



SINTOMAS DE TOXICIDADE DE BORO NO ALGODOEIRO

José Antônio Sestren (Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis/e-mail: sestren@fbet.com.br)

Roberto Kroplin (Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis/e-mail: administrativo@fbet.com.br)

RESUMO – O boro é um micronutriente muito importante para a cultura do algodão, entretanto, o uso indiscriminado deste nutriente pode acarretar diminuição da produção e, em casos extremos, externar sintomas de toxicidade. O objetivo deste trabalho foi identificar os sintomas de toxicidade de boro no algodoeiro, bem como possíveis alterações ocasionadas por doses excessivas deste nutrientes no desenvolvimento fenológico da planta. O experimento foi instalado numa casa de vegetação em vasos de 5 dm³, aplicando-se 0, 44, 88 e 170 mg de B vaso⁻¹. O fornecimento de boro, proporcionou atraso na mudança de estágio fenológico, prolongando o ciclo da cultura. O sintoma de toxicidade de boro no algodoeiro foi associado a clorose seguida de necrose nas folhas mais velhas, iniciando-se nas bordas da folha, com ligeiro encarquilhamento para baixo.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*, nutrição de plantas, micronutriente.

INTRODUÇÃO

O boro é requerido em grande quantidade pela cultura do algodoeiro, e uma das principais preocupações dos estudos de diagnose visual está relacionado com a deficiência do mesmo, que é caracterizada por apresentar nas folhas mais novas pequeno ângulo com o pecíolo com limbo enrugado e levemente clorótico (ROSOLEM ; BASTOS, 1997; SILVA et al., 1995) e anéis verde-escuros nos pecíolos das folhas da parte superior da planta (CASSMAN, 1993; ROSOLEM; BASTOS, 1997; SILVA et al., 1995). A toxicidade de boro é menos comum sendo que foram feitos relatos para a cultura do arroz no Estados Unidos (DOBERMANN ; FAIRHURST, 2000).

Mascarenhas, (1998), realizando experimentos com feijão, verificou que, a amplitude no solo que causa a deficiência e a toxicidade de B em plantas é extremamente estreita. Pôde observar ainda que, partindo de um solo caracterizado como de baixa capacidade de suprimento do nutriente, a aplicação de pequenas doses de B foram suficientes para causar problemas de toxicidade, afetando negativamente o acúmulo de matéria seca. Sintomas de toxicidade de B foram observados em doses superiores a 4 e 8 kg ha⁻¹, respectivamente, no ensaio de inverno e de primavera.

Na maioria das espécies, os sintomas de deficiência e de toxidez desse nutriente estão restritos a sua mobilidade, considerada baixa ou muito limitada no floema (MALAVOLTA et al., 1997). Descobertas recentes, entretanto, demonstram que a mobilidade do B não é restrita a todas as espécies, e em algumas, como, por exemplo, a macieira, ocorre a translocação de quantidades significativas de polióis na seiva (HU et al., 1997). Além da translocação de polióis, outros papéis são atribuídos ao boro, entre eles: a formação da parede celular, a divisão celular e o aumento no tamanho das células (MALAVOLTA et al., 1997).

Os tecidos necróticos revelaram teor de 720 mg kg^{-1} de B, ao passo que os não-necrosados, mais precisamente as porções retiradas do centro do limbo, apresentaram teor de 92 mg kg^{-1} . Segundo Malavolta et al. (1997), as manchas necróticas formam-se nas regiões da folha onde há maior transpiração, sendo normal ocorrer aumento na concentração do nutriente nesse local do tecido foliar.

O objetivo deste trabalho foi identificar os sintomas de toxicidade de boro no algodoeiro, bem como possíveis alterações de doses excessivas deste nutrientes no desenvolvimento fenológico da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação no sistema guarda-chuva, utilizando-se um solo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, oriundo de uma área de transição entre o planalto e a planície do pantanal, numa região tipicamente de transição entre dois ecossistemas, o ecótono Cerrado/Pantanal.

Foram utilizados vasos plásticos com 5 dm^3 de solo provenientes do horizonte A, sendo que após a análise de solo, procedeu-se a aplicação de corretivo da acidez do solo para elevar a saturação por bases a 70%. A incubação do calcário foi realizada por 45 dias.

A semeadura do algodoeiro foi realizada utilizando-se 5 sementes da variedade Delta Opal®, operação realizada juntamente com a adubação de semeadura, pela qual foram aplicados os seguintes fertilizantes (doses por vaso): $1,2 \text{ g KCl}$; $2,9 \text{ g}$ superfosfato triplo e $1,6 \text{ g}$ de uréia. Após a semeadura, procedeu-se a irrigação diariamente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de boro, sendo as doses equivalentes a 0, 44, 88 e 170 mg vaso^{-1} . Decorridos sete dias da emergência, o desbaste foi realizado com o objetivo de conduzir o ensaio com apenas uma planta por vaso. A adubação de cobertura foi realizada aos 45 DAE, conforme preconizado por Rajj et al. (1996).

Durante o experimento, as plantas foram monitoradas semanalmente, considerando seu crescimento e desenvolvimento em função das doses crescentes de boro. A fenologia da planta foi monitorada de acordo com a escala proposta por Marur e Ruano (2001), incluindo-se um estágio fenológico, o da fase de fruto (maçã), identificado pela letra M. O crescimento das plantas foi quantificado através de medições das alturas, semanalmente, enquanto a produção foi mensurada ao final do ciclo da cultura, quando da colheita dos frutos abertos (capulhos).

A análise estatística foi realizada a partir de dados obtidos relacionando a fenologia com as diferentes doses de B, para se verificar a significância da influência dos tratamentos no desenvolvimento do algodoeiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas que receberam doses de 170 mg vaso^{-1} de B não atingiram o estágio V2, exceto uma, das quatro repetições, que conseguiu atingir o estágio V3. Vale a pena ressaltar ainda que, as plantas que receberam a dose máxima de boro não ultrapassaram uma altura de 15 cm. Porém, a avaliação da fenologia seguiu-se nos tratamentos de 0, 44 e 88 mg de B vaso^{-1} de boro.

Quanto à fenologia das plantas, podemos observar que, conforme se aumentou a dose aplicada de boro houve, além da diminuição no porte das plantas, um atraso no desenvolvimento das mesmas. O número de dias necessário para as plantas atingirem os estágios V1, B1, F1, M1 e C1 são apresentados na Tabela 1. A dose de 44 mg vaso^{-1} ocasionou aumento no número de dias necessário para as plantas atingirem os diferentes estágios fenológicos. Este fato nos indica que a menor dose utilizada já provocou alterações na planta, sendo que a dose ideal deve estar no intervalo entre a testemunha e a menor dose de boro.

Tabela 1. Dias após a emergência para atingir as diferentes fases fenológicas do algodoeiro em função das crescentes doses de boro

Doses de B <i>mg vaso⁻¹</i>	Fase do algodoeiro				
	V1	B1	F1	M1	C1
0 g vaso^{-1}	5 a	27 c	56 b	65 b	105 b
44 mg vaso^{-1}	6 ab	34 b	59 ab	70 a	132 a
88 mg vaso^{-1}	7 b	41 a	62 a	70 a	133 a

Atrasos no desenvolvimento da planta pode diminuir a produção, uma vez que quanto mais tempo a cultura necessitar para completar seu ciclo, maior a probabilidade de ocorrência de pragas, doenças e outros tipos de estresses que propiciem a diminuição da produção.

Os tratamentos com aplicação de boro apresentaram clorose nas folhas mais velhas, seguidas de necrose, que vai se acentuando a medida que aumentaram-se as doses de B, sintomas de toxicidade semelhantes aos citados por Malavolta (1997), seguidos de morte, visualizadas na Figura 1.

Dobermann e Fairhurst (2000) relatam que, para a cultura do arroz, os sintomas de toxicidade de boro são clorose marginal nas folhas mais velhas no início da toxicidade, necrose quando da fase inicial de panícula, manchas escuras necrosadas em formas elípticas nas folhas mais velhas, necrose avançada iniciando nas folhas mais velhas.

Os vasos que receberam a maior dose de boro (170 mg vaso^{-1}) atingiram o estágio V2, porém a folha mais velha apresenta uma clorose e manchas necróticas nas bordas (Figura 1). Logo, podemos associar estes sintomas a toxicidade do elemento. Com aplicação de $88 \text{ mg de B vaso}^{-1}$, observa-se que nas bordas das folhas mais velhas apareceram manchas cloróticas que evoluíram para necrose, sintoma que aparece, em menor severidade, nos tratamentos com aplicação de $44 \text{ mg de B vaso}^{-1}$.

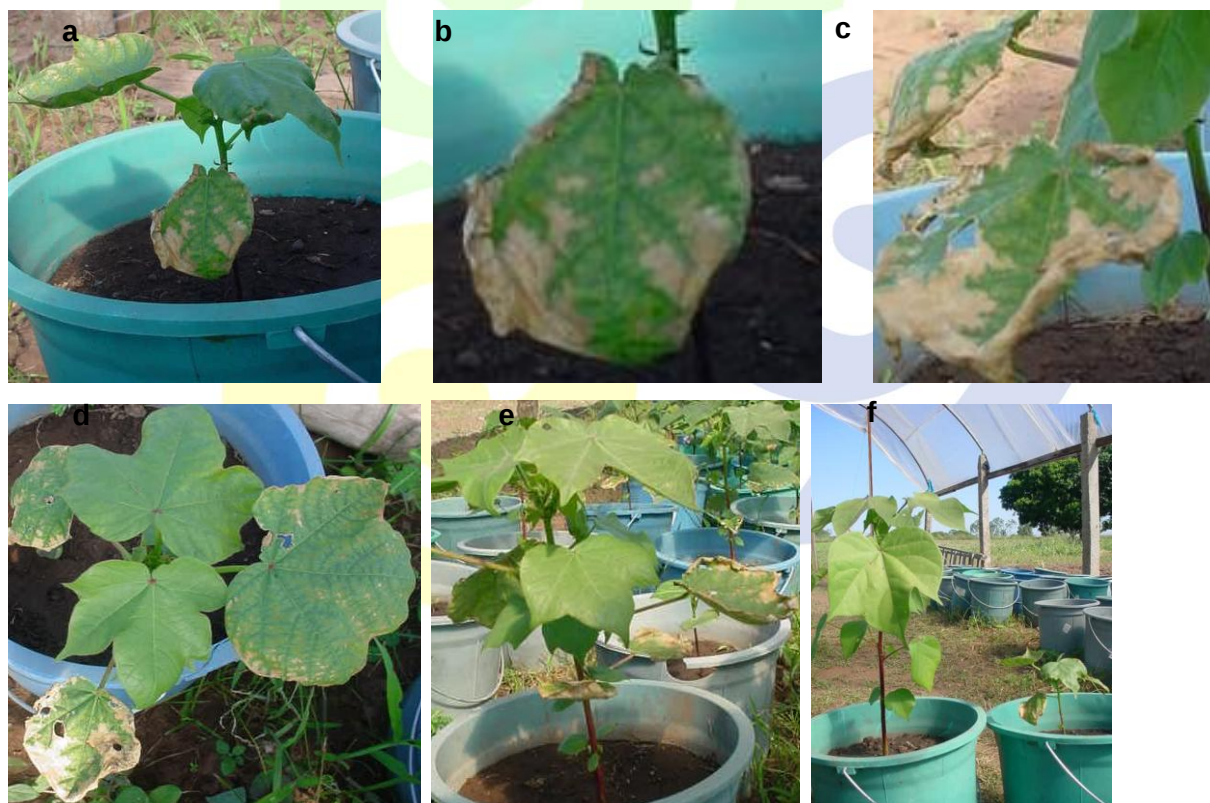


Figura 1. Sintomas de toxicidade de boro em plantas que receberam 170 mg (a, b), 88 mg (c, d) e 44 mg (e) de boro, bem como comparação com a testemunha (f).

A partir dessas mudanças observadas na fisiologia da planta em função das crescentes doses de boro, podemos caracterizá-las como sintomas de toxicidade de boro, uma vez que quanto maior a dose, mais severo foi o sintoma e mais rápido foi observado. Neste contexto, podemos relacionar o

aparecimento dessas manchas ao acúmulo de boro nas folhas mais velhas. Embora recentemente algumas pesquisas demonstraram que o B pode ser redistribuído no floema em quantidades consideráveis, devido a presença de altas concentrações de açúcares-álcoois (RÖMHELD, 2001), parece que não ser este comportamento apresentado pela planta de algodoeiro.

Esses sintomas podem ser associados ao fato do boro ter relação com a parede celular, pois admite-se que as funções do B à nível de parede celular, são semelhantes as do Ca, uma vez que ambos regulam a síntese e a estabilidade dos constituintes celulares, inclusive da membrana plasmática. Sendo assim, o acúmulo de boro nas folhas mais velhas poderia causar um desbalanço nos componentes celulares da folha, o que ocasionou a necrose, morte do tecido.

CONCLUSÃO

A aplicação do boro proporcionou atraso na mudança de estágio fenológico, prolongando o ciclo da cultura.

O sintoma de toxicidade de boro no algodoeiro foi associado a clorose seguida de necrose nas folhas mais velhas, iniciando-se nas bordas da folha, com ligeiro encarquilhamento para baixo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASSMAN, K. G. Cotton. In: BENNET, W., (Ed.). **Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants**. St. Paul: APS Press, 1993. p. 111-119.

DOBERMANN, A.; FAIRHURST, T. **Rice: Nutrient disorders & nutrient management**. Handbook series. Potash & Phosphate Institute (PPI), Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC) and International Rice Research Institute. 2000. 191 p.

HU, H.; PENN, S. G.; LEBRILLA, C. B.; BROWN, P. H. Isolation and characterization of soluble B-complexes in higher plants. **Plant Physiol.**, v. 113, p. 649-191, 1997.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARUR, C. J.; RUANO, O. A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. **Rev. Ol. Fibrós.**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 313-317, 2001.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T.; NOGUEIRA, S. S. S.; CARMELLO, Q. A. C.; AMBROSANO, E. J. Resposta do feijoeiro a doses de boro em cultivo de inverno e de primavera. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, p. 387-392, 1998.

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, 1996. 285 p.

RÖMHELD, V. Aspectos fisiológicos dos sintomas de deficiência e toxicidade de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B. van; ABREU, C.A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 71-85.

ROSOLEM, C. A.; BASTOS, G. B. Deficiências minerais no cultivar de algodão IAC-22. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 377-387, 1997.

SILVA, N. M.; CARVALHO, L. H.; CIA, E.; FUZATTO, M. G.; CHIAVEGATO, E. J.; ALLEONI, L. R. F. **Seja o doutor do seu algodoeiro**. Piracicaba : Potafos, 1995. 24 p. (Arquivo do Agrônomo, 8).

