



ABSORÇÃO E MOBILIDADE DE BORO EM CULTIVARES DE ALGODOEIRO CULTIVADO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA*

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

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

RESUMO - O boro é um micronutriente que tem baixa mobilidade no floema e é reconhecido o micronutriente cuja deficiência é mais comum no algodoeiro. Partindo-se da hipótese de existir diferença de resposta ao B entre cultivares de algodão, este trabalho teve como objetivo, estudar a absorção e mobilidade do boro em 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 duas cultivares de algodão (FMT 701 e DP604BG), e cinco doses de boro na solução nutritiva (0,0 – 2,5 – 5,0 – 10,0 e 20,0 $\mu\text{mol L}^{-1}$), implantadas quatro semanas após a condução das plantas sob condição normal de disponibilidade de B. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial com 2 cultivares x 5 doses. Os resultados obtidos mostraram que a mobilidade de B no algodoeiro é muito baixa, com alguma diferença de resposta entre as cultivares de algodão estudadas.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*; Micronutriente; Translocação; Remobilização.

INTRODUÇÃO

O B é um nutriente essencial e age no desenvolvimento das plantas, atua na formação da parede celular e divisão celular (DECHEN et al., 1991), na elongação celular e no metabolismo e transporte de carboidratos, na organização e funcionamento de membranas (TANADA, 1983). Este elemento 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 como: macieira, ameixeira, cerejeira (BROWN; HU, 1998).

A cultura do algodoeiro é responsiva a aplicação de B, porém há poucas e controversas observações a respeito da mobilidade dentro da planta. Embora Rosolem et al. (1999) não tenham observado resposta diferencial de cultivares de algodoeiro ao B, é possível que estas divergências de respostas ocorram em função de cultivares (FONTES et al., 2008) com habilidades diferentes quanto à translocação do B. Em condições de campo, foi observado que a cv. ITA 90 demonstrava intensidade

* Trabalho financiado pela FAPESP.

de sintomas de deficiência mais elevada deste nutriente que a cv. FIBERMAX 966 (ZANCANARO; TESSARO, 2006).

A eficiência de uma espécie ou variedade em absorver e utilizar um elemento pode determinar o aparecimento ou não de sintomas de deficiência, ou seja, numa cultivar que apresente baixa mobilidade de B, a parte da planta que se desenvolve durante uma deficiência temporária apresentará sintomas e conseqüentemente prejuízos, enquanto que em uma cultivar que apresente maior mobilidade, o segmento desenvolvido nas mesmas condições poderia ser suprido devido à translocação do elemento.

Assim, este trabalho partiu da hipótese de há diferença de sensibilidade ao B entre cultivares de algodão, e desta forma, teve como objetivo, estudar a absorção e mobilidade deste micronutriente em dois materiais genéticos, aplicado na solução nutritiva.

METODOLOGIA

Este experimento foi conduzido sob condições de casa de vegetação e em solução nutritiva (HOAGLAND; ARNON, 1950) para avaliar as cultivares de algodoeiro 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 plântulas foram retiradas da areia, tomando o cuidado para não danificar a raiz, para posterior transplante aos vasos 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 de 1:1), diluição esta que foi utilizada em todas as demais trocas semanais, até o fim do experimento. Do transplante até a quarta semana, a concentração de B na solução nutritiva foi de 23 $\mu\text{mol L}^{-1}$ (diluição de 1:5 da força original). Em cada vaso foram cultivadas 2 plantas de cada cultivar, tendo como apoio para sustentação, uma placa de isopor fixada na parte superior da caixa. Foi utilizada água deionizada no preparo das soluções nutritivas e limpeza dos materiais utilizados.

A partir da quarta semana após o transplante (SAT) as plantas foram transferidas para vasos com capacidade de 7,0 litros cada, e também foram implantados os tratamentos com dose de B na solução nutritiva: 0,0 - 2,5 - 5,0 - 10,0 e 20,0 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de B. Neste dia, após implantação dos tratamentos com doses de B, foi marcado o crescimento da planta até aquele momento, e isto foi feito amarrando cordões coloridos na folha mais nova da planta, respeitando um tamanho mínimo de 2,5 cm

(nervura central). Após três semanas da implantação dos tratamentos, foi feita mais uma marcação seguindo o mesmo critério.

Por ocasião da colheita, as plantas foram divididas em raiz e parte aérea. A parte aérea foi dividida entre a parte que cresceu nas primeiras quatro semanas (primeira marcação com cordão), a parte que cresceu entre quatro e sete semanas (sob condições dos tratamentos com doses de B) e a parte que cresceu entre sete e nove semanas. Cada segmento da parte aérea foi dividido em haste principal + ramificações e em folhas (limbo + pecíolo) + estruturas reprodutivas, exceto o último segmento (segunda marcação com cordão) que foi identificado apenas como ponteiro (haste + ramos + estrutura reprodutivas + folhas).

Todo material vegetal coletado foi seco a 65 °C em estufa de ventilação forçada até peso constante e posteriormente pesados para determinação da massa de matéria seca. A seguir foi realizada as análises químicas de B nos tecidos vegetais, conforme Malavolta et al. (1989).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial com 2 cultivares e 5 doses. Para comparação das médias entre as cultivares, foi utilizado o teste t (LSD) com $p < 0,05$ e, para o estudo do efeito das doses de B na solução nutritiva, foi feita análise de regressão polinomial, escolhendo a equação significativa de melhor ajuste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as partes da planta crescidas até quatro SAT, a cultivar DP604BG apresentou teor de B e quantidade de B acumulado na raiz maior que a cultivar FMT 701 (Tabela 1), porém, não houve diferença no teor B e quantidade de B acumulado nas folhas (folha velha) e no caule (caule baixo) entre as duas cultivares. Nas partes crescidas entre quatro e sete SAT, a quantidade de B acumulada nas folhas (folha nova) da cultivar FMT 701 foi maior que na DP604BG, enquanto que o teor de B nestas folhas, bem como o teor e quantidade acumulada de B no caule (caule novo) não foram diferentes entre as duas cultivares. Já na parte crescida entre sete e nove SAT (ponteiro), a cultivar FMT 701 apresentou maior teor de B, mas quanto ao B acumulado, não houve diferenças entre as cultivares.

Com relação ao efeito das doses de B, o teor de B na raiz cresceu linearmente em função do aumento das doses de B na solução nutritiva, enquanto que o teor de B no caule velho e caule novo aumentaram até próximo a dose de 15 $\mu\text{mol L}^{-1}$ e após esta dose os valores pouco se alteraram (Figura 1A). Já o B acumulado nestas partes da planta apresentaram comportamento semelhantes (Figura 1B), porém, com valores diferentes, principalmente quando compara-se os valores obtidos no

caule velho e caule novo, sendo menores no caule novo, mostrando a pequena mobilidade do elemento no floema do algodoeiro.

O teor de B no ponteiro aumentou até próximo a dose $10 \mu\text{mol L}^{-1}$ de B e desta até a dose $20 \mu\text{mol L}^{-1}$ os valores permaneceram constantes (Figura 2A). Nas folhas novas e folhas velhas, os teores aumentaram em função do aumento da dose de B, e a resposta nestas duas partes foi semelhante. Quanto à quantidade de B acumulada nas folhas velhas, novas e no ponteiro, os valores obtidos nas folhas velhas foram maiores que nas folhas novas, e menores ainda no ponteiro (Figura 2B). Nas menores doses, consideradas deficientes, a quantidade obtida nas folhas novas foi insuficiente para suprir as necessidades da planta quanto ao nutriente, haja vista que os sintomas de deficiência apareceram e foram mais severos na doses 0,0 e $2,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ de B.

Visto que o B acumulado nos tecidos representa a quantidade do nutriente que estas partes realmente consumiram até este estágio, estes dados evidenciam a baixa mobilidade do B no floema do algodoeiro, como já havia sido observado no caule. Em condições de maior mobilidade do elemento, as quantidades obtidas nos tecidos novos das plantas crescidas nos tratamentos com doses deficientes após as primeiras quatro semanas sob condições normais de disponibilidade do elemento, deveriam ser maiores, principalmente nas folhas, pois conforme Brown e Shelp (1997), nas espécies que possuem maior mobilidade de B, a remobilização ocorre em plantas que são cultivadas em ambientes com baixa disponibilidade do elemento, e sua acumulação ocorre nos órgãos que apresentam maior taxa transpiratória, devido ao transporte de B ocorrer, normalmente, pelo fluxo transpiratório.

Houve interação das doses de B com as cultivares para a quantidade de B nas folhas novas (Figura 3A) e para o teor de B no ponteiro (Figura 3B), mostrando que as duas cultivares apresentaram comportamento semelhante em função do aumento das doses de B na solução nutritiva, porém, considerando a diferença entre as cultivares para cada dose, a cultivar FMT 701 mostrou maior acúmulo de B nas folhas novas no dose $10,0 \mu\text{mol L}^{-1}$ (Figura 3A) e teor de B no ponteiro nas doses no dose 2,5 e $5,0 \mu\text{mol L}^{-1}$ (Figura 3B). Frente a estes dados, é possível que haja alguma diferença de mobilidade do nutriente entre as cultivares estudadas, porém, devido a baixa mobilidade do elemento, as duas cultivares apresentaram sintomas de deficiência nas menores doses, o que implicaria, possivelmente, prejuízos em ambos os materiais.

CONCLUSÃO

O acúmulo de B no algodoeiro é maior nos tecidos mais velhos e aumenta em função da elevação das doses do nutriente.

A mobilidade de B no floema do algodoeiro é muito baixa, com alguma diferença de resposta entre as cultivares de algodão estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. 4 p. (POTAFOS, Informações Agronômicas, 84).

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.

FONTES, R. L. F.; MEDEIROS, J. F.; NEVES, J. C. L.; CARVALHO, O. S.; MEDEIROS, J. C. Growth of brazilian cotton cultivars in response to soil applied boron. **Journal of Plant Nutrition**. v. 31, n. 5, p. 902-918, 2008.

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.

ROSOLEM, C. A.; ESTEVES, J. A. F.; FERELLI, L. Resposta de cultivares de algodoeiro ao boro em solução nutritiva. **Scientia Agricola**, v. 56, p. 705-711, 1999.

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

ZANCANARO, L.; TESSARO, L.C. Calagem e Adubação In: MORESCO (Org.). **Algodão: pesquisas e resultados para o campo**. Cuiabá: Fundo de apoio à Cultura do Algodão/FACUAL (ed.), 2006. p.57-81.

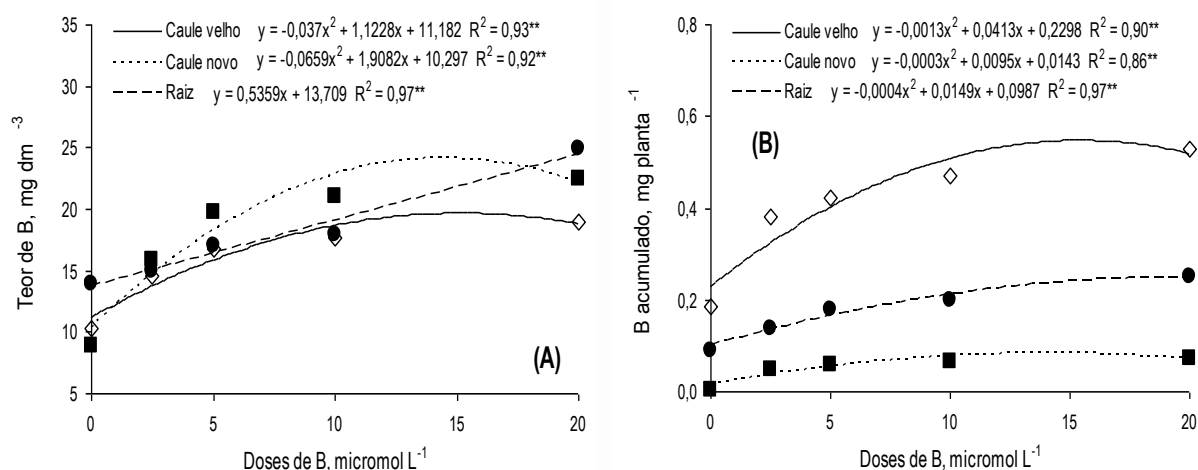
TABELA 1. Teor de B e de B acumulado em diferentes partes do algodoeiro cultivado em solução nutritiva utilizando B na dose 23 $\mu\text{mol L}^{-1}$ até quatro semanas (raiz, caule velho e folha velha), e após a quarta semana quando foi implantada as doses de B: 0 – 2,5 – 5 – 10 e 20 $\mu\text{mol L}^{-1}$ (caule novo, folha nova e ponteiro), obtida na segunda colheita (28 dias após a implantação das doses).

Cultivares	Semanas após emissão do 1º botão floral					
	Raiz	Caule velho	Folha velha	Caule novo	Folha nova	Ponteiro
	----- Teor de B (mg kg^{-1}) -----					
FMT 701	16,83	15,34	36,95	17,47	33,65	35,21
DP 604 BG	18,63	16,00	37,66	17,73	34,23	32,17
DMS	1,06**	1,51 ^{ns}	3,09 ^{ns}	1,13 ^{ns}	3,54 ^{ns}	2,46*
F _{Dose}	55,71**	17,06**	89,48**	77,38**	97,48**	76,16**
F _{Dose x Cultivar}	2,07 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,68 ^{ns}	2,97*
C.V.(%)	9,1	12,7	12,7	9,9	12,1	11,3
	----- B acumulado (mg planta^{-1}) -----					
FMT 701	0,160	0,386	0,881	0,050	0,247	0,037
DP 604 BG	0,182	0,409	0,939	0,050	0,213	0,036
DMS	0,009**	0,040 ^{ns}	0,080 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,020**	0,002 ^{ns}
F _{Dose}	97,54**	38,23**	93,52**	98,52**	95,61**	79,39**
F _{Dose x Cultivar}	1,44 ^{ns}	0,27 ^{ns}	1,58 ^{ns}	1,28 ^{ns}	8,26**	1,03 ^{ns}
C.V.(%)	8,5	14,0	13,2	8,9	11,2	9,47

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

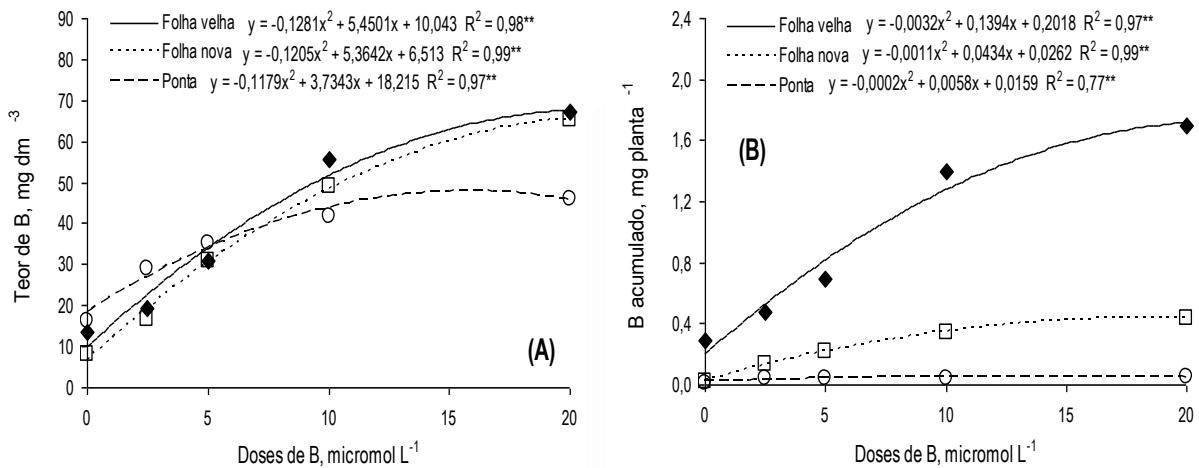
F = valor do F calculado para a fonte de variação Dose e para interação Dose x Cultivar.

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



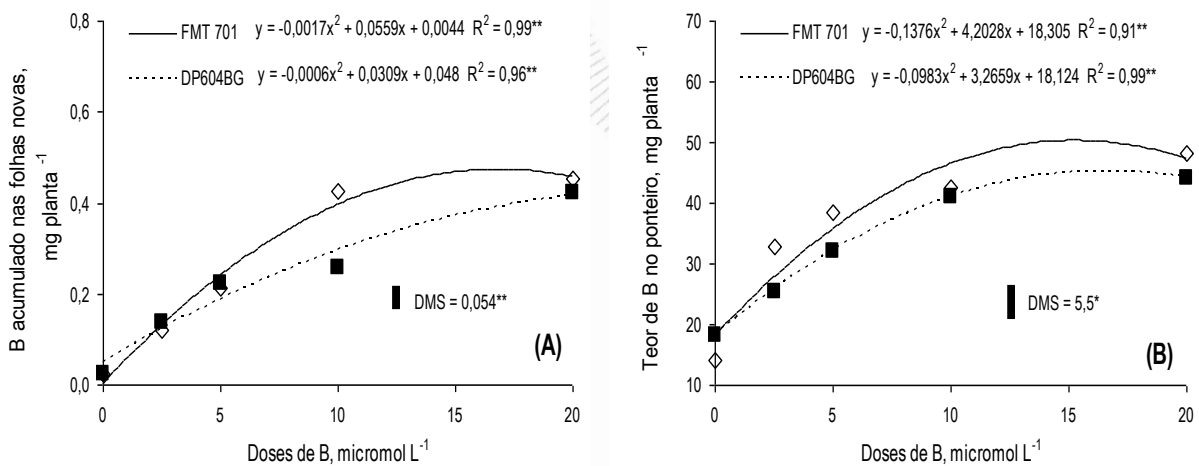
◇, ■ e ● = caule velho, caule novo e raiz, respectivamente. ** significativo ($p < 0,01$).

FIGURA 1. Teor de B (A) e B acumulado (B) na raiz e caule (caule velho) de algodoeiro crescido antes da implantação de doses de B na solução nutritiva (quatro primeiras semanas), e no caule (caule novo) crescido após implantação das doses (quatro a sete semanas).



◆, □ e ○ = folha velha, folha nova e ponteiro, respectivamente. ** significativo ($p < 0,01$).

FIGURA 2. Teor de B (A) e B acumulado (B) nas folhas (folha velha) de algodoeiro crescidas antes da implantação de doses de B na solução nutritiva (quatro primeiras semanas), nas folhas (folha nova) crescidas após implantação das doses (quatro a sete semanas) e no ponteiro (crescido entre sete e nove semanas).



◇ e ■ = FMT 701 e DP604BG, respectivamente. DMS = diferença mínima significativa pelo teste t (LSD).

* e ** significativo ($p < 0,05$ e $p < 0,01$), respectivamente.

FIGURA 3. B acumulado nas folhas novas (A) de cultivares de algodoeiro crescidas após a implantação de doses de B na solução nutritiva (quatro primeiras semanas), e teor de B no ponteiro (A), crescido entre sete e nove semanas.