

"Júlio de Mesquita Filho"
Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira
Pós - Graduação em Agronomia "Sistemas de Produção"

Mobilidade de boro (^{10}B) em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) e pessegueiro (*Prunus persica* L.)

JULIANA APARECIDA DE SOUZA

Ilha Solteira – SP

Outubro/2011



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

“Mobilidade de boro (^{10}B) em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) e pessegueiro (*Prunus persica* L.)”

JULIANA APARECIDA DE SOUZA

Orientador: Prof. Dr. Salatiér Buzetti

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Regina Célia Faria Simão Canesin

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira – SP
Outubro/2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

S729m	Souza, Juliana Aparecida de. Mobilidade de boro (¹⁰B) em cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i> L.) e pessegueiro (<i>Prunus persica</i> L.) / Juliana Aparecida de Souza Ilha Solteira : [s.n.], 2011 68 f. : il. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2011 Orientador: Salatiér Buzetti Co-orientadora: Regina Célia Faria Simão Canesin Inclui bibliografia 1. Sorbitol. 2. Micronutriente. 3. Frutíferas.
-------	--

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Mobilidade de boro (10B) em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) e pessegueiro (*Prunus persica* L.)

AUTORA: JULIANA APARECIDA DE SOUZA

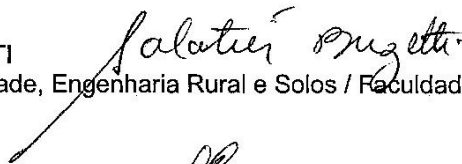
ORIENTADOR: Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. REGINA CÉLIA FARIA SIMÃO CANESIN

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



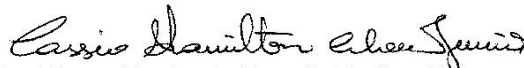
Prof. Dr. LUIZ DE SOUZA CORREA

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. CÁSSIO HAMILTON ABREU JUNIOR

Departamento de Nutrição Mineral de Plantas / Usp/ Cena- Centro de Energia Nuclear Na Agricultura



Data da realização: 24 de outubro de 2011.

Dedico

*Aos meus pais,
Devanir José de Souza e Aparecida Sala de
Souza pelo amor, carinho, apoio e
dedicação todos os dias de minha vida.*

Ofereço

*Ao meu namorado, Leonardo Poltronieri Sampaio pelo
amor, carinho, apoio, incentivo e confiança em minha
jornada.*

Agradecimentos

A Deus por estar presente ao meu lado em cada momento da minha vida.

Aos professores Dr. Salatiér Buzetti e Dr^a. Regina Célia Faria Simão Canesin pela orientação, confiança, ensinamentos e apoio.

Aos professores membros da banca Dr. Cássio Hamilton Abreu Junior e Dr. Luiz de Souza Corrêa pela contribuição e ensinamentos proporcionados na defesa deste trabalho.

A Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Campus de Ilha Solteira-SP e a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia “Sistema de Produção” pela oportunidade da realização deste curso de mestrado.

À FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão de bolsa de estudo e apoio financeiro necessário na realização do projeto.

Aos professores Walter Veriano Valério Filho e Pedro César dos Santos e demais professores da Instituição pelos conhecimentos transmitidos.

Aos Departamentos de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos e o Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-economia, pelo apoio.

Aos técnicos e amigos Marcelo Rinaldi da Silva; Selma de Moraes, João Batista Mariano de Carvalho e Carlos Araújo da Silva pelo auxílio na realização das análises em laboratório.

Aos meus pais Devanir José de Souza e Aparecida Sala de Souza, meu querido irmão Devanir José de Souza Junior e demais familiares, pelo amor, carinho apoio e incentivo.

Ao meu namorado Leonardo Poltronieri Sampaio, pelo apoio, carinho, amizade e contribuição na realização deste trabalho.

Aos amigos Jaine Ap. de Camargo; Marcela Ap. de Moraes e Renato Jaqueto Goes pela amizade, apoio e ajuda nos experimentos.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação.

Aos bibliotecários pela dedicação e atenção dispensadas.

Aos demais colegas de graduação e mestrado.

RESUMO

Recentemente foi demonstrado que o boro exibe rápida e significativa mobilidade no floema de algumas espécies produtoras de polióis. Os polióis como os açúcares alcoóis sorbitol, dulcitol e manitol possuem a capacidade de complexar o B conferindo a esse elemento alguma mobilidade dentro da planta. As espécies selecionadas foram o cajueiro (não produtora de sorbitol) e o pessegueiro (produtora de sorbitol). O trabalho teve por objetivo verificar a mobilidade de B aplicado via foliar em mudas de cajueiro e pessegueiro. As espécies foram conduzidas separadamente em dois experimentos em casa de vegetação pertencente a UNESP/FEIS no município de Ilha Solteira-SP. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, em parcelas subdivididas, em duas épocas (30 e 60 dias). Foram avaliados nas parcelas cinco tratamentos e nas subparcelas dois tipos de folha (folhas velhas e folhas novas). Os tratamentos estudados constituíram-se da adubação via solo e/ou via foliar com boro marcado ou não com ^{10}B , da seguinte forma: sem adubação via solo e foliar com B (Sol -B Fol -B); sem adubação via solo com B e adubação foliar com ^{10}B (Sol -B Fol ^{10}B); adubação via solo com B e sem adubação foliar (Sol B Fol -B); adubação via solo com B e foliar com ^{10}B (Sol B Fol ^{10}B) e adubação via solo com ^{10}B e foliar com B (Sol ^{10}B Fol B). Na adubação via solo o mesmo foi acrescido de B na dose de $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ de solo e na adubação via foliar aplicação de solução com B na doses de 255 mg L^{-1} , utilizando-se como fonte de B o ácido bórico e ácido bórico enriquecido com átomos de ^{10}B (99%). Foram avaliados quinzenalmente a altura e o número de folhas e o teor total de B e a porcentagem de B na folha velha e folha nova proveniente do fertilizante aos 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos. Não houve efeito da adubação com boro no desenvolvimento das mudas de cajueiro. A adubação com boro via foliar proporcionou maior incremento no número de folhas em mudas de pessegueiro aos 60 dias após a adubação. O boro aplicado via foliar é de mobilidade restrita ou intermediária em cajueiro e móvel em pessegueiro avaliados aos 30 e 60 dias após a adubação.

Palavras-chave: Sorbitol. Micronutriente. Frutíferas.

ABSTRACT

Recently it was demonstrated the boron mobility in the phloem of some species producing polyols. The polyols or such alcohols sugar as sorbitol, mannitol and dulcitol are capable of complexing B giving to this element some mobility within the plant. This work had the objective to study the effect of fertilization with boron in the soil and leaves of cashew and peach seedling. They were conducted two experiments for 120 days in the greenhouse at UNESP, Ilha Solteira/SP. The experimental design was randomized blocks with three replications in a split plot, in two times for collection of leaves (30 and 60 days after application of treatments). We studied five treatments in plots and two ages of leaves in the subplots (old leaves and new leaves). The treatments studied were: no fertilizer with B in the soil and leaves (Sol -B Fol -B); without fertilizer with B in the soil and leaves with ^{10}B (Sol -B Fol ^{10}B); fertilizing in the soil with B and leaves without B (Sol B Fol -B); fertilizing in the soil with B and leaves with ^{10}B (Sol B fol ^{10}B) and fertilizing in the soil with ^{10}B and leaves with B (Sol ^{10}B Fol B). Were evaluated the height and the number of leaves biweekly and B total content and B percentage at the leaf from the fertilizer (% Bfopf) at 30 and 60 days. There was no fertilization effect with boron in the cashew seedling growing . The foliar fertilization with boron showed higher increase in the leaves number on peach seedlings at 60 days after fertilization. Boron foliar application is restricted or intermediate mobility in mobile cashew and peach evaluated at 30 and 60 days after fertilization.

Keywords: Sorbitol. Micronutrient. Fruit trees.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados climáticos observados no período de condução do experimento de cajueiro. Ilha Solteira /SP, 2010.	23
Figura 2 - Dados climáticos observados no período de condução do experimento de pessegueiro. Ilha Solteira /SP, 2010.	26
Figura 3 - Altura em mudas de cajueiro dias após aplicação dos tratamentos (DAA). Ilha Solteira/SP, 2010.	31
Figura 4 - Número de folhas em mudas de cajueiro dias após aplicação dos tratamentos (DAA). Ilha Solteira/SP, 2010.....	32
Figura 5 - Teor de boro na folha em função dos tratamentos aos 30 dias após aplicação (30 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.	34
Figura 6 - Teor de boro na folha em função dos tratamentos aos 60 dias após aplicação (60 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.	35
Figura 7 - Teor de boro na folha em função do tipo de folha aos 60 dias após aplicação (60 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.	36
Figura 8 - Porcentagem de boro na folha velha proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 30 dias após aplicação dos tratamentos (30 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.	38
Figura 9 - Porcentagem de boro na folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 30 dias após aplicação dos tratamentos (30 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.	39
Figura 10 - Porcentagem de boro na folha velha e folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) em função dos tratamentos aos 30 dias após aplicação (30 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.	40
Figura 11 - Porcentagem de boro na folha velha proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 60 dias após aplicação dos tratamentos (60 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.	41
Figura 12 - Porcentagem de boro na folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 60 dias após aplicação dos tratamentos (60 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.	41
Figura 13 - Porcentagem de boro na folha velha e folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) em função dos tratamentos aos 60 dias após aplicação (60 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.	43
Figura 14 - Altura em mudas de pessegueiro dias após a aplicação dos tratamentos (DAA). Ilha Solteira/SP, 2010.	45
Figura 15 - Número de folhas em mudas de pessegueiro dias após aplicação dos tratamentos (DAA). Ilha Solteira/SP, 2010.....	46

Figura 16 - Incremento no número de folhas (INF) em função dos tratamentos aos 60 dias após aplicação (60 DAA) em mudas de pessegueiro.....	47
Figura 17 - Teor de boro em função dos tratamentos aos 30 dias após a aplicação (30 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.....	49
Figura 18 - Teor de boro em função dos tratamentos aos 60 dias após a aplicação (60 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.....	49
Figura 19 - Porcentagem de boro na folha velha proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 30 dias após aplicação dos tratamentos (30 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.....	52
Figura 20 - Porcentagem de boro na folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 30 dias após aplicação dos tratamentos (30 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.....	53
Figura 21 - Porcentagem de boro na folha velha e folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) em função dos tratamentos aos 30 dias após aplicação (30 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.	54
Figura 22 - Porcentagem de boro na folha velha proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 60 dias após aplicação dos tratamentos (60 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.....	55
Figura 23 - Porcentagem de boro na folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 60 dias após aplicação dos tratamentos (60 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.....	56
Figura 24 - Porcentagem de boro na folha velha e folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) em função dos tratamentos aos 60 dias após aplicação (60 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.	57
Figura 25 - Mudas de cajueiro adquiridas em viveiro comercial (30 cm).	63
Figura 26 - Mudas de cajueiro instaladas sobre a bancada na casa de vegetação.	63
Figura 27 - Identificação das folhas de cajueiro com fita antes da aplicação dos tratamentos.....	64
Figura 28 - Folhas de cajueiro desenvolvidas após a aplicação dos tratamentos.....	64
Figura 29 - Mudas de cajueiro 30 dias após a aplicação dos tratamentos.	65
Figura 30 - Mudas de cajueiro após a 1º coleta de folhas (30 dias).	65
Figura 31 - Mudas de pessegueiro após a poda e brotação dos ramos (10-15cm).	66
Figura 32 - Mudas de pessegueiro instaladas sobre a bancada na casa de vegetação.	66
Figura 33 - Folhas de pessegueiro desenvolvidas após a aplicação dos tratamentos.	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo, amostrado das mudas de cajueiro, antes da instalação do experimento. Ilha Solteira /SP, 2010.	22
Tabela 2 - Resultado da análise química do solo, amostrado das mudas de pessegueiro, antes da instalação do experimento. Ilha Solteira /SP, 2010.....	25
Tabela 3 - Teste F, média e coeficiente de variação (CV) referente ao incremento na altura em centímetros (IALT) e incremento no número de folhas (INF) aos 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos (30 e 60 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.....	30
Tabela 4 - Teste F, média e coeficiente de variação (CV) referente ao teor de boro (B) em mg kg^{-1} e a porcentagem de boro na folha proveniente do fertilizante (% Bfopf) em função dos tratamentos e da folha aos 30 e 60 dias após aplicação (30 e 60 DAA) em mudas de cajueiro, Ilha Solteira/SP, 2010.	33
Tabela 5 - Teste F do desdobramento tratamento x folha referente a porcentagem de boro na folha proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 30 e 60 dias após aplicação dos tratamentos (30 e 60 DAA), em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.....	37
Tabela 6 - Teste F, média e coeficiente de variação (CV) referente ao incremento na altura em centímetros (IALT) e incremento no número de folhas (INF) aos 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos (30 e 60 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.....	44
Tabela 7 - Teste F, média e coeficiente de variação (CV) referente ao teor de boro (B) e a porcentagem de boro na folha proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 30 e 60 dias após aplicação dos tratamentos (DAA) em mudas de pessegueiro, em função dos tratamentos e da folha. Ilha Solteira/SP, 2010.....	48
Tabela 8 - Teste F do desdobramento tratamento x folha aos 30 e 60 dias após aplicação dos tratamentos (DAA) referente à porcentagem de boro na folha proveniente do fertilizante (% Bfopf) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.....	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.3	Boro	14
2.3.1	Função e deficiência	15
2.3.2	Absorção, transporte e redistribuição	15
2.3.3	Mobilidade	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.2	Escolha das espécies frutíferas.....	20
3.3	Local e caracterização da área experimental.....	20
3.4	Delineamento experimental e tratamentos.....	21
3.4.1	Fertilizante enriquecido com ¹⁰ B.....	21
3.5	Condução dos experimentos	22
3.5.1	Experimento de cajueiro	22
3.5.2	Experimento de pessegueiro	24
3.6	Avaliações.....	27
3.7	Teor total de B.....	27
3.8	Análise isotópica e quantificação de ¹⁰ B	28
3.8.1	Cálculo da % Bfopf	28
3.9	Análise estatística.....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.2	Experimento de cajueiro	30
4.2.1	Crescimento das mudas	30
4.2.2	Teor de B e mobilidade.....	32
4.3	Experimento de pessegueiro	44
4.3.1	Crescimento das mudas	44
4.3.2	Teor de B e mobilidade.....	48
5	CONCLUSÕES	58
	REFERÊNCIAS.....	59
	APÊNDICE A - Fotos do experimento de cajueiro.....	63
	APÊNDICE B - Fotos do experimento de pessegueiro.	66

1 INTRODUÇÃO

O boro é um dos micronutrientes que mais limita o rendimento das culturas no Brasil, principalmente nas espécies exigentes e cultivadas em solos de textura arenosa, nos quais o micronutriente, tendo alta mobilidade, pode ser perdido por lixiviação (BLEVINS; LUKASZEWSKI, 1998).

Uma característica geral da deficiência de boro em frutíferas relaciona-se com a floração e o pegamento de frutos. Geralmente, a floração é excessiva, porém com baixo pegamento dos frutos, que caem prematuramente, o que provavelmente está relacionado com a importância do boro na germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico (QUAGGIO; PIZA JUNIOR, 2001). Para corrigir a deficiência de micronutrientes, o modo de aplicação pode ser via solo ou foliar. Sendo esta última, uma forma amplamente utilizada em frutíferas, embora existam dúvidas sobre a efetividade desta prática, devido ao pouco conhecimento da mobilidade deste nutriente no floema destas espécies.

A utilização de isótopos tem sido uma técnica muito útil nas pesquisas sobre mobilidade de nutrientes nos vegetais. Grande parte das pesquisas sobre a absorção e mobilidade de micronutrientes tem sido realizada com o auxílio de isótopos radioativos, entretanto, para o B não existe um isótopo radioativo com meia vida suficientemente longa que possibilite estas pesquisas. Para os estudos de mobilidade de nutrientes, é necessário usar uma metodologia que possibilite distinguir se o nutriente presente nas partes novas da planta é oriundo de partes já existentes, ou se ele foi absorvido pelas raízes ou folhas. Com o desenvolvimento do ICP-MS tornou-se possível quantificar os isótopos estáveis de B (^{10}B e ^{11}B), o que possibilitou os estudos de mobilidade de B nos vegetais, utilizando-se compostos enriquecidos em ^{10}B (BOARETTO, 2006).

Os resultados de pesquisas mostram claramente que as espécies vegetais diferem intensamente quanto à mobilidade de B, podendo classificá-las em espécies em que a redistribuição do micronutriente é restrita e espécies em que o B é altamente móvel (BROWN; SHELP, 1997).

A mobilidade de B ocorre nas espécies que produzem polióis, pois formam complexos poliol-B-poliol nos tecidos fotossintéticos e estes são transportados pelo floema até os drenos ativos, como meristemas vegetativos e reprodutivos (HU et al., 1997). Os polióis são açúcares

simples, como o sorbitol, manitol e dulcitol, e estão presentes em muitos vegetais, como determinados por Zimmermann e Ziegler (1975).

Observa-se que a mobilidade do B varia com as espécies e pode estar associada ao açúcar sorbitol que possui a capacidade de complexar o B conferindo a esse elemento alguma mobilidade dentro da planta. Neste sentido, este trabalho teve por objetivo verificar a mobilidade de boro aplicado via foliar em mudas de cajueiro e pessegueiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.2 Micronutrientes

A disponibilidade de micronutrientes para as plantas, isto é, a presença destes na solução do solo depende de vários fatores, como material de origem, reação do solo (pH), textura e aeração do solo (Fe; Mn e Cu), práticas culturais (calagem, adubação fosfatada, plantio direto), características genéticas da planta, desbalanceamento entre cátions metálicos (Fe, Cu, Mn e Zn) e altas produtividades (lei do mínimo), conforme apresentado por Vitti e Trevisan (2000).

Segundo Malavolta (2006), verifica-se que um aumento do pH do solo aumenta linearmente a disponibilidade de Mo e diminui a dos cátions metálicos como o Fe, Cu, Mn e Zn. Com relação ao B verifica-se que este apresenta efeito quadrático, ou seja, baixa disponibilidade em reação ácida, e queda na disponibilidade em pH próximo da neutralidade. O desbalanceamento entre nutrientes ocorre quando está presente em uma solução mais de um elemento químico, aumentando estes podem influenciar ou inibindo de forma competitiva ou não, a absorção do outro. São os casos de inibição competitiva o que acontece entre o Ca/Cu; Cu/Zn; Mn/Mg; NO_3/Cl ; SO_4/MoO_4 ; Fe/Mn; K/Ca e não competitiva entre o B/Zn; P/Cu; P/Zn; P/Mn; P/Fe e N/B. Há sinergismo, ou seja, quando a presença de um elemento faz aumentar a absorção de outro como o que acontece entre Mg/P; P/Mo ou quando por exemplo o Ca em baixas concentrações promove o aumento na absorção de qualquer elemento catiônico ou aniônico.

Para diversas culturas perenes, a pulverização foliar com micronutrientes é uma rotina, aproveitando-se a aplicação de pesticidas (ABREU; RAIJ, 1997). Vários fatores contribuíram para o interesse e uso da adubação foliar com micronutrientes, sendo as necessidades totais de algumas culturas freqüentemente atendidas com apenas uma aplicação (LOPES; SOUZA, 2001). Segundo Quaggio e Piza Junior (2001), a adubação foliar tem sido a forma mais utilizada para aplicar micronutrientes, não somente porque a quantidade necessária é pequena, mas também para se evitar a adsorção exagerada de elementos metálicos, que de modo geral são muito reativos com os colóides do solo, o que reduz a disponibilidade para as plantas. Isso

ressalta a importância de se fornecer micronutriente de maneira que as plantas consigam aproveitá-lo, assim torna-se necessário conhecer o método de aplicação mais adequado.

Dentre os micronutrientes, o B e o Zn merecem especial atenção por se tratar de elementos cujas deficiências aparecem em maior frequência nas culturas e por estarem diretamente relacionados à formação e à qualidade da colheita (MALAVOLTA et al., 1997). De acordo com Furlani (2004), o B é absorvido pelas plantas preferencialmente na forma molecular, sem carga (H_3BO_3). Possui propriedades intermediárias entre os metais e os não metais eletronegativos e tem tendência a formar complexos catiônicos dentro da planta, com compostos orgânicos de configuração cis-diol, como os açúcares e seus derivados.

Pavan (1997) constatou que, devido à maior solubilidade do ácido bórico em relação ao bórax, as aplicações de B no solo aumentaram rapidamente as concentrações no solo e nas folhas, nos dois primeiros anos, resultando aumento na produção de frutos de macieira, variedade Gala. Costa et al. (2002) observaram que aplicações de ácido bórico, tanto no solo quanto nas folhas provocaram aumento na produtividade e no número de frutos da pinha (*Annona squamosa* L.), bem como elevaram o vingamento dos frutos. Porém, as diferentes formas de aplicação não alteraram a matéria seca, o comprimento e o diâmetro dos frutos.

2.3 Boro

O boro possui número atômico 5 e massa atômica de 10,811 u.m.a., tendo dois isótopos estáveis de massas 10 e 11, com abundância natural média de $^{10}\text{B} = 19,9\%$ e $^{11}\text{B} = 80,1\%$ (BIEVRE; BARNES, 1985). É membro do grupo dos elementos químicos conhecidos como ametais (MARSCHNER, 1995). Sob condições fisiológicas normais, e na ausência de interações com biomoléculas, o B existe como ácido bórico H_3BO_3 ou ânion borato H_2BO_3^- (POWER; WOODS, 1997). O ácido bórico é um ácido muito fraco, com um pKa de 9,24. Assim, no citoplasma (pH em torno de 7,5), mais de 98% do B se encontra na forma H_3BO_3 livre, e menos que 2% se encontra, como H_2BO_3^- (POWER; WOODS, 1997). Em valores de pH encontrados no apoplasto (pH 5,5), mais de 99,95% de B estariam na forma de H_3BO_3 e menos de 0,05% na forma de H_2BO_3^- .

2.3.1 Função e deficiência

O B é um dos micronutrientes que mais se têm constatado deficiência em nosso meio (MALAVOLTA, 1980). O nutriente está relacionado a uma série de processos fisiológicos das plantas tais como: transporte de açúcar; síntese da parede celular; lignificação; estrutura da parede celular; respiração; metabolismo de carboidratos; metabolismo de RNA; metabolismo de ácido indolacético; metabolismo de compostos fenólicos; metabolismo de ascorbato; fixação de nitrogênio; e diminuição da toxicidade de alumínio. Entretanto, pode ser que alguns dos efeitos nos processos fisiológicos em que a ausência de B esteja relacionada não ocorram de forma direta e sim sejam efeitos secundários ou “efeitos cascatas” (MARSCHNER, 1995).

A deficiência de boro causa transformações bioquímicas, fisiológicas e anatômicas, algumas delas representando efeitos secundários. Por causa da rapidez e grande variedade de sintomas que se sucedem após a supressão do boro na cultura, determinar a função primária do boro parece ser um dos grandes desafios na nutrição mineral de plantas (BLEVINS; LUKASZEWSKY, 1998). Desta forma, o boro é o único elemento que não satisfaz o critério direto de essencialidade (MALAVOLTA, 1980).

O sintoma de deficiência de B está relacionado com a sua mobilidade dentro da planta. Nas espécies em que o B é relativamente imóvel, o sintoma inicial de deficiência é o desenvolvimento anormal dos pontos de crescimento e com o decorrer do tempo há morte das gemas apicais (MENGEL; KIRKBY, 2001).

2.3.2 Absorção, transporte e redistribuição

Absorção, transporte e redistribuição de nutrientes pelos vegetais são processos distintos. A absorção é o processo pelo qual o nutriente passa do meio externo da planta, na forma iônica ou molecular, para o espaço intercelular ou qualquer outra parte da célula. A absorção de B por plantas pode ocorrer tanto pelo sistema radicular quanto pelas folhas. Entretanto, a raiz é o principal órgão da planta para a absorção de nutrientes (BOARETO, 2006).

O B é absorvido da solução do solo pelas raízes principalmente na forma de ácido bórico. A absorção do nutriente pelas raízes da planta é influenciada por fatores bióticos e abióticos, tais como: espécie vegetal, tipo de solo, matéria orgânica, teor de B no solo, pH e espécies iônicas presentes na solução do solo. Entre os fatores relacionados ao solo, o pH é o que tem maior influência na absorção do nutriente pelas plantas (HU; BROWN, 1997). Xu et al. (2002), em estudo com diferentes cultivares de nabo, verificaram que as diferenças nas características morfológicas das raízes interferem na absorção e utilização do B e outros nutrientes, resultando em diferenças no crescimento e desenvolvimento da planta.

As células das folhas, da mesma forma que as células das raízes, absorvem os elementos minerais do apoplasto e da membrana plasmática, estando sujeito aos mesmos fatores externos como concentração do nutriente, valência do íon, temperatura, e fatores internos, como atividade metabólica (MATTOS JUNIOR et al., 2005). A absorção dos nutrientes pelas folhas é influenciada por inúmeros fatores: referente à planta (superfície foliar, presença de pêlos, hidratação da cutícula, idade da folha, espécie e variedade); referente à composição da solução (pH da solução, concentração do nutriente, íons acompanhantes e molhantes); e referente a outros fatores como umidade do solo, umidade atmosférica, temperatura e luminosidade (MALAVOLTA et al., 1997).

A absorção foliar é mais lenta que a radicular, isso porque o caminho que o nutriente tem que percorrer para ser absorvido pelas folhas é maior do que para ser absorvido pelas raízes, visto que não existe na epiderme das raízes camada de cutícula e de ceras, que possam restringir a absorção do nutriente pela planta (FURLANI, 2004). A análise da literatura evidencia que a quantidade e intensidade do B absorvido pelas folhas variam de acordo com as espécies vegetais. Shu et al. (1994) verificaram que menos de 1% do ^{10}B aplicado nas folhas de pessegueiro foi absorvido após 3 dias da aplicação. Picchioni et al. (1995) pulverizaram soluções enriquecidas em ^{10}B nas folhas de macieira, pereira, ameixeira e cerejeira, e verificaram que após 24 horas da pulverização cerca de 88% a 96% do B aplicado foi absorvido pelas folhas.

A mobilidade se refere ao movimento do nutriente dentro planta, e engloba tanto o processo de transporte quanto o de redistribuição dos nutrientes nos vegetais. O transporte é o movimento do nutriente do órgão de absorção para outro local qualquer na planta. Quando a absorção ocorre pelas raízes, o nutriente é transportado pelo xilema, por fluxo de massa, até os locais de residência. Entretanto, quando o nutriente é absorvido pelas folhas, o transporte se dá pelo floema. A redistribuição é o movimento do nutriente do local de residência para

outro local qualquer na planta, processo que ocorre predominantemente pelo floema e se refere a produtos fotoassimilados (BOARETTO, 2006).

2.3.3 Mobilidade

Admite-se de modo geral que o B é transportado somente no xilema, sendo praticamente imóvel no floema. Porém, com o auxílio de traçadores isotópicos foi possível verificar que o B apresenta expressiva mobilidade no floema e reclassificá-lo como de mobilidade intermediária ou mobilidade condicional, dependendo da espécie (FURLANI, 2004).

Segundo Trivelin (2004), a grande importância do método dos traçadores é que os isótopos de um dado elemento, quer sejam radioativos ou estáveis, podem ser identificados numa mistura normal dos isótopos deste elemento, conforme o mesmo é encontrado na natureza, possibilitando o acompanhamento do elemento nos diferentes compartimentos do sistema em estudos qualitativos e quantitativos. Um exemplo clássico do uso da técnica de traçador, na identificação de intermediários desconhecidos em cadeias de reações, trata-se dos trabalhos de Calvin e colaboradores, em estudos da fixação do dióxido de carbono no processo da fotossíntese. O emprego do gás carbônico marcado com ^{14}C em experimentos com algas expostas à luz, permitiu a identificação dos compostos estáveis derivados da assimilação do $^{14}\text{CO}_2$, elucidando o ciclo da redução do carbono, que é chamado ciclo de Calvin-Benson, sendo um dos mais bem estudados aspectos do processo fotossintético.

Utilizando o método dos traçadores, Brown e Shelp (1997) demonstraram que o B é prontamente translocado em algumas espécies como consequência da formação de complexos B-poliol. Existe um grande número de compostos biológicos que podem formar complexos com o B. Os compostos capazes de complexar o ácido bórico incluem os açúcares e seus derivados (FURLANI, 2004). Exemplos mais comuns de açúcares capazes de complexar o B são os açúcares álcoois como o sorbitol, manitol e dulcitol que são encontrados em plantas importantes economicamente como nespereira, pessegueiro, pereira, feijoeiro, cafeeiro, (HU; BROWN, 1997) e em oliveira, macieira e cerejeira (ZIMMERMANN; ZIEGLER, 1975). Nestas espécies ocorre a formação de complexos polioliol-B-polioliol nos tecidos fotossintéticos e estes são transportados pelo floema até os drenos, como meristemas vegetativos e

reprodutivos (HU et al., 1997). Nas espécies que não produzem quantidades suficientes de polióis, o B, uma vez transportado até a folha pelo fluxo respiratório, não pode entrar no floema, resultando em sua imobilidade na folha (BROWN; HU, 1998).

Essa mobilidade de B associado aos polióis foi demonstrada por meio de um experimento conduzido com plantas de tabaco geneticamente modificadas para produzir sorbitol. Os resultados dessa pesquisa demonstraram que ocorre significativa redistribuição de ^{10}B de folhas velhas para os meristemas e que além de aumentar a tolerância das plantas de tabaco à toxidez, diminuiu os sintomas de deficiência de boro. Foram observados ainda aumentos nas concentrações de B nas raízes e na parte aérea (BROWN; SHELPS, 1997).

A mobilidade de B no floema apresenta bastante variação entre as espécies. A concentração de B em folhas de diferentes idades dentro da mesma planta fornece evidências da mobilidade desse elemento, como foi observado por Brown e Shelp (1997) que concentrações mais altas de B nas folhas velhas e maduras quando comparadas à folhas jovens evidenciam a imobilidade de B, ao contrário quando a ocorrência de concentrações mais altas de B em folhas mais jovens evidenciam mobilidade de B.

A ocorrência do transporte do B das folhas em que foi aplicado, para outras partes das plantas desenvolvidas após a pulverização foliar, foi demonstrada em algumas espécies, utilizando ácido bórico enriquecido em ^{10}B . Shu et al. (1994) verificaram que 94% do B absorvido pelas folhas de pessegueiro foi transportado para outras partes da planta em 3 dias. Picchioni et al. (1995), em estudo com macieira, pereira, ameixeira e cerejeira, constataram que cerca de 70% a 80% do B absorvido pelas plantas foi mobilizado em 24 horas. Hu e Brown (1997) observaram que o ^{10}B aplicado via foliar é rapidamente (0-15 dias) translocado das folhas tratadas para os frutos adjacentes nas espécies nas quais o sorbitol é um fotossintato dominante como em maçã e nectarina ao contrário daquelas onde não ocorre como em pistache e figo. Perica et al. (2001) observaram que 39% do B presente na inflorescência de oliveira vieram da adubação foliar.

A presença do açúcar sorbitol relatado por Zimmermann e Ziegler (1975) e verificado por Rodrigues et al. (2005), em espécies de Pomáceas, podem ser indícios da capacidade que as plantas de Pereira Japonesa apresentam em absorver o B via foliar e translocá-lo dentro da planta, como também constataram Siebeneichler et al. (2005) em plantas de abacaxi, que apresentam a capacidade de sintetizar manitol e sorbitol. Os autores observaram que o B aplicado via foliar em folhas de abacaxi foi absorvido e translocado para folhas mais velhas.

Nas espécies produtoras de sorbitol, a mobilidade do boro comparada às demais espécies é facilitada e razão pela qual apresentam alguma resposta a aplicação foliar de boro como constataram Canesin e Buzetti (2007) em Pereira Japonesa e Maeda (2005) em abacaxi. Ao contrário, a mobilidade do B nas espécies não produtoras de sorbitol é muito limitada e provavelmente esse fato explique a razão destas espécies não apresentarem respostas à aplicação foliar de boro, como observaram Boaretto et al. (2004) e Boaretto (2006) em plantas cítricas, Canesin e Buzetti (2007) em plantas de Pinheira (*Annona squamosa* L.) e Canesin (2008) em videira. Cabe ressaltar que como a redistribuição ocorre como complexo B-poliol, o movimento desse nutriente, nas espécies produtoras de sorbitol, seria regulado pelo movimento dos carboidratos e não pelo suprimento de B (BELLALLOUI et al., 1999).

Desta forma, nas plantas onde o boro não apresenta mobilidade no floema, a correção de sua deficiência deve ser de preferência via radicular (MALAVOLTA, 1980), ou diretamente no tecido de interesse. Em frutíferas, o B é essencial para o processo de florescimento e as aplicações podem ser usadas efetivamente se aplicadas diretamente nos botões florais ou nas flores (BROWN; SHELP, 1997). Porém, os trabalhos recentes mostram que em plantas onde o B mostra mobilidade, as aplicações foliares podem ser utilizadas para corrigir deficiências de B e suprir de B a flor e o fruto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.2 Escolha das espécies frutíferas

A seleção das espécies foi realizada com base na classificação de Zimmermann e Ziegler (1975) e Brown e Shelp (1997) quanto à presença ou não do açúcar sorbitol. As espécies frutíferas selecionadas foram o pessegueiro (*Prunus persica*) da família Rosaceae, produtora de sorbitol e o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) da família Anacardiaceae, não produtora de sorbitol.

As mudas de cajueiro e pessegueiro foram adquiridas em viveiro de comercialização na cidade de Herculândia/SP, acondicionadas em sacolas plásticas. As espécies foram estudadas separadamente, em dois experimentos, sendo que os experimentos foram conduzidos em épocas diferentes, devido ao pêssgo ser uma espécie de clima temperado que perde suas folhas no outono e apresenta dormência no período de inverno. O local e as condições experimentais foram às mesmas para as duas espécies, assim como o delineamento experimental, os tratamentos e as avaliações.

3.3 Local e caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na casa de vegetação da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da ‘Universidade Estadual Paulista’. O campus da Faculdade fica situado no município de Ilha Solteira/SP. O tipo climático da região é Aw, segundo a classificação de Koeppen, caracteriza-se como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,1°C, precipitação média anual de 1370 mm e umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ et al., 1995). A temperatura e umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação foram monitoradas durante o período de condução dos experimentos, com o uso de Termohigrômetro digital.

3.4 Delineamento experimental e tratamentos

No interior da casa de vegetação, existem bancadas metálicas com um metro de altura, onde foram colocadas as mudas, acondicionadas em sacolas plásticas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, em parcelas subdivididas, conduzido em duas épocas (30 e 60 dias). Como a coleta de folhas foi destrutiva, o experimento foi conduzido em duas épocas, sendo que a coleta de folhas foi realizada aos 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos. Foram avaliados nas parcelas cinco tratamentos e nas subparcelas dois tipos de folha (folhas velha e folhas nova). Cada parcela continha 4 plantas úteis.

Os tratamentos constituíam-se de adubação via solo e/ou via foliar, com boro marcado ou não, sendo: sem adubação via solo e foliar com B (Sol -B Fol -B); sem adubação via solo com B e foliar com ^{10}B (Sol -B Fol ^{10}B); adubação via solo com B e sem adubação foliar com B (Sol B Fol -B); adubação via solo com B e foliar com ^{10}B (Sol B Fol ^{10}B) e adubação via solo com ^{10}B e foliar com B (Sol ^{10}B Fol B).

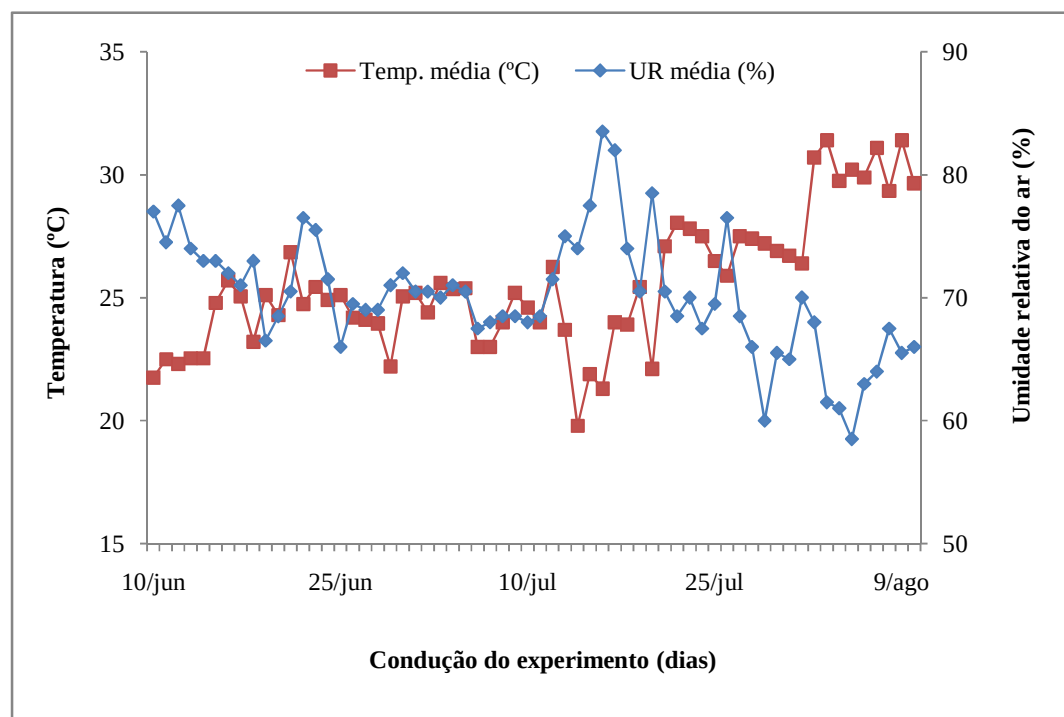
Na adubação via solo, o mesmo foi acrescido de B na dose de $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ de solo (MALAVOLTA, 1981), utilizando o boro marcado ou não. Na adubação via foliar, as folhas totalmente expandidas foram pinceladas ou pulverizadas com uma solução contendo B na dose de 255 mg L^{-1} (BOARETTO, 2006), utilizando o boro marcado ou não. Como fonte de boro e boro marcado foram utilizados o ácido bórico e ácido bórico enriquecido com átomos de ^{10}B (99%), respectivamente.

3.4.1 Fertilizante enriquecido com ^{10}B

Para a obtenção das soluções enriquecidas em ^{10}B , foi utilizado ácido bórico com 99% de átomos de ^{10}B . A massa de 1,0 mol de B com abundância isotópica natural é igual a 10,811 g ou 19,9% ^{10}B (10,013 u.m.a.) e 80,1% ^{11}B (11,009 u.m.a.) e a massa de 1,0 mol de B na abundância isotópica utilizada nos experimentos é de 10,086 g ou 99% ^{10}B (10,013 u.m.a.) e 1% ^{11}B (11,009 u.m.a.). Dessa forma, para obter em uma solução a mesma quantidade de átomos de B, utilizando-se de ácido bórico com diferentes abundâncias isotópicas de B (^{10}B e

A temperatura e umidade relativa do ar médias observadas no interior da casa de vegetação durante o período de condução do experimento de cajueiro se encontram representadas na Figura 1. A temperatura e umidade médias registradas ficaram ao redor de 25,5°C e 70,2%, respectivamente.

Figura 1 - Dados climáticos observados no período de condução do experimento de cajueiro. Ilha Solteira /SP, 2010.



Fonte: Souza (2010).

Na casa de vegetação, as mudas foram instaladas sobre a bancada. Antes da aplicação dos tratamentos as folhas foram identificadas com uma fita. A fita foi colocada logo acima das folhas totalmente expandidas, com número variável em cada planta, para identificar as folhas presentes no momento da aplicação (folhas velhas) daquelas desenvolvidas aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos (folhas novas). Aos trinta dias foi colocada uma segunda fita logo acima das folhas novas nas mudas da segunda época de estudo para identificar as folhas novas desenvolvidas aos sessenta dias após a aplicação dos tratamentos.

A aplicação dos tratamentos foi dividida em adubação via solo e foliar. Nos tratamentos que receberam a adubação com B via solo foram aplicados 10 mL (0,5 mg de B) por muda de cajueiro de uma solução contendo B na concentração de 50 mg L⁻¹ marcado ou não com ¹⁰B. Na adubação foliar cada muda recebeu o pincelamento das folhas totalmente expandidas com 1,5 - 2,0 mL (50 - 65 ug de B) da solução contendo B na concentração de 255 mg L⁻¹, marcado ou não com ¹⁰B.

As mudas de cajueiro receberam adubação básica de NPK realizada a cada trinta dias nas doses de 100, 67 e 50 mg dm⁻³ de nitrogênio (uréia), fósforo (super fosfato simples) e potássio (cloreto de potássio), respectivamente. O tratamento fitossanitário foi realizado durante todo o período de condução do experimento para o controle de antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) e queima das mudas (*Phytophthora heveae*) com pulverizações quinzenais de oxicloreto de cobre (3 g L⁻¹) e metalaxyl (1 g L⁻¹), respectivamente. A irrigação foi realizada manualmente, diretamente no solo para não molhar as folhas, conforme julgado necessário, por observação visual.

3.5.2 Experimento de pessegueiro

As mudas de pessegueiro propagadas por enxertia cultivar Marli e porta-enxerto gramadão com 12 meses de idade, foram adquiridas em sacola plástica com 1,5 L de solo e apresentavam cerca de 120 cm de altura. Porém, por ser uma espécie de folhas caducas, as plantas iniciaram a queda de folhas e assim não foi possível iniciar o experimento na mesma época do experimento de cajueiro.

Após a queda das folhas (07/06/2010) quando as gemas se apresentavam no estágio A, cerca de 30-45 dias antes da época normal da brotação, foi realizada a poda das mudas e aplicação de cianamida hidrogenada (dormex®) 0,4% acrescido de óleo mineral (1%), com finalidade de acelerar a quebra de dormência e estimular a brotação (NAVA et al., 2009). Porém, devido à temperatura observada no período e ausência de frio, as plantas de pessegueiro tiveram pouca brotação e os brotos oriundos do enxerto eram insuficientes para realizar o experimento.

No dia 5 de agosto de 2010, foi realizada a poda drástica da copa das mudas de pessegueiro (10 - 15 do solo), com aplicação de calda bordalesa nos ferimentos, e condução

dos brotos oriundos do porta-enxerto. Cerca de sessenta dias após a poda drástica (05/10/2010), os brotos estavam desenvolvidos e em condições de se iniciar o experimento.

O experimento de pessegueiro foi instalado no dia 15 de outubro com término no dia 15 de dezembro de 2010. Os ramos oriundos dos brotos do porta-enxerto estavam em média com 15 - 30 cm de comprimento. Devido ao número variável de ramos em cada muda, para fins de avaliação de crescimento, o ramo utilizado foi apenas o maior, enquanto na aplicação dos tratamentos e coleta de folhas foram utilizados todos aqueles presentes na muda.

Antes da instalação do experimento, foi realizada a coleta de solo para análise química do mesmo. Na amostragem foram coletadas 10 amostras simples (sacolas plásticas) para compor uma amostra composta. A análise química do solo foi realizada segundo a metodologia descrita em Raij et al. (2001).

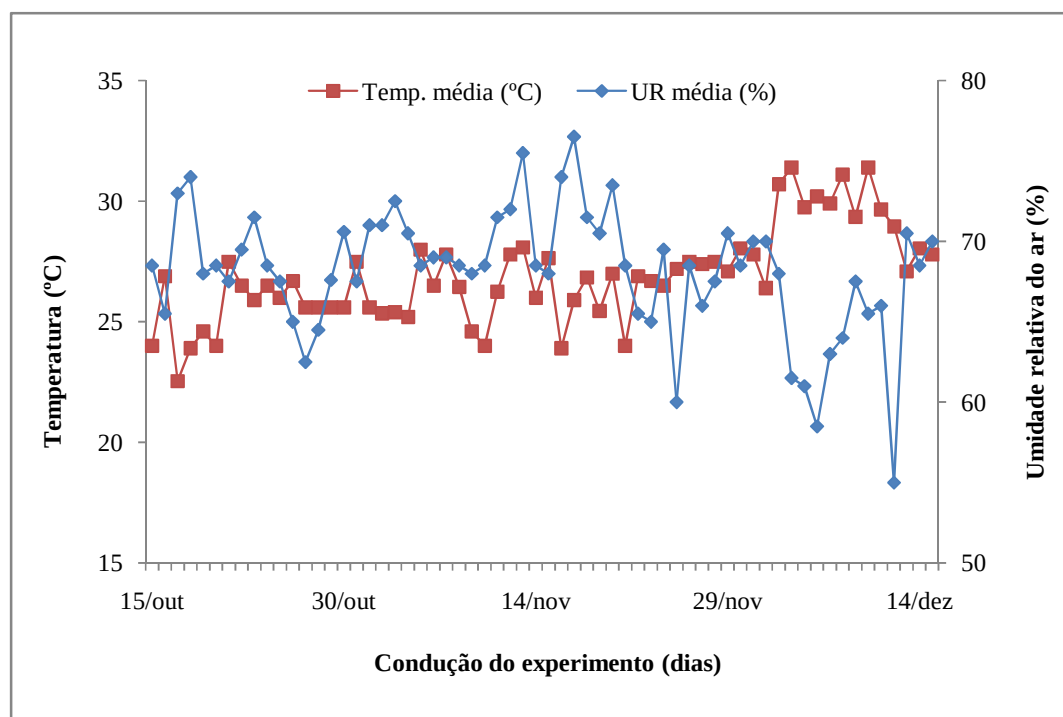
Na Tabela 2 constam os dados da análise química do solo amostrado das mudas de pessegueiro.

Tabela 2 - Resultado da análise química do solo, amostrado das mudas de pessegueiro, antes da instalação do experimento. Ilha Solteira /SP, 2010.

P resina	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	mg dm ⁻³						g dm ⁻³	CaCl ₂		mmol _c dm ⁻³					%
13	7	0,11	0,6	5	2	0,7	6	4,7	2,4	13	3	16	18,4	34,4	53

A temperatura e umidade relativa do ar médias observadas no interior da casa de vegetação durante o período de condução do experimento de pessegueiro se encontram representadas na Figura 2. A temperatura e umidade médias registradas ficaram ao redor de 27,5°C e 67,5%, respectivamente.

Figura 2 - Dados climáticos observados no período de condução do experimento de pessegueiro. Ilha Solteira /SP, 2010.



Fonte: Souza (2010).

Na casa de vegetação, as mudas foram instaladas sobre a bancada. A identificação das folhas em cada ramo foi realizada com fita colorida, separando as folhas totalmente expandidas presentes no momento da aplicação (folhas velhas), daquelas nascidas aos 30 ou 60 dias após a aplicação dos tratamentos (folhas novas).

Nos tratamentos que receberam a adubação com B via solo foram aplicados 20 mL (0,75 mg de B) por muda de uma solução contendo B na concentração de $37,5 \text{ mg L}^{-1}$, marcado ou não com ^{10}B . A adubação foliar foi realizada através da pulverização dos ramos com 1,5 - 2,0 mL (50 - 65 μg de B) da solução contendo B, marcado ou não com ^{10}B , na concentração de 255 mg L^{-1} . No momento da aplicação via foliar o substrato foi protegido para impedir contaminação.

A adubação básica de NPK foi realizada a cada trinta dias nas doses de 100, 67 e 50 mg dm^{-3} de nitrogênio (uréia), fósforo (super fosfato simples) e potássio (cloreto de potássio), respectivamente. Aos sessenta dias de condução do experimento as mudas receberam adubação com NPK + Mg para corrigir a deficiência de Mg, diagnosticada visualmente em várias plantas.

O tratamento fitossanitário foi realizado durante o período de condução do experimento para o controle de bacteriose (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*), míldio (*Peronospora* sp.) e cochonilha branca (*Pseudaulacaspis pentagona*). O controle inicial da bacteriose foi realizado com oxiclreto de cobre (3 g L^{-1}) e posteriormente com terramicina + sulfato de estreptomicina. O controle de míldio foi feito com 2 aplicações de Cercomil (28 g L^{-1}). A cochonilha branca foi controlada com uma pulverização de Actara (4 g L^{-1}) + óleo mineral (2%) e duas pulverizações de óleo mineral (10 mL L^{-1}). A irrigação foi realizada manualmente, diretamente no solo para não molhar as folhas, conforme julgado necessário, por observação visual.

3.6 Avaliações

Foram avaliados quinzenalmente a altura, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros e o número de folhas, contadas manualmente, após a aplicação dos tratamentos em mudas de cajueiro e pessegueiro. Nos dias 10 de junho e 10 julho de 2010 no experimento de cajueiro e nos dias 15 de novembro e 15 dezembro de 2010 no experimento de pessegueiro, foram realizadas duas coletas de folhas, aos 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos (30 e 60 DAA), para avaliação do teor total de B e a porcentagem de boro na folha proveniente ou derivada do fertilizante (% Bfopf).

A coleta de folhas foi realizada dividindo-se a planta em folhas “velhas” (folhas que receberam a adubação foliar e/ou presentes no momento da adubação via solo) e folhas “novas” (folhas que se desenvolveram aos 30 e 60 dias após a adubação via solo e/ou via foliar).

3.7 Teor total de B

Após a coleta as folhas foram levadas ao laboratório de Nutrição de Plantas da UNESP de Ilha Solteira, lavadas com detergente neutro, enxaguadas em água destilada e em seguida secas em estufa com circulação forçada de ar a $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até massa constante conforme

metodologia para análise do teor total de B pelo método da azometina (MALAVOLTA et al., 1997).

3.8 Análise isotópica e quantificação de ^{10}B

As amostras preparadas conforme metodologia para análise do teor de B (MALAVOLTA et al., 1997) foram enviadas ao Laboratório de Análise e Referência em Amostras Ambientais e Fertilizantes (LARA-FER), do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas Professor Eurípedes Malavolta (CENA/USP), para as análises isotópicas ^{10}B / ^{11}B e de quantificação do ^{10}B que foram realizadas em espectrômetro de massa com fonte de plasma (ICP-MS) segundo metodologia proposta por Bellato (1999) e utilizada por Boaretto (2006).

3.8.1 Cálculo da % Bfopf

Para os cálculos da % Bfopf (Porcentagem de boro na folha proveniente ou derivado do fertilizante) usou-se a **Equação 1** (TRIVELIN, 2000), utilizada em estudos com nitrogênio marcado ^{15}N . Sendo a % Bfopf igual à quantidade de átomos ^{10}B na amostra (analisada no ICP-MS), menos a quantidade de átomos ^{10}B natural; dividida pela quantidade de átomos ^{10}B do fertilizante (99%) menos a quantidade de átomos ^{10}B natural, em porcentagem. A quantidade de átomos ^{10}B da amostra é o valor da contagem dos átomos de ^{10}B obtido no aparelho em relação ao total ($^{10}\text{B} + ^{11}\text{B}$), em porcentagem. O valor da % ^{10}B natural é o valor das análises das amostras das plantas que não receberam adubação com ^{10}B , que foi em média de 19,85 % ^{10}B .

$$\% \text{Bfopf} = [(\% ^{10}\text{B amostra} - \% ^{10}\text{B natural}) / (\% ^{10}\text{B fertilizante} - \% ^{10}\text{B natural})] * 100$$

(Equação 1).

3.9 Análise estatística

As medidas de altura e número de folhas, avaliadas quinzenalmente no período de condução dos experimentos foram analisadas graficamente e foi avaliado o crescimento absoluto através do cálculo do incremento em altura e número de folhas aos 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos em mudas de cajueiro e pessegueiro, conforme Benincasa (1988).

Os resultados obtidos para o incremento em altura e número de folhas, teor de B e a % Bfopf foram submetidos à análise de variância (teste F) pelo “software” SISVAR (FERREIRA, 2000). Quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.2 Experimento de cajueiro

4.2.1 Crescimento das mudas

Não se observou efeito significativo de tratamentos no incremento em altura, número de folhas e diâmetro do caule aos 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos (30 e 60 DAA) em mudas de cajueiro (Tabela 3).

Tabela 3 - Teste F, média e coeficiente de variação (CV) referente ao incremento na altura em centímetros (IALT) e incremento no número de folhas (INF) aos 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos (30 e 60 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.

Fontes de variação	30 DAA		60 DAA	
	IALT (cm)	INF	IALT (cm)	INF
Tratamentos	0,62 ^{ns}	1,20 ^{ns}	2,05 ^{ns}	0,85 ^{ns}
Média	5,75	2,30	6,05	2,70
CV (%)	19,00	13,80	21,00	26,20

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F, dados transformados em raiz quadrada ($Y + 1,0$)

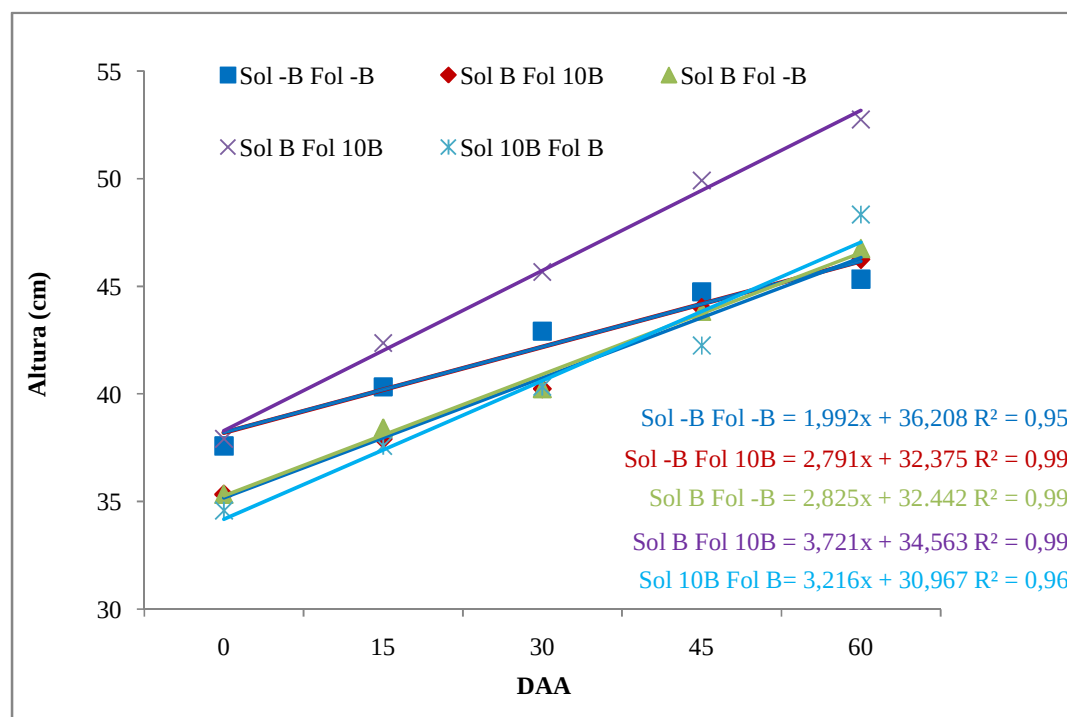
De acordo com os resultados é possível verificar que a omissão ou a adubação com boro, via solo e/ou via foliar, não influenciou a altura e o número de folhas das mudas de cajueiro aos 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos. Uddin et al. (2003), trabalhando com pimenta e diferentes doses de boro (0; 1,5 e 2,5 kg ha⁻¹) no solo, observaram maior altura das plantas com B em relação à omissão do nutriente e maior crescimento em altura com o aumento das doses de B.

Alves (2009), estudando o efeito da omissão de boro (solução nutritiva) e doses de boro via foliar na altura e no número de folhas de plantas de repolho e couve-flor (B foi considerado imóvel), observou efeito não significativo. Enquanto Goldin (2009), estudando o efeito da omissão de boro (solução nutritiva) e doses de boro (via foliar) na altura e no número de folhas de plantas de tomate e beterraba (B foi considerado imóvel), verificou efeito

dos tratamentos com e sem boro nos estádios de desenvolvimento das plantas de tomateiro, em que a omissão de boro na solução nutritiva apresentou menor altura (4%) e número de folhas (13%) em relação ao tratamento com boro. A aplicação de doses de B via foliar promoveu ajuste quadrático significativo na altura e no número de folhas com incrementos de 8 e 11%, respectivamente em relação à testemunha nas plantas de tomate e 5 e 35%, respectivamente, em relação à testemunha, nas plantas de beterraba.

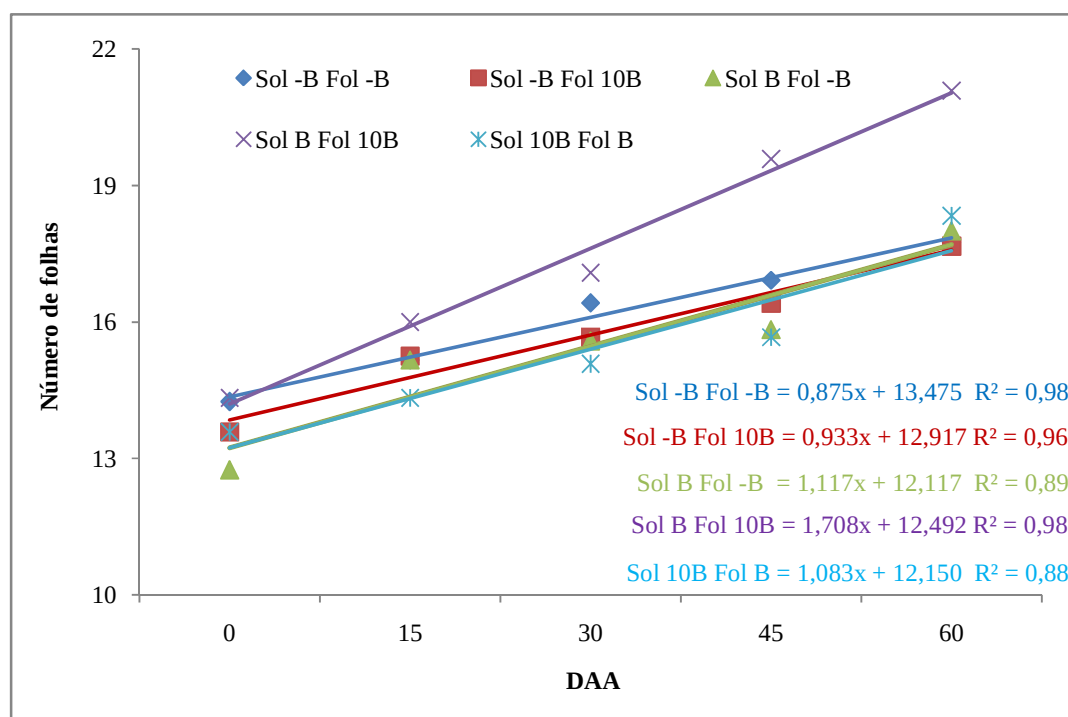
Nas Figuras 3 e 4 observam-se os gráficos de crescimento em altura e número de folhas em mudas de cajueiro dias após a aplicação dos tratamentos. De acordo com as equações o crescimento em altura e número de folhas foi linear.

Figura 3 - Altura em mudas de cajueiro dias após aplicação dos tratamentos (DAA). Ilha Solteira/SP, 2010.



Fonte: Souza (2010)

Figura 4 - Número de folhas em mudas de cajueiro dias após aplicação dos tratamentos (DAA). Ilha Solteira/SP, 2010.



Fonte: Souza (2010)

4.2.2 Teor de B e mobilidade

Houve efeito significativo no teor de boro nas folhas em função de tratamentos aos 30 DAA e em função de tratamentos e folhas aos 60 DAA. Houve ainda efeito da interação tratamentos x folha referente a % Bfopf, aos 30 e 60 DAA (Tabela 4).

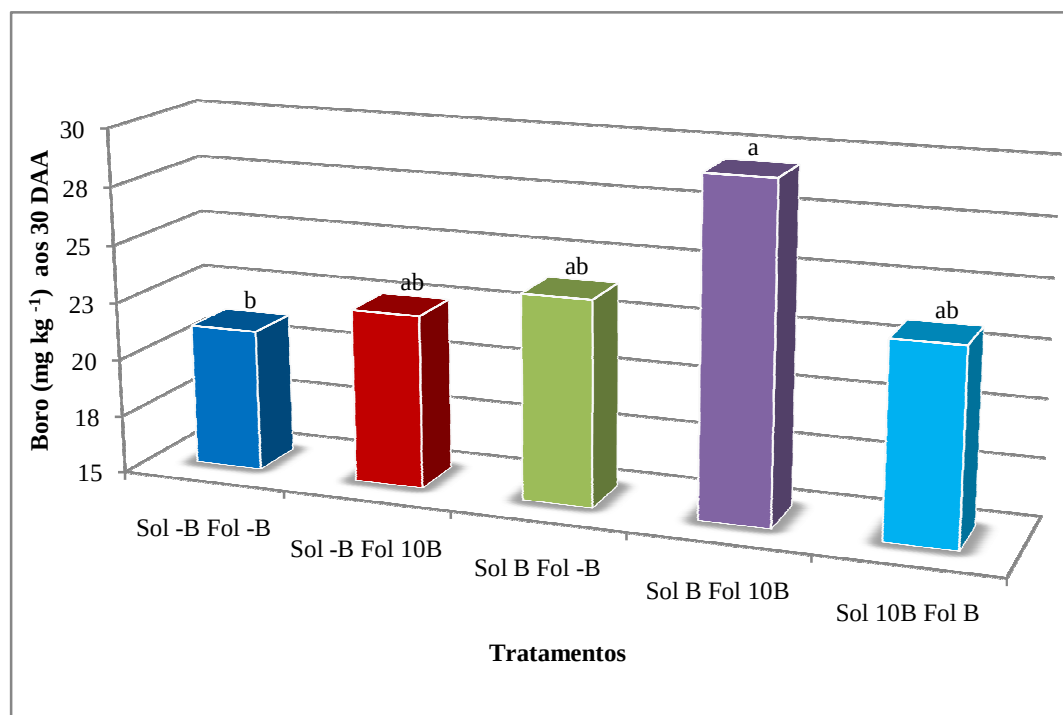
Tabela 4 - Teste F, média e coeficiente de variação (CV) referente ao teor de boro (B) em mg kg⁻¹ e a porcentagem de boro na folha proveniente do fertilizante (% Bfopf) em função dos tratamentos e da folha aos 30 e 60 dias após aplicação (30 e 60 DAA) em mudas de cajueiro, Ilha Solteira/SP, 2010.

Fontes de Variação	30 DAA		60 DAA	
	B (mg kg ⁻¹)	% Bfopf	B (mg kg ⁻¹)	% Bfopf
Tratamentos (T)	5,30*	100,70*	5,30*	148,50*
Folha (F)	1,45 ^{ns}	17,35*	24,60*	0,30 ^{ns}
T*F	3,30 ^{ns}	18,60*	1,30 ^{ns}	10,50*
Média	23,85	9,30	30,00	6,50
DMS	7,15	—	6,30	—
CV parcela (%)	15,10	26,00	10,50	18,50
CV subparcela (%)	10,85	16,00	8,85	22,80

^{ns}não significativo e *significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Aos 30 DAA, a adubação com B via solo e via foliar (Sol¹⁰B e Fol B), proporcionou o maior teor de B (29,50 mg kg⁻¹) na folha das mudas de cajueiro, diferindo estatisticamente apenas da testemunha (Sol -B Fol -B), com 20 mg kg⁻¹ de B na folha (Figura 5). A adubação com boro via solo (Sol B Fol -B) ou via foliar (Sol -B Fol¹⁰B) não diferiu entre si e da testemunha. Aos 60 DAA, o teor de B nas folhas também foi maior (34 mg kg⁻¹) no tratamento com adubação via solo e via foliar (Sol B Fol¹⁰B), que diferiu apenas da testemunha (Sol -B Fol -B), com 27 mg kg⁻¹ de B (Figura 6). Independente do tratamento, o teor de boro nas folhas das mudas de cajueiro aos 60 DAA foi maior (32,50 mg kg⁻¹) nas folhas mais velhas (Figura 7).

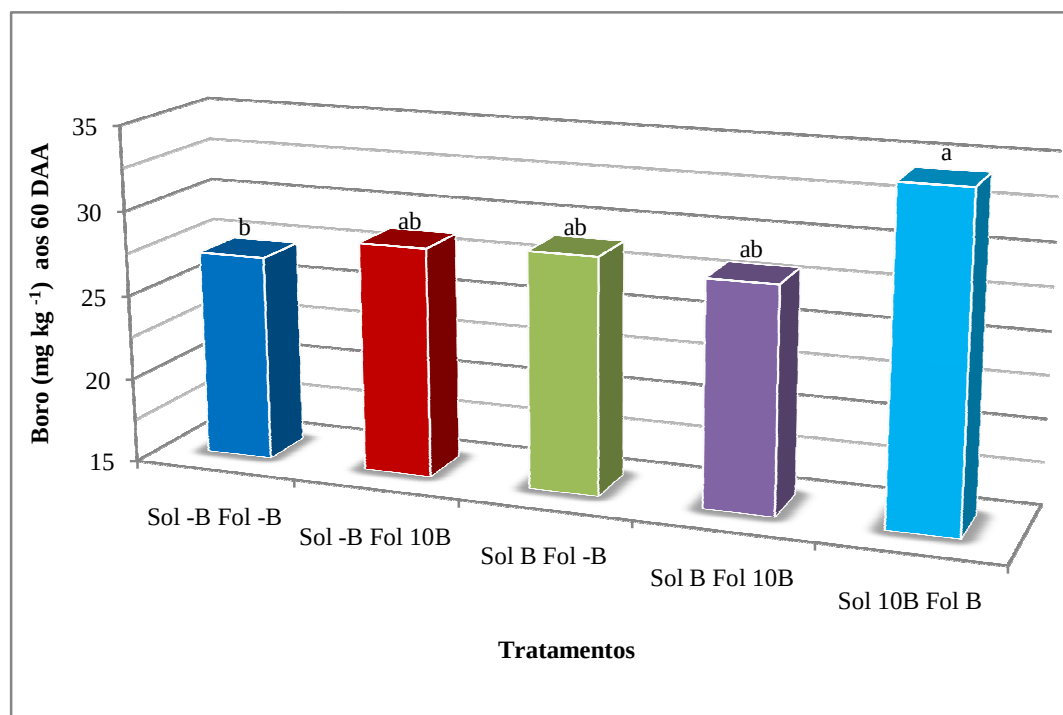
Figura 5 - Teor de boro na folha em função dos tratamentos aos 30 dias após aplicação (30 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.



Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

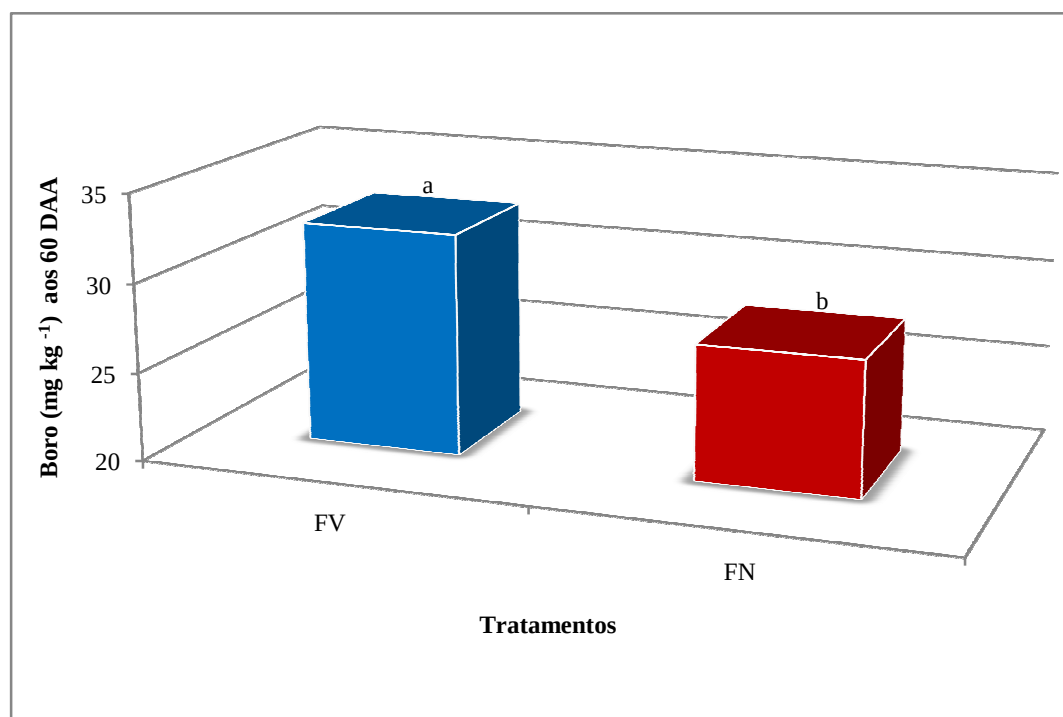
Figura 6 - Teor de boro na folha em função dos tratamentos aos 60 dias após aplicação (60 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.



Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

Figura 7 - Teor de boro na folha em função do tipo de folha aos 60 dias após aplicação (60 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.



Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

Na tabela 5 encontra-se o desdobramento da interação significativa tratamentos x folha referente a % Bfopf aos 30 e 60 DAA, em mudas de cajueiro. A % Bfopf foi significativo nas folhas velhas e folhas novas em função dos tratamentos aos 30 e 60 DAA.

Tabela 5 - Teste F do desdobramento tratamento x folha referente a porcentagem de boro na folha proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 30 e 60 dias após aplicação dos tratamentos (30 e 60 DAA), em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.

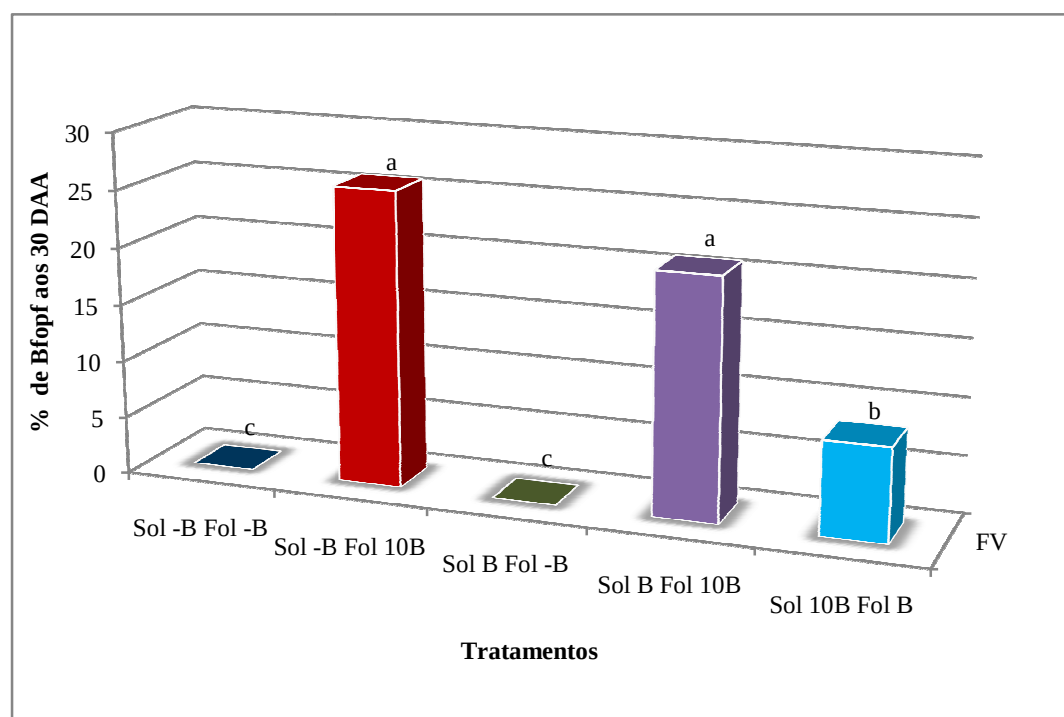
Fontes de Variação	% Bfopf	
	30 DAA	60 DAA
Tratamento/Folha velha	108,50*	70,60*
Tratamento/Folha nova	48,50*	60,20*
DMS	5,10	3,30
Folha/Sol -B Fol -B	0,00*	0,00*
Folha/ Sol -B Fol ¹⁰ B	37,90*	5,45*
Folha/ Sol B Fol -B	0,00*	0,00*
Folha/ Sol B Fol ¹⁰ B	42,60*	4,50*
Folha/ Sol ¹⁰ B Fol B	11,35*	32,35*
DMS	2,70	2,70

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{DMS}diferença mínima significativa

A % Bfopf foi significativo para folhas velhas (Figura 8) e folhas novas (Figura 9) em função dos tratamentos aos 30 DAA. A % Bfopf foi maior nos tratamentos que receberam a adubação com ¹⁰B via foliar (Sol -B Fol¹⁰B; Sol B Fol¹⁰B), iguais entre si e diferiram da adubação com ¹⁰B via solo (Sol¹⁰B Fol B), com menor porcentagem. Nos tratamentos com ¹⁰B via foliar, 26% e 21% do B proveniente do fertilizante encontra-se nas folhas velhas e 18 e 13% nas folhas novas, enquanto no tratamento com ¹⁰B via solo, 5,5% encontra-se nas folhas velhas e 10% nas folhas novas.

A maior porcentagem de boro proveniente do fertilizante nas folhas velhas na adubação via foliar em relação à adubação via solo, permite inferir que a absorção de B via foliar foi maior que via solo em mudas de cajueiro. Picchioni et al. (1995) pulverizaram soluções enriquecidas em ¹⁰B nas folhas de macieira, pereira, ameixeira e cerejeira, e verificaram que após 24 horas da pulverização cerca de 88% a 96% do B aplicado foi absorvido pelas folhas.

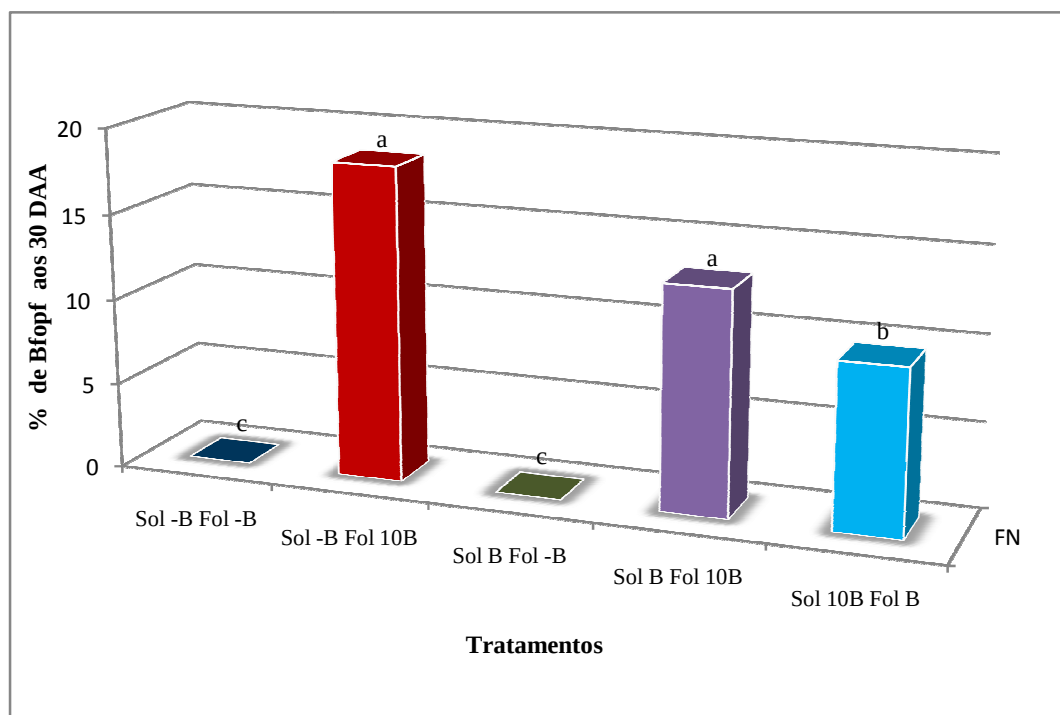
Figura 8 - Porcentagem de boro na folha velha proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 30 dias após aplicação dos tratamentos (30 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.



Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

Figura 9 - Porcentagem de boro na folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 30 dias após aplicação dos tratamentos (30 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.

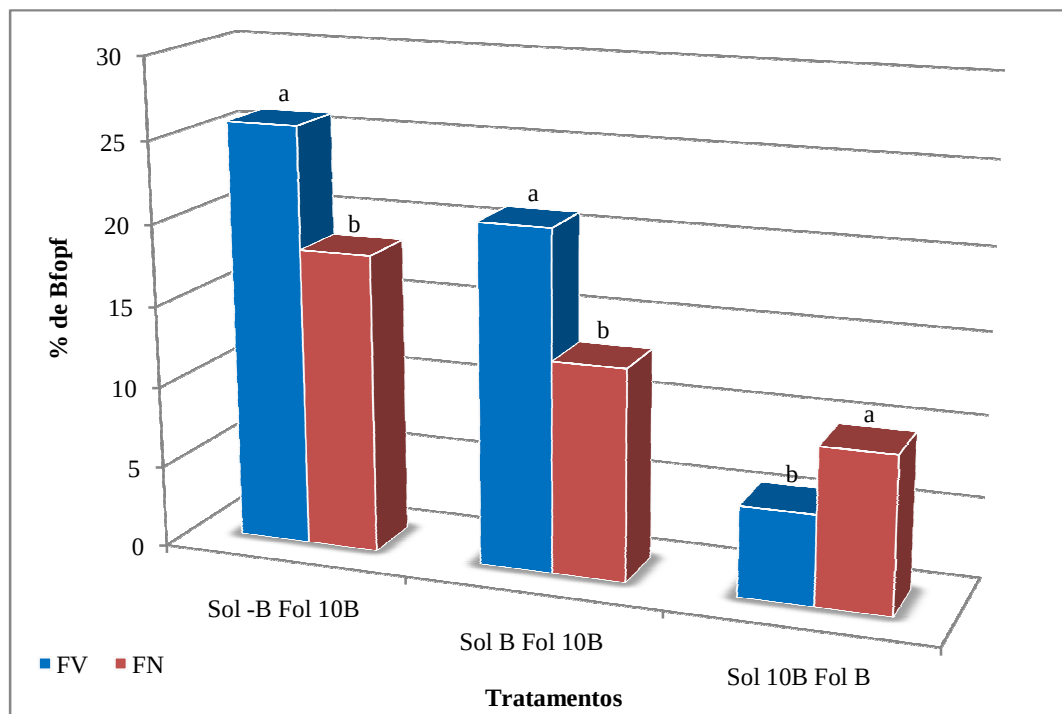


Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

O desdobramento da interação folha dentro de cada tratamento aos 30 DAA foi significativo (Figura 10). Nos tratamentos com adubação via foliar com ^{10}B , a % Bfopf foi maior nas folhas velhas, enquanto na adubação via solo foi maior nas folhas novas. Nos tratamentos com adubação via solo e via foliar (Sol B Fol ^{10}B ; Sol ^{10}B Fol B), do total de B absorvido pelas raízes na adubação via solo, 8% encontra-se nas folhas velhas e 10% nas folhas novas, enquanto na adubação via foliar 21% do B absorvido pelas folhas encontra-se nas folhas velhas e 13% nas folhas novas. Isso indica que o B foi retranslocado e com uma porcentagem até significativa via foliar, porém a quantidade de B que foi retranslocada para a folha nova parece não ser suficiente para elevar o teor de B na folha nova à ponto de ser maior que o teor de B na folha velha. Esse resultado pode ser observado aos 60 DAA, quando se compara os teores de B entre as folhas velhas e novas independente dos tratamentos, nota-se que os teores de B são maiores em folhas velhas.

Figura 10 - Porcentagem de boro na folha velha e folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) em função dos tratamentos aos 30 dias após aplicação (30 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.

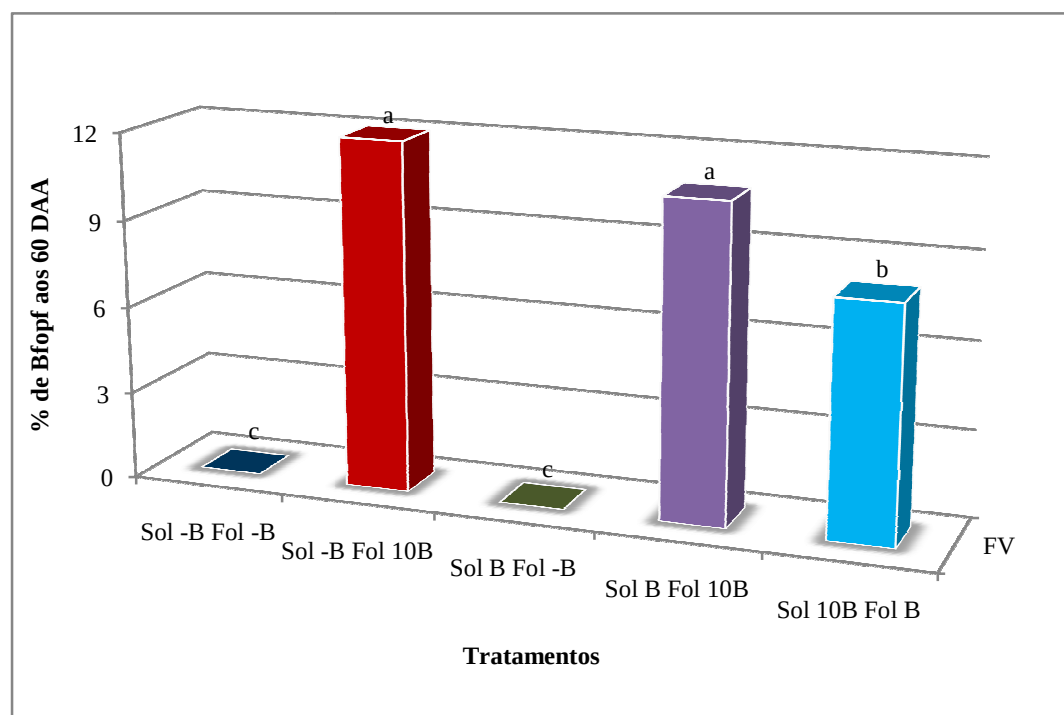


Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

Aos 60 DAA, a % Bfopf nas folhas velhas (Figura 11) e folhas novas (figura 12) também diferiram entre os tratamentos. A comparação entre os teores de B entre folhas velhas e novas, ou o gradiente de concentração de B em folhas de diferentes idades na mesma planta, foi proposta por Brown e Shelp (1997) para verificação da mobilidade de B nas espécies e tem sido utilizada por diversos autores (BOARETTO, 2006; SIEBENEICHLER et al., 2005). Nas folhas velhas, a % Bfopf foi maior nos tratamentos com adubação via foliar (Sol -B Fol¹⁰B; Sol B Fol¹⁰B), ao contrário, nas folhas novas a % Bfopf foi maior nos tratamentos com adubação via solo.

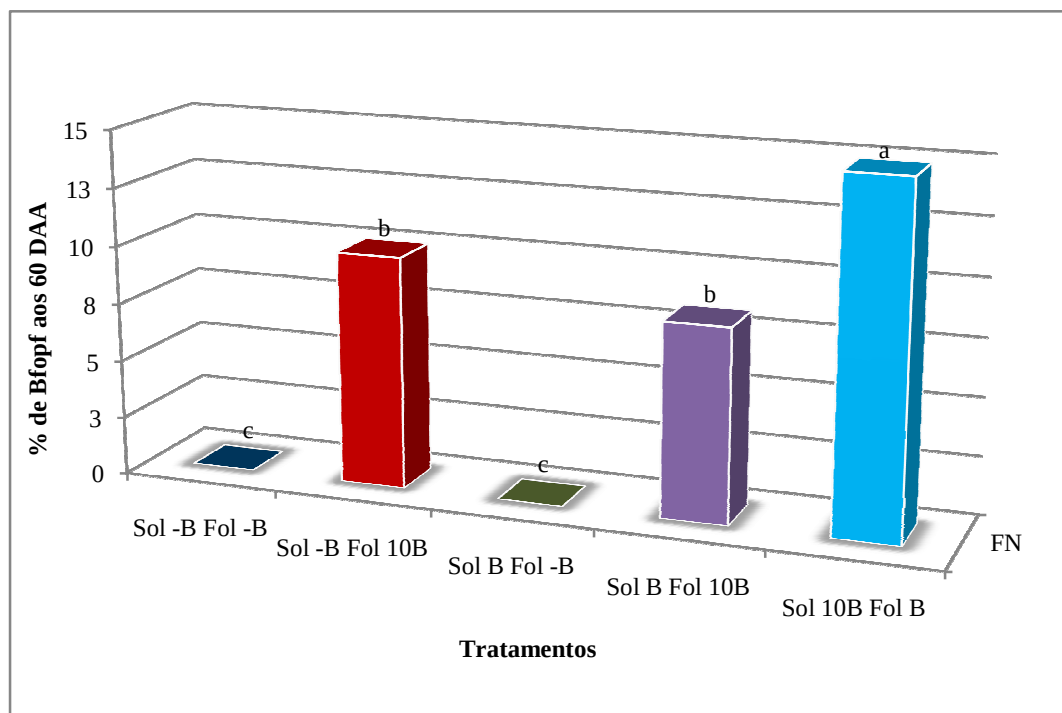
Figura 11 - Porcentagem de boro na folha velha proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 60 dias após aplicação dos tratamentos (60 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.



Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

Figura 12 - Porcentagem de boro na folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 60 dias após aplicação dos tratamentos (60 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.



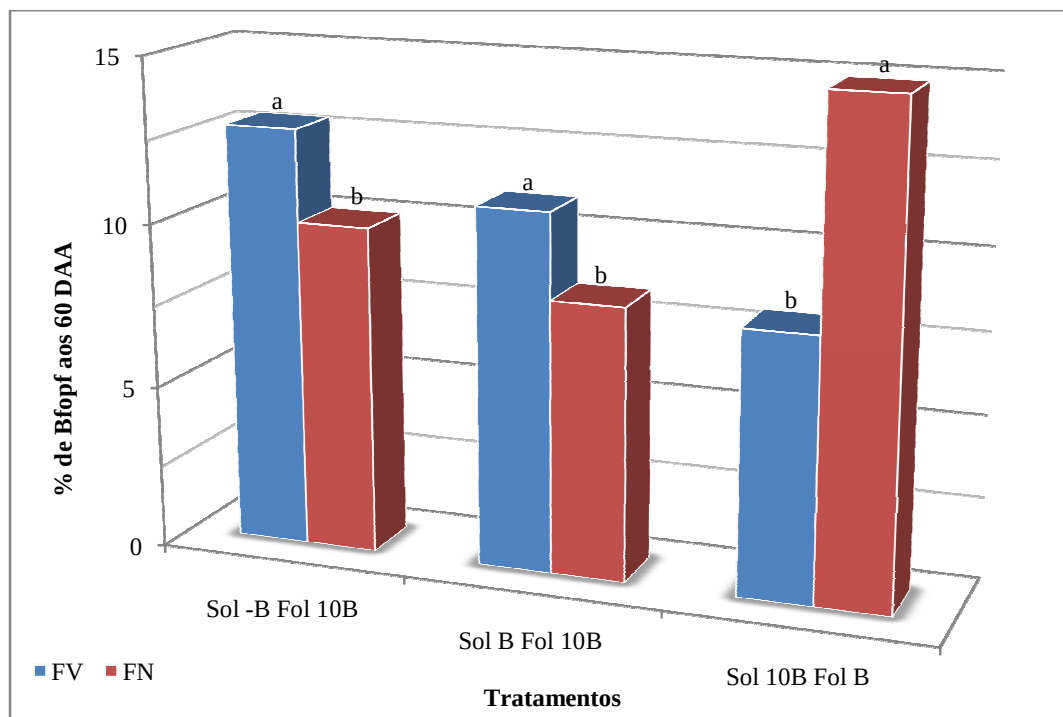
Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

O desdobramento da interação folha dentro de cada tratamento aos 60 DAA foi significativo (Figura 13). Nos tratamentos com adubação via foliar (Sol -B Fol¹⁰B; Sol B Fol¹⁰B), a % Bfopf foi maior nas folhas velhas enquanto no tratamento com adubação via solo (Sol¹⁰B Fol B) foi maior nas folhas novas. Nos tratamentos com adubação via solo e via foliar (Sol B Fol¹⁰B; Sol¹⁰B Fol B), do total de B absorvido pelas raízes na adubação via solo, 8% encontram-se nas folhas velhas e 15% nas folhas novas, enquanto na adubação via foliar 11% do B absorvido pelas folhas encontra-se nas folhas velhas e 7% nas folhas novas.

Segundo Brown e Shelp (1997) a concentração de B em folhas de diferentes idades dentro da mesma planta fornecem evidências da mobilidade desse elemento, como foi observado pelos autores que concentrações mais altas de B nas folhas velhas e maduras quando comparadas à folhas jovens evidenciam a imobilidade de B, ao contrário quando a ocorrência de concentrações mais altas de B em folhas mais jovens evidenciam mobilidade de B.

Figura 13 - Porcentagem de boro na folha velha e folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) em função dos tratamentos aos 60 dias após aplicação (60 DAA) em mudas de cajueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.



Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

Em mudas de cajueiro a concentração de B nas folhas velhas e folhas novas aos 30 e 60 dias após a adubação varia de acordo com o modo de aplicação. Na adubação via solo, a concentração de B nas folhas velhas e folhas novas foi semelhante ou maior nas folhas novas, enquanto na adubação via foliar foi maior nas folhas velhas. Levando-se em conta a proposta de Brown e Shelp (1997) a mobilidade de B em cajueiro (espécie não produtora de sorbitol) pode ser classificada como restrita, porém, como o B apresenta variações quanto à mobilidade, pode-se ainda classificá-lo conforme relatado por Furlani (2004), como de mobilidade intermediária ou condicional dependendo da espécie.

Em plantas que o B tem redistribuição restrita o teor de B nas folhas velhas é maior que o teor nas folhas novas, entretanto nas espécies em que o B é móvel no floema, as folhas mais velhas têm teores de B muito próximos aos das folhas mais novas. Boaretto (2006), utilizando a técnica de B marcado (^{10}B), verificou baixa mobilidade de B no floema de

laranjeiras, e segundo o autor essa baixa mobilidade pode estar associada ao fato de que as plantas do gênero *Citrus* não produzem polióis (sorbitol, manitol, dulcitol) assim como Canesin e Buzetti (2007) e Canesin (2008) não obtiveram resposta à aplicação foliar de boro em plantas de pinheira e videira.

4.3 Experimento de pessegueiro

4.3.1 Crescimento das mudas

Houve efeito significativo apenas para o incremento no número de folhas em função dos tratamentos aos 60 DAA em mudas de pessegueiro (Tabela 6).

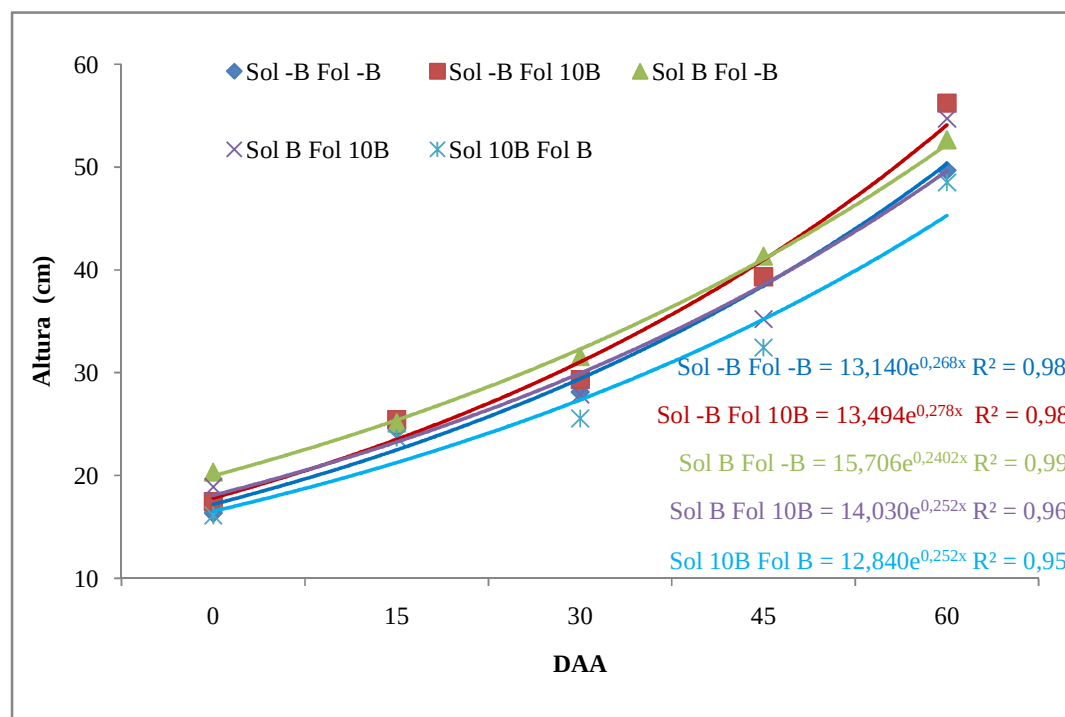
Tabela 6 - Teste F, média e coeficiente de variação (CV) referente ao incremento na altura em centímetros (IALT) e incremento no número de folhas (INF) aos 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos (30 e 60 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.

Fontes de variação	30 DAA		60 DAA	
	IALT (cm)	INF	IALT (cm)	INF
Tratamentos	0,60 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,84 ^{ns}	10,15 [*]
Média	3,40	2,70	4,95	3,05
CV (%)	12,55	11,70	10,55	7,05

^{ns} não significativo e ^{*}significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, dados transformados em raiz quadrada ($Y + 1,0$).

Na Figura 14 consta o gráfico de crescimento em altura em mudas de pessegueiro dias após a aplicação dos tratamentos. O crescimento foi exponencial e as curvas de crescimento em altura dos tratamentos foram muito semelhantes até os 30 DAA, embora seja possível observar pequenas diferenças dos 30 aos 60 DAA.

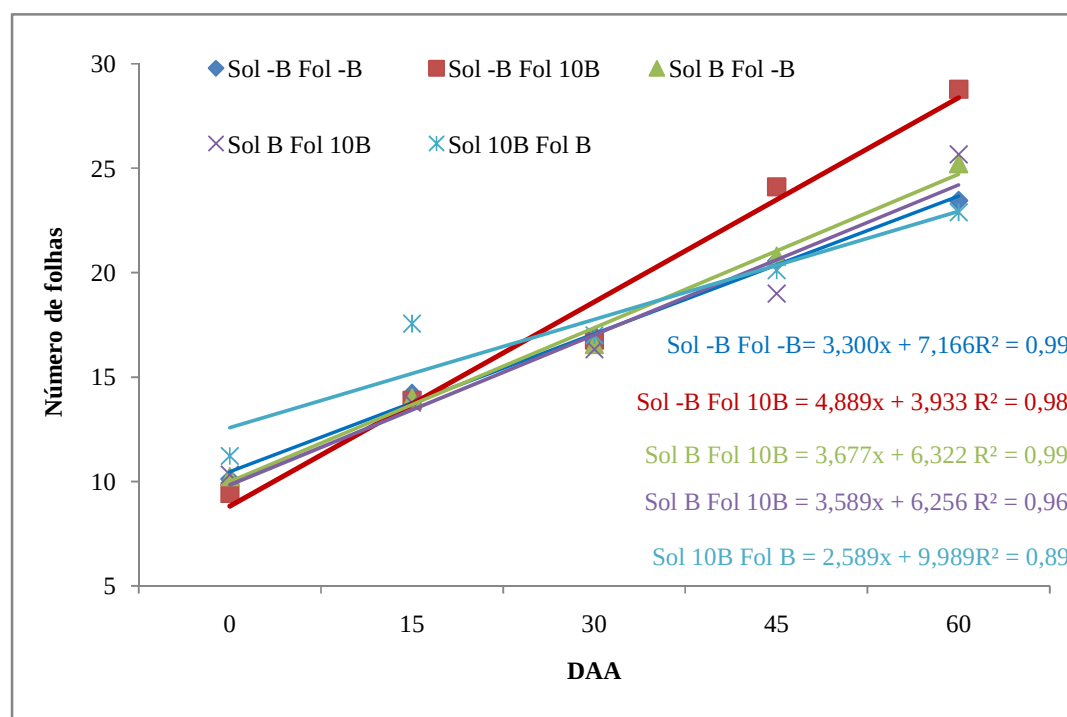
Figura 14 - Altura em mudas de pessegueiro dias após a aplicação dos tratamentos (DAA). Ilha Solteira/SP, 2010.



Fonte: Souza (2010)

Na Figura 15 observa-se o gráfico de crescimento no número de folhas em mudas de pessegueiro dias após a aplicação dos tratamentos. Diferentemente do crescimento em altura, o crescimento no número de folhas foi linear. Exceto no tratamento com adubação via foliar com B, as curvas de crescimento do número de folhas em mudas de pessegueiro foram muito semelhantes.

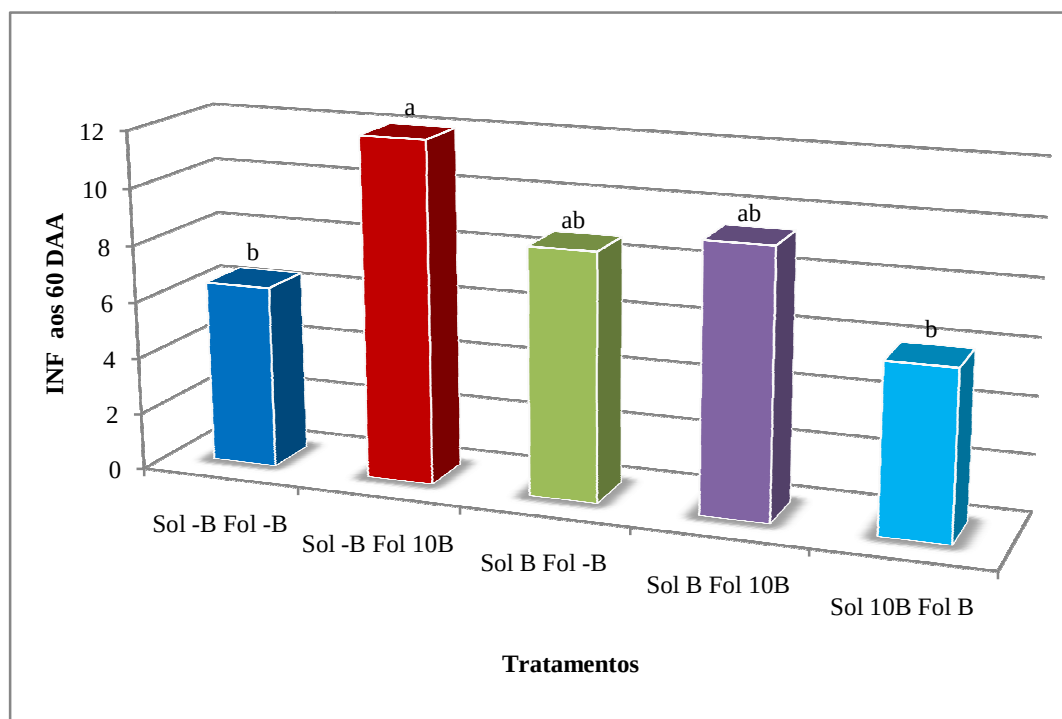
Figura 15 - Número de folhas em mudas de pessegueiro dias após aplicação dos tratamentos (DAA). Ilha Solteira/SP, 2010.



Fonte: Souza (2010)

Dentre os tratamentos (Figura 16), a adubação com B via foliar (Sol -B Fol¹⁰B) proporcionou o maior incremento, embora não difira da adubação com B via solo (Sol B Fol -B) e via solo e via foliar (Sol B Fol¹⁰B). A testemunha diferiu apenas da adubação com B via foliar.

Figura 16 - Incremento no número de folhas (INF) em função dos tratamentos aos 60 dias após aplicação (60 DAA) em mudas de pessegueiro.



Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

Em mudas de pessegueiro, a adubação com B via foliar proporcionou maior incremento no número de folhas (12 folhas) em relação à ausência do nutriente (6 folhas). Goldin (2009), estudando o efeito da omissão de boro na altura e no número de folhas de plantas beterraba e tomate, verificou efeito significativo dos tratamentos com e sem boro nos estádios de desenvolvimento das plantas de tomateiro, onde a omissão de boro na solução nutritiva apresentou menor altura (4%) e número de folhas (13%) em relação ao tratamento com boro. Nas plantas de beterraba houve crescimento inicial rápido no primeiro estágio tanto para a altura quanto para o número de folhas. No entanto, no terceiro estágio (51-78 dias após o transplante), o tratamento com boro apresentou diferença significativa em relação à omissão, com valores de altura de 39,7 cm (com B) e 35,0 cm (sem B), aos 60 dias após o transplante, respectivamente, e o número de folhas não apresentou diferença significativa, entre os tratamentos avaliados.

4.3.2 Teor de B e mobilidade

O teor de boro nas folhas de pessegueiro foi significativo em função dos tratamentos aos 30 e 60 DAA, enquanto a % Bfopf varia em função dos tratamentos e do tipo de folha (Tabela 7).

Aos 30 DAA (Figura 17) a adubação com boro via solo e foliar (Sol B Fol¹⁰B; Sol¹⁰B Fol B) propiciou os maiores teores de boro na folha (58 mg kg⁻¹) e diferiu da testemunha (Sol -B Fol -B), com menor teor de boro (38 mg kg⁻¹). A adubação com boro via solo (Sol B Fol -B) e via foliar (Sol-B Fol¹⁰B) não diferiram entre si em média com 48 mg kg⁻¹, mas diferiram da testemunha. Aos 60 DAA (Figura 18) o teor de boro na folha foi maior nas mudas que receberam a adubação com boro via solo e foliar (Sol B Fol¹⁰B; Sol¹⁰B Fol B) e apenas via solo (Sol B Fol -B), iguais entre si, em média com 43 mg kg⁻¹ de B e não diferiu da testemunha (34 mg kg⁻¹). A adubação com B via foliar (Sol -B Fol¹⁰B) proporcionou os menores teores de B na folha (31 mg kg⁻¹) e diferiu da adubação via solo.

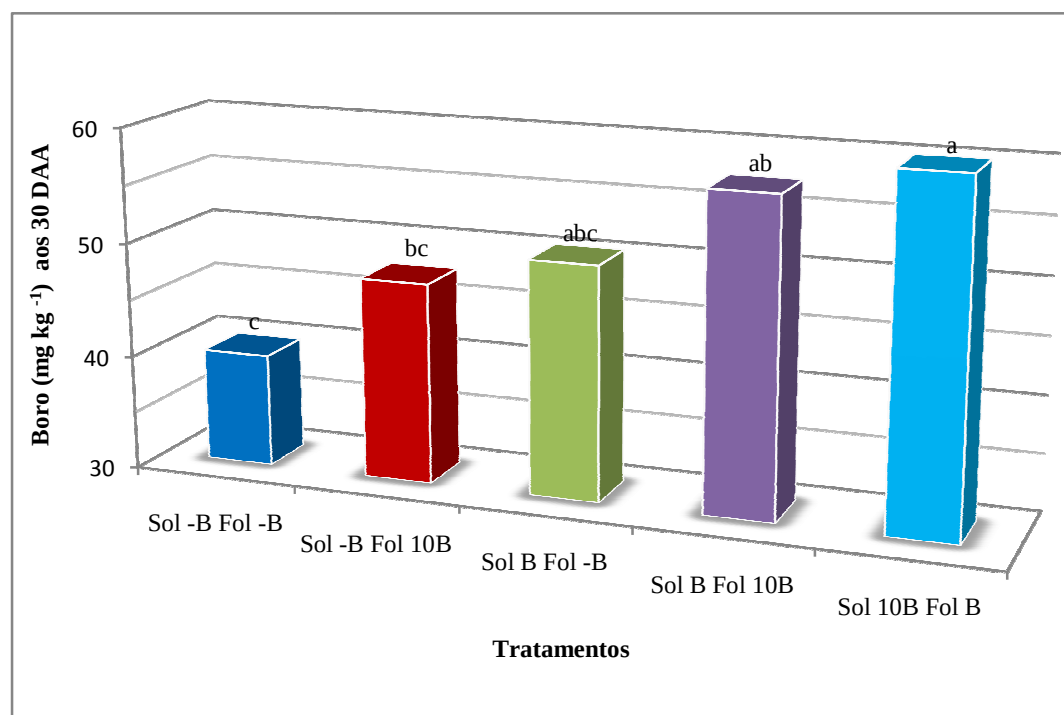
Tabela 7 - Teste F, média e coeficiente de variação (CV) referente ao teor de boro (B) e a porcentagem de boro na folha proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 30 e 60 dias após aplicação dos tratamentos (DAA) em mudas de pessegueiro, em função dos tratamentos e da folha. Ilha Solteira/SP, 2010.

Fontes de Variação	30 DAA		60 DAA	
	B (mg kg ⁻¹)	% Bfopf	B (mg kg ⁻¹)	% Bfopf
Tratamentos (T)	13,18*	182,40*	5,90*	2468,40*
Folha (F)	0,40 ^{ns}	24,40*	1,05 ^{ns}	12,95*
T*F	0,70 ^{ns}	20,10*	3,40 ^{ns}	31,70*
Média	51,20	7,85	39,55	9,20
DMS	11,15	—	11,30	—
CV parcela (%)	10,90	25,50	14,30	19,30
CV subparcela (%)	8,50	14,95	8,30	19,05

^{ns}não significativo e *significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{DMS}diferença mínima

significativa

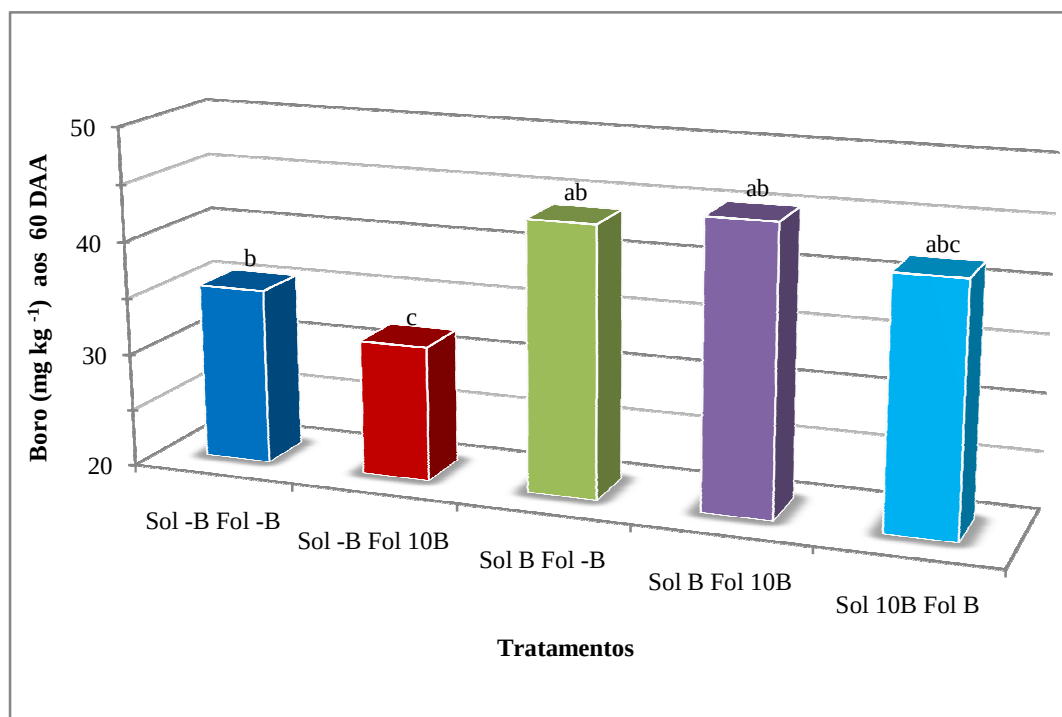
Figura 17 - Teor de boro em função dos tratamentos aos 30 dias após a aplicação (30 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.



Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

Figura 18 - Teor de boro em função dos tratamentos aos 60 dias após a aplicação (60 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.



Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

Na Tabela 8 encontra-se o desdobramento da interação significativa tratamentos x folha referente à % Bfopf aos 30 e 60 DAA em mudas de pessegueiro. A % Bfopf foi significativa para tratamento dentro de folha velha e folha nova aos 30 e 60 DAA. Aos 30 DAA a % Bfopf na folha velha (Figura 19) e folha nova (Figura 20) foi maior no tratamento com adubação via solo com ¹⁰B (Sol¹⁰B Fol B) e diferiu dos tratamentos com adubação via foliar (Sol -B Fol¹⁰B; Sol B Fol¹⁰B), iguais entre si. Logo, a quantidade e intensidade do B absorvido pelas folhas variam de acordo com a espécie (cajueiro e pessegueiro). É importante considerar que diferenças morfológicas nas folhas de diferentes espécies vegetais podem influenciar na absorção foliar, uma vez que o movimento de nutriente para dentro da planta envolve a difusão por meio de uma cutícula e a absorção pelas células foliares (KERBAUY, 2004). Shu et al. (1994) verificaram que menos de 1% do ¹⁰B aplicado nas folhas de pessegueiro foi absorvido após 3 dias da aplicação.

Nos tratamentos com ¹⁰B via solo, observa-se que do teor total de B absorvido pelas folhas, 22% encontram-se na folha velha e 38% nas folhas novas, enquanto no tratamento com ¹⁰B via foliar, cerca de 6% encontram-se nas folhas velhas e 6% nas folhas novas. Pode-

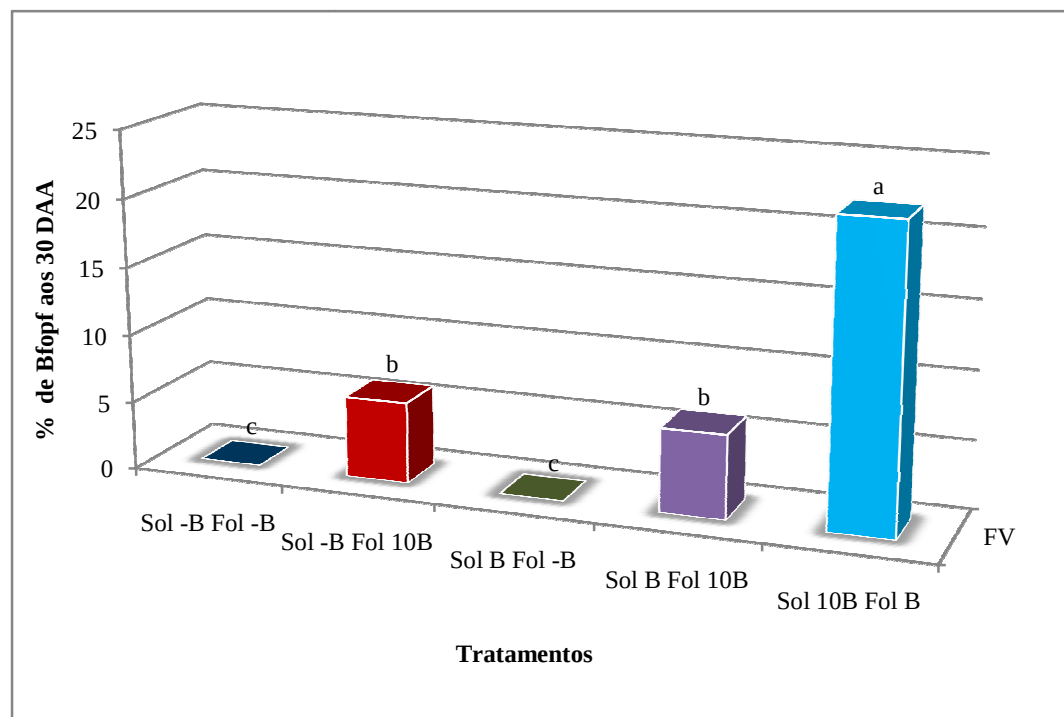
se verificar ainda que o B absorvido pelas raízes em mudas de pessegueiro foi transportado em maior % do que aquele absorvido pela folha, isso porque de acordo com Furlani (2004) a absorção foliar é mais lenta que a radicular, e o caminho que o nutriente tem que percorrer para ser absorvido pelas folhas é maior do que para ser absorvido pelas raízes, visto que não existe na epiderme das raízes, camada de cutículas e de ceras que possam restringir a absorção do nutriente pela planta. Com base nessa observação pode-se inferir que uma maior quantidade de B foi absorvida e assim maior quantidade de B foi transportada para a parte aérea. Esse fato também pode ser associado à maior mobilidade que o B apresenta no xilema em comparação ao floema (MALAVOLTA et al., 1997).

Tabela 8 - Teste F do desdobramento tratamento x folha aos 30 e 60 dias após aplicação dos tratamentos (DAA) referente à porcentagem de boro na folha proveniente do fertilizante (% Bfopf) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.

Fontes de Variação	%Bfopf	
	30 DAA	60 DAA
Tratamento/Folha velha	192,20*	977,25*
Tratamento/Folha nova	89,50*	485,30*
DMS	4,20	2,80
Folha/Sol -B Fol -B	0,00*	0,00*
Folha/ Sol -B Fol ¹⁰ B	0,40 ^{ns}	2,35*
Folha/ Sol B Fol -B	0,00*	0,00*
Folha/ Sol B Fol ¹⁰ B	0,05 ^{ns}	3,90 ^{ns}
Folha/ Sol ¹⁰ B Fol B	104,50*	133,40*
DMS	2,15	2,40

^{ns} não significativo e *significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{DMS} diferença mínima significativa

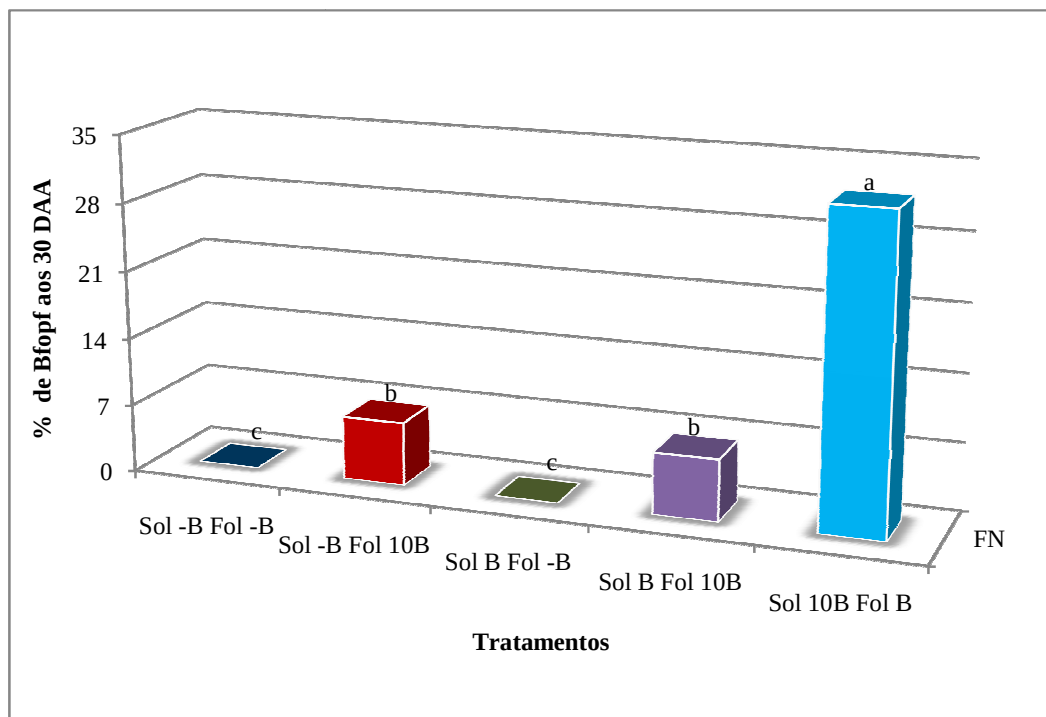
Figura 19 - Porcentagem de boro na folha velha proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 30 dias após aplicação dos tratamentos (30 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.



Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

Figura 20 - Porcentagem de boro na folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 30 dias após aplicação dos tratamentos (30 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.



Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

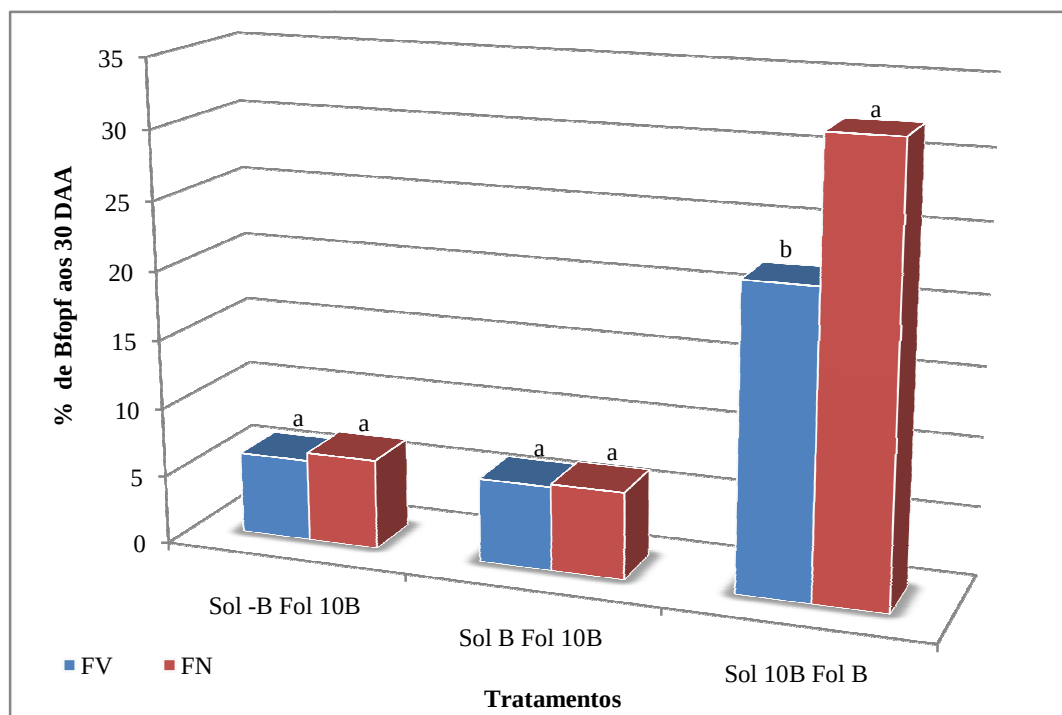
Fonte: Souza (2010)

Houve efeito significativo de folha dentro de tratamento apenas para a adubação com ^{10}B via solo (Sol ^{10}B Fol B), em que a % Bfopf foi maior nas folhas novas, enquanto na adubação via foliar (Sol -B Fol ^{10}B ; Sol B Fol ^{10}B) os valores são semelhantes ou não diferem entre si (Figura 21). Nos tratamentos com adubação via solo e via foliar (Sol B Fol ^{10}B ; Sol ^{10}B Fol B), do total de B absorvido pelas raízes na adubação via solo 22% encontram-se nas folhas velhas e 32% nas folhas novas, enquanto na adubação foliar 6% encontram-se nas folhas velhas e 6% nas folhas novas.

A ocorrência do transporte do B das folhas em que foi aplicado, para outras partes das plantas desenvolvidas após a pulverização foliar, foi demonstrada em algumas espécies, utilizando, ácido bórico enriquecido em ^{10}B . Shu et al. (1994) verificaram que 94% do B absorvido, pelas folhas de pessegueiro, foi transportado para outras partes da planta em 3 dias. Hu e Brown (1997) observaram que o ^{10}B aplicado via foliar é rapidamente (0-15 dias) translocado das folhas tratadas para os frutos adjacentes nas espécies nas quais o sorbitol é um

fotossintato dominante como em maçã e nectarina ao contrário daquelas onde não ocorre como em pistache e figo.

Figura 21 - Porcentagem de boro na folha velha e folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) em função dos tratamentos aos 30 dias após aplicação (30 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.

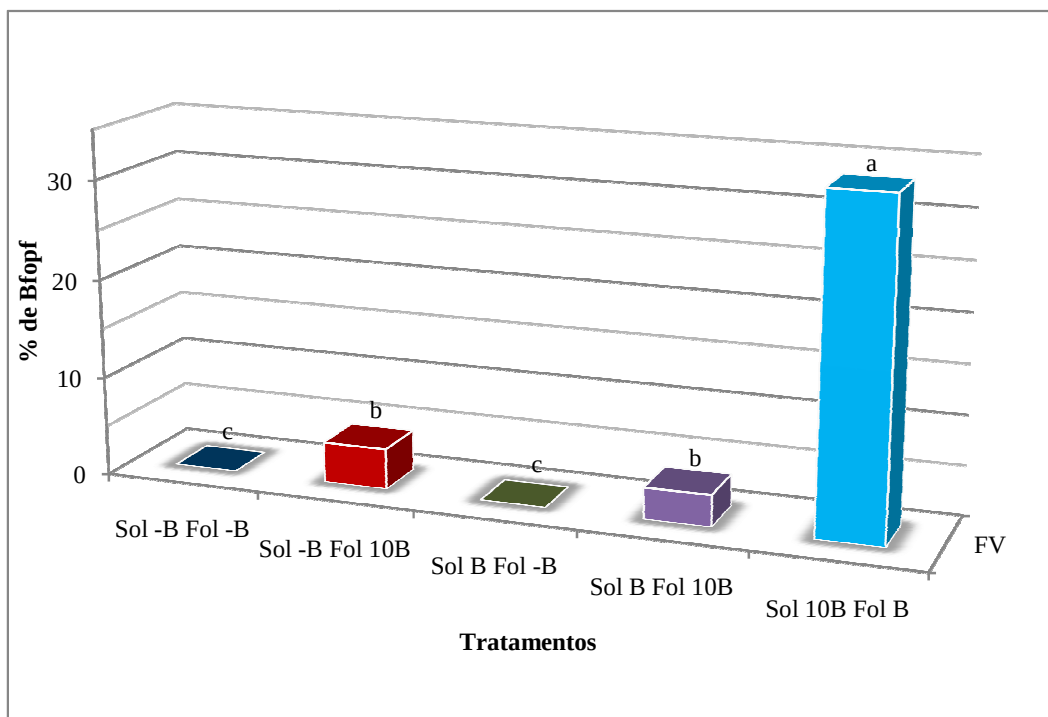


Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

Aos 60 DAA a adubação com ^{10}B via solo (Sol^{10}B Fol B), proporcionou as maiores % Bfopf na folha velha (Figura 22) e folha nova (Figura 23) em mudas de pessegueiro, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

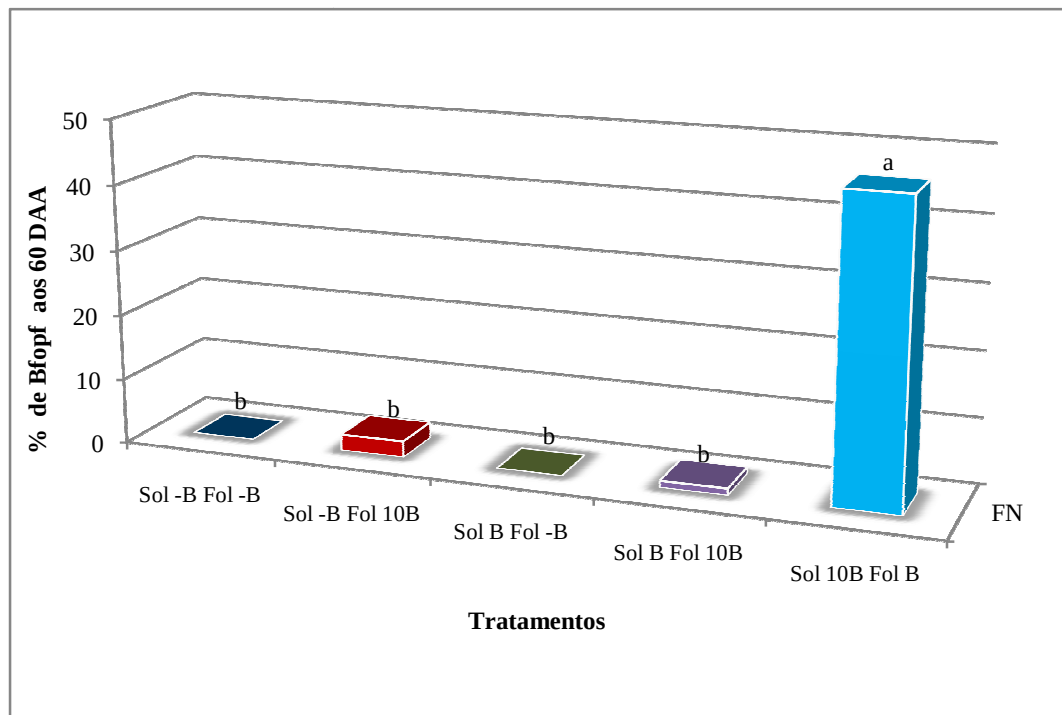
Figura 22 - Porcentagem de boro na folha velha proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 60 dias após aplicação dos tratamentos (60 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.



Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

Figura 23 - Porcentagem de boro na folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) aos 60 dias após aplicação dos tratamentos (60 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.

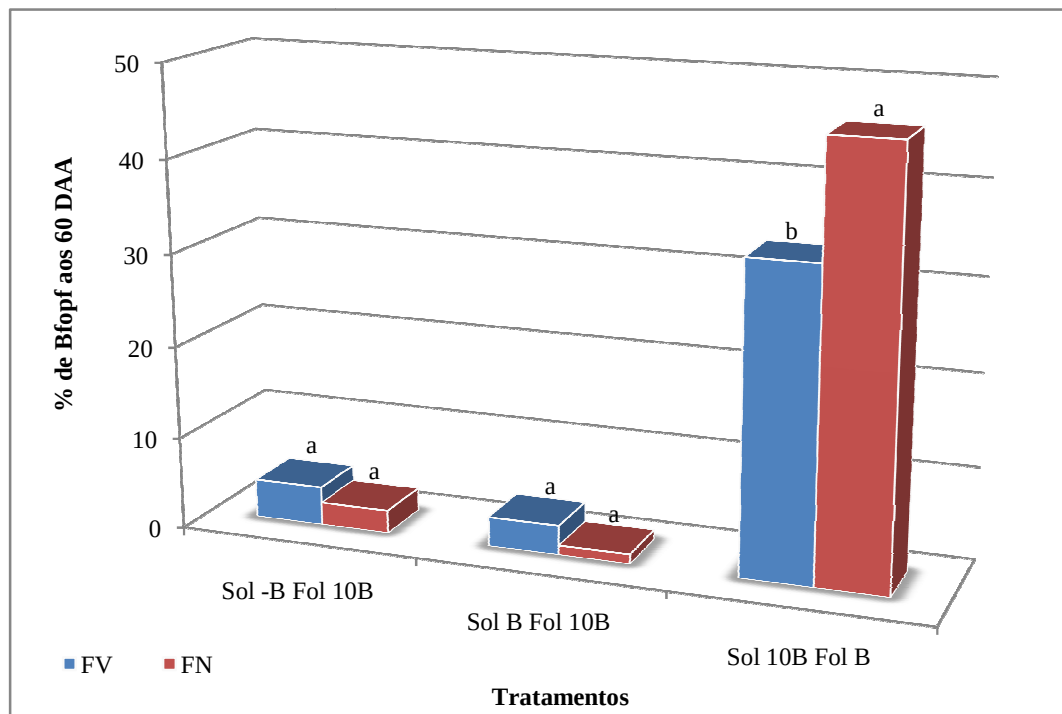


Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

A % Bfopf nas folhas dentro de tratamento diferiu apenas no tratamento com adubação via solo com ^{10}B (Sol 10B Fol B). Assim como aos 30 DAA, na adubação via solo a % de Bfopf foi maior nas folhas novas, enquanto na adubação via foliar os valores foram semelhantes ou não diferiram entre si. (Figura 24). Nos tratamentos com adubação via solo e via foliar (Sol B Fol ^{10}B ; Sol ^{10}B Fol B), do total de B absorvido pelas raízes na adubação via solo 33% encontram-se nas folhas velhas e 46% nas folhas novas, enquanto na adubação foliar 3% encontram-se nas folhas velhas e 1,5% nas folhas novas.

Figura 24 - Porcentagem de boro na folha velha e folha nova proveniente do fertilizante (% Bfopf) em função dos tratamentos aos 60 dias após aplicação (60 DAA) em mudas de pessegueiro. Ilha Solteira/SP, 2010.



Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza (2010)

Assim como em mudas de cajueiro, a concentração de B nas folhas velhas e folhas novas de pessegueiro aos 30 e 60 dias após a adubação varia de acordo com o modo de aplicação. Na adubação via solo, a concentração de B foi maior nas folhas novas, enquanto na adubação via foliar foi semelhante nas folhas velhas e folhas novas. Segundo a classificação de Brown e Shelp (1997), isto evidencia a mobilidade de B no floema em mudas de pessegueiro (espécie produtora de sorbitol) avaliada aos 30 e 60 dias após a adubação ou ainda segundo Furlani (2004) pode-se classificar - lá como mobilidade condicional.

Nas espécies produtoras de sorbitol, a mobilidade do boro comparada às demais espécies é facilitada e razão pela qual apresentam alguma resposta a aplicação foliar de boro como constataram Canesin e Buzetti (2007) em Pereira Japonesa e Maeda (2005) em abacaxi. Brown e Hu (1996), utilizando ^{10}B em frutíferas ricas em sorbitol, verificaram que as concentrações de B foram similares em folhas jovens e velhas, enquanto que nas espécies pobres em sorbitol as concentrações de B foram maiores em folhas velhas do que em folhas

novas. Segundo os autores, as espécies que produzem os polióis tais como sorbitol podem complexar o B como poliol-B-poliol que é transportado no floema para drenos ativos como folhas jovens, frutos e sementes demonstrando que estas espécies apresentam mobilidade de B no floema.

5 CONCLUSÕES

Não houve efeito da adubação com boro no desenvolvimento das mudas de cajueiro.

A adubação com boro via foliar proporcionou maior incremento no número de folhas em mudas de pessegueiro aos 60 dias após a adubação.

A porcentagem de boro na folha velha e folha nova proveniente do fertilizante variam em função da espécie e do modo de aplicação.

O boro aplicado via foliar é de mobilidade restrita ou intermediária em cajueiro e móvel em pessegueiro avaliados aos 30 e 60 dias após a adubação.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A.; RAIJ, B. van. Adubação com micronutrientes. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p. 29 (Boletim técnico, 100).
- ALVES, A. U. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de repolho e de couve-flor**. 2009. 64f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- BELLATO, A. C. D. S. **Determinação de boro e molibdênio em amostras biológicas por espectrometria de massas com fonte de plasma (ICP-MS)**. 2004. 105 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise do crescimento de plantas: noções básica**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.
- BELLALLOUI, N.; BROWN, P. H.; DANDEKAR, A. M. Manipulation in vivo of sorbitol production alters boron uptake and transport in tobacco. **Plant Physiology**, Oxford, v. 119, p. 735-741, 1999.
- BLEVINS, D. G.; LUKASZEWSKI, K. M. Boron plant structure and function. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 49, p. 481-500, 1998.
- BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; BOARETTO, R. M. Absorção e translocação de micronutrientes, aplicados via foliar, pelos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n.1, 2003, p. 177-197.
- BOARETTO, A. E.; BOARETTO, R. M.; CONTIN, T. L. M.; MURAOKA, T. É móvel ou imóvel o boro em laranja? **Laranja**, Cordeirópolis, v. 25, n. 1, p.195-208, 2004.
- BOARETTO, R. M. **Boro ¹⁰B em laranja**: absorção e mobilidade. 2006. 120 f. Tese (Doutorado-Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- BROWN, P. H.; HU, H. Boron uptake by sunflower, squash and cultured tobacco cells. **Physiologia Plantarum**, Main St, v. 91, p. 435-441, 1994.
- BROWN, P. H.; SHELPS, B.J. Boron mobility in plants. *Plant and Soil*, Dordrecht v. 193, p. 85-101, 1997.
- BROWN, P. H.; HU, H. Phloem boron mobility in diverse plant species. **Botanica Acta**, Stuttgart, v. 111, p. 331-335, 1998.

BIEVRE, P. D.; BARNES, I. L. Table of the isotopic composition of the elements as determined by mass spectrometry. **International Journal of Mass Spectrometry and Ion Processes**, Amsterdam, v. 65, p. 211-230, 1985.

CANESIN, R. C. F. S. **Fertilizantes foliares em culturas perenes: Pereira Japonesa (*Pyrus pyrifolia* var. *culta*), Pinheira (*Annona squamosa* L.) e Videira (*Vitis labrusca* L.)**. 2008. 43 f. Tese (Doutorado-Agronomia)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

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. 377-381, 2007.

COSTA, S. L.; CARVALHO, A. J.; PESSANHA, P. G. O.; MONNERAT, P. H.; MARINHO, C. S. Produtividade da cultura da Pinha (*Annona squamosa* L.) em função de níveis de adubação nitrogenada e formas de aplicação de boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p.543-546, 2002.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Exatas. 2000. 63 p.

FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2004. p.40-75.

GONDIM, A. R. O. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de tomate e de beterraba**. 2009. 76 f. Tese (Doutorado)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP, 1995. 45 p. (Série Irrigação,1).

HERTER, F. G.; GARDIN, J. P. P.; BACARIN, M.; TREVISAN, R.; VERÍSSIMO, V. Níveis de carboidratos em tecidos de pereira cv. Nijisseiki em duas épocas que antecedem o florescimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Bahia, 2001. 1CD-ROM.

HU, H.; BROWN, P. H. Absortion of boron by plant roots. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 193, n.1/2, p. 49-58, 1997.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. v.1, 45 p.

LOPES, A. S.; SOUZA, E. C. A. Filosofias e eficiência da aplicação. In: FERREIRA, M. E. et al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq, FAPESP/PATAFOS, 2001. p. 268.

MAEDA, A. S. **Adubação foliar e axilar na produtividade e qualidade de abacaxi**. 2005. 43 f. Dissertação (Mestrado-agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 1980. 215 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. São Paulo: Ceres, 1981. 596 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.

MARAFON, A. C.; HERTER, F. G.; BACARIN, M. A.; RODRIGUES, A. C.; VERÍSSIMO, V. Concentrações de carboidratos em tecidos de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. Jubileu em plantas com e sem sintomas de morte-precoce durante o período de dormência. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 75-, Abril 2007.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MATTOS JUNIOR, D.; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A. Nutrição dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D. et al. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2005. p. 197-219.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 859 p.

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, Junho 2009.

PERICA, S.; BELLALLOUI, N.; GREVE, C.; HU, H.; BROWN, P. H. Boron transport and soluble carbohydrate concentrations in olive. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 126, n. 3, p. 291-296, 2001.

PICCHIONI, G. A.; WEINBAUM, S. A.; BROWN, P. H. Retention and the kinetics of uptake and export of foliage-applied, labeled boron by apple, pear, prune and sweet cherry leaves. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 120, n. 1, p. 28-35, 1995.

POWER, P.P; WOODS, W.G. The chemistry of boron and its speciation in plants. In: DELL, B.; BROWN, P.H.; BELL, R.W. (Ed.). **Boron in Soils and Plants**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997. p. 1-13.

QUAGGIO, J. A.; PIZA JUNIOR, C. T. Micronutrientes para frutíferas tropicais. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B. van; ABREU, C. A. (Ed.). **Micronutrientes tóxicos e metais pesados na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/Fapesp/Potafós, 2001. p. 459-491.

QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H.; TANK JUNIOR, A. Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranjeira pêra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 627-634, 2003.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas e Fundação - IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100)

RODRIGUES, A. C.; HERTER, F. G.; VERISSIMO, V.; CHAVARRIA, G.; GARDIN, J. P. P.; CAMPOS, A. D. Determinação por cromatografia gasosa de açúcares em frutíferas de clima temperado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p.173-174, 2005.

SANTOS, C. H.; DUARTE FILHO, J.; MODESTO, J. C.; GRASSI FILHO, H.; FERREIRA, G. Adubos foliares quelatizados e sais na absorção de boro, manganês e zinco na em laranjeira 'Pera'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 999-1004, 1999.

SHU, Z. H.; OBERLY, G. H.; CARY, E. E.; RUTZKE, M. Absorption and translocation of boron applied to aerial tissues of fruiting Reliance peach trees. **Hortscience**, Alexandria, v. 29, n. 1, p. 25-27, 1994.

SIEBENEICHLER, S. C.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J.; SILVA, J. A.; MARTINS A. O. Mobilidade de boro em plantas de abacaxi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 292-294, 2005.

TREVISAN, R.; GONÇALVES, E. D.; GARDIN, J. P.; VERISSIMO, V.; HERTER, F. G. Teores de açúcares em plantas de pereira (*Pyrus serotina*) , cv. nijisseiki submetidas à desfolha total e poda de gema no final do ciclo de crescimento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 2, p. 117-119, abr-jun, 2003.

TRIVELIN, P. C. O. **Uso de isótopos como traçadores em fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Piracicaba: USP, 2004. (Apostila).

UDDIN, K. M d.; KHALEQUZZAMAN, K. M.; RAHMAN, M. M. D.; SIDDQUIE, N.; ALI, O. M. D Yield and yield components of winter Chilli (*Capsicum annum* L.) as affected by different 76 levels of nitrogen and boron. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Paquistão, v. 6, n. 6, p. 605-609, 2003.

VITTI, G.C.; TREVISAN, W. **Manejo de macro e micronutrientes para alta produtividade de soja**. Piracicaba: Informações Agronômicas - POTAFÓS, 2000. 16 p. (Encarte Técnico, 90).

XU, F.; YANG, Y.; WANG, Y.; WU, L. Boron uptake and retranslocation in cultivars of *Brassica napus* differing in boron efficiency. In: GOLDBACH, H. E. et al. **Boron in plant and animal nutrition**. New York: Kluwer Academic, 2002. p. 127-135.

ZIMMERMANN, M. H.; ZIEGLER, H. List of sand Sugar alcohols in sieve-tube exudates. In: ZIMMERMANN, M., MILBURN, J. A. (Ed.). **Encyclopedia of plant physiology**. New York: Springer-Verlag, 1975. v.1 Transport in Plants, I. Phloem I. Phloem Transport, p. 480-503.

APÊNDICE A - Fotos do experimento de cajueiro.

Figura 25 - Mudas de cajueiro adquiridas em viveiro comercial (30 cm).



Fonte: Souza (2010)

Figura 26 - Mudas de cajueiro instaladas sobre a bancada na casa de vegetação.



Fonte: Souza (2010)

Figura 27 - Identificação das folhas de cajueiro com fita antes da aplicação dos tratamentos.



Fonte: Souza (2010)

Figura 28 - Folhas de cajueiro desenvolvidas após a aplicação dos tratamentos.



Fonte: Souza (2010)

Figura 29 - Mudas de cajueiro 30 dias após a aplicação dos tratamentos.



Fonte: Souza (2010)

Figura 30 - Mudas de cajueiro após a 1ª coleta de folhas (30 dias).



Fonte: Souza (2010)

APÊNDICE B - Fotos do experimento de pessegueiro.

Figura 31 - Mudas de pessegueiro após a poda e brotação dos ramos (10-15cm).



Fonte: Souza (2010)

Figura 32 - Mudanças de pessegueiro instaladas sobre a bancada na casa de vegetação.



Fonte: Souza (2010)

Figura 33 - Folhas de pessegueiro desenvolvidas após a aplicação dos tratamentos.



Fonte: Souza (2010)