

EFICIÊNCIA DE USO DE BORO (^{10}B) POR LARANJEIRA EM DIFERENTES PORTA-ENXERTOS COM RAIZ BI-PARTIDA

PAULO T. **CARDOSO Jr.**¹; RODRIGO M. **BOARETTO**²; DIRCEU **MATTOS Jr.**³;
FERNANDO A. **AZEVEDO**³; ANTONIO J. **QUAGGIO**⁴; ANTONIO E. **BOARETTO**⁵

Nº 11125

RESUMO

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação, no Centro de Citricultura em Cordeirópolis – SP. Plantas jovens de laranjeira Tobias enxertadas em citrumelo Swingle ou limão Cravo foram conduzidas com raízes bi-partidas em compartimentos individualizados, com dois fluxos de crescimento, paralelos à projeção do compartimento. Diferentes níveis de boro foram testados em um dos compartimentos ideal (0,1 g/compartimento), deficiente (sem B) e tóxica (1,3 g/ compartimento), enquanto que o outro recebeu teor adequado de B (enriquecido isotopicamente em ^{10}B). As plantas enxertada em limão Cravo, tiveram um maior desenvolvimento de altura, diâmetro e acúmulo de massa seca do que as plantas enxertadas em Swingle. A perda de água por evapotranspiração nas plantas enxertadas em limão Cravo foi de 6,4 litros enquanto para o citrumelo Swingle foi de 5,7 litros, em um período de 5 semanas. Os sintomas visuais da toxicidade de Boro nas folhas das plantas enxertada em Cravo foram mais severos do que nas folhas das plantas em Swingle, além disso, a sintomatologia visual da toxicidade de B, em ambos os ramos, foram mais evidente nas folhas que estavam voltadas ao lado da raiz que teve maior concentração do micronutriente no solo.

1 Bolsista CNPq: Graduação em Eng. Agrônoma, UFSCAR, Araras-SP, eng.ptcardoso@hotmail.com.

2 Orientador: Pesquisador, Centro de Citricultura, Instituto Agrônomo, Cordeirópolis-SP.

3 Colaborador: Pesquisador, Centro de Citricultura, Instituto Agrônomo, Cordeirópolis-SP.

4 Colaborador: Pesquisador, Centro de Solos, Instituto Agrônomo, Campinas-SP.

5 Colaborador: Pesquisador, CENA, USP, Piracicaba-SP.

ABSTRACT

The experiment was carried out in greenhouse, in the Centro de Citricultura, Cordeirópolis – SP. Young plant of Tobias orange budded on Rangpur lime or Swingle citrumelo were conducted with split-roots in different compartments, with two shoot, parallel to the compartment projection. In one of the compartment different levels of B (adequate 0.1 g/compartiment), deficient (without B) and toxic (1.3 g/compartiment) were applied, while in the other received adequated level of B (isotopically enriched in ^{10}B). The plants budded on Rangpur lime had a higher development of height, diameter and dry mass accumulation than the plant on Swingle citrumelo. In a period of 5 weeks the water loss by evapotranspiration in plants on Rangpur lime was 6.4 liters while in the Swingle citrumelo was 5.7. The visual symptoms of boron toxicity in the leaves of the plant budded on Rangpur lime were more severe than in the leaves of plants in Swingle citrumelo, Moreover, the visual symptoms of B toxicity in both shoots were more evident in leaves that were in the same projection of the root side that had the highest concentration of micronutrients in the soil.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de laranjas, com aproximadamente 27% da produção, o que corresponde a um volume de 18 milhões de toneladas anuais (FAO, 2010). O desenvolvimento tecnológico e o estabelecimento de novas recomendações do manejo nutricional dos pomares cítricos têm sido possível com base nos trabalhos de pesquisas desenvolvidas a campo, cujos resultados permitiram o ajuste de curvas de respostas dos citros à calagem (Quaggio et al., 1992) e à adubação, especialmente com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (Quaggio et al., 2004; Mattos Jr. et al., 2004) e em relação à combinação copa e porta-enxerto (Quaggio et al., 2004).

Por outro lado, somente mais recentemente têm-se tratado da resposta dos citros à adubação com micronutrientes, embora seja conhecido que boro (B), zinco (Zn) e manganês (Mn) figurem como os micronutrientes mais limitantes à produção dos citros no Brasil, devido aos baixos teores no material de origem do solo e pela capacidade de adsorção que ocorre com a sua matriz coloidal (Mattos Jr. et al., 2005).

Existem inúmeros trabalhos na literatura demonstrando a influência do porta-enxerto na concentração de B nas folhas das plantas cítricas. Na citricultura brasileira, destacaram respostas diferenciadas para os porta-enxertos de limão Cravo e citrumelo

Swingle, cujo taxa de absorção e acúmulo aparecem maiores para este último (Boaretto et al., 2008).

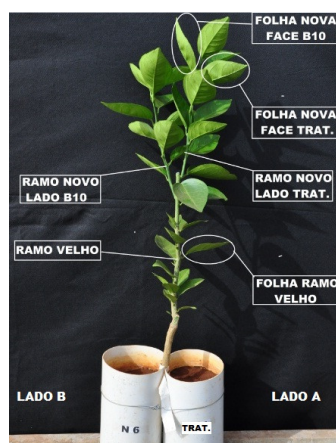
A resposta das laranjeiras à adubação com B está diretamente relacionada com a eficiência de absorção de B pelas folhas e raízes e a mobilidade do micronutriente na planta. Os resultados de pesquisas têm demonstrado que as espécies vegetais diferem intensamente quanto à mobilidade de B, podendo classificá-las em espécies em que a redistribuição do micronutriente é restrita e espécies em que o B é altamente móvel Hu & Brown (1996) e Hu et al. (1997).

Com o desenvolvimento do ICP-MS (espectrômetro de massas com fonte de plasma) tornou-se possível distinguir os isótopos estáveis de B (^{10}B e ^{11}B), o que possibilitou os estudos de mobilidade do B nos vegetais, utilizando-se compostos enriquecidos em ^{10}B .

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa-de-vegetação, em mudas de laranja Tobias [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] enxertadas em limão Cravo (*Citrus limonia* Osbeck) ou citrumelo Swingle [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *C. paradisi* Macf.], sendo este último conhecido pela maior demanda em B. Assim como mostra a Figura 1, as mudas tiveram suas raízes conduzidas em dois fluxos, uma em cada sacola de substrato para que pudessem crescer separadamente e fossem transplantadas em vasos de compartimentos individualizados. Cada um dos compartimentos das raízes bi-partidas receberam diferentes tratamentos (parcelados em duas aplicações), sendo que: um desses foi adubado com teor adequado de B, na forma de ácido bórico, enriquecido a 99% de átomos de ^{10}B ; e o outro receberá diferentes níveis de B (deficiente = sem B; Ideal = 0,1 g de B; toxidez = 1,3 g de B) com abundância isotópica natural. O delineamento estatístico foi um esquema fatorial 2 x 3, com três repetições, sendo dois porta-enxertos (limão cravo e citrumelo Swingle) e três doses de B (ideal, deficiente, toxidez).

Após dois meses a aplicação do B, as plantas foram cortadas logo acima da divisão das raízes. A parte aérea foi separada em ramos novos e velhos, folhas novas (face tratamento e face ^{10}B) e folhas velhas, o solo foi peneirado e as raízes separadas. O material vegetal colhido foi lavado e seco em estufa a 65 °C até peso constante. As amostras serão levadas para a determinação de B total e da razão isotópica (^{10}B).



Após uma poda, manteve-se apenas dois fluxos de crescimento, cada um para uma direção da raiz.

Compartimento individualizado para o desenvolvimento das raízes.

Característica dos compartimentos:

Massa de solo = 5 kg (textura média/arenosa)

Altura do cilindro = 0,3 m

Diâmetro do cilindro = 0,13 m

Dreno para a coleta do lixiviado em reservatório individualizado. A solução coleta foi reposta no mesmo compartimento.

FIGURA 1. Esquema da montagem dos vasos com compartimentos subdivididos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura, diâmetro e produção de massa seca

Na comparação da média do desenvolvimento das plantas entre os porta-enxertos, o limão cravo apresentou ser superior em 18% de altura e 10% em diâmetro, transplantadas ao mesmo tempo e mantido os mesmos tratamentos culturais como adubação e poda. Estes valores assemelham-se aos encontrados por NÚÑEZ et al. (2007).

Na Tabela 1 estão apresentados a produção de massa seca nas diferentes partes da laranjeira. Verificou-se que não houve diferença no acúmulo de massa seca total em função da disponibilidade de B. Contudo a massa seca das plantas enxertas em limão Cravo foi significativamente superior do que em citrumelo Swingle.

Evapotranspiração

Toda a água lixiviada dos vasos foi coletada e retornada, no mesmo compartimento, no próximo turno de irrigação, sendo contabilizado o volume lixiviado e completado até o valor integral da quantidade a ser irrigada. Verificou-se que a evapotranspiração nas plantas em limão Cravo foi superior as plantas em citrumelo Swingle, isso provavelmente devido a maior biomassa da planta. Contudo, a relação entre a evapotranspiração e a quantidade de massa seca de folha foi maior no citrumelo Swingle do que no limão Cravo, o que indica que este seja um porta-enxerto mais eficiente no uso da água do que o citrumelo Swingle. Já a evapotranspiração e a relação entre a evapotranspiração e a quantidade de massa seca de folha não diferenciaram significativamente tanto no porta-enxerto limão Cravo quanto no citrumelo Swingle (Tabela 2).

TABELA 1. Massa seca das diferentes partes das plantas, cultivadas em diferentes porta-enxerto.

		Folha Nova	Ramo Novo	Folha Velha	Ramo Velho	Raiz	Massa total
		g					
limão Cravo	Deficiente	13,1	4,6	6,6	24,5	42,9	91,7
	Ideal	10,4	3,2	7,7	33,4	57,8	112,4
	Toxidez	12,3	4,3	8,5	31,7	59,2	116,1
Média		11,9	4,0	7,6	29,9	53,3	106,7
citrumelo Swingle	Deficiente	8,6	2,4	4,8	17,1	42,7	75,5
	Ideal	8,4	2,6	5,4	19,2	42,2	77,9
	Toxidez	8,3	2,6	5,1	16,0	37,6	69,5
Média		8,4	2,5	5,1	17,4	40,8	74,3
F test							
Níveis de Boro (NB)							ns
Porta-enxerto (PE)							*
NB*PE							ns
CV %							25,9

n.s.: não significativo; *: significativo $p = 0.1$ (Tukey).

TABELA 2. Valores de perda acumulada de água evapotranspirada entre os porta-enxertos (o valor representa a soma dos dois compartimentos) e relação entre a evapotranspiração e a quantidade de massa seca de folha.

Porta-enxerto	Níveis de B	Evapotranspiração (ETR) ¹	Razão ETR / massa de folha ²
		mL	mL g ⁻¹
limão Cravo	Deficiente	6492	331
	Ideal	6249	357
	Toxidez	6525	316
Média		6422	335
citrumelo Swingle	Deficiente	5625	431
	Ideal	5728	445
	Toxidez	5813	500
Média		5722	459
F test			
Níveis de Boro (NB)		ns	ns
Porta-enxerto (PE)		*	*
NB*PE		ns	ns
CV %		12,5	28,5

n.s.: não significativo; *: significativo $p = 0.1$ (Tukey).

1 Perda acumulada de água evapotranspirada em um período de 5 semanas.

2 Razão entre a perda de água por evapotranspiração e a quantidade de massa seca de folha

Diagnose Visual

Os sintomas visuais da toxidez de B nas folhas do fluxo novos podem ser caracterizados na Figura 2. Pela Figura 3, verifica-se que os sintomas visuais da toxicidade de Boro nas folhas das plantas enxertada em Cravo foram mais severos do que nas folhas das plantas em Swingle, além disso, a sintomatologia visual da toxidez de B, em ambos os ramos, foram mais evidente nas folhas que estavam voltadas ao lado da raiz que teve maior concentração do micronutriente no solo.

Em ambos os porta-enxertos, nas plantas cultivadas na dose mais elevada de B, verificou-se que os sintomas de toxidez apareceram nas folhas dos dois novos fluxos de crescimento em apenas um dos lados, sempre voltada para o lado da raiz que recebeu a maior dose de boro (Figura 4).



FIGURA 2. Comparação dos fluxos de crescimento cultivados com diferentes disponibilidade de boro, plantas enxertas em limão Cravo.



FIGURA 3. Severidade da toxicidade de boro nas folhas dos diferentes porta-enxertos.



Lado A: fluxo de crescimento voltado para o lado do compartimento que recebeu a maior aplicação de boro.

Lado B: fluxo de crescimento voltado para o lado oposto, que recebeu a dose adequada de boro.

FIGURA 4. Folhas nos fluxos de crescimento voltados para os diferentes compartimentos, em plantas enxertadas em limão cravo, a qual um dos compartimentos recebeu dose elevada de boro.

CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos de altura, diâmetro e massa seca das plantas, o porta-enxerto limão Cravo conduzido com raiz bi-partida teve um maior desenvolvimento vegetativo, conseqüentemente uma maior evapotranspiração, quando comparado ao citrumelo Swingle. Os sintomas visuais da toxidez de B foram mais evidentes nas plantas enxertadas no limão Cravo. Em ambos os porta-enxerto os sintomas de toxidez de B nas folhas foi mais severo em apenas um lado dos dois fluxos de crescimento, sempre nas folhas voltadas ao lado da raiz que teve maior concentração do micronutriente aplicada no solo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – PIBIC, pela bolsa concedida.

Ao Centro Aptra Citros Sylvio Moreira, pela oportunidade de estágio.

REFERÊNCIAS

- BOARETTO, R.M.; QUAGGIO, J.A.; MOURAO FILHO, F.A.A.; GINE, M.F.;
BOARETTO, A.E. Absorption and Mobility of Boron in Young Citrus Plants.
Communications in Soil Science and Plant Analysis, v. 39, p. 2501-2514,
2008.

- BROWN, P.H.; HU, H. Phloem boron mobility in diverse plant species. **Botanica Acta**, v. 111, p. 331-335, 1998.
- FAO - Food and Agriculture Organization of United Nations. Available at <<http://faostat.fao.org>>. Accessed in Apr. 14, 2010.
- HU, H.; BROWN, P. H. Absorption of boron by plant roots. In: DELL, B.; BROWN, P. H.; BELL, R. W. **Boron in soils and plants: Reviews**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1997. p. 49-58.
- HU, H.; BROWN, P. H. Phloem mobility of born in species dependent: evidence of boron mobility in sorbitol-rich species. **Annals of Botany**, Oxford, v. 77, n. 5, p. 497-505, 1996.
- MATTOS JR., D.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A. Nutrição dos citros. In: MATTOS JR., D. et al. **Citros**. 1. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 2005. p. 197-219.
- MATTOS JUNIOR, D. et al. Modelos de resposta do tangor Murcott à fertilização com N, P e K. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.164-167, 2004.
- NUNEZ, E.E.; MOURAO FILHO, F.A.A.; STUCHI, E.S. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade de frutos da tangerina 'Fremont' sobre quatro porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, 2007.
- QUAGGIO, J.A.; MATTOS Jr., D.; CANTARELLA, H. Sweet orange trees grafted on selected rootstocks fertilized with nitrogen, phosphorus, and potassium. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1-6, 2004.
- QUAGGIO, J.A.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; DECHEN, A.R. Response to liming of 'Valencia' orange tree on Rangpur lime: effects of soil acidity on plant growth and yield. **Proceedings International Society of Citriculture**, v.2, p.628-632, 1992.