

Resposta do girassol, *Helianthus annuus*, a fontes e níveis de boro

Marlene Estevão Marchetti^{1*}, Wagner Rogério Motomya¹, Amoacy Carvalho Fabrício² e José Oscar Novelino¹

¹Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, C.P. 533, 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. ²Embrapa, CPAO, C.P. 661, 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Author for correspondence. e-mail: emarche@ceud.ufms.br

RESUMO. Objetivou-se com este trabalho, estudar, em casa de vegetação, o efeito de fontes e níveis de boro (B) para o girassol, *Helianthus annuus* (Asteraceae). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com duas fontes de boro (ácido bórico e bórax) e três níveis (1,0; 2,0 e 4,0 mg dm⁻³ de B), com quatro repetições. As sementes foram germinadas em vasos contendo 5,8 dm⁻³ de areia lavada, cultivando-se, após o desbaste, duas plantas por vaso, ocasião em que foi aplicado o boro e uma solução nutritiva contendo macro e micronutrientes. No início do florescimento, colheram-se as plantas, com separação de raiz e caule, para a determinação de massas secas. Após a secagem em estufa, determinou-se o teor de B pelo método colorimétrico da azometina H. Constatou-se que o maior rendimento de massa seca foi alcançado com a adição de 1,0 mg.dm⁻³ de B. Em relação à fonte, o bórax foi mais eficiente no suprimento de B para o girassol.

Palavras-chave: azometina H, ácido bórico, bórax.

ABSTRACT. Sunflower, *Helianthus annuus*, response to sources and levels of boron. Effect of sources and levels of boron for sunflower, *Helianthus annuus* (Asteraceae) in a greenhouse environment is provided. The experimental design was completely randomized with two sources of boron (boric acid and borax), four doses (0.0; 1.0; 2.0 and 4.0 mg.dm⁻³) and four replications. Seeds were germinated in vases with 5.8 dm⁻³ and, after paring, two plants remained in each pot. Boron and a nutritive solution with macro and micronutrients were applied. Plants were collected at flowering, root and stem were separated to assess dry matter. After drying, boron level by azomethine H colorimeter method was determined. Dried mass yield was influenced by boron addition and dose 1.0 mg.dm⁻³ provided the best yield. Borax was more efficient for sunflower boron supply when source is taken into account.

Key words: azomethine H, boric acid, borax.

O boro é um micronutriente essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas e a sua deficiência tem sido relatada em diversas partes do mundo (Silva e Ferreyra, 1998). Nos solos brasileiros, o boro é o micronutriente que, freqüentemente, se encontra deficiente, limitando assim a produção das culturas.

A importância do boro para as plantas tem sido crescente, devido principalmente à expansão da agricultura em áreas de baixa fertilidade natural e sob condições de alta pluviosidade. Em culturas exigentes nesse nutriente, como é o caso do girassol, na busca de altas produtividades, faz-se necessária sua aplicação quando indicada pela análise foliar. O girassol é uma planta muito responsiva à aplicação de boro (Shorrocks, 1997) e, freqüentemente, produz menos que 800 kg.ha⁻¹ de sementes, podendo atingir

de 2.000 a 3.000 kg.ha⁻¹ de sementes com a adição desse nutriente (Birch *et al.*, 1981). Outros autores citam que esta espécie é bastante exigente nesse elemento, cujos níveis e quantidades ótimas são relativamente mais altas do que para outras espécies (Gupta, 1993; Marschner, 1995).

Chatterjee e Nautiyaal (2000) verificaram sintomas de deficiência de B, tais como redução no crescimento e na produção de massa seca, menor teor de B nos tecidos, redução no tamanho da flor e peso de sementes em solo com 0,033 mg.L⁻¹ de B. As sementes mostraram decréscimos nos conteúdos de açúcares não redutores, bem como nos de óleo e amido. O crescimento das raízes é rapidamente inibido (Shorrocks, 1997), sugerindo que esse elemento pode ser requerido para a manutenção da divisão e alongamento celular, ou ambos os

processos (Josten e Kutschera, 1999). Esses autores, em experimento desenvolvido com plântulas de girassol, observaram que a concentração de 0,01-0,1 mM de H_3BO_3 proporcionou a máxima formação das raízes. Na presença de 10 mM de H_3BO_3 , a resposta das raízes foi inibida e, na deficiência de B, ocorreu inibição no crescimento radicular. Verificaram que, com a adição de 1,0 mM de ácido bórico, houve redução na produção de massa fresca e no número de raízes adventícias. Para concentrações mais elevadas de B, pode haver o efeito tóxico do elemento (Marschner, 1995).

Huang *et al.* (2000) estimaram, em solução nutritiva, que a concentração crítica de B para o girassol foi de 0,24 – 0,28 μM e 0,30 – 0,35 μM para o crescimento do caule e raízes, respectivamente.

A deficiência de B causa, principalmente, alterações anatômicas, fisiológicas e bioquímicas, sendo, entretanto, difícil distinguir entre os efeitos primários e secundários (Shorrocks, 1997), o que pode, segundo El-Shintinawy (1999), ocasionar o aparecimento de pigmentação marrom púrpura nas folhas. Esse autor verificou a ocorrência de altos níveis de peroxidase, enzima que causa a peroxidação das membranas, redução na reação de Hill e declínio na atividade do PSII, na deficiência do elemento. Lewis (1980) afirmou que a presença de B é um pré-requisito para a evolução vascular das plantas devido ao papel fundamental desse elemento na biossíntese da lignina.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fontes e níveis de boro para a cultura do girassol, *Helianthus annuus* (Asteraceae).

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido em condições de casa de vegetação, em vasos contendo 5,8 dm^3 de areia lavada, na Embrapa-CPAO, localizada em Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil, na latitude de 22°11'55"S, longitude de 54°56'7" W e 452 m de altitude.

Utilizou-se a cultivar Embrapa 122 – V2000, precoce e de porte baixo, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos de duas fontes de boro (ácido bórico e bórax) e três níveis (1,0; 2,0 e 4,0 mg dm^{-3} de B), com quatro repetições. As sementes foram germinadas nos próprios vasos, e três dias após a emergência, realizou-se o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso, ocasião em que se aplicou o boro em solução, nos níveis e nas fontes indicadas nos tratamentos e, metade da dose de solução nutritiva contendo em mg dm^{-3} : 300 de N; 200 de P; 150 de K; 75 de Ca; 15 de Mg; 50 de S; 1,5 de Cu; 5,0 de Fe; 3,0 de Mn; 5,0 de Zn e 0,1 de Mo.

Decorridos 35 dias após a emergência, fez-se a adubação complementar com 100 mg.dm^{-3} de N; 200 mg.dm^{-3} de K; 375 mg.dm^{-3} de Ca e 270 mg.dm^{-3} de Mg. No início do florescimento, coletaram-se a 5ª, 6ª e 7ª folha abaixo do capítulo, que foram lavadas com água destilada, secadas em estufa a 70 °C, pesadas e moídas para a determinação do teor foliar de B. Após 59 dias de cultivo, mediu-se a altura de plantas, tomando-se como base a inserção das folhas cotiledonares, e colheu-se o material vegetal, separando-o em raiz e parte aérea, que foram lavados com água destilada, secos em estufa a 70°C até atingir peso constante, e pesados para a determinação da massa seca aérea e radicular. Em seguida, o material foi moído para a determinação de boro na parte aérea pelo método colorimétrico da azometina H, segundo Malavolta *et al.* (1997). Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey, a 5% para comparação entre as médias.

Resultados e discussão

O rendimento de massa seca aérea foi influenciado ($p < 0,05$) pelas fontes e níveis de B e pela interação entre os fatores. Observou-se que, em relação à fonte, o maior rendimento foi obtido quando se utilizou o bórax, na dosagem de 1,0 e 2,0 mg.dm^{-3} de B, enquanto que na dosagem de 4,0 mg.dm^{-3} não houve diferença entre as fontes (Figura 1), e o de maior rendimento foi obtido com a adição de 1,0 mg.dm^{-3} de B. Resultados semelhantes foram encontrados por Huang *et al.* (2000) em experimento com plântulas de girassol cultivadas em solução nutritiva, que verificaram correlação positiva entre o rendimento de massa seca aérea, a concentração externa de B e a concentração de B na planta, sendo que a concentração crítica nas folhas para o crescimento do caule foi de 12 a 20 mg de B kg^{-1} de massa seca. É provável que o B adicionado tenha estimulado a atividade meristemática das células, influenciando na elongação e diferenciação celular.

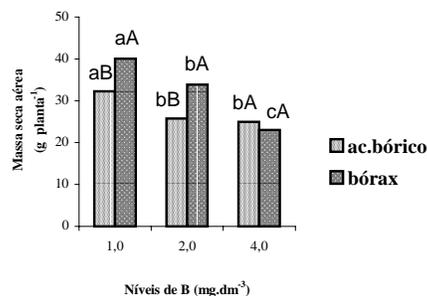


Figura 1. Massa seca aérea em função de fontes e níveis de boro. As médias seguidas pela mesma letra, minúsculas para níveis (dentro de cada fonte) e maiúsculas para fontes (dentro de cada nível), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%

Em relação ao rendimento de massa seca radicular, não houve efeito significativo entre os fatores estudados (Figura 2), embora o B seja fundamental para o crescimento do sistema radicular e, se o B disponível for insuficiente, o crescimento radicular cessa completamente. Em plantas nas quais o B é imóvel, é necessário que o elemento esteja presente no solo em teor adequado, para que haja o desenvolvimento das raízes (Yamada, 2000).

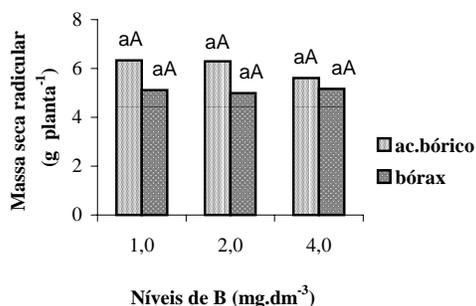


Figura 2. Massa seca radicular em função de fontes e níveis de boro. As médias seguidas pela mesma letra, minúsculas para níveis e maiúsculas para fontes, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%

Para o rendimento de massa seca total, verificou-se efeito significativo para fontes e níveis de B, sendo que a adição de níveis crescentes desse nutriente proporcionou um decréscimo no rendimento dessa característica (Figura 3). Em relação à fonte, observou-se que, na presença de bórax, o rendimento foi maior, exceto para o nível 4,0 mg.dm⁻³, onde não houve diferença significativa entre as fontes.

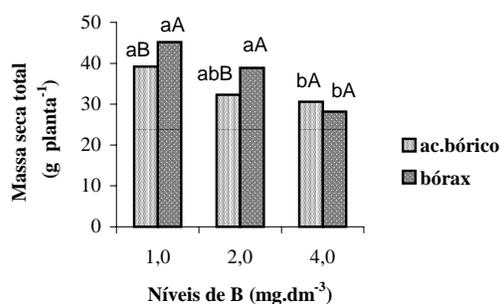


Figura 3. Massa seca total em função de fontes e níveis de boro. As médias seguidas pela mesma letra, minúsculas para níveis (dentro de cada fonte) e maiúsculas para fontes (dentro de cada nível), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%

A queda na produção de massa seca total verificada no tratamento com 4,0 mg.dm⁻³, em ambas as fontes foi, provavelmente, devido a um efeito tóxico com a adição desta doses que

proporcionou redução na área fotossinteticamente ativa, causada pela clorose e conseqüente necrose dos tecidos, com um processo semelhante ao observado por Birch *et al.* (1981), caracterizado pela clorose inicial na margem das folhas. Com excesso de B, as áreas cloróticas se tornam necróticas e, finalmente, se espalham entre as nervuras, evoluindo para a nervura central. Pleniscar *et al.* (1997), estudando o efeito de diferentes concentrações de B (0,0; 0,5; 1,25 e 100 mμ M) em solução nutritiva na presença de diferentes concentrações de fosfato no crescimento de plantas e na fotossíntese, verificaram que a produção de massa seca, a área foliar e o conteúdo de clorofila decresceram na deficiência de B, havendo decréscimo na evolução fotossintética de oxigênio por unidade de área foliar e o gradiente de prótons através da membrana tilacóide. Correlacionaram a diminuição na taxa fotossintética nas folhas deficientes em B com a redução no conteúdo de clorofila, transporte eletrônico de CO₂ e fotofosforilação.

Em relação ao teor de boro foliar, houve efeito significativo para ambos os fatores estudados e, para o teor de boro na parte área, observou-se diferença significativa apenas para os níveis. O aumento nos níveis de B proporcionou um aumento nos teores deste nutriente, tanto nas folhas como na parte área. O teor foliar foi menor com a adição de bórax, sendo que esse mesmo efeito também foi observado para o teor de B na parte aérea, exceto para o nível de 2,0 mg.dm⁻³ (Figuras 4 e 5). Para a altura de plantas, não se verificou efeito significativo dos fatores estudados (Figura 6).

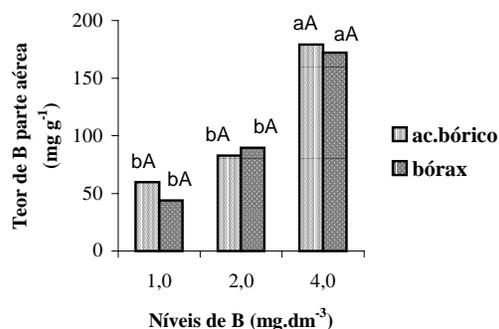


Figura 4. Teor de boro na parte aérea em função de fontes e níveis de boro. As médias seguidas pela mesma letra, minúsculas para níveis e maiúsculas para fontes, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%

Concluiu-se que o B é fundamental para o crescimento do girassol, influenciando no rendimento de massa seca, sendo que o nível de 1,0 mg.dm⁻³ proporcionou o maior rendimento e, em

relação à fonte, o bórax foi mais eficiente no suprimento de B para o girassol.

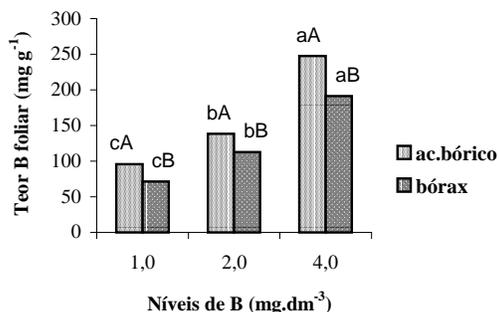


Figura 5. Teor de boro foliar em função de fontes e níveis de boro. As médias seguidas pela mesma letra, minúsculas para níveis e maiúsculas para fontes, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%

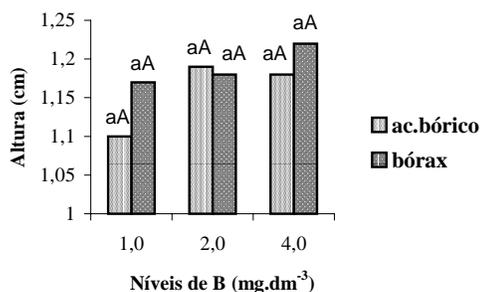


Figura 6. Altura de plantas em função de fontes e níveis de boro. As médias seguidas pela mesma letra, minúsculas para níveis e maiúsculas para fontes, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%

Referências

BIRCH, E. B. *et al.* *Boron nutrition of sunflower*. Pretoria: Department of Agriculture and Fisheries, 1981.

CHATTERJEE, C.; NAUTIYAAL, N. Developmental aberrations in seeds of boron deficient sunflower and recovery. *J. Plant Nutr.*, New York, v. 23, n. 6, p. 835-841, 2000.

EL-SHINTINAWY, F. Structural and functional damage caused by boron deficiency in sunflower leaves. *Photosynthetica*, Prague, v. 36, n.4, p. 565-573, 1999.

GUPTA, U. C. *Boron and its role in crop production*. Flórida: CRC Press, 1993.

HUANG, L.B. *et al.* Estimating boron requirements for sunflower growth a B-buffered solution culture system. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, New York, v. 31, n. 11-14, p. 2111-2123, 2000.

JOSTEN, P.; KUTSCHERA, U. The micronutrient boron causes the development of adventitious roots in sunflower cuttings. *Ann. Bot.*, London, v. 85, n. 3, p. 337-342, 1999.

LEWIS, D. H. Boron, lignification and the origin of vascular plants – a unified hypothesis. *New Phytol.*, New York, v.84, n. 2, p. 209-229, 1980.

MALAVOLTA, E. *et al.* *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafós, 1997.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. San Diego: Academy Press, 1995.

PLENISCAR, M. *et al.* Boron as limiting in photosynthesis and growth of sunflower plants in relation to phosphate supply. *Agrochimica*, Pisa, v. 41, n. 3-4, p. 144-154, 1997.

SHORROCKS, V. M. The occurrence and correction of boron deficiency. In: DELL. B.; BELL, W. (Ed.). *Boron in soils and plants: reviews*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, p.121-148, 1997.

SILVA, F.R.; FERREYRA, H. F. Avaliação de extratores de boro em solos do estado do Ceará. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 22, n. 3. p. 471-478, 1998.

YAMADA, T. Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas? *Informações Agronômicas*, Piracicaba: Potafós, n. 90, p. 1-5, 2000.

Received on May 16, 2001.

Accepted on July 24, 2001.