

INFLUÊNCIA DE FORMAS DE APLICAÇÃO DE BORO NA QUALIDADE E NO RENDIMENTO DE MAÇÃS (*Malus domestica*)¹

ALESSANDRA APARECIDA DE SÁ², PAULO ROBERTO ERNANI³, GILBERTO NAVA⁴,
CASSANDRO VIDAL TALAMINI DO AMARANTE³, ADILSON JOSÉ PEREIRA⁴

RESUMO - O boro (B) é aplicado na maioria dos pomares brasileiros de maçã, porém sem fundamentação experimental regional. Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de formas, doses e épocas de aplicação de B no rendimento e na qualidade de maçãs. O experimento foi instalado em São Joaquim-SC, em 2002, com as cultivares Imperial Gala e Fuji Suprema conduzidas em áreas diferentes, cujas avaliações foram realizadas nas safras de 2009/2010 e 2010/2011. Os tratamentos consistiram em um fatorial envolvendo doses de B aplicadas ao solo, a cada dois anos, e épocas de pulverização na planta, feitas anualmente. Utilizou-se de delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, cujos tratamentos foram arranjos em parcelas subdivididas: na parcela principal, foram alocadas as épocas de aplicação foliar de ácido bórico (sem pulverização, 0,3% pulverizado na fase de botão rosado e 0,6% em pós-colheita) e nas subparcelas, as doses de bórax no solo (0; 2,5 e 5,0 kg ha⁻¹ de B). A aplicação de B no solo foi mais eficiente do que a pulverização foliar para aumentar o teor de B na polpa, na folha e no solo; no entanto, não afetou nenhum dos atributos relacionados com a qualidade dos frutos, nas duas cultivares. A pulverização com B diminuiu o teor de amido e a acidez titulável, e não afetou o teor de sólidos solúveis e a firmeza da polpa dos frutos. A pulverização na floração diminuiu a germinação de grãos de pólen na cultivar Imperial Gala e a frutificação efetiva na cultivar Fuji Suprema. O rendimento de frutos não foi afetado pela adição de B, independentemente da época, da forma de aplicação ou dose, nas duas cultivares. Assim, não há necessidade de aplicar B nessas cultivares em pomares cultivados em solos com altos teores de matéria orgânica, com o objetivo de incrementar a produção e a qualidade dos frutos.

Termos para indexação: Adubação foliar, composição de frutos, maturação de fruto, cultivares de macieira.

FORMS OF BORON APPLICATION AND ITS INFLUENCE ON QUALITY AND YIELD OF APPLES (*Malus domestica*)

ABSTRACT – Boron (B) is normally applied at Brazilian apple orchards, but without any regional experimental support. The aim of this study was to evaluate the effect of forms of B addition on apple yield and quality. The experiment was set up in São Joaquim, Southern of Brazil, using two apple cultivars (Imperial Gala and Fuji Suprema). Treatments consisted of a factorial combination of rates of B applied to the soil, biannually, and time of B sprayed to the plants, annually, from 2002. It was used a randomized block with treatments arranged in a split-plot design. Boron sprays were allocated in the main plots (only water or acid boric solutions applied at 0.3% at the pink stage or at 0.6% just after harvest) and rates of soil B (0, 2.5 and 5.0 kg ha⁻¹ of B as borax) were allocated in the split-plots. Determinations were performed in the seasons of 2009/2010 and 2010/2011. Application of B to the soil was more effective than foliar B sprays for increasing B concentration in the fruits, leaves and in the soil, however it did not affect any of the fruit attributes related to the physiological quality, regardless of cultivar. Foliar B sprays decreased starch content and titratable acidity, and did not affect soluble solids content and flesh firmness. Sprays of B applied at bloom decreased pollen grain germination in ‘Imperial Gala’ and fruit set in ‘Fuji Suprema’. Fruit yield was not affected by the application of B, regardless of time, form or rate in any cultivar. Thus, there is no need to apply B in orchards containing these cultivars when grown in high organic matter soils in order to increase yield or fruit quality.

Index terms: Foliar fertilization, fruit composition, fruit maturity, apple cultivars.

¹(Trabalho 171-12). Recebido para publicação em: 25-05-2012. Aceito para publicação em: 09-12-2013.

²Eng. Agr., Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo /UDESC. Lages-SC. E-mail: sa_alessandra@yahoo.com.br

³Eng. Agr., PhD., Prof. da UDESC, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. E-mail: paulo.ernani@udesc.br; amarante@cav.udesc.br

⁴Pesquisador da EPAGRI, Estação Experimental de São Joaquim. São Joaquim-SC. E-mail: nava@epagri.sc.gov.br; pereiraajp@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Os solos cultivados com frutíferas temperadas no Brasil raramente apresentam deficiências de boro (B) (NAVA et al., 2009). A concentração de B na solução do solo é afetada principalmente por reações de adsorção química aos grupos funcionais existentes na superfície de compostos orgânicos e inorgânicos e pela decomposição da matéria orgânica (MO). Sendo assim, os principais fatores que afetam a disponibilidade de B às plantas são o pH (GOLDBERG, 1997), a composição mineralógica e o teor de MO do solo (GOLDBERG et al., 1993).

Por muitos anos, acreditou-se que o B era praticamente imóvel em plantas, por ser frequentemente encontrado em concentrações mais elevadas nas partes velhas das mesmas e porque os sintomas de carência se manifestavam primeiro nas partes mais novas (BASTOS; CARVALHO, 2004). Entretanto, trabalhos recentes mostram que o B se redistribui em algumas espécies de plantas, dentre elas a macieira, que utilizam polióis como metabólitos secundários, formando o complexo poli-ol-B-poli-ol nos tecidos fotossintéticos. Dessa forma, é transportado no floema, para drenos ativos, incluindo meristemas vegetativos ou reprodutivos, folhas jovens, frutos e sementes (BROWN; SHELPS, 1997).

Não há resultados de pesquisa mostrando a necessidade da aplicação de B em pomares de macieira nas condições de solo e clima da região Sul do Brasil, nem tampouco informações suficientes sobre épocas, doses e formas de aplicação desse nutriente. As recomendações atuais são similares às utilizadas em países produtores tradicionais de maçã, normalmente localizados em regiões de clima temperado. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a necessidade e a eficiência da aplicação foliar de B em diferentes estádios do ciclo de crescimento da macieira associado com a aplicação de doses deste nutriente via solo, no rendimento e na qualidade de frutos das cultivares Imperial Gala e Fuji Suprema.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em São Joaquim-SC (28° 11' 21,64" S, 49° 59' 34,32" W – altitude de aproximadamente de 1.215 metros), em um pomar comercial plantado em 1999, sobre um Cambissolo Húmico, com as cultivares Imperial Gala e Fuji Suprema, em áreas diferentes, sobre porta-enxerto Marubakaido com filtro EM-9. Antes da implantação do pomar, foram aplicadas 30 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, com o objetivo de aumentar

o pH para 6,5; 3 kg ha⁻¹ de B, e quantidades de P e K indicadas pelos órgãos oficiais de pesquisa, de acordo com a análise de solo (CQFS-RS/SC, 2004). Seis meses após a aplicação desses insumos, o solo apresentava as seguintes características na camada superficial (0-20 cm): pH em água = 6,3; matéria orgânica = 63 g dm⁻³; B = 0,4 mg kg⁻¹; Ca = 21,5 cmol_c kg⁻¹; Mg = 11 cmol_c kg⁻¹; P = 9 mg dm⁻³, e K = 0,43 cmol_c kg⁻¹, de acordo com Tedesco et al. (1995).

Utilizou-se do delineamento experimental de blocos ao acaso, com as três repetições dos tratamentos arranjadas em parcelas subdivididas. Os tratamentos consistiram na combinação fatorial de aplicações de B no solo e nas folhas. A parcela principal abrigou as épocas de pulverização foliar anual com ácido bórico: na fase de botão rosado, mais sensível, usou-se a concentração de 0,3%; na pós-colheita, aumentou-se para 0,6%; usou-se também um controle, onde não foi pulverizado B. Na subparcela, foram alocadas as doses de B bianualmente aplicadas no solo: 0; 2,5 e 5,0 kg ha⁻¹ de B na forma de bórax, sempre na faixa de projeção da copa das plantas. Durante todo o período experimental (2002 a 2011), foram realizadas cinco aplicações de B ao solo. Cada subparcela, nas duas áreas experimentais, continha cinco plantas úteis, espaçadas em 1,5 m na linha de plantio e 5,0 m entre as linhas. Os tratamentos começaram a ser aplicados em 2002, porém as avaliações foram realizadas somente nas safras de 2009/2010 e 2010/2011.

A concentração de B foi determinada no solo, nas folhas e nos frutos. A coleta de amostras de solo foi realizada em 2010, com trado holandês, numa profundidade de 0 a 20 cm, em quatro pontos distintos, dentro de cada unidade experimental. As amostras foram imediatamente secadas ao ar, destorroadas, moídas e peneiradas (2 mm). Nelas, a concentração de B foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Nas folhas e nos frutos, usou-se o método da azometina H, após incineração das amostras em forno mufla a 550°C, segundo a metodologia descrita por Suzuki e Argenta (1994). As folhas, 50 de cada unidade experimental, foram coletadas com pecíolo, do terço médio dos ramos emitidos na última estação de crescimento, nos diferentes lados da planta. As amostras da polpa dos frutos foram coletadas de 10 frutos de cada unidade experimental. De cada fruto, foram retiradas duas frações longitudinais triangulares, na forma de cunha, com aproximadamente 1 cm de largura na parte externa do fruto, incluindo a epiderme, que foram processadas em uma multiprocessadora para a obtenção do suco. As amostras foram trituradas com uma multiprocessadora e homogeneizadas com

um misturador.

Foi determinada a germinação *'in vitro'* de grãos de pólen, de acordo com a metodologia descrita por Einhardt et al. (2006). Para isso, foram coletadas anteras de 50 flores de cada cultivar, no estágio de 'balão'. As anteras foram depositadas em bandejas de papel, em estufa, na temperatura de 23°C, durante 72 horas.

A frutificação efetiva (FE) foi determinada em duas etapas. Primeiramente, quantificou-se o número de cachos florais logo após a plena floração, em ramos pré-selecionados de cada planta útil da subparcela. Após 15 dias, foi contado o número de frutos nos mesmos ramos. A FE foi calculada por meio da fórmula: $FE (\%) = (n^\circ \text{ de frutos} / n^\circ \text{ de cachos florais}) \times 100$.

O rendimento de frutos foi quantificado a partir da contagem do número total de frutos por planta, multiplicado pelo peso médio de 50 frutos, amostrados aleatoriamente em cada subparcela.

Em amostras de 15 frutos colhidos por subparcela, determinaram-se a acidez titulável (AT), o índice de iodo-amido, o teor de sólidos solúveis (SS), a firmeza de polpa e atributos de textura (força para penetração de casca e da polpa). O índice de amido foi determinado por meio da comparação do escurecimento da metade peduncular dos frutos, tratada com uma solução de iodo, em uma escala de 1 (teor máximo de amido) a 5 (amido totalmente hidrolisado). Uma amostra de 10 mL de suco foi extraída de 15 frutos para a determinação do teor de SS (°Brix) com um refratômetro digital. Para a determinação da AT, o suco foi diluído com água destilada na proporção de 1:9 e titulado com solução de NaOH 0,1 N até pH 8,1. A firmeza de polpa (N) foi determinada usando-se um penetrômetro manual, que mediu a resistência da polpa à inserção de um êmbolo com diâmetro de 11 mm, na região equatorial dos frutos, em dois lados opostos, após remoção de uma pequena porção da epiderme. Os atributos de textura foram analisados com um texturômetro eletrônico TAXT-plus®, em termos de forças necessárias para a penetração da epiderme e da polpa. Para a quantificação da força necessária para o rompimento da epiderme e para a penetração na polpa, foi utilizada ponteira modelo PS2, com 2 mm de diâmetro, a qual foi introduzida na polpa a uma profundidade de 10 mm com velocidades pré-teste, teste e pós-teste de 30; 5 e 30 mm s⁻¹, respectivamente.

Os dados médios dos atributos avaliados nas duas safras foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa SAS. Quando houve significância estatística, as médias dos tratamentos

foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para o atributo B no solo, foi também efetuada análise de regressão polinomial. As análises estatísticas de cada cultivar foram realizadas separadamente, ou seja, a cultivar não foi considerada um fator.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tanto no experimento com a cultivar Imperial Gala como na Fuji Suprema, os efeitos da aplicação de B no solo e da pulverização foliar afetaram os teores de B no solo e nas folhas, não tendo havido interação entre os dois fatores. A concentração de B no solo aumentou de maneira linear com o aumento da dose aplicada do nutriente, nos pomares das duas cultivares (Figura 1a). A adição de 5 kg ha⁻¹ de B, bianualmente, totalizando cinco aplicações, aumentou a concentração de B no solo em 200 e 260% em relação ao controle (com 0,5 mg kg⁻¹ de B), passando para 1,8 mg kg⁻¹ e 1,5 mg kg⁻¹ nos pomares de 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema', respectivamente. Pavan (1997), trabalhando com a variedade Gala, estudou o efeito da aplicação ao solo de 9 g por árvore de B, na forma de bórax e de ácido bórico, e verificou que o B no solo aumentou de 0,2 mg kg⁻¹ no controle para 0,45 e 0,90 mg kg⁻¹, respectivamente, constatando que o aumento do teor de B no solo depende do tipo de fertilizante. Segundo Pavan (1997), o ácido bórico foi superior ao bórax devido à maior solubilidade da primeira fonte de B em relação à segunda. Nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, o nível de B no solo considerado suficiente é de 0,3 mg kg⁻¹ (CQFS-RS/SC, 2004), praticamente o que o solo apresentava no início do experimento, indicando a capacidade do solo estudado em suprir este nutriente à macieira. De acordo com Basso e Suzuki (2001), em solos bem providos de MO e com pH inferior a 7, normalmente não há problemas com a falta de B para a macieira nos solos da região Sul do Brasil.

A concentração de B nas folhas das duas cultivares aumentou com o aumento da dose de B adicionada ao solo (Figura 1b). Na 'Imperial Gala', a adição de cinco aplicações bianuais de 5 kg ha⁻¹ de B no solo aumentou de maneira curvilínea o teor foliar de B em relação ao controle, o qual passou de 20,0 para 24,0 mg kg⁻¹; na 'Fuji Suprema', o B nas folhas aumentou linearmente, em aproximadamente 18%, e passou de 25,5 para 30,0 mg kg⁻¹ (Figura 1b). Pavan (1997) aplicou 9 g de B por árvore, ao solo, na forma de bórax, e verificou incrementos no teor de B nas folhas da cultivar 'Gala', o qual passou de 20 para até 36 mg kg⁻¹. De acordo com Suzuki e Basso (2002), as folhas de macieiras devem ter de 25 a 50 mg kg⁻¹ de

B para que o teor seja considerado bom. No entanto, apesar de esses valores não terem sido atingidos na cultivar Imperial Gala, não foi observado nenhum sintoma de deficiência de B no decorrer do estudo.

As pulverizações foliares com B aumentaram em 10% o teor de B nas folhas da cultivar Imperial Gala, o qual passou de 20,0 para 22,0 mg kg⁻¹, independentemente da época aplicada; na 'Fuji Suprema', entretanto, somente a pulverização realizada após a colheita foi eficiente para aumentar o teor de B nas folhas, o qual passou de 26,0 para 30,0 mg kg⁻¹ (Figura 2). Khalifa et al. (2009) verificaram que duas pulverizações anuais de ácido bórico (0,1%) em pomar de macieira irrigado por gotejamento incrementaram os teores foliares de B na cultivar Anna. Canesin e Buzetti (2007) constataram que quatro pulverizações foliares de ácido bórico (110 g ha⁻¹ de B) foram eficientes para elevar os teores de B nas folhas de pereira. Quaggio et al. (2003) demonstraram que a adição de ácido bórico (2,0 g L⁻¹) ao solo elevou a concentração de B no solo, com reflexos significativos também no incremento do teor do nutriente nas folhas de laranja- Pera.

O teor de B na polpa de maçãs 'Fuji Suprema' foi influenciado pela interação entre a aplicação de B nas folhas e no solo (Tabela 1). Tanto na ausência de pulverização foliar quanto na pulverização realizada em pós-colheita, o teor de B na polpa foi maior quando foram aplicados 5,0 kg ha⁻¹ de B no solo. Com o incremento de 0 para 5 kg ha⁻¹ de B aplicado ao solo, o teor de B na polpa aumentou de 2,9 para 4,0 mg kg⁻¹ na ausência de B aplicado na planta, e de 3,4 para 4,6 mg kg⁻¹ com a aplicação de B na planta em pós-colheita. Na cultivar Imperial Gala, não ocorreu interação entre a aplicação de B no solo e a pulverização foliar no teor de B da polpa dos frutos. O teor de B na polpa somente aumentou significativamente com o aumento da dose de B adicionada ao solo, atingindo 4,0 mg kg⁻¹ no tratamento com aplicação de 5,0 kg ha⁻¹ de B, porém não foi afetado pela pulverização foliar do nutriente, independentemente da época de aplicação (Tabela 2).

Não houve interação entre a aplicação foliar de B e sua adição ao solo para qualquer dos atributos fisiológicos avaliados, independentemente da cultivar. A adição de B ao solo não afetou o índice de iodo-amido, a AT, o teor de SS, a firmeza de polpa e os atributos relacionados com a textura dos frutos (força para a ruptura da casca e força para a penetração da polpa) nas duas cultivares, independentemente da dose aplicada (dados não apresentados). No entanto, os tratamentos envolvendo pulverização das plantas com B afetaram a maturação e a qualidade dos frutos na colheita (Tabela 3).

Em maçãs 'Imperial Gala', a aplicação de B foliar aumentou o índice de iodo-amido, que passou de 3,0, quando não houve aplicação foliar de B, para 4,1, quando a pulverização foliar ocorreu na floração (Tabela 3). Por isso, a aplicação foliar de B promoveu maior degradação do amido em açúcares solúveis, mostrando antecipação na maturação dos frutos. Na 'Fuji Suprema', o efeito da aplicação foliar de B no índice iodo-amido foi menor, mas o suficiente para antecipar a maturação dos frutos quando a pulverização foi realizada na pós-colheita em relação à ausência de pulverização foliar com B (Tabela 3).

O efeito das aplicações de B na acidez titulável (AT) foi semelhante para as duas cultivares (Tabela 3). A pulverização foliar de B diminuiu em 19% a AT em relação à ausência de aplicação foliar de B na 'Imperial Gala', e em 14% na 'Fuji Suprema' (Tabela 3), o que mostra uma antecipação da maturação dos frutos, pois frutos mais maduros apresentam menor AT.

O teor de sólidos solúveis (SS) e a firmeza de polpa não foram influenciados pela aplicação foliar de B, independentemente da época de aplicação, nas duas cultivares (Tabela 3). Estes resultados confirmam trabalhos publicados anteriormente, mostrando que a pulverização foliar de B não afeta a firmeza de polpa e o teor de SS dos frutos na colheita. Na cultura do pêssego, Nava et al. (2009) não observaram efeito da aplicação foliar de ácido bórico sobre a firmeza de polpa e o teor de SS, independentemente da época de aplicação. Wojcik (2006) aplicou B foliar em pós-colheita na macieira e verificou que não houve efeito na firmeza de polpa e no teor de SS. No entanto, a força para a ruptura da casca da 'Imperial Gala' diminuiu pela aplicação foliar de B somente quando realizada na floração; na 'Fuji Suprema', ela foi reduzida tanto pela pulverização na floração quanto em pós-colheita (Tabela 3).

A aplicação foliar de B, independentemente da época, reduziu a força para a penetração da polpa na 'Imperial Gala', mas não afetou esse atributo na 'Fuji Suprema' (Tabela 3). O aparelho utilizado para avaliar a textura da casca e da polpa apresenta maior sensibilidade a alterações na parede celular, resultantes da maturação, do que o penetrômetro, utilizado para avaliar firmeza de polpa. Portanto, os dados mostram que a aplicação foliar de B apresenta um efeito, ainda que pequeno e variável, em função da cultivar e da época de pulverização, na redução da textura de casca e polpa, mostrando uma antecipação na maturação.

Não houve efeito da interação entre a aplicação de B no solo e a pulverização foliar

desse nutriente na germinação de grãos de pólen e nos atributos relacionados com a produtividade de frutos (FE e rendimento), nas duas cultivares (Tabela 4). A aplicação foliar de B, entretanto, afetou a germinação do grão de pólen na 'Imperial Gala' e a FE na 'Fuji Suprema'. A germinação do grão de pólen da 'Imperial Gala' diminuiu de 50 para 44 % quando foi pulverizado B na floração, relativamente ao tratamento sem pulverização com B (Tabela 4). Mesmo com essa redução de 12 %, a taxa de germinação de grãos de pólen foi alta, não tendo afetado a frutificação efetiva. O rendimento dessa cultivar também não foi influenciado pela aplicação de B devido à uniformização no raleio das frutas, pois deixou-se, em média, um fruto por cacho floral.

Na 'Fuji Suprema', a pulverização com B na floração diminuiu em 14% a FE relativamente à ausência de aplicação de B na parte aérea das plantas (Tabela 4), porém ela não afetou a germinação de grãos de pólen e o rendimento de frutos. O rendimento de frutos não foi afetado pela adição de B, independentemente da forma (no solo ou na planta) ou da época de aplicação nas plantas, nas

duas cultivares (Tabela 4). A germinação de grãos de pólen e a FE também não foram influenciadas pela aplicação de B no solo, independentemente da dose utilizada, em nenhuma das cultivares (dados não apresentados).

O efeito da aplicação de B em pomares é variável e depende principalmente da espécie frutífera e do tipo de solo. Wojcik e Treder (2006) observaram que a fertirrigação com até 1,5 g árvore⁻¹ de B, num solo arenoso, aumentou a FE e o rendimento de maçãs 'Jonagold' em duas das três safras avaliadas. Incrementos na produção de maçãs pela aplicação de B no solo (PAVAN, 1997) ou na parte aérea das plantas (STOVER et al., 1999; KHALIFA et al., 2009) também foram verificados em estudos conduzidos no Brasil e Estados Unidos, respectivamente. A ausência de resposta da macieira à aplicação de B no solo, no presente estudo, pode ser explicada, em parte, pelos valores relativamente altos de MO existentes no solo do pomar (63 g dm⁻³) e pelo valor de pH do solo (6,3), que favoreceram a liberação de B para a solução.

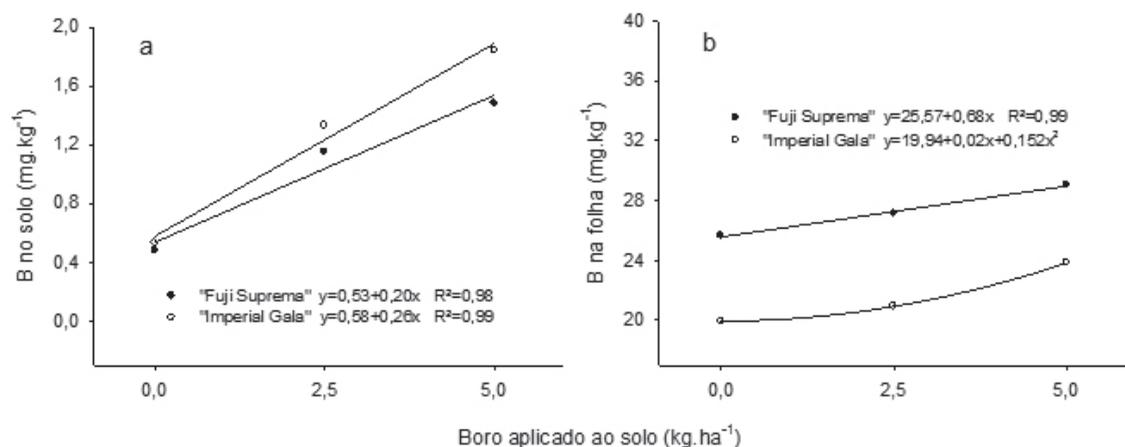


FIGURA 1- Concentração de Boro no solo e na folha das cultivares Imperial Gala e Fuji Suprema em função da aplicação de doses de B ao solo.

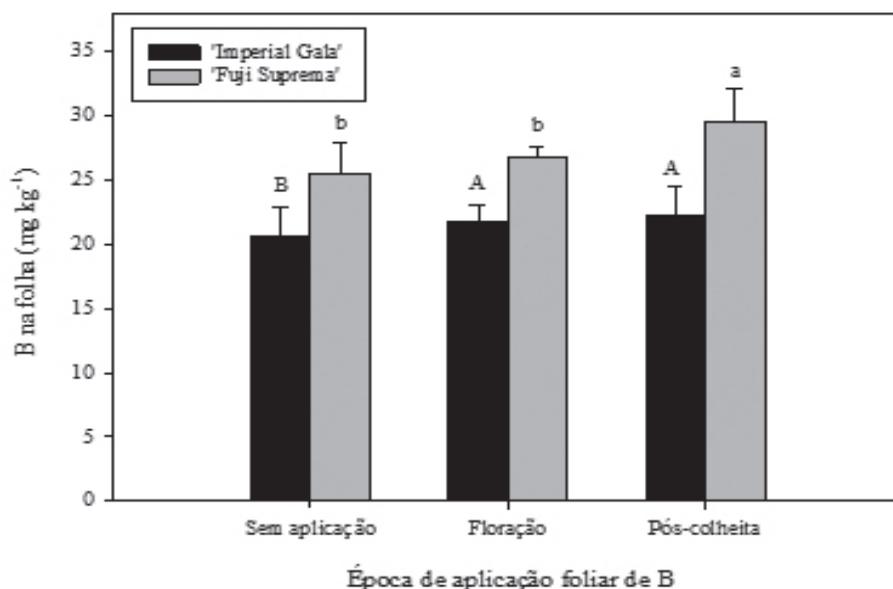


FIGURA 2-Concentração de Boro na folha das cultivares Imperial Gala e Fuji Suprema, em função das épocas de aplicação foliar de B.

Barras seguidas de mesma letra, maiúsculas para 'Imperial Gala' e minúsculas para 'Fuji Suprema', não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Médias de três repetições.

TABELA 1- Teor de Boro na polpa fresca da cultivar Fuji Suprema em função da adição de B no solo e das épocas de aplicação foliar desse nutriente. Médias de três repetições.

Época de aplicação de B na planta	Doses de B no solo (kg ha^{-1})			Média
	0	2,5	5,0	
	----- B na polpa (mg kg^{-1}) -----			
Sem aplicação	2,9 B a	3,1 B a	4,0 A ab	3,3 ab
Floração	2,9 A a	3,3 A a	3,4 A b	3,2 b
Pós-colheita	3,4 B a	3,4 B a	4,6 A a	3,8 a
CV (%)	10,5	9,0	13,5	16,3

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

TABELA 2- Teor de B na polpa fresca da cultivar Imperial Gala em função das épocas de aplicação foliar de B e da adição desse nutriente no solo. Médias de três repetições.

Tratamento	B na polpa (mg kg^{-1})	
Época de aplicação de B na planta	Sem aplicação	3,4 a
	Floração	3,5 a
	Pós-colheita	3,3 a
	CV (%)	16,4
Doses de B no solo (kg ha^{-1})	0,0	3,0 b
	2,5	3,2 b
	5,0	4,0 a
	CV (%)	11,3

Médias seguidas de mesma letra na coluna, comparando épocas de aplicação de B na planta ou doses de B no solo, não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

TABELA 3- Índice de iodo-amido, acidez titulável, sólidos solúveis, firmeza de polpa e atributos de textura em maçãs das cultivares Imperial Gala e Fuji Suprema, em função das épocas de aplicação foliar de Boro. Médias de três repetições.

Época de aplicação de B na planta	Índice de iodo-amido ¹	Acidez titulável (% ác. málico)	Sólidos solúveis (°Brix)	Firmeza de polpa (N)	Atributos de textura (N)	
					Força para ruptura da casca	Força para penetração da polpa
‘Imperial Gala’						
Sem aplicação	3,0 b	4,9 a	11,3 a	83,6 a	14,5 a	3,6 a
Floração	4,1 a	4,3 b	11,0 a	80,5 a	13,7 b	3,3 b
Pós-colheita	3,7 a	4,1 b	10,8 a	81,1 a	13,9 ab	3,4 b
CV (%)	9,8	6,5	4,1	3,2	2,7	4,2
‘Fuji Suprema’						
Sem aplicação	4,5 b	6,6 a	14,0 a	79,6 a	13,6 a	3,2 a
Floração	4,7 ab	5,8 b	13,8 a	80,0 a	12,9 b	3,2 a
Pós-colheita	4,8 a	6,0 b	13,9 a	78,9 a	12,9 b	3,3 a
CV (%)	2,2	5,7	3,8	3,9	2,8	3,5

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

¹Numa escala de 1 a 5, onde 1 indica o teor máximo de amido e 5 representa o amido totalmente hidrolisado.

TABELA 4- Germinação de grãos de pólen, frutificação efetiva e rendimento de maçãs das cultivares Imperial Gala e Fuji Suprema, em função das épocas de aplicação foliar de B. Médias de três repetições.

Época de aplicação de B na planta	Germinação de grãos de pólen (%)	Frutificação efetiva (%)	Rendimento (t ha ⁻¹)
‘Imperial Gala’			
Sem aplicação	49,4 a	260,3 a	58,3 a
Floração	44,2 b	225,0 a	54,7 a
Pós-colheita	50,5 a	271,3 a	53,4 a
CV (%)	8,0	12,6	7,1
‘Fuji Suprema’			
Sem aplicação	69,8 a	346,3 a	58,9 a
Floração	70,9 a	297,9 b	65,4 a
Pós-colheita	71,3 a	335,7 a	67,6 a
CV (%)	3,3	10,2	10,7

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

CONCLUSÕES

1-A aplicação de Boro ao solo é mais eficiente do que a aplicação foliar para elevar o teor de B na polpa dos frutos, nas folhas e no solo, entretanto não altera nenhum dos atributos relacionados com a maturação e a qualidade de maçãs ‘Imperial Gala’ e ‘Fuji Suprema’.

2-A pulverização foliar com B diminui o teor de amido e a acidez titulável, e não afeta o teor de sólidos solúveis e a firmeza da polpa dos frutos na colheita, nas duas cultivares.

3-A aplicação de B, independentemente da dose e da forma aplicada (ao solo ou por meio de pulverizações na parte aérea das plantas), não afeta o rendimento de frutos de nenhuma cultivar.

4-Em Cambissolos Húmicos localizados na região de São Joaquim, que apresentem pH próximo de 6,0 e alto teor de matéria orgânica, não há necessidade de aplicações anuais com B, nas plantas ou no solo, para incrementar a produção de maçãs, desde que o solo tenha sido fertilizado com esse nutriente em pré-plantio.

REFERÊNCIAS

- BASSO, C.; SUZUKI, A. Solos e nutrição. In: EPAGRI/JICA. **Nashi, a pera-japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, 2001. 341p.
- BASTOS, A. R. R.; CARVALHO, JG de. Absorção radicular e redistribuição do boro pelas plantas, e seu papel na parede celular. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, v.24, n.2, p.47-66, 2004.
- BROWN, P.H.; SHELP, B.J. Boron mobility in plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.193, n.1-2, p.85-101, 1997.
- CANESIN, R.C.F.S.; BUZETTI, S. Efeito da aplicação foliar de boro e zinco sobre a produção e os teores de SST e ATT dos frutos da pereira-japonesa e da pinheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.143-155, 2007.
- CQFS-RS/SC (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO). **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. Ed. Porto Alegre: SBCS – Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.
- EINHARDT, P.M.; CORREA, E.R.; RASEIRA, M.C.B. Comparação entre métodos para testar a viabilidade de pólen de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.5-7, 2006.
- GOLDBERG, S.; FORSTER, H.S.; HEICK, E.L. Boron adsorption mechanisms on oxides, clay minerals, and soils inferred from ionic strength effects. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.57, n.3, p.704-708, 1993.
- GOLDBERG, S. Reactions of boron with soils. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.193, n.1-2, p.35-48, 1997.
- KHALIFA, K.R.M.; HAFEZ, O.M.; ABD-EL-KHAIR, H. Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom end rot disease of Anna apple trees. **World Journal of Agricultural Sciences**, Islamabad, v.5, n.2, p.237-249, 2009.
- NAVA, G.A.; DALMAGO, G.A.; BERGAMASCHI, H.; MARODIN, G.A.B. Fenologia e produção de pessegueiros ‘Granada’ com aplicação de cianamida hidrogenada e boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.297-304, 2009.
- PAVAN, M. Respostas da macieira à aplicação de boro no solo. **Arquivo Biológico Tecnológico**, Campinas, v.40, n.2, p.419-424, 1997.
- QUAGGIO, J.A.; MATTOS JÚNIOR, D.; CANTARELLA, H.; TANK JÚNIOR, A. Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranjeira Pera. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.5, p.627-634, 2003.
- STOVER, E.; FARGIONE, M.; RISIO, R.; STILES, W.; IUNGERMAN, K. Prebloom foliar boron, zinc, and urea applications enhance cropping of some ‘Empire’ and ‘McIntosh’ apple orchards in New York. **HortScience**, Alexandria, v.34, n.2, p.210-214, 1999.
- SUZUKI, A.; BASSO, C. Fertilidade do solo e nutrição da macieira. In: **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. p.341-381.
- SUZUKI, A.; ARGENTA, L.C. Teores minerais na polpa das cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.16, n.1, p.92-104, 1994.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHEN, H.; VOLKWEISS, S. **Análise de solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.
- WOJCIK, P. Effect of post-harvest sprays of boron and urea on yield and fruit quality of apple trees. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.29, n.3, p.441-450, 2006.
- WOJCIK, P.; TREDER, W. Effect of drip boron fertigation on yield and fruit quality in a high-density apple orchard. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.29, n.12, p.2.199-2.213, 2006.