



TRANSLOCAÇÃO DE BORO APLICADO NA FOLHA DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO*

Julio Cesar Bogiani¹; Thalita Fernanda Sampaio²; Gilvan Ferreira Barbosa¹; Ciro Antonio Rosolem².

¹ Embrapa Algodão - Núcleo do cerrado / e-mail: julio@cnpa.embrapa.br; ² UNESP – Botucatu.

RESUMO - O boro é um micronutriente de grande importância para o algodoeiro, podendo reduzir a produtividade da cultura em condições de carência. O elemento tem baixa mobilidade no floema desta planta, contudo, as divergências de respostas podem ocorrer em função de cultivares. Este trabalho teve como objetivo investigar a translocação de boro aplicado via foliar em três cultivares de algodão. O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação e as plantas foram cultivadas em vasos contendo solução nutritiva. Os tratamentos foram constituídos de três cultivares de algodão (FMT 701, DP604BG e FMX 993), e cinco tempos de coleta das plantas após aplicação foliar de B (3, 6, 12, 24 e 48 horas). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial com 2 cultivares x 5 tempos. Os resultados obtidos mostraram que há diferença de resposta de mobilidade de B entre cultivares de algodão quando o elemento é aplicado nas folhas da planta e que a mobilidade de B no floema do algodoeiro é baixa, e por isso as aplicações foliares suprem a carência do elemento por um curto tempo, necessitando de aplicações posteriores em condições de carência do elemento.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*; Micronutriente; Adubação foliar; Remobilização.

INTRODUÇÃO

O boro é um micronutriente pertencente ao grupo dos nutrientes de plantas que estão envolvidos em reações de armazenagem de energia e/ou manutenção de integridade estrutural. Foi reconhecido como um nutriente essencial a mais de 85 anos e age no desenvolvimento das plantas. Sua deficiência causa rápida inibição do crescimento devido a função estrutural que exerce na composição da parede celular (MARSCHNER, 1995), na formação da parede celular e divisão celular (DECHEN et al., 1991), na alongação celular e no metabolismo e transporte de carboidratos (ZHAO; OOSTERHUIS, 2002), na organização e funcionamento de membranas (TANADA, 1983), germinação de grão de pólen e crescimento de tubo polínico (AGARWALA et al., 1981).

O B foi considerado imóvel nas plantas em geral, por muitos anos, entretanto, estudos realizados, principalmente a partir da década de 80, demonstraram que esta afirmativa não devia ser generalizada, pois verificou-se que este micronutriente é móvel em algumas espécies de plantas, tais

* Trabalho financiado pela FAPESP.

como: macieira, ameixeira, cerejeira (BROWN; HU, 1998). O algodoeiro apresenta ótimas respostas à aplicação deste nutriente, porém, ainda há controvérsias a respeito da mobilidade do B dentro da planta, quanto a doses adequadas e formas de aplicação. Rosolem e Costa (2000) observaram que o B aplicado via foliar não é translocado do local de aplicação para as demais partes da planta, denotando uma mobilidade restrita desse nutriente nestas plantas, porém, os aumentos de produtividade com aplicações foliares de B (CARVALHO et al., 1996) e o acúmulo deste nutriente na parte aérea sob condições de deficiência (OLIVEIRA et al., 2006) sugerem que pode haver alguma translocação de B dentro da planta. Ainda, é possível que estas divergências de resposta ocorram em função de cultivares.

Assim, este trabalho teve como objetivo investigar a translocação de boro aplicado via foliar em três cultivares de algodão.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido sob condições de casa de vegetação, em solução nutritiva (HOAGLAND; ARNON, 1950) para avaliar as cultivares de algodoeiro FMX 993, DP 604 BG e FMT 701.

As sementes de algodoeiro foram colocadas para germinar em bandejas contendo areia lavada seguindo metodologia descrita por Brasil (2009). Após a emergência, as plantas foram transferidas para vasos plásticos (unidade experimental) com capacidade de 4 litros, contendo solução nutritiva diluída na proporção de 1:10 da solução original. Após uma semana, fez-se a primeira troca de solução nutritiva, substituindo por uma solução diluída na proporção de 1:5 da solução original. Após mais uma semana, fez-se a segunda troca de solução nutritiva, substituindo pela diluição original (proporção 1:1), diluição esta que foi utilizada em todas as demais trocas semanais, até o fim do experimento. Para o B, foi utilizada durante todo o experimento, a dose de $2,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ de B. Em cada vaso foram cultivadas 2 plantas de cada cultivar, sustentadas por uma placa de isopor fixada na parte superior do vaso.

Quando as plantas atingiram o estágio de emissão do primeiro botão floral, foi feita a implantação dos tratamentos que consistiram da aplicação foliar de boro (solução de 0,5% de ácido bórico). As aplicações foram feitas em uma folha da parte mediana das plantas com auxílio de cotonetes. As avaliações foram realizadas em diferentes tempos após a aplicação foliar, sendo estes: 3, 6, 12, 24 e 48 horas. Assim, foram cultivados cinco vasos de cada cultivar para cada bloco, ou seja, um vaso para cada tempo de coleta das plantas.

Em cada horário de avaliação foi feita a coleta respectivas das plantas, que foram separadas em raiz e parte aérea. A parte aérea foi dividida em quatro porções como segue: limbo das folhas que se encontravam abaixo da que recebeu a aplicação de B (folha abaixo); limbo da folha que recebeu a aplicação de B (folha mediana); limbo das folhas que se encontravam acima da que recebeu a aplicação de B (folha acima) e ponteiro (meristema da haste principal). O caule não foi analisado.

Todo material vegetal foi seco a 65 °C em estufa de ventilação forçada até peso constante. A seguir foram realizadas as análises de B nos tecidos vegetais, conforme Malavolta et al. (1989).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 3 cultivares X 5 tempos de coleta. Para comparação das médias entre as cultivares foi utilizado o teste t (LSD) com $p < 0,05$ e para o estudo dos tempos de avaliação após aplicação foliar de B, foi feita análise de regressão polinomial, escolhendo a equação significativa de melhor ajuste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação foliar de B em uma folha da parte mediana da planta, a concentração deste nutriente nas demais partes da planta foi diferente entre as três cultivares estudadas (Tabela 1). De uma forma geral a cultivar FMT 701 sempre mostrou maior teor de B em todas as partes, exceto na folha que recebeu a aplicação de B, onde o teor deste micronutriente foi semelhante em todas as cultivares. Na folha abaixo da que recebeu aplicação de B, o teor do elemento foi maior na cultivar DP604BG quando comparada com a FMX 993, mas o teor de B encontrado no ponteiro da FMX 993 foi maior que o encontrado na DP604BG (Tabela 1). Apesar destas diferenças, as duas cultivares (FMX 993 e DP604BG) responderam de forma bastante semelhante.

Com relação ao efeito dos tempos após a aplicação foliar de B, o teor tendeu ao aumento em função da maior quantidade de horas passadas após a aplicação nas folhas localizadas acima e abaixo da que recebeu a aplicação, no ponteiro e na raiz (Figura 1A). Em todas estas partes, o teor de B tendeu ao aumento até 24 horas da aplicação e após este tempo até 48 horas, os teor manteve-se praticamente constante, mostrando que a absorção do elemento ocorre em maior quantidade nas primeiras 24 horas, e esta observação também ocorreu na folha que recebeu aplicação, pois o teor de B diminuiu em função do tempo transcorrido após a aplicação de B, e este efeito também foi mais intenso nas primeiras 24 horas após a operação (Figura 1B).

Entre as diferentes partes (exceto na folha mediana), esta resposta de aumento foi mais intensa na folha localizada acima da que recebeu a aplicação de B (Figura 1A) seguida do ponteiro, mostrando inicialmente a predominância de um transporte ascendente do B, talvez seguindo o fluxo

transpiratório como discutido por Brown e Shelp (1997). Estes dados também mostram a baixa mobilidade do elemento, pois a maior concentração foi encontrada nas folhas localizadas logo acima da folha que recebeu aplicação. No caso de um nutriente de maior mobilidade, o transporte para os locais novos (zonas de crescimento) possivelmente seria maior, mostrando maior teor no ponteiro.

Houve efeito de interação das cultivares com os tempos após aplicação foliar para o teor de B nas folhas localizadas abaixo e acima da que recebeu aplicação do elemento (folha mediana). Nas folhas acima da mediana, a resposta foi semelhante nas três cultivares, contudo, em todas as doses os valores obtidos para a cultivar FMT 701 foi sempre maior que o obtido nas FMX 993 (Figura 2A). Nas folhas localizadas acima da mediana, a cultivar FMT 701 também prevaleceu sobre as outras, mostrando de uma forma geral valores maiores que as outras duas até 6 horas após a aplicação, deste tempo até 48 horas, mostrou-se maior que a FMX 993 apenas (Figura 2B). Nas demais partes da planta não houve efeito de interação das cultivares com os tempos transcorridos após a aplicação foliar de B (Tabela 1).

CONCLUSÃO

Há diferença de resposta de mobilidade de B entre cultivares de algodão quando o elemento é aplicado nas folhas da planta.

A mobilidade de B no floema do algodoeiro é baixa, mas efetiva para todas as partes da planta, por isso as aplicações foliares suprem a carência do elemento por um curto tempo, necessitando de aplicações posteriores em condições de carência do elemento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGARWALA, S. C.; SHARMA, P. N.; CHARTTEJEE, C. et al. Development and enzymatic changes during pollen development in boron deficient maize plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 3, p.329-336, 1981.

BRASIL. Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília: MAPA/ ACS, 2009. 395 p.

BROWN, P. H.; SHELP, J. B. Boron mobility in plants. **Plant and Soil**, v.193, p. 85-101, 1997.

BROWN, P. H.; HU, H. **Manejo do boro de acordo com sua mobilidade nas diferentes culturas.** Piracicaba POTAFOS. 1998. 4p. (POTAFOS, Informações Agronômicas, 84).

CARVALHO, L. H.; SILVA, N. M.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; KONDO, J. I.; CHIAVEGATO, E. J. Aplicação de boro no algodoeiro, em cobertura e em pulverização foliar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 265-266, 1996.

DECHEN, A.R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. de C. **Funções dos micronutrientes nas plantas.** In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Ed.). *Micronutrientes na Agricultura.* Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p.65-97.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, I. The water culture method for growing plants without soil. **Cirulating of California Agricultural Experiment Station.** v. 347, p. 32. 1950.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1989. 201p.

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

OLIVEIRA, R.H.; MILANEZ, C. R. D.; DALLAQUA, M. A. M.; ROSOLEM, C. A. Boron Deficiency Inhibits Petiole and Peduncle Cell Development and Reduces Growth of Cotton. **Journal of Plant Nutrition**, v. 29, n.11, p.2035-2048, 2006.

ROSOLEM, C. A.; COSTA, A. Cotton growth and boron distribution in the plants as affected by a temporary deficiency of boron. **Journal of Plant Nutrition**, v. 23, p. 815-825, 2000.

TANADA, T. Localization of boron in membranes. **Journal of Plant Nutrition.** v. 6, p. 743-749, 1983.

ZHAO, D.; OOSTERHUIS, D.M. Cotton carbon exchange, nonstructural carbohydrates, and boron distribution in tissues during development of boron deficiency. **Field Crops Research**, v. 78, p. 75-87, 2002.

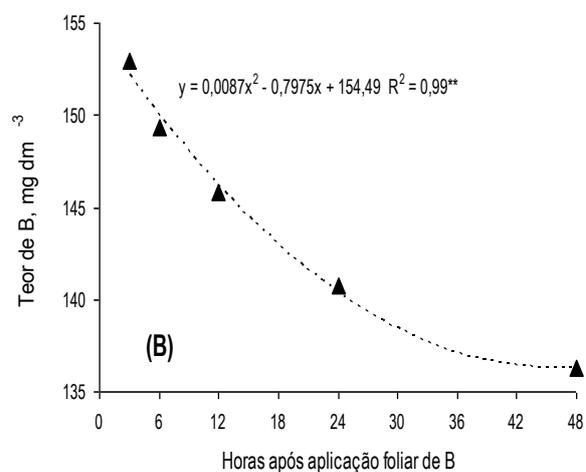
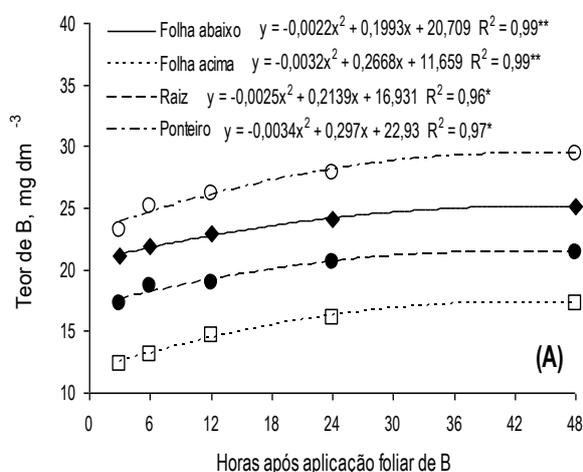
Tabela 1. Teor de B na raiz, no ponteiro e nas folhas de algodoeiro localizadas acima (folha da parte superior) e abaixo (folha da parte inferior) da folha que recebeu aplicação de B (folha da aplicação) localizada na parte média da planta, em função do tempo (3, 6, 12, 24 e 48 horas) após aplicação foliar de B.

Cultivares	Partes da planta				
	Raiz	Folha abaixo	Folha acima	Ponteiro	Folha da aplicação
	----- Teor de B (mg kg ⁻¹) -----				
FMT 701	20,47	28,34	16,10	27,90	139,88
DP 604 BG	18,84	22,40	14,32	24,36	145,98
FMX 993	18,73	18,43	13,64	26,82	149,81
DMS	1,37*	2,84**	1,04**	2,31*	10,48 ^{ns}
F _{Tempo}	7,17**	6,18**	18,48**	5,16**	17,17**
F _{Tempo x Cultivar}	1,06 ^{ns}	2,31*	2,04*	0,42 ^{ns}	0,01 ^{ns}
C.V.(%)	11,1	12,3	11,8	12,1	11,3

DMS = diferença mínima significativa pelo teste t (LSD), para comparação de médias na coluna.

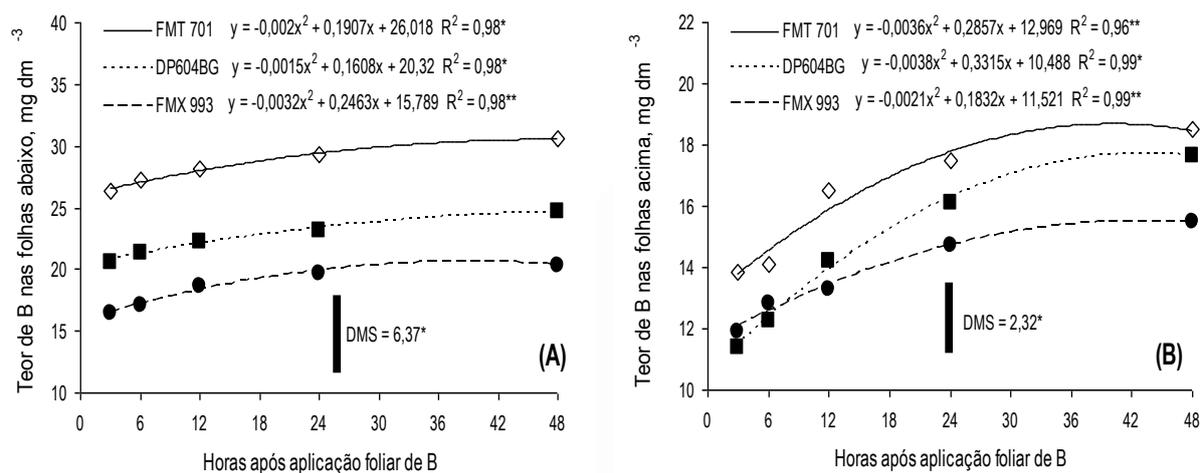
F = valor do F calculado para a fonte de variação Dose e para interação Dose x Cultivar.

*, ** e ^{ns}, significativo (p<0,05), (p<0,01) e não significativo, respectivamente.



◆, □, ● e ○ = folha abaixo, folha acima, raiz e ponteiro, respectivamente. * e ** significativo (p<0,05 e p<0,01), respectivamente.

FIGURA 1. Teor de B na raiz, no ponteiro e nas folhas de algodoeiro localizadas acima e abaixo (A) da folha da parte média da planta e que recebeu aplicação de B (B), em função do tempo transcorrido após aplicação foliar de B.



◇, ■ e ● = FMT 701, DP604BG e FMX 993, respectivamente. * e ** significativo ($p < 0,05$ e $p < 0,01$), respectivamente.

DMS = diferença mínima significativa pelo teste t (LSD).

FIGURA 2. Teor de B nas folhas de cultivares de algodoeiro localizadas abaixo (A) e acima (B) da folha da parte média da planta e que recebeu aplicação de B, em função do tempo transcorrido após aplicação foliar de B.