



ESTADO NUTRICIONAL DO ALGODOEIRO CULTIVADO SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE BORO E ZINCO

Érica de Oliveira Araújo¹; Marcos Antonio Camacho²; Elcio Ferreira dos Santos³; Ana Paula Câmara⁴;
Laura Pereira de Oliveira⁵

¹ UFGD/ericabb25@hotmail.com; ² UEMS/camacho@uems.br; ³ UEMS/elcio_f2@hotmail.com;
⁴ UEMS/paulinha_01camara@hotmail.com; ⁵ UEMS/laura_bh_oliveira@hotmail.com

RESUMO – O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito das concentrações de boro, zinco e a interação entre os nutrientes sobre o teor e conteúdo de boro e zinco no algodoeiro cultivado em solução nutritiva. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições, em esquema fatorial 4x5, sendo quatro concentrações de boro (0, 20, 40 e 80 $\mu\text{M L}^{-1}$) e cinco concentrações de zinco (0, 1, 2, 4 e 8 $\mu\text{M L}^{-1}$). As plantas de algodão estudadas foram cultivadas em casa de vegetação, com solução nutritiva completa por 28 dias, após os quais receberam solução nutritiva modificada de acordo com o tratamento. Aos 115 dias após emergência, as plantas foram coletadas, divididas em raiz, parte aérea e frutos, e submetidas à análise química. Os resultados permitiram concluir que o teor e o conteúdo de B na planta são influenciados pelas concentrações de B na solução. O teor e o conteúdo de Zn no fruto do algodoeiro são influenciados pelas concentrações de B na solução nutritiva.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., micronutrientes, nutrição mineral

INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch) é uma Malvacea perene cultivada como anual, de grande importância econômica e social para o Brasil, ocupando um lugar de destaque na cadeia do agronegócio do país. Representa uma das fibras mais importantes e sua pluma, o algodão, representa 74% das fibras naturais utilizadas pela indústria têxtil. Mas, para que se possa obter uma máxima eficiência na produção de fibra, é de fundamental importância que se realize uma adubação adequada, visando atender da melhor forma possível às necessidades nutricionais dessa cultura.

A avaliação do estado nutricional do algodoeiro ainda é estudada atualmente (SERRA et al., 2010; SILVA et al., 2009), inclusive no que se refere as pesquisas com micronutrientes, sendo que dentro desta categoria estão o boro e o zinco.

As respostas resultantes da deficiência de boro incluem inibição do crescimento radicular, ausência ou anormalidade na diferenciação vascular, principalmente em relação ao floema, e necrose do ápice radicular (MARSCHNER, 1995). Com o colapso dos vasos condutores, tem-se a redução do crescimento das raízes que não recebem quantidade suficiente de fotoassimilados e, finalmente, a absorção de água e de nutrientes também é afetada; portanto, o crescimento da planta é diminuído. Salienta-se, ainda, que o manejo adequado do boro no sistema solo-planta é normalmente dificultado, pois a faixa de concentração entre a deficiência e a toxicidade é a menor, se comparada à dos outros nutrientes. Soma-se a isto o fato de que o aumento da concentração de boro nas plantas pode diminuir a concentração de outros nutrientes, como o zinco.

A diminuição dos teores de zinco em função do aumento da concentração de boro foi relatada para folhas de tabaco (LÓPEZ-LEFEBRE et al. 2002) e no milho (MOZAFAR, 1989), enquanto a interação positiva destes dois micronutrientes foi apresentada para a raiz de tabaco (LÓPEZ-LEFEBRE et al. 2002) e por outras culturas (GREWAL et al., 1997).

Em geral, a maioria das plantas necessita apenas de uma pequena quantidade de Zn, porém, em concentrações críticas, abaixo do mínimo necessário, podem causar alterações fisiológicas. Isso ocorre porque o Zn está relacionado a uma série de processos fisiológicos (FURLANI, 2004).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das concentrações de boro, zinco e a interação entre os nutrientes sobre o teor e conteúdo de boro e zinco no algodoeiro cultivado em solução nutritiva.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Setor de Produção Vegetal da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Aquidauana-MS, de dezembro de 2009 a abril de 2010, cujas coordenadas geográficas são latitude 20°28'S, longitude 55°48'W e altitude de 174 metros. O clima da região é do tipo AW, tropical-quente sub-úmido (com estação chuvosa no verão e seca no inverno), segundo a classificação de Koppen.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições, em esquema fatorial 4x5, sendo quatro concentrações de boro (0, 20, 40 e 80 $\mu\text{M L}^{-1}$), aplicado na forma de ácido bórico, cinco concentrações de zinco (0, 1, 2, 4 e 8 $\mu\text{M L}^{-1}$), aplicado na forma de sulfato de zinco.

As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos com capacidade de três litros, preenchidos com areia lavada. Sementes de algodão, cv. FiberMax 910 foram postas a germinar em bandejas com areia umedecida. Cinco dias após a emergência, por ocasião do aparecimento das folhas cotiledonares, foram transplantadas três plântulas para cada unidade experimental, onde receberam solução nutritiva de crescimento (Tabela 1), completa e diluída a 1/5 (EPSTEIN; BLOOM, 2006). Aos 28 dias após a emergência realizou-se o desbaste deixando apenas uma planta em cada unidade experimental e iniciou-se a aplicação da solução nutritiva de acordo com o tratamento, sendo realizadas irrigações diárias com água deionizada. Na solução dos tratamentos com omissão de nutriente, as concentrações foram idênticas à solução completa, exceto quanto ao nutriente omitido.

Aos 115 dias após emergência, as plantas foram coletadas e divididas em raiz, parte aérea (caule e folhas) e frutos. Todo o material vegetal coletado foi lavado em solução de detergente a 3 mL L⁻¹, água corrente, solução de HCl a 0,1 mol L⁻¹ e água deionizada, respectivamente. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65°C, por 72 horas. Após a secagem do material vegetal, procedeu-se a moagem da massa seca em moinho tipo Wiley (peneira com diâmetro de malha de 1 mm), sendo então acondicionados em sacos plásticos, submetidos à digestão nítrico-perclórica e digestão por via seca, seguida da determinação dos teores e conteúdos de boro e zinco nas diferentes partes da planta, segundo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Os dados de teor de boro e zinco na parte aérea, raiz e maçã, conteúdo de boro e zinco na parte aérea, raiz e maçã foram submetidos à análise de variância, após os quais os dados foram submetidos à análise de regressão múltipla com auxílio do pacote estatístico SAS®, pelo procedimento RSREG. As análises que apresentaram “ponto de sela” foram descartadas, sendo utilizados no modelo apenas os parâmetros cuja probabilidade de “t” foi menor que 0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve resposta significativa da interação das concentrações de boro e zinco para teor de boro na parte aérea (TBPA) e conteúdo de boro na parte aérea (CBPA), enquanto que para teor de zinco na maçã (TZnM) e conteúdo de zinco na maçã (CZnM) apenas foi observado efeito das concentrações de boro na solução (Tabela 2).

O teor e o conteúdo de B na parte aérea foram influenciados pela concentração de Zn na solução, de maneira que as maiores concentrações de Zn na solução nutritiva proporcionaram maior absorção e extração de B pelas plantas de algodão (Figura 1a e 1b). Porém, esta absorção e extração

de B pela planta foram influenciadas de maneira diferente pelas concentrações de B, sendo que o teor e conteúdo de B na parte aérea apresentaram-se mais elevados no tratamento testemunha, sem B, reduzindo com o aumento das concentrações de B e aumentando na concentração mais elevada do nutriente na solução nutritiva, similar aos resultados encontrados por López-Lefebvre et al. (2002), Mattiello (2008) e Pregno e Armour (1992). É oportuno ressaltar que a aplicação do B, por promover o incremento de massa seca, pode provocar diluição dos nutrientes absorvidos em relação ao tratamento sem boro.

O teor e conteúdo de boro na raiz e na maçã, teor e conteúdo de zinco na parte aérea e na raiz não responderam as concentrações de B na solução nutritiva (Tabela 2). As concentrações de zinco na solução não influenciaram o teor e conteúdo de boro e zinco na parte aérea, raiz e maçã das plantas de algodão (Tabela 2).

O teor e o conteúdo de Zn foram alterados apenas na maçã do algodoeiro em função das doses de boro (Tabela 2). As concentrações de B na solução nutritiva promoveram aumento linear significativo no teor e conteúdo de Zn nos frutos de algodão. Este efeito é um sinergismo, pois a maior concentração de B na solução proporcionou maior quantidade de Zn nas maçãs (Figuras 2a e 2b). Este mesmo fenômeno também foi relatado para a cultura do tabaco, onde o aumento da concentração de B proporcionou aumento no teor de Zn na raiz (LÓPEZ-LEFEBRE et al. 2002). Estes autores relatam que a resposta de Zn em função das concentrações de B depende do órgão analisado, pois para as folhas de tabaco, o efeito relatado foi o inverso, ou seja, diminuição dos teores de Zn em função das concentrações de B. As diferentes respostas podem ser devidas em função dos órgãos analisados e em função da espécie analisada (GREWAL et al. 1997; MOZAFAR, 1989).

CONCLUSÃO

O teor e o conteúdo de B na planta são influenciados pelas concentrações de B e Zn na solução. O teor e o conteúdo de Zn no fruto do algodoeiro são influenciados pelas concentrações de B na solução nutritiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DANNEL, F.; PFEFFER, H.; RÖMHELD, V. Characterization of root boron pools, boron uptake and boron translocation in sunflower using the stable isotopes ^{10}B and ^{11}B . **Australian Journal Plant Physiology**, v. 27, p. 397-405, 2000.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.
- FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, p. 40-75.
- GREWAL, H. S. G.; STANGOULIS, J. C. R.; POTTER, T. D.; GRAHAM, R. D. Zinc efficiency of oilseed rape (*Brassica napus* and *B. juncea*) genotypes. **Plant and Soil**, v. 191, p.123-132, 1997.
- LÓPEZ-LEFEBRE, L. R.; RIVERO, R. M.; GARCIA, P. C.; SANCHEZ, E.; RUIZ, J. M.; ROMERO, L. Boron effect on mineral nutrients of tobacco. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, n. 3, p. 509-522, 2002.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutritional of higher plants**. London: Academic, 1995. 889 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.
- MATTIELLO, E. M. **Transporte no solo, absorção e translocação de boro por clones de eucalipto**. 2008. 111f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- MOZAFAR, A. Boron effect on mineral nutrition of maize. **Agronomy Journal**, v. 81, p. 285-290, 1989.
- PREGNO, L. M.; ARMOUR, J. D. Boron deficiency and toxicity in potato cv. Sebago on na oxisol of the Atherton Tablelands, North Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Victoria, v. 32, p. 251-253, 1992.
- SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O.; CAMACHO, M. A. Determinação de faixas normais de nutrientes no algodoeiro pelos métodos CHM, CND e DRIS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 105-113, 2010.
- SILVA, M. A. C; NATALE, W.; MALHEIROS, E. B.; PAVINATO, A. Estabelecimento e validação de normas DRIS para a cultura do algodão no centro-oeste do Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 1, p. 93-99, 2009.

Tabela 1. Composição da solução nutritiva utilizada no crescimento das plantas de algodão.

Sal	Solução estoque	Solução de crescimento
	mol L ⁻¹	mL L ⁻¹
KNO ₃	1	6,0
Ca(NO ₃).4H ₂ O	1	4,0
NH ₄ H ₂ PO ₄	1	2,0
MgSO ₄ .7H ₂ O	1	1,0
Fe-EDTA	0,2	1,0
KCl 0,05	0,05	1,0
H ₃ BO ₃	0,02	1,0
MnSO ₄ .H ₂ O	0,002	1,0
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0,002	1,0
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,0005	1,0
H ₂ MoO ₄ (85% MoO ₃)	0,0005	1,0

Tabela 2. Valores de probabilidade (Pr>F) e CV obtidos a partir do ajuste de regressão para teor de boro na parte aérea (TBPA), teor de boro na raiz (TBR), teor de boro na maçã (TBM), teor de zinco na parte aérea (TZnPA), teor de zinco na raiz (TZnR), teor de zinco na maçã (TZnM), conteúdo de boro na parte aérea (CBPA), conteúdo de boro na raiz (CBR), conteúdo de boro na maçã (CBM), conteúdo de zinco na parte aérea (CZnPA), conteúdo de zinco na raiz (CZnR) e conteúdo de zinco na maçã (CZnM) em função das concentrações de boro e zinco na solução nutritiva.

Parâmetros da regressão	Pr > F					
	TBPA	TBR	TBM	TZnPA	TZnR	TZnM
B	0,0011	0,8808	0,4122	0,6200	0,5526	0,1191
Zn	0,1017	0,8876	0,6252	0,1290	0,9805	0,8599
B ²	0,0004	0,8275	0,3083	0,1053	0,3111	0,0153
BZn	0,0205	0,5084	0,1983	0,8318	0,4482	0,7343
Zn ²	0,3835	0,8397	0,8312	0,0816	0,6123	0,7800
CV (%)	24,21	24,13	23,33	33,19	26,11	29,39
	CBPA	CBR	CBM	CZnPA	CZnR	CZnM
B	0,0010	0,9609	0,1674	0,5430	0,5871	0,2842
Zn	0,1128	0,9071	0,1225	0,1455	0,9175	0,2028
B ²	0,0004	0,7887	0,3965	0,0876	0,2668	0,0144
BZn	0,0067	0,1553	0,5777	0,8655	0,9845	0,9217
Zn ²	0,5228	0,6646	0,0946	0,1201	0,8658	0,3976
CV (%)	24,67	25,21	27,70	32,11	33,11	32,69

*B: Boro; Zn: Zinco; CV: Coeficiente de variação.

* Negrito: probabilidade de "t" menor que 0,05.

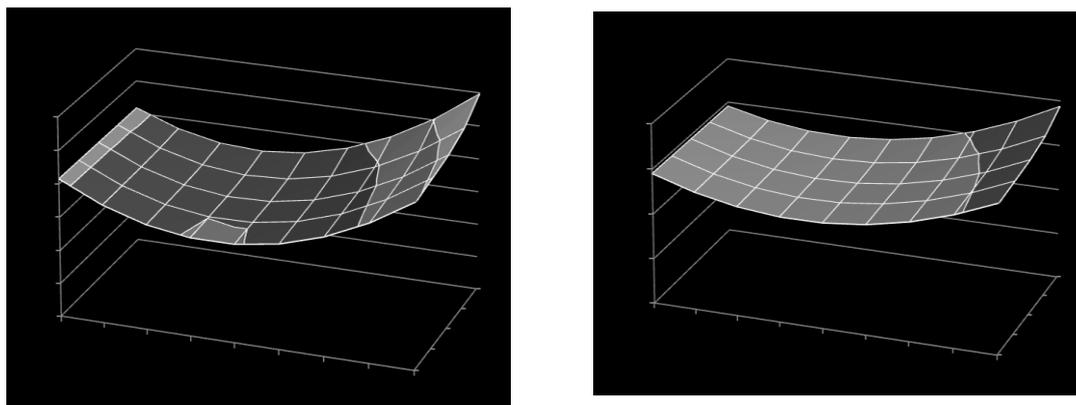


Figura 1. Teor de B na parte aérea (a) e conteúdo de B na parte aérea (b) em resposta as concentrações de B e Zn na solução nutritiva.

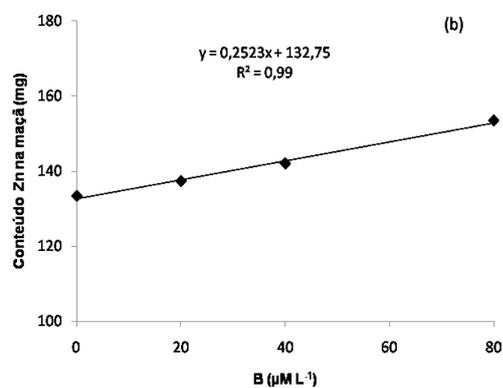
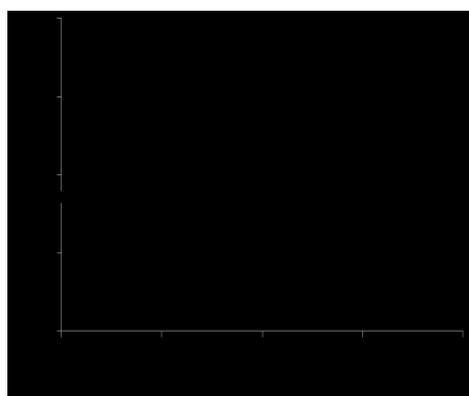


Figura 2. Teor de Zn na maçã (a) e conteúdo Zn na maçã (b) em resposta as concentrações de B na solução nutritiva.