vezes, sem sementes. A fruta pode rachar.

Os pêssegos são particularmente sensíveis ao excesso de B. O broto floral e o derramamento de flores podem ser causados pela toxicidade do B.

Pêra

(*Pyrus communis*)

O fruto fica deformado com a cortiça se desenvolvendo sob grandes depressões. As folhas superiores são pequenas e distorcidas. Os ramos de pequenas dimensões morrem à medida que a deficiência fica mais severa.

Noz-pecã

(*Carya illinoensis*)

Desenvolvem-se pequenas áreas ensopadas em água nas folhas outrora normais. Estas áreas ficam roxas e, em seguida, ficam com uma cor castanha avermelhada. À medida que a deficiência fica mais severa, surgem mais manchas mas não se agrupam. As folhas inferiores na ráquis desenvolvem-se naturalmente, mas as que estão distantes do centro ficam pequenas. Os entrenós são curtos e os polos de crescimento morrem.

Abacaxi

(*Ananas comosus*)

A deficiência de B pode causar um desenvolvimento anormal do fruto. Foram relatados alguns sintomas nas folhas.

Os pequenos frutos partem-se e separam-se e as fissuras ficam cobertas com goma. Em casos extremamente severos, o polo de crescimento pode morrer se seguindo um desenvolvimento abundante dos rebentos laterais e secundários. O crescimento da raiz é reduzido. As raízes principais podem ficar acastanhadas e são produzidas algumas raízes fibrosas. A deficiência é mais acentuada na safra do que na cultura da planta.

Pesquisas mostraram que as alterações de B no abacaxi afetado pela deficiência de B podem aumentar o teor de açúcar, aumentar a qualidade dos frutos produzidos e fortalecer o desenvolvimento de raízes e enxertos. O boro também foi considerado benéfico ao adicionar etefon para induzir a floração.

Ameixa

(*Prunus domestica*)

Pode-se esperar a morte das pontas e a queda de folhas, particularmente nos ramos superiores, mas os sintomas principais da deficiência de B são formados no fruto. Surgem áreas acastanhadas submersas no tecido mole e, por vezes, também são formadas parcelas pegajosas. Ocorre uma ramificação múltipla que é proeminente na parte superior das árvores. A floração é raramente afetada pela deficiência de B, mas tem diversas flores que não se desenvolvem existindo uma redução assinalável na frutificação.

Framboesa

(*Rubus idaeus*)

A incapacidade das canas de fruto em desenvolverem-se na primavera é um dos sinais iniciais da deficiência de B. A morte dos botões nas canas e a incapacidade de produzir botões laterais normais dando a percepção que o arbusto está a morrer. A produção de bagas em determinadas plantas pode ser considerada reduzido.

É provável que os botões desenvolvidos exibam folhas distorcidas com necrose em algumas extremidades e pecíolos invulgarmente grandes. Ocorre a necrose do núcleo. Nos botões afetados de forma menos severa, as folhas são pequenas, finas e fortemente recortadas, dando uma aparência volumosa. Ocorre também o enrugamento da folha. A ausência de desenvolvimento das canas antigas resulta geralmente em uma abundância de novas canas a partir da base das plantas que geralmente transportam folhas normais.

Morango

(*Fragaria spp.*)

O sintoma inicial surge nas folhas recentes como uma necrose típica. É provável que estas folhas fiquem deformadas (geralmente “cortadas”), côncavas e com uma dimensão reduzida. Podem formar-se diversos botões laterais de pequenas dimensões na copa, mas o seu desenvolvimento é restrito. As plantas do coletor de canal se tornam progressivamente mais atrofiadas com pequenas folhas cloróticas distorcidas. A deficiência de B também provoca a distorção do fruto, provavelmente devido à fertilização incompleta. Os frutos podem se partir antes do amadurecimento podendo desenvolver-se parcelas com manchas semelhantes a cortiça. O tecido mole tem uma textura endurecida. Nas fases finais, as flores não realizam a frutificação.

Noz

(*Juglans regia*)

Se desenvolvem grandes parcelas necróticas irregulares entre as nervuras, particularmente nos folhetos terminais. Quando a deficiência é acentuada, as folhas são torcidas e as nervuras bastante proeminentes. A morte das pontas dos rebentos resulta em ramos bastante evidentes sem folhas. As nozes não são definidas adequadamente e pode ser esperada uma redução marcada na produção. As nogueiras não necessitam normalmente de B até alcançarem a idade fértil (12 anos).

Culturas oleaginosas

Canola

(*Brassica napus var. oleifera*)

A canola (óleo de colza), como todos os seus parentes da família *Brassica*, tem uma exigência de B muito alta e é severamente afetada pela deficiência de B. A produção de sementes de canola é criticamente dependente de B, tanto que os rendimentos de grãos foram dobrados quando 2 libras de B por acre foram aplicadas a campos de canola que não mostraram anormalidades visuais.

A canola precisa de mais B em todos os estágios de crescimento, vegetativo e floração, do que a maioria das outras culturas. Embora a deficiência de B possa afetar marcadamente o crescimento vegetativo, é mais comum descobrir que os rendimentos são reduzidos mesmo quando as plantas não apresentam sintomas óbvios. Isso provavelmente se deve ao fato de que o B é necessário para a polinização e porque uma leve deficiência pode resultar em uma produção fraca de sementes, mesmo que as vagens possam ser formadas. As áreas necróticas marrons que se formam na medula do caule podem ser um dos primeiros sinais de deficiência de B.

Quando a deficiência é grave, as folhas novas serão muito deformadas, podem ter pecíolos rachados e ser dobradas para trás. O alongamento do caule será restrito, as plantas serão atrofiadas e, finalmente, o ponto de crescimento pode morrer. A ramificação pode ser excessiva.

Coco

(*Cocos nucifera*)

As malformações da folha provocadas pela deficiência de B foram primeiramente observadas na década de 60. São demonstradas pelas folhas mais jovens e são mais ou menos idênticas às encontradas no dendê.



Os sintomas, por ordem crescente de severidade, são:

1. Fusão da pinnae terminal na fronde
2. “Gancho” ou “folha tipo baioneta” em que a pinnae está dobrada em um gancho único ou duplo
3. Desenvolvimento dos frondes com pinnae muito curto em um ou ambos os lados da ráquis
4. Nos casos mais severos, o fronde desenvolve sem qualquer pinnae

Os primeiros dois sintomas são aqueles mais frequentemente vistos. Normalmente, o polo de crescimento apical morre.

O primeiro sinal de deficiência de B em coqueiro com um ano é o desenvolvimento de pequenos pontos cloróticos nas folhas jovens, estes pontos sendo simetricamente orientados em relação às nervuras principais na folha. Estes sintomas de deficiência de B em palmeiras muito jovens possuem uma semelhança muito grande com plantas de dendê jovens.

Mostarda-castanha

(*Brassica juncea*)

As folhas recentes se tornam deformadas e enroladas. São normalmente duras, grossas e endurecidas. Os polos de crescimento morrem e os rebentos auxiliares desenvolvem, onde os próprios se tornam moribundos e morrem. Em casos severos, os botões de flores irão expelir prematuramente e as flores que formarem serão provavelmente deformadas. Em casos menos severos, a definição da semente será restrita.

Linhaça, linho

(*Linum usitatissimum*)

As folhas recentes são cloróticas e, em casos de deficiência severa, os polos de crescimento morrem por último e os rebentos irão desenvolver de muitos nós. O crescimento é geralmente reduzido e os caules podem ficar grossos, torcidos e possivelmente fasciados. As pontas dos rebentos ficam amarelas, doentes e morrem. Em plantas antigas, a parte superior poderá ficar afetada enquanto a parte inferior permanece saudável. A produtividade da semente e da palha é reduzida e a fibra

poderá ser de fraca qualidade. O linho com deficiência de B aparenta ser mais suscetível ao *Fusarium* do que o linho saudável. As raízes serão escuras e pequenas quando a deficiência é severa.

Dendezeiro

(*Elaeis guineensis*)

Os vários sintomas de várias deformações de folhas estão associados com a deficiência de B. A “folha gancho,” que consiste em um único gancho ou duplo na pinnae perto da ponta, onde as corrugações transversais na pinnae são normalmente os primeiros sintomas a aparecer.



A fasciação e a incapacidade da pinnae expandir está associada com uma deficiência mais severa. O tecido da folha é muito frágil e os folhetos partem-se facilmente, resultando na condição conhecida como quebra dos folhetos. O desenvolvimento incompleto da pinnae, que desenvolve como um tufo de cerdas na extremidade terminal do fronde – “folha cega” é também um sintoma de deficiência de B. O desenvolvimento de pinnae extremamente pequeno e fino – “folha espinha de peixe” – é um sinal de uma deficiência muito severa. A rutura do polo de crescimento que resulta em um apodrecimento seco do núcleo pode ser esperada como um sintoma característico final.

Em sementeiras jovens, a lacinia verde-escura estará cheia de pontos brancos e riscos, que são mais pronunciados em folhas mais antigas. Existe uma tendência para as sementeiras mostrarem tendências juvenis com toda a folha bifurcada a permanecer intacta.

Azeitona

(*Olea europaea*)

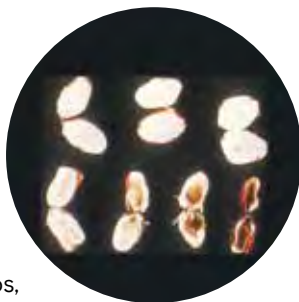
A deficiência de B induz uma queda característica de folhas e a morte dos ramos nas partes superiores da árvore. Os rebentos secundários desenvolvem na base do dieback e o número de rebentos secundários na parte inferior do tronco aumenta. As folhas mostram um castanho apical distinto que pode aumentar até dois terços da folha enquanto o resto da folha permanece na cor verde normal. Subsequentemente, as folhas podem ficar completamente amarelas e, se transformarem em um castanho endurecido no ápice. Em casos de deficiência suave, algumas frutas podem ser amadurecidas normalmente, mas a maioria irá cair prematuramente e ficará deformada e suberosa. À medida que a deficiência torna-se mais severa, a árvore ficará cada vez menos produtiva e poderá, por último, morrer.



Amendoim

(*Arachis hypogaea*)

Os sintomas da deficiência de B são particularmente evidentes nas nozes e não são encontradas frequentemente na folhagem sob condições do campo. Enquanto os efeitos na produtividade possam ser ligeiros, a deficiência pode reduzir significativamente a qualidade da cultura e a produtividade dos amendoins comercializados. O sintoma principal é o escurecimento da área descolorada no centro do cotilédono. A depressão poderá variar desde de ser pouco profundo e ligeiramente colorido a ser profundo e castanho-escuro, de acordo com a severidade da condição. Podem também se desenvolverem fissuras nas sementes.



O primeiro sinal da deficiência de B nas folhas tipicamente verde escuras será o desenvolvimento de áreas absorvidas com água, o que dá às folhas uma aparência matizada.

A ramificação prolífica secundária ocorre em pequenos caules de madeira após a morte dos polos de crescimento terminais. Quando a deficiência é menos severa, as flores não são seguidas por qualquer desenvolvimento da fruta, possivelmente como resultado dos tubos polínicos que não crescem adequadamente. Quando a deficiência é extremamente severa, não desenvolvem flores.

Soja

(*Glycine max*)

As deficiências de boro aparecem nos pontos de crescimento, uma vez que o B não se move do tecido mais velho para o tecido mais jovem dentro da planta. Os principais sintomas de deficiência de B na soja são folhas superiores amareladas e manchas necróticas na cor marron, sendo que as margens das folhas ficam dobradas e com entrenós mais curtos. O desenvolvimento radicular também fica prejudicado.



Aplicação no solo (doses sugeridas de aplicação)

	<i>Granubor</i> (15% de B) <i>Topbor F</i> (15% de B)	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	
Cultura	kg/ha	kg/ha	l/ha
Mostarda-castanha	3 - 6	2 - 4	103 - 346
Linhaça	3 - 10	2 - 6	140 - 346
Óleo de semente de colza	6 - 16	4 - 12	103 - 243
Amendoim	2 - 3	1 - 2	19 - 346
Soja	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Girassol	6 - 20	4 - 14	103 - 300
Tungue	6 - 14	4 - 10	103 - 196
	grammas/árvore	grammas/árvore	ml/árvore
Côco	31 - 80	23 - 70	118 - 473
Dendezeiro	60 - 240	40 - 158	295 - 798
Azeitona	100 - 371	70 - 270	473 - 1626

Aplicação foliar (doses sugeridas de aplicação)

	<i>Solubor</i> (20,5% de B)	Volume mínimo	Concentração máxima
Cultura	kg/ha	l/ha	% p/v
Colza	4 - 11	32 - 77	1.6
Azeitona		0.2 - 0.5	
Amendoim	1 - 2	(aplicado em pó)	
Girassol	4 - 15	2002 - 6006	0.25

Como muitas plantas, o primeiro sinal da deficiência de B ocorre nas raízes. As pontas das raízes morrem e novas raízes se iniciam ao fornecer uma aparência de roseta. Da mesma forma, a morte dos pontos de crescimento dos galhos é seguida pelo desenvolvimento prolífico de galhos laterais com pecíolos frágeis.

Girassol

(*Helianthus annuus*)

Os sintomas da deficiência do B aparecem primeiramente nas folhas mais novas que se tornam progressivamente menores e malformadas. O caule é curto devido à falta de extensão das células no entrenó. A distorção das cabeças das flores é comum e a produção de sementes na cabeça é muito desigual; seções da cabeça podem não mostrar nenhuma produção de sementes. Este sintoma está associado à exigência de B do tubo polínico. Quando a deficiência é muito grave, o ponto de crescimento morre e nenhuma flor se forma.



Tungue

(*Aleurites spp.*)

Os sintomas de deficiência de B surgem pela primeira vez nos pecíolos das folhas novas em desenvolvimento como anéis verde-escuro, que mais tarde se tornam em cumeeiras. As folhas jovens são verdes claras e brilhantes, em que o tecido intervenal expande mais rapidamente do que as nervuras dando às folhas uma aparência “inchada.” As nervuras das folhas podem partir-se e tornarem-se suberizadas, os entrenós são curtos e o crescimento terminal e lateral para.

Tubérculos

Cenoura

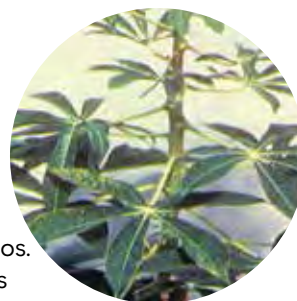
(*Daucus carota var. sativa*)

No campo, a deficiência de B provoca normalmente uma descoloração superficial do tamanho de uma cabeça de alfinete, mesmo sob a casca das cenouras. As áreas de formato irregular acinzentado são normalmente apenas vistas após descascar a vapor as cenouras, sendo normalmente removidas também por descascar doméstico normal. A deficiência severa de B provoca mais sintomas a desenvolver. As raízes primárias partem-se frequentemente e são normalmente frágeis. Em último caso, as folhas podem ser afetadas ficando com uma cor vermelha ou amarela e, em seguida, mesmo após o polo de crescimento morrer, formam folhas mesmo pequenas.

Mandioca

(*Manihot utilissima*)

As plantas são normalmente curtas devido aos entrenós reduzidos. As folhas jovens são normalmente verdes escuras, pequenas e deformadas, crescendo em pequenos pecíolos. As folhas inferiores mais antigas podem estar manchadas a cinzento, castanho ou roxas, perto das pontas e nas margens. A resina pode exsudar de danos nos pecíolos. O crescimento da raiz será suprimido. Por último, o polo de crescimento morre.



Rabanete japonês

(*Raphanus sativus var.*

longipinnatus)

A raiz desenvolve uma descoloração negra/castanha que vai desde das folhas até ao núcleo da raiz.



Beterraba forrageira

(*Beta vulgaris var. vulgaris*)

Os sintomas de deficiência de B na raiz na folha da beterraba forrageira são muito semelhantes às descritas para a beterraba sacarina, apesar que a fissuração da epiderme nas nervuras é possivelmente mais comum na beterraba forrageira do que na beterraba sacarina.

Para além do característico apodrecimento, morte e escurecimento das folhas mais recentes, podem ser encontradas crostas e galhos nos pecíolos da beterraba forrageira com deficiência de B.

Cherovia

(*Pastinaca sativa*)

As folhas mais jovens são pequenas e morrem enquanto as mais antigas mostram um amarelado marginal, seguido por um castanho ressequido. Os pecíolos, que são duros e grossos, podem quebrar e dobrar-se.

Batata

(*Solanum tuberosum*)

Os sintomas da deficiência de B raramente são perceptíveis no broto, embora já tenha sido relatado o crescimento reduzido com entrenós curtos e folhas enroladas.



Aplicação no solo (doses sugeridas de aplicação)

	<i>Granubor (15% de B) Topbor F (15% de B)</i>	<i>Solubor (20,5% de B)</i>	
Cultura	kg/ha	kg/ha	l/ha
Cenoura	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Mandioca	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Beterraba forrageira	6 - 20	4 - 14	103 - 300
Rabanete japonês	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Beterraba	6 - 20	4 - 4	103 - 300
Cherivia	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Batata	3 - 6	2 - 4	37 - 03
Beterraba vermelha	6 - 20	4 - 14	103 - 300
Couve-nabo	6 - 20	4 - 14	103 - 300
Beterraba-sacarina	6 - 20	4 - 14	103 - 300
Colza	6 - 20	4 - 14	103 - 300
Batata-doce	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Nabo	6 - 20	4 - 14	103 - 300

Aplicação foliar (doses sugeridas de aplicação)

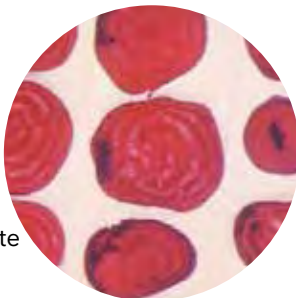
	<i>Solubor (20,5% de B)</i>	Volume mínimo	Concentração máxima
Cultura	l/ha	l/ha	% p/v
Cenoura	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Mandioca	2 - 4	84 - 2002	0.25
Beterraba para gado	4 - 14	102 - 598	0.25 - 5.0
Rabanete japonês	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Acelga	4 - 14	102 - 598	0.25-5.0
Cherivia	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Batata	2 - 4	402 - 1001	0.5
Beterraba	4 - 14	321 - 1001	0.5
Couve-nabo	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Beterraba-sacarina	4 - 14	102 - 598	0.25 - 5.0
Colza	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Batata-doce	3- 6	402 - 1001	0.5
Nabo	4- 10	1001 - 2002	0.5

Os sintomas são vistos mais facilmente nos tubérculos na forma de manchas marrons necrosadas. A condição conhecida como “mancha de ferrugem interna” é responsiva à aplicação de B, mas é necessário provar se ocorre devido à deficiência de B ou se é somente a uma associação indireta ao B. A qualidade de cozimento do tubérculo pode ser prejudicada.

Beterraba ou beterraba cultivada em jardim

(*Beta vulgaris*)

A deficiência de B origina o desenvolvimento de manchas negras internas. As áreas necróticas surgem aleatoriamente na raiz ou à superfície onde organismos da doença podem entrar originando o desenvolvimento de antracnose. As áreas necróticas tornam a beterraba inadequada para a fabricação de conservas. O polo de crescimento pode morrer e se desenvolver em várias copas.



Couve-nabo (*Brassica napobrassica*),

Colza (*Brassica rutabaga*)

Nabo (*Brassica rapa*)

Desenvolvem-se áreas castanhas ensopadas em água na raiz, normalmente nas regiões exteriores do xilema. Estas dão origem a vários nomes associados à deficiência, tais como “núcleo castanho,” “núcleo de água” e “Raan.” Em casos graves, o tecido central pode quebrar e a raiz fica oca. O valor alimentar é reduzido e é provável que as raízes fiquem rígidas, fibrosas e amargas. A qualidade de conservação é fraca e as raízes afetadas perdem peso devido a uma perda de humidade em armazenamento. Normalmente, não são observados sintomas nas folhas. As raízes têm um tamanho normal e o problema apenas é aparente após a colheita.



Beterraba sacarina e beterraba forrageira

(*Beta vulgaris*)

A deficiência de B origina caracteristicamente a morte do polo de crescimento e o desenvolvimento de um apodrecimento negro do núcleo. Antes da deficiência chegar a este ponto, as folhas, que poderão ter pecíolos quebrados, ficarão progressivamente mais pequenas e desformadas. Após a morte do polo de crescimento, desenvolvem-se pequenos grupos de folhas nas axilas mais antigas das folhas e é muito provável que a copa se torne oca e apodreça.



Batata-doce

(*Ipomoea batatas*)

Áreas necróticas marrons são encontradas na carne da raiz, particularmente perto do cambio em torno da periferia da raiz. A polpa e as raízes são deformadas e a pele é áspera e semelhante a couro na textura. Raízes severamente afetadas mostram cancros superficiais e rachaduras cobertas com um exsudato endurecido e enegrecido. Os sintomas de deficiência de B geralmente aparecem na última parte da estação. O crescimento terminal das plantas é restrito e os entrenós são encurtados. À medida que a deficiência se torna mais grave, os pecíolos são enrolados e torcidos, e os pontos de crescimento podem morrer. Também ocorre abscisão prematura das folhas.

Silvicultura

Bétula

(*Betula sp.*)

O desenvolvimento das lacínias é limitado, resultando em um crescimento irregular e conferindo uma superfície bolhosa às folhas. As folhas têm geralmente uma cor verde-escura, mas podem surgir algumas manchas cloróticas e necróticas nas folhas mais antigas.

Algodão americano

(*Populus deltoides*)

A redução do crescimento de extensão e o desenvolvimento de pequenas folhas estão associados à deficiência B.

Eucalipto

(*Eucalyptus spp.*)

Foram registados sintomas semelhantes de deficiência B em uma série de espécies de eucalipto (*Eucalyptus grandis*, *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. torelliana*, *E. saligna*, *E. resinifera*, *E. tereticornis*, e *E. alba*). Contudo, existem indicações de que as espécies diferem no seu requisito de B, por exemplo, *E. grandis* parece ser mais suscetível à deficiência B do que a espécie *E. cloeziana*.

O primeiro sintoma típico é o enrugamento e a descoloração das folhas mais jovens. Os botões, que são frágeis, morrem e as folhas inferiores da copa superior ficam frequentemente descoloradas e caem. Em algumas espécies, as folhas adquirem uma cor roxa avermelhada, mas, noutros casos, ocorre um amarelecimento das mesmas. Normalmente, a descoloração avançada pela árvore em uma direção descendente antes da morte da mesma. Irá ocorrer uma necrose da casca posteriormente nos botões que irá avançar pelos caules em uma direção descendente, resultando em uma morte gradual. A deficiência de B é conhecida por reduzir a rusticidade da geadas do eucalipto.

Azevinho

(*Ilex aquifolium*)

Poderá esperar a ocorrência de manchas vermelhas/roxas com uma forma irregular na superfície superior e manchas enopadas de água na superfície inferior.

Kauri

(*Agathis australis*)

As folhas jovens adquirem uma cor verde pálido e ficam deformadas. O crescimento apical é distorcido.

Amora

(*Morus alba*)

As folhas jovens apresentam nervuras quebradas e pecíolos fissurados. Os polos de crescimento acabam por morrer.

Pinheiros

(*Pinus spp.*)

A maioria das espécies de pinheiro apresenta sintomas semelhantes de deficiência de B, incluindo a cessação do crescimento do líder principal, a reversão terminal associada a algumas espécies à exsudação de resina e o crescimento do líder torto, relatados em várias espécies de pinheiro.

O sintoma mais característico é a cessação do crescimento apical e a morte repetida do broto principal. Em *P. radiata* e *P. taeda*, os pontos de crescimento podem se tornar necróticos e o ápice do caule pode inchar. As agulhas jovens adjacentes ao broto apical podem morrer e a resina pode exalar do broto. Nestas duas espécies, as agulhas juvenis talvez de cor verde-azulada e as agulhas maduras mostram uma tendência a se fundir.

O crescimento do líder torto foi especialmente relatado em *P. caribaea*, *P. khasya*, e *P. patula*. *P. khasya* e *P. patula*.



parecem menos suscetíveis à deficiência de B do que *P. radiata* e *P. caribaea*. Em *P. strobus*, as agulhas primárias tornam-se verde-azuladas claras, com pontas amarelas/laranjas.

Borracha

(*Hevea brasiliensis*)

A deficiência de B em seringueira apenas ocorre em solos com um estado B extremamente baixo, visto que a seringueira é eficiente na absorção de B. É especialmente sensível a um fornecimento de B excessivo. É especialmente sensível a um fornecimento de B excessivo.

As folhas com a deficiência de B são distorcidas, de tamanho reduzido e frágeis. A deformação da folha não segue nenhum padrão consistente e não existe perda de cor. Em árvores jovens não ramificadas, o primeiro sinal de deficiência de B não é encontrado nos níveis mais elevados e mais recentes das folhas da planta, que não serão separados por qualquer entrenó discreto. Os níveis individuais não podem ser distinguidos, o que resulta em uma aparência de "arbusto em garrafa" do caule. Quando a deficiência é severa, o meristema apical poderá morrer e os meristemas auxiliares desenvolvem-se prematuramente.

Acácia

(*Acacia mollissima*)

Os sintomas da deficiência de B geralmente aparecem pela primeira vez em árvores de 2 anos durante a estação seca. Os primeiros sinais são a clorose foliar, a necrose cambial e a secagem e morte do ponto de crescimento no broto principal.

Os galhos também morrem. A desfolha e a morte então se espalham constantemente para baixo e para dentro a partir dos pontos de crescimento apicais. Se as chuvas começarem antes que a árvore morra, pode haver uma recuperação parcial, mas novos ataques podem ser esperados nas estações secas subsequentes e, finalmente, a árvore morre.

Aplicação no solo (doses sugeridas de aplicação)

	Granubor (15% de B) Topbor F (15% de B)		Solubor (20,5% de B)	
Cultura	kg/ha	kg/ha	l/ha	
Bétula	0.4 - 1.8	0.2 - 1.2	28 - 224	
Algodão americano	0.4 - 1.8	0.2 - 1.2	28 - 224	
Eucalipto	1.1 - 3.5	0.7 - 2.7	130 - 440	
Pinheiros	6.3 - 31.2	5 - 25	100 - 500	
Acácia	12.5 - 37.9	10 - 30	200 - 600	

Culturas de coberturas de leguminosas

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

O crescimento fica atrofiado. São produzidas pequenos rebentos que não se espalham sobre a superfície do solo. As folhas são muito pequenas, espessas, frágeis e deformadas, onde as nervuras são normalmente proeminentes. Os meristemas axilares irão desenvolver-se até a uma extensão limitada resultando no hábito de crescimento de “flocos prostrates.”

Olericultura

Alcachofra

(*Cynara scolymus*)

A ruptura dos tecidos no núcleo, o que é visto quando a flor é dividida verticalmente e um apodrecimento geral da copa foram associados com a deficiência de B.

Aspargo

(*Asparagus officinalis*)

O primeiro sintoma de deficiência de B é a murcha das pontas das lanças em brotos ramificados jovens. Isto é seguido por uma parte posterior moribunda do tecido murcho e o desenvolvimento de brotos laterais, que frequentemente secam. O desenvolvimento dos botões no rizoma é um ponto de crescimento fraco, sendo pequeno e clorótico. O ponto de crescimento torna-se enegrecido e morre, brotos laterais se desenvolvem perto da base da planta. Os botões de flores podem murchar e ser eliminados sem abertura.

Feijão

(*Phaseolus spp.*)

Houve muito poucos casos de deficiência de B em feijões, que são particularmente sensíveis à aplicação excessiva de B. Tão pouco como 2,5 lbs/hectare foi comprovado reduzir a produtividade. A deficiência de B reduz o crescimento, com as folhas perto dos polos de crescimento a serem pequenas e cloróticas. O polo de crescimento tornase enegrecido e morre, os rebentos laterais desenvolvem perto da base da planta. Os botões da flor podem murchar e desfazerem-se sem abrir.

Fava

(*Vicia faba*)

O botão terminal enegrece e morre. As folhas, que são verdes-escuras e endurecidas, caem prematuramente. As superfícies inferiores da folha podem ser de cor amarela/vermelha. O desenvolvimento da raiz é restrito.

Couve-de-bruxelas

(*Brassica oleracea* var. *gemmifera*)

Os primeiros sinais de deficiência de B são inchaços no caule e nos pecíolos que, mais tarde, ficam suberizados. As folhas são enroladas e curvas, podendo ocorrer a queda prematura das folhas mais antigas. As nervuras estão frequentemente enrugadas. O polo de crescimento poderá morrer, seguido pelo desenvolvimento de dois botões axilares que levam a germinação dos caules. Se a deficiência tornar-se estabelecida antes brotos estarem formados, desenvolvem-se muito poucos. Se os brotos começaram a formar, eles permanecem pequenos, falham em apodrecer e possuem uma aparência solta. O núcleo do caule poderá ser oco e descolorado.

Repolho

(*Brassica oleracea* var. *capitata*)

O sintoma característico da deficiência de B que é encontrado no campo é a ruptura do núcleo do caule e é facilmente visto quando a cabeça é dividida verticalmente. Primeiro, desenvolvem-se pontos orvalhados de água no núcleo, o tecido fica gradualmente necrótico e, por vezes, forma-se uma cavidade. Se a deficiência ocorrer na fase inicial das sementeiras, as novas folhas serão pequenas e distorcidas e, geralmente, mais grossas do que o normal. Em seguida, pode ocorrer morte do polo de crescimento, mas esta situação não está prevista sob as condições do campo. Ocorre mais frequentemente deficiência de B na couve-flor e nos brócolos do que na couve.

Couve-flor, Brócolis

(*Brassica oleracea* var. *botrytis*)

Os sinais mais comuns de deficiência de B na couve-flor e nos brócolis no campo são coalho insuficiente e descolorido e formação de gomos, respectivamente, o que normalmente faz com que as culturas deixem de estar aptas a comercialização.



O núcleo, especialmente na couve-flor, tende a desenvolver áreas orvalhadas de água e a tornar-se necrótico, acabando por ficar oco. Um sinal inicial em sementeiras jovens é o enrolamento e a curvatura para baixo das folhas novas que são normalmente pequenas, frágeis e deformadas. Por vezes, têm uma nervura aumentada e pequenas lacínias. Em condições de deficiência extrema, as plantas da couve-flor que apresentam os referidos sinais não tendem a formar uma cabeça. Se os brócolis não estiverem em botão quando a deficiência se estabelece, o caule pára de crescer, apresentando uma planta com parte superior plana com vários rebentos laterais.

Aplicação no solo (doses sugeridas de aplicação)

	Granubor (15% de B) Topbor F (15% de B)	Solubor (20,5% de B)	
Cultura	kg/ha	kg/ha	l/ha
Aspargo	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Couve-de-bruxelas	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Repolho	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Couve-flor, Brócolis	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Aipo	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Chicória	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Couve chinesa	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Pepino	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Alho	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Couve-rábano	6 - 10	4 - 6	103 - 40
Alho-poró	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Alface	6 - 14	4 - 0	103 - 196
Quiabo	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Cebola	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Ervilha	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Rabanete	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Ruibarbo	3 - 6	2 - 4	37 - 103
Espinafre	6 - 14	4 - 10	103 - 196
Tomate	6 - 10	4 - 6	103 - 140

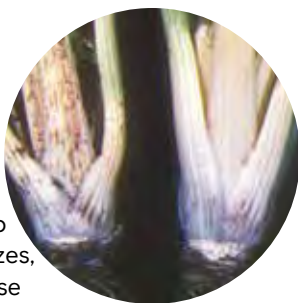
Aplicação foliar (doses sugeridas de aplicação)

	Solubor (20,5% de B)	Volume mínimo	Concentração máxima
Cultura	kg/ha	l/ha	% p/v
Aspargo	4 - 10	1001 - 4004	0.25 - 0.5
Couve-de-bruxelas	4 - 10	1001 - 4004	0.25 - 0.5
Repolho	4 - 10	1001 - 4004	0.5
Couve-flor	4 - 10	1001 - 4004	0.5
Aipo	4 - 10	1001 - 4004	0.5
Chicória	4 - 10	1001 - 4004	0.5
Couve chinesa	4 - 10	1001 - 4004	0.25 - 0.5
Pepino	4 - 10	1001 - 4004	0.25 - 0.5
Alho	4 - 10	1001 - 4004	0.25 - 0.5
Couve-rábano	4 - 6	1001 - 2797	0.25 - 0.5
Alho-poró	2 - 4	402 - 1001	0.5
Alface	4 - 10	1001 - 4004	0.25 - 0.5
Quiabo	4 - 6	1001 - 2797	0.25 - 0.5
Cebola	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Rabanete	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Ruibarbo	2 - 4	400 - 1001	0.5
Espinafre	4 - 10	1001 - 2002	0.5
Tomate	4 - 6	1001 - 2797	0.25

Aipo

(*Apium graveolens* var. *dulce*)

Caules frágeis e o desenvolvimento de riscas castanhas na epiderme acima dos feixes vasculares dos pecíolos é geralmente o primeiro sinal de deficiência de B. Por vezes, as riscas castanhas aproximam-se tanto umas das outras ao ponto de formarem uma linha contínua ao longo dos feixes vasculares. Desenvolvem-se fissuras transversas na superfície externa. O tecido quebrado curva-se para fora, concedendo ao pecíolo um aspeto cabeludo.



Corações enegrecidos e doentes são os sintomas mais graves, mas só são encontrados em plantas atrofiadas, acompanhadas por pecíolos rachados.

Chicória

(*Cichorium intybus*)

As plantas com deficiência de B ficarão atrofiadas. Quando a deficiência é grave, as folhas ficam torcidas e avermelhadas com pecíolos e nervuras fracos e frágeis.

Couve chinesa

(*Brassica chinensis*)

As nervuras apresentam fissuras e ficam castanhas.



Feijão-frade

(*Vigna sinensis*)

As folhas superiores adquirem um tom verde pálido e curvam-se para baixo nas extremidades. Os polos de crescimento morrem. O conjunto de sementes é muito reduzido.

Pepino

(*Cucumis sativus*)

Os entrenós são curtos e as folhas jovens são enrugadas e deformadas. Os riscos amarelos na crosta ficam suberosos, afetando significativamente o valor da cultura.

Alho

(*Allium sativum*)

Foi relatado que a deficiência de B faz com que as folhas se dobrem para trás e prejudica as propriedades de depósito dos bulbos.

Jiló

(*Solanum gilo*)

O polo de crescimento morre. As folhas superiores são pequenas, deformadas e distorcidas. São formadas poucas flores.

Couve-rábano

(*Brassica oleracea* var. *gongylodes*)

Só são observados sinais na folha em casos de deficiência grave. As folhas podem ficar ligeiramente enroladas e enrugadas e ficam em uma posição incomummente ereta. Se o fornecimento de B for bastante limitado nas fases iniciais de crescimento, a parte comestível do caule não se desenvolve, mas, se o fornecimento não for assim tão limitado, a couve-rábano desenvolver-se-á mais e a superfície tornar-se-á áspera e aquosa.

Alho-poró

(*Allium ampeloprasum*)

O alho-poró parece tolerar mais a deficiência de boro. As fissuras transversais conhecidas como “unha de gato” parecem ser sinais característicos da deficiência de B.

Alface

(*Lactuca sativa*)

A deficiência de B provoca uma redução no crescimento, má formação das folhas jovens e desenvolvimento de pontos escuros, geralmente perto da extremidade da folha, com desenvolvimento posterior em necrose marginal. As folhas ficam grossas e frágeis e são frequentemente côncavas. O desenvolvimento da cabeça é fraco, também ocorre clorose e as cabeças amarelas apodrecem no centro após a morte do polo de crescimento.



A queimadura da ponta de folhas mais jovens tem sido associada a deficiência de B, mas este sinal tende a dever-se a outros fatores. As fases iniciais de deficiência de B podem ser confundidas com queimadura das pontas, o que, ao contrário da deficiência de B, não resulta em falta de “criação de núcleo” e morte do polo de crescimento. As raízes em plantas com deficiência de B são castanhas, curtas e têm um aspeto nodoso.

Castanho

(*Cucurbita pepo*)

As folhas novas são pequenas, frágeis e deformadas com lobos compridos. As fissuras surgem em intervalos regulares na superfície superior do pecíolo. Os pecíolos adquirem forma de “S” quando vistos de lado. Desenvolvem-se fissuras longitudinais no fruto.

Meloa

(*Cucumis melo cantalupensis*)

O botão terminal não se alonga.

Quiabo

(*Hibiscus esculentis*)

As folhas ficam distorcidas e frágeis. O seu tamanho é reduzido e apresentam desenvolvimento irregular dos lobos. As vagens permanecem cepos curtos. Não se alongam, mas permanecem presas durante bastante tempo.

Cebola

(*Allium cepa*)

As folhas ficam azuis/verdes e as folhas mais jovens ficam matizadas com áreas distorcidas e atrofiadas. Podem surgir fissuras na superfície superior das folhas inferiores, que ficam duros e frágeis. O desenvolvimento da raiz é reduzido. Durante período invernosos pode ser afetado pela deficiência de B.

Ervilha

(*Pisum sativum*)

É provável que as reservas das sementes de B sejam suficientes para o normal crescimento e uma deficiência só é expectável quando usar uma semente produzida em uma área com deficiência de B. As sementeiras com deficiência de B ficam atrofiadas e possuem entrenós curtos. Os caules são espessos e a planta terá o aspeto de um arbusto. As folhas de pequenas dimensões recentes exibem uma clorose marginal e têm uma tendência de curvarem para dentro. Ocorre a morte das vagens e as vagens desenvolvidas têm paredes espessas, são pequenas e geralmente contêm poucas ou nenhuma sementes.

Rabanete

(*Raphanus sativus*)

As folhas de rabanete com deficiência de B ficam deformadas, frágeis e cloróticas. Em casos de deficiência severa, a extremidade da folha morre. As raízes apresentam fissuras e ficam pálidas. O tecido mole ensopado em água pode exibir manchas castanhas. A deficiência de B pode aumentar a produção de tiocianatos, que são conhecidos como “giotrogens.”

Ruibarbo

(*Rheum rhaponticum*)

As folhas exibem marcas avermelhadas em redor das margens e, em casos de deficiência severa, acabam por morrer. As plantas ficam atrofiadas e morrem.

Espinafre

(*Spinacia oleracea*)

O sinal inicial da deficiência de B consiste no desenvolvimento de pequenas folhas de verde claro. As plantas ficam atrofiadas, tendem a perder o seu hábito de crescimento vertical e as folhas começam a abrir para o exterior. É provável que as folhas recentes fiquem extremamente pequenas e deformadas. As raízes ficam secas e escuras.

Abobrinha

(*Cucurbita spp.*)

As folhas têm uma cor verde, ficam distorcidas, frágeis e ásperas. As nervuras, que são grossas e contorcidas, são extremamente proeminentes especialmente quando ficam cloróticas. Os pecíolos ficam espessos e enrolados. Os polos de crescimento morrem. As raízes ficam atrofiadas e sem cor.

Tomate

(*Lycopersicon esculentum*)

O primeiro sinal da deficiência de B consiste em uma clorose terminal nas folhas mais recentes. Nos casos severos, as folhas recentes ficam em grande parte deformadas e os polos de crescimento morrem. Os caules são curtos e espessos. A incapacidade de frutificação é habitual e o fruto pode ficar estriado, exibindo parcelas com manchas semelhantes a cortiça e amadurecidas de forma irregular.



Questões e respostas

Perguntas sobre B e micronutrientes



Qual é a concentração máxima recomendada de B na água para irrigação, para utilização contínua no solo?

Águas de irrigação que contenham 0,75 ppm de B podem ser continuamente utilizadas em todos os solos. Mil hectolitros de água fornecem 0,19 kg. B por hectare em águas que contenham 0,75 ppm de B. Em solos de textura final a um pH de 6,0 a 8,5, águas de irrigação que contenham entre 2,0 e 10,0 ppm de B podem ser utilizadas até 20 anos, exceto no caso de citros, que possuem uma recomendação máxima de 0,75 ppm de B.

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

Quanto o aumento do pH na solução de pulverização foliar afetará a eficiência do pesticida?

Os pesticidas variam em resposta ao pH. A maioria dos pesticidas leva horas ou dias para quebrar sua molécula e alguns são afetados muito pouco por mudanças moderadas de pH. Solubor a uma dose de 2,5 kg para 100 litros de água normalmente aumentará o pH da solução para 8,4. Este nível de pH pode não ser muito maior do que muitas áreas onde o pH da água é muitas vezes acima de 8,0. Não há fortes evidências de que o controle de pragas tenha sido afetado onde os produtos químicos são misturados e pulverizados imediatamente.

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

Qual é o efeito de B nos animais, tais como o gado, no consumo de forragem e feno onde foi aplicadas taxas excessivas de B?

As vacas alimentadas com 2,5 g de B/dia durante 40 dias não foram afetadas de maneira nenhuma. Isto significa que se o feno for contaminado com 240 ppm de B (três vezes o nível normal para alfalfa), uma vaca pode comer 10,5 kgs. de feno por dia sem qualquer efeito de doença. Uma dose letal aguda em que 1/2 dos animais de teste (ratos) morreram seria equivalente a 150 g de B por 227 kg do animal ou 626 kg de alfalfa em um dia se a alfalfa contivesse 240 ppm de B. Estudos de dois anos com ratos não mostraram qualquer efeito na reprodução quando 350 ppm de B foram incluídos na dieta nem qualquer efeito na fertilidade, lactação, tamanho, peso ou aspeto da ninhada.

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

Quando B é fornecido no estrume?

O estrume agrícola regular contém 13,6 g de B por tonelada. Pressupõe-se que todo o B no estrume esteja disponível para as plantas, 10 toneladas de estrume forneceriam 136 g de

B. Esta taxa de B por ano não irá fornecer à alfafa e outras culturas os requisitos totais de B. Os estrumes de ave contêm aproximadamente o mesmo teor de B que os estrumes agrícolas regulares, mas, em algumas situações, os materiais de B são aplicados em aviários para controlar os insetos. Com base na taxa máxima de B aplicado e o esterco produzido,

Caso se pressuponha que todo o B no estrume de aves está disponível em plantas, 4 toneladas de estrume de aves (a taxa média aplicada por hectare) forneceriam 1,3 kg de B. Esta taxa de B por ano atenderia às necessidades da maioria das culturas. Contudo, o estrume de ave contém apenas 136 g de B por tonelada e a taxa de 4 toneladas forneceria apenas 544 g de B. Esta taxa de B por ano atenderia às necessidades da maioria das culturas. Taxas de B suplementar e outros nutrientes de plantas aplicados além do estrume devem basear-se nos objetivos de produtividade juntamente com testes de solo e/ou análises das plantas.

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

Qual é a importância da interação B/Ca?

Ocorrem danos nos tecidos das plantas quando o cálcio e B ficam desequilibrados. Um bom exemplo desta situação foi ilustrado em amendoins quando os danos internos (núcleo oco) foram aumentaram de forma extrema quando foi aplicado gesso (sulfato de cálcio) sem B, originando uma mudança acentuada da razão cálcio/B nos tecidos das plantas. O núcleo oco do amendoim desapareceu totalmente quando foram aplicados apenas 0,28 kg/hectare de B juntamente com gesso, originando uma diminuição de cerca de cinco vezes na razão cálcio/B nos tecidos das 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.

Como o B e o nitrogênio interagem em brócolis e outras crucíferas?

Uma possível explicação é que altos níveis de fertilização com nitrogênio amoniacal aumentaram a concentração de cálcio na medula (na couve-flor), resultando em uma ampla razão cálcio-boro e aumento da descoloração da medula. Pulverizações foliares de B reduziram, mas não eliminaram a descoloração.

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

Quão preciso e rigoroso é o B para testes ao solo?

Os cientistas na área dos solos concluíram que o desenvolvimento de agentes de extração comuns para testes aos solos, as interpretações e as recomendações devem ser limitadas a unidades fisiográficas e características comuns dos solos. Os testes ao solo de B não são exceção. A textura do solo, a matéria orgânica e o pH do solo influenciam significativamente a interpretação dos resultados do teste. Os métodos de teste do solo utilizados hoje em dia revelam com precisão a quantidade de B disponível na planta com um precisão média 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 que é que as culturas que crescem em solos com baixos testes de B, por vezes, não demonstram resposta à fertilização de B, mesmo quando nenhuns outros fatores limitantes tais como a humidade e outros nutrientes são adequados?

Em solos de superfície de textura média ou grossa e os subsolos e textura mais fina, a adição de B de anos anteriores podem evaporar e acumular no subsolo onde estão disponíveis nas raízes das plantas.

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

Quão rapidamente o B evapora para fora do solo?

A textura do solo e a quantidade de água que move através do perfil do solo determina largamente a potência de evaporação do B. Os solos com conteúdos de argila acima dos 20% na camada inferior (área arenosa com argila, área com argila e textura mais fina) têm um potencial menor para evaporação do B. Os solos com menos de 20% de argila têm maior probabilidade de evaporar. Uma aplicação de 5 kg/hectare de B demonstrou evaporar para a superfície 20 cm de solo de área arenosa em um espaço de 6 meses. Normalmente, o B aplicado na plantação fica disponível para a época de colheita na maioria dos solos. A aplicação anual de B recomendada seria melhor do que adições maiores e menos frequentes para minimizar as perdas de lixiviação.

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

Qual é a melhor forma de cumprir os requisitos de B: um grânulo com 15% de B em uma mistura a granel, um grânulo de 10% em uma mistura a granel ou um grânulo composto com 0,25% de B?

A verdade é que para uma determinada dose de aplicação de B, o número de grânulos por m² é inversamente proporcional à percentagem de B na partícula, ou seja, será coberta mais área de superfície com um grânulo com 0,25% de B do que com um grânulo de 15% de B. Por exemplo, imaginando um peso granular padrão de 2,2 g/100 e uma taxa de aplicação típica de 1 kg B/ha, o material com 15% de B precisaria de 30,3 grânulos/m². Utilizando as mesmas suposições para um grânulo com 10% de B e um grânulo de 0,25% de B, obtém-se 45,5 grânulos/m² e 181,8% de grânulos/m², respetivamente. Isto mostra que se terá mais grânulos na superfície utilizando grânulo com 0,25% de B, mas o movimento de B no solo também deve ser considerado. Apenas 1% das raízes das plantas estão em contacto com a superfície do solo, por isso, para a absorção ideal de B a partir das raízes, o B deve ser disperso na solução do solo. O boro desloca-se rapidamente no solo – o único mais rápido é o nitrato – através de fluxo de massa e difusão através de poros do solo e películas de humidade. Isto significa que o B pode entrar facilmente na solução do solo e que, após estar na solução, o B é disperso de igual modo. Como tal, os grânulos com concentração de B superior em 15% tendem mais a manter níveis adequados de B na solução do solo. No geral, as respostas de produtividade com fertilizantes granulados ou mistos foram semelhantes.

Aldrich SR. Illinois Fertilizer Conf. 1962.

Produto da U.S. Borax – Perguntas

Os produtos agrícolas da U.S. Borax são orgânicos?

Os seguintes produtos são listados como apropriados para produtores orgânicos pelo Organic Materials Review Institute (OMRI – Instituto de Revisão de Materiais Orgânicos): *Topbor F*, *Granubor*, e *Solubor*. Você pode encontrar nossos certificados do OMRI em nosso site.

Como vocês testam seus produtos quanto ao teor preciso de boro?

Usamos a titulação para medir o % em peso de B₂O₃ em nosso Quality Lab em Boron, California. Lá, nossos especialistas testam rotineiramente os produtos de borato da U.S. Borax.

Como o zinco, o cobre e o sulfato de manganês reagem às misturas de spray com o Solubor?

Misturas de pulverização de *Solubor* a 1 ou 2% de concentração de *Solubor* são comuns. O pH dessas misturas sobe acima de 8. A este pH, o sulfato de zinco é convertido em hidróxido de zinco, que é ligeiramente solúvel. (Cobre e manganês também formam hidróxidos em soluções de pH 8.)

A eficácia do zinco de Faixa não é alterada drasticamente no que diz respeito à planta, mas a agitação da mistura é importante para manter a suspensão de partículas. Agentes acidificantes em misturas de tanques podem prevenir a precipitação.

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

Por que motivo não se recomenda adicionar Solubor a soluções de nitrogénio a alta pressão?

A reação de borato de sódio seco com humidade produz ácido bórico e hidróxido de sódio. O íon amónio na presença de hidroxila em excess reverte para amónia e água. A amónia volatiliza. Em soluções de nitrogénio de alta pressão, com amónia livre, a evolução de amónia é acelerada ao adicionar borato de sódio à solução. Se estes materiais fertilizantes de nitrogénio (soluções de nitrato de amónio de uréia ou nitrato de amónio seco misturado com fertilizante de borato de sódio) forem combinados e incorporados diretamente no solo, podem ser utilizados em conjunto.

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 culturas



CULTURAS PARA PRODUÇÃO DE BEBIDAS

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

ÁRVORES DE SOMBRA PARA CHÁ

- 28 Dadap (*Erythrina variegata*)
- 28 Carvalho de prata (*Grevillea robusta*)

CEREAIS E CANA-DE-AÇÚCAR

- 28 Milho (*Zea mays*)
- 29 Arroz (*Oryza sativa*)
- 29 Sorgo (*Sorghum vulgare*)
- 29 Painço (*Panicum millaceum*)
- 29 Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*)
- 29 Trigo (*Triticum spp.*)

CULTURAS MEDICINAIS, TABACO E OUTRAS

- 29 Fenacho (*Trigonella foenum-graecum*)
- 30 Cola (*Cola nitida*)
- 30 Papoila (*Papaver somniferum*)
- 30 Tabaco (*Nicotiana tabacum*)

CULTURAS FIBROSAS

- 31 Algodão (*Gossypium spp.*)
- 31 Cânhamo de hibisco (*Hibiscus cannabinus*)
- 31 Sisal (*Agave sisalana*)

PLANTAS ORNAMENTAIS

- 32 Palmeira de jardim (*Chrysalidocarpus lutescens*)
- 32 Azaleia (*Rhododendron spp.*)
- 32 Begônia (*Begonia spp.*)
- 32 Cravos (*Dianthus caryophyllus*)
- 32 Crisântemo (*Chrysanthemum spp.*)
- 32 Ciclame (*Cyclamen spp.*)
- 32 Dracaena sanderiana
- 32 Gardênia (*Veitchii spp.*)
- 32 Gerânio (*Pelargonium hortorum*)
- 32 Gérbera (*Gerbera*)
- 32 Gladiolo (*Gladiolus spp.*)
- 33 Gloxínia (*Sinningia speciosa*)
- 33 Seringueira (*Ficus elastica*)
- 33 Espora (*Delphinium spp.*)
- 33 Nastúrcio (*Tropaeolum majus*)

- 33 Poinsetia (*Euphorbia pulcherrima*)
- 33 Píretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*)
- 33 Rosa (*Rosa spp.*)
- 34 Plantas para gado (*Matthiola spp.*)
- 34 Ervilha-de-cheiro (*Lathyrus odoratus*)
- 34 Tulipa (*Tulipa spp.*)
- 34 Zínia (*Zinnia spp.*)

CULTURAS FORRAGEIRAS

- 34 Culturas forrageiras leguminosas
- 35 Alfalfa (*Medicago sativa*)
- 35 Grama-bermudas (*Cynodon dactylon*)
- 35 Capim Buffel (*Cenchrus ciliaris*)
- 35 Trevo híbrido (*Trifolium hybridum*)
- 35 Trevo de bardana (*Medicago hispida*)
- 35 Trevo carmesim (*Trifolium incarnatum*)
- 35 Trevo vermelho (*Trifolium pratense*)
- 36 Trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum*)
- 36 Trevo doce (*Melilotus spp.*)
- 36 Trevo branco (*Trifolium repens*)
- 36 Couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*)
- 36 Leucaena leucocephala
- 36 Lotononis bainesii
- 36 Mostarda (*Sinapis alba*)
- 36 Neonotonia wightii
- 36 Capim-mombaça (*Panicum maximum*)
- 36 Capim-melador (*Paspalum dilatatum*)
- 36 Capim setária (*Setaria sphacelata*)
- 36 Phaseolus atropurpureus
- 37 Capim de Rhodes (*Chloris gayana*)
- 37 Alfafa selvagem (*Stylosanthes humilis*)
- 37 Trevo (*Lotus corniculatus*)

FRUTÍFERAS E NOGUEIRAS

- 37 Acerola (*Malpighia puniceifolia*)
- 37 Amêndoa (*Prunus amygdalus*)
- 37 Aonla (*Embllica officinalis*)
- 37 Maçã (*Malus sylvestris*)
- 37 Damasco (*Prunus armeniaca*)
- 37 Abacate (*Persea americana*)
- 38 Banana (*Musa spp.*)
- 38 Amora (*Rubus spp.*)
- 38 Mirtilo (*Vaccinium spp.*)
- 38 Caju (*Anacardium occidentale*)
- 38 Cherimólia (*Anona cherimolia*)
- 38 Cereja (*Prunus cerasus*)

- 38 Citros (*Citrus spp.*)
- 40 Groselha, vermelha (*Ribes sativum*)
- 40 Tamareira (*Phoenix dactylifera*)
- 40 Figos (*Ficus carica*)
- 40 Uva (*Vitis vinifera*)
- 40 Papaia (*Carica papaya*)
- 40 Pêssego (*Prunus persica*)
- 40 Pêra (*Pyrus communis*)
- 40 Noz-pecã (*Carya illinoensis*)
- 41 Abacaxi (*Ananas comosus*)
- 41 Ameixa (*Prunus domestica*)
- 41 Framboesa (*Rubus idaeus*)
- 41 Morango (*Fragaria spp.*)
- 41 Noz (*Juglans regia*)

CULTURAS OLEAGINOSAS

- 41 Óleo de semente de colza (*Brassica napus var. oleifera*)
- 42 Coco (*Cocos nucifera*)
- 42 Mostarda-castanha (*Brassica juncea*)
- 42 Linhaça, linho (*Linum usitatissimum*)
- 42 Dendzeiro (*Elaeis guineensis*)
- 42 Azeitona (*Olea europaea*)
- 43 Amendoim (*Arachis hypogaea*)
- 43 Soja (*Glycine max*)
- 44 Girassol (*Helianthus annuus*)
- 44 Tungue (*Aleurites spp.*)

TUBÉRCULOS

- 44 Cenoura (*Daucus carota var. sativa*)
- 44 Mandioca (*Manihot utilissima*)
- 44 Rabanete japonês (*Raphanus sativus var. longipinnatus*)
- 44 Beterraba forrageira (*Beta vulgaris var. vulgaris*)
- 44 Cherovia (*Pastinaca sativa*)
- 44 Batata (*Solanum tuberosum*)
- 46 Beterraba forrageira (*Beta vulgaris*)
- 46 Couve-nabo (*Brassica napobrassica*)
- 46 Cherovia (*Pastinaca sativa*)
- 46 Batata (*Solanum tuberosum*)
- 46 Beterraba forrageira (*Beta vulgaris*)
- 46 Couve-nabo (*Brassica napobrassica*)
- 46 Nabo sueco (*Brassica rutabaga*)
- 46 Nabo (*Brassica rapa*)
- 46 Beterraba ou beterraba cultivada em jardim (*Beta vulgaris*)
- 46 Batata doce (*Ipomoea batatas*)

SILVICULTURA

- 46 Bétula (*Betula sp.*)
- 46 Algodão americano (*Populus deltoides*)
- 46 Eucalipto (*Eucalyptus spp.*)
- 47 Azevinho (*Ilex aquifolium*)
- 47 Kauri (*Agathis australia*)
- 47 Amoreira (*Morus alba*)
- 47 Pinheiros (*Pinus spp.*)
- 47 Borracha (*Hevea brasiliensis*)
- 47 Acácia (*Acacia mollissima*)
- 47 Culturas de coberturas de leguminosas (*Calapogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens*, and *Pueraria phaseoloides*)

OLERICULTURA

- 48 Alcachofra (*Cynara scolymus*)
- 48 Aspargo (*Asparagus officinalis*)
- 48 Feijão (*Phaseolus spp.*)
- 48 Fava (*Vicia faba*)
- 48 Couve-de-bruxelas (*Brassica oleracea var. gemmifera*)
- 48 Repolho (*Brassica oleracea var. capitata*)
- 48 Couve-flor, Brócolis (*Brassica oleracea var. botrytis*)
- 50 Aipo (*Apium graveolens var. dulce*)
- 50 Chicória (*Cichorium intybus*)
- 50 Couve chinesa (*Brassica chinensis*)
- 50 Feijão-frade (*Vigna sinensis*)
- 50 Pepino (*Cucumis sativus*)
- 50 Alho (*Allium sativum*)
- 50 Jiló (*Solanum gilo*)
- 50 Couve-rábano (*Brassica oleracea var. gongylodes*)
- 50 Alho-porro (*Allium ampeloprasum*)
- 50 Alface (*Lactuca sativa*)
- 50 Castanho (*Cucurbita pepo*)
- 51 Melão, meloa (*Cucumis melo cantalupensis*)
- 51 Quiabo (*Hibiscus esculentis*)
- 51 Cebola (*Allium cepa*)
- 51 Ervilha (*Pisum sativum*)
- 51 Rabanete (*Raphanus sativus*)
- 51 Ruibarbo (*Rheum rhaponticum*)
- 51 Espinafre (*Spinacia oleracea*)
- 51 Abobrinha (*Cucurbita spp.*)
- 51 Tomate (*Lycopersicum esculentum*)

Nomes botânicos



47	<i>Acacia mollissima</i>	35	<i>Cynodon dactylon</i>	32	<i>Pelargonium hortorum</i>
47	<i>Agathis australia</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 rhaponticum</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 esculentis</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>Calapogonium 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>	36	<i>Lotononis bainesii</i>	37	<i>Stylosanthes humilis</i>
40	<i>Carica papaya</i>	37	<i>Lotus corniculatus</i>	26	<i>Theobroma cacao</i>
40	<i>Carya illinoensis</i>	51	<i>Lycopersicum esculentum</i>	35	<i>Trifolium hybridum</i>
35	<i>Cenchrus ciliaris</i>	37	<i>Malpighia puniceifolia</i>	35	<i>Trifolium incarnatum</i>
37	<i>Chloris gayana</i>	37	<i>Malus sylvestris</i>	35	<i>Trifolium pratense</i>
32	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	44	<i>Manihot utilissima</i>	36	<i>Trifolium subterraneum</i>
32	<i>Chrysanthemum</i> spp.	34	<i>Matthiola</i> spp.	36	<i>Trifolium repens</i>
33	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	35	<i>Medicago hispida</i>	29	<i>Trigonella foenum-graecum</i>
50	<i>Cichorium intybus</i>	35	<i>Medicago sativa</i>	29	<i>Triticum</i> spp.
38	<i>Citrus</i> spp.	36	<i>Melilotus</i> spp.	33	<i>Tropaeolum majus</i>
43	<i>Cocos nucifera</i>	47	<i>Morus alba</i>	34	<i>Tulipa</i> spp.
26	<i>Coffea arabica</i> and <i>C. canephora</i>	38	<i>Musa</i> spp.	38	<i>Vaccinium</i> spp.
30	<i>Cola nitida</i>	36	<i>Neonotonia wightii</i>	32	<i>Veitchii</i> spp.
51	<i>Cucumis melo cantalupensis</i>	30	<i>Nicotiana tabaccum</i>	48	<i>Vicia faba</i>
50	<i>Cucumis sativus</i>	42	<i>Olea europaea</i>	50	<i>Vigna sinensis</i>
50	<i>Cucurbita pepo</i>	29	<i>Oryza sativa</i>	40	<i>Vitis vinifera</i>
51	<i>Cucurbita</i> spp.	36	<i>Panicum maximum</i>	28	<i>Zea mays</i>
32	<i>Cyclamen</i> spp.	29	<i>Panicum millaceum</i>	34	<i>Zinnia</i> spp.
48	<i>Cynara scolymus</i>	30	<i>Papaver somniferum</i>		
		44	<i>Pastinaca sativa</i>		
		36	<i>Paspalum dilatatum</i>		



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

agricultura-brasil.borax.com

Direitos autorais © 2025 Rio Tinto. Todos os direitos reservados.