

DESENVOLVIMENTO DE GRÃOS E PRODUÇÃO DE FITOMASSA DO GIRASSOL EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES BORATADAS

GRAIN DEVELOPMENT AND PHYTOMASS PRODUCTION OF SUNFLOWER AS AFFECTED BY BORON FERTILIZATION

José Salvador Simoneti FOLONI¹; Rodrigo Arroyo GARCIA²; Celso Luiz CARDOSO²; João Paulo TEIXEIRA³; Hélio GRASSI FILHO⁴

1. Engenheiro Agrônomo, Doutor, Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR; 2. Doutorando, Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, SP, Brasil. ragarcia@fca.unesp.br;

3. Engenheiro Agrônomo, Doutor, CATI – DSMM, Bauru, SP, Brasil; 4. Professor, Doutor, Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, FCA- UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

RESUMO: O girassol apresenta características favoráveis ao sistema de semeadura direta, se enquadrando no esquema em uma rotação de culturas. Contudo, a cultura é sensível à deficiência de boro, característica predominante em grande parte dos solos tropicais. Objetivou-se avaliar o efeito de doses de fertilizantes boratados aplicados no sulco de semeadura e pulverização foliar, sobre o crescimento das plantas, rendimento e tamanho de grãos de girassol. Conduziu-se o experimento em casa de vegetação, no delineamento em blocos ao acaso, sendo que os tratamentos constituíram-se de quatro doses de bórax (0; 1; 2 e 3 kg ha⁻¹ de B) aplicadas no solo e quatro doses de ácido bórico (0; 0,5; 1 e 2 kg ha⁻¹ de B na calda de pulverização) aplicadas via foliar. Cada tratamento foi constituído de duas plantas por vaso, que foram conduzidas até o estágio de maturação fisiológica dos grãos, ocasião em que foram coletados os caules, folhas e capítulos, para determinação da matéria seca além da contagem e pesagem de grãos miúdos e graúdos. O B aplicado no sulco de semeadura promoveu incremento na produção de fitomassa total e na produção de grãos de girassol. No entanto, quando em interação com doses elevadas de B foliar, essas variáveis foram prejudicadas. Houve aumento no tamanho dos grãos de girassol com aumento da adubação boratada foliar, quando não se aplicou B no solo ou com somente 1 kg ha⁻¹ de B no sulco de semeadura. Em contrapartida, quando se adicionou as doses de 2 e 3 kg ha⁻¹ de B na semeadura da cultura, altas doses de B pulverizadas nas folhas comprometeram a formação de grãos.

PALAVRAS - CHAVE: Boro. Translocação. *Helianthus annuus* L.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus*) é uma espécie oleaginosa com alta adaptabilidade à deficiência hídrica, à amplitude térmica e sofre pouca influência do fotoperíodo, portanto, apresenta-se como opção viável para compor programas de rotação de culturas em diversas localidades e épocas do ano (CASTRO et al., 1996; CASTRO; FARIAS, 2005). A produção de girassol no Brasil está em plena expansão nos últimos anos nas regiões Sul, Sudeste e principalmente no Centro-Oeste, sendo que a área cultivada no país aumentou de 36,5 mil hectares na safra 2004/2005 para 110,1 mil hectares em 2007/2008, fazendo com que as regiões predominantemente de cerrado representem mais de 70% de toda a área ocupada com esta oleaginosa no território brasileiro (CONAB, 2008). Por outro lado, os índices de produtividade média (1400 kg ha⁻¹) não sofreram ganhos consideráveis nos últimos anos. O cultivo de girassol atendia basicamente a três objetivos: produção de aquênios para alimentação de pássaros; produção de óleo comestível e ração para animais. Entretanto, especialmente a partir de 2005, a cultura tem

despertado o interesse de agricultores, técnicos e empresas devido à possibilidade de utilizar o óleo derivado dessa espécie na fabricação de biodiesel (BACKES et al., 2008).

Segundo Leite et al. (2007), a maior tolerância à seca do girassol em relação ao milho e sorgo, a baixa incidência de pragas, além de benefícios proporcionados às culturas subsequentes, são alguns dos fatores que vêm favorecendo o cultivo desta oleaginosa principalmente no ambiente safrinha em regiões tropicais de inverno seco, após a colheita das lavouras de verão. No entanto, de acordo com Malavolta e Kliemann (1985), os solos característicos do Centro-Oeste brasileiro apresentam-se de maneira geral ácidos, altamente dependentes de matéria orgânica (M.O.) e pobres em nutrientes, como o boro (B), por exemplo.

Quanto aos aspectos nutricionais da cultura, o girassol é considerado exigente em B, e apresenta pouca eficiência na absorção e translocação deste nutriente (MARSCHNER, 1995). Segundo Leite et al. (2005), o B é o micronutriente mais limitante na lavoura de girassol, podendo causar perdas totais de produção pela queda dos capítulos. Portanto, o

manejo correto da adubação boratada é primordial no desenvolvimento desta oleaginosa.

O B ocorre sob cinco formas no solo: minerais primários, secundários, adsorvido aos colóides, em solução como ácido bórico (H_3BO_3) e ânions borato ($H_2BO_3^-$, HBO_3^{2-} e BO_3^-), ou contido na M.O. e biomassa microbiana (SHORROCKS, 1997). De acordo com Cruz et al. (1987), quando se adiciona B ao solo, parte permanece na solução do solo (disponível para as plantas) e parte é adsorvida aos colóides. A variação do pH do solo é o fator que mais influencia a disponibilidade de B para as plantas, ou seja, em valores de pH mais baixos a forma predominante é o H_3BO_3 , que tendo pouca afinidade com os minerais de argila e outros colóides, é pouco adsorvido e torna-se mais disponível para as raízes. À medida que o pH é elevado, aumenta a concentração de B na forma de ânions borato, com conseqüente aumento na adsorção do elemento, resultando em menor disponibilidade para as culturas (KEREN et al., 1985).

O B é considerado imóvel no floema, e nesses casos, o nutriente não é retranslocável para as partes mais jovens da planta, locais onde normalmente aparecem os sintomas de deficiência, exceto para espécies que produzem quantidades expressivas de polióis, como ocorre para alguns grupos das famílias *Rosaceae*, *Rubiaceae* e *Celestraceae* (HU et al., 1997). O girassol é uma das culturas mais sensíveis à deficiência de B, podendo ser utilizada, segundo Schuster e Stephenson (1940), como planta indicadora do nível de disponibilidade de B no solo.

Rerkasem e Jamjod (1997) argumentam que a adubação boratada é uma prática simples e de baixo custo para corrigir deficiências nutricionais de culturas agrícolas como o girassol. Contudo, Mortvedt e Woodruff (1993) recomendam cautela na recomendação de adubos boratados, devido ao estreito intervalo entre deficiência e toxicidade, ou seja, dependendo da fonte, da dose ou das condições de uso, a aplicação de B para corrigir uma deficiência pode vir a ser tóxica. A deficiência pode ser corrigida tanto por aplicações de B via solo como foliar (DÍAZ-ZORITA, 2001).

Segundo Ungaro (2000), em solos que tenham recebido correções com calcário, e os teores de B estiverem abaixo de $0,26 \text{ mg dm}^{-3}$, a suplementação pode ser feita nas adubações de semeadura e cobertura, misturando-se doses de ácido bórico aos fertilizantes formulados a serem aplicados na lavoura. Díaz-Zorita (1998) argumenta que, em solos com teores de M.O. relativamente baixos e cultivos seqüenciais de altas produções,

aplicações foliares de B têm incrementado a produtividade e o teor de óleo de grãos de girassol.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento vegetal, a produtividade e o tamanho de grãos de plantas de girassol submetidas a doses de fertilizantes boratados aplicadas no sulco de semeadura e em pulverização foliar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação do Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA, da Unesp, em Botucatu-SP. Utilizou-se uma porção de solo coletada de 0 a 20 cm de profundidade de um Latossolo Vermelho Distroférico (CARVALHO et al., 1983; EMBRAPA, 1999), de textura média (590 g kg^{-1} de areia, 340 g kg^{-1} de argila e 70 g kg^{-1} de silte). A terra foi seca ao ar e passada em peneira com malha de 2 mm, e em seguida amostras foram coletadas para análise química (RAIJ; QUAGGIO, 1983), que mostrou os seguintes valores: pH ($CaCl_2$ 1 mol L^{-1}) 3,9; 27 g dm^{-3} de M.O.; $3,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de P_{resina} ; $68 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de H+Al; $0,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K; $2,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca; $1,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Mg; $3,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de SB; $71,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de CTC; 5 % de saturação por bases; $0,20 \text{ mg dm}^{-3}$ de B; $1,1 \text{ mg dm}^{-3}$ de Cu; 114 mg dm^{-3} de Fe; $1,6 \text{ mg dm}^{-3}$ de Mn e $0,2 \text{ mg dm}^{-3}$ de Zn. A capacidade de campo da porção de solo desestruturada (peneirada), sob drenagem livre, foi determinada a $-0,03 \text{ MPa}$ no aparelho extrator de Richards (EMBRAPA, 1997), e o valor encontrado foi de 210 g kg^{-1} . Aplicou-se calcário dolomítico (CaO: 39%, MgO: 13% e PRNT: 91%) em toda a terra peneirada antes de se iniciar o experimento, para elevar a saturação por bases a 70%, conforme Raij et al. (1996).

A terra corrigida foi mantida em sacos de plástico por 30 dias com o teor de água em torno de 210 g kg^{-1} (capacidade de campo). Em seguida, o solo foi secado ao ar novamente e adubado com 150 mg dm^{-3} de P (Superfosfato simples), 120 mg dm^{-3} de K (KCl) e 50 mg dm^{-3} de N (Uréia). Foram ainda aplicados $2,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de Mn, $6,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de Zn, $1,5 \text{ mg dm}^{-3}$ de Cu e 1 mg dm^{-3} de Mo, como $MnSO_4$, $ZnSO_4$, $CuSO_4$ e $(NH_4)_2MoO_4$, respectivamente, via água de irrigação. Aos 30 e 60 dias após a emergência (DAE) do girassol, fizeram-se mais duas adubações nitrogenadas com 20 mg dm^{-3} de N (Uréia). A terra fertilizada foi acomodada em vasos de 22 dm^3 de forma a ser estabelecida uma densidade próxima a $1,2 \text{ g cm}^{-3}$, correspondente às condições de campo.

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso, num esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições, constituindo os seguintes tratamentos: quatro doses do fertilizante bórax, equivalentes a 0; 1; 2 e 3 kg ha⁻¹ de B, aplicadas no solo em combinação com quatro doses de ácido bórico (0; 0,5; 1 e 2 kg ha⁻¹ de B) aplicadas via pulverização foliar. As doses de bórax foram calculadas considerando-se uma lavoura de girassol, com espaçamento entrelinhas de 0,90 m, aplicando-se quantidades equivalentes ao que seria depositado em 35 cm de linha de semeadura em cada vaso, correspondente ao seu diâmetro.

Aos 30 DAE fez-se a pulverização do ácido bórico sobre o dossel das plantas, de acordo com os tratamentos, de tal forma que não ocorressem deriva e sobreposição de folhas entre as unidades experimentais. Nesta operação utilizou-se um pulverizador manual de precisão, pressurizado por CO₂, operando à pressão constante de 150 kPa, munido de barra com 4 bicos jato plano do tipo leque, modelo 110.02, espaçados a 0,50 m, com largura de molhamento total de 2 m. Os bicos de pulverização foram posicionados a aproximadamente 0,5 m acima do dossel das plantas, com velocidade média de deslocamento durante a pulverização de 1,0 m s⁻¹ e volume de calda de 30 mL m⁻², determinados em ensaios de calibração preliminares.

Utilizou-se o cultivar de girassol Morgan 742, com duas plantas por vaso, sendo que a umidade do solo durante todo o experimento teve monitoramento diário por meio de pesagem de alguns vasos, para reposição da água evapotranspirada até aproximadamente 210 g kg⁻¹ (Capacidade de Campo). As plantas foram conduzidas até o estágio de maturação fisiológica dos grãos, ocasião em que foram coletados os caules, folhas e capítulos, determinando-se a matéria seca após serem secados em estufa a 60°C por 72h.

Os grãos foram trilhados, limpos e pesados, e tiveram os seus teores de água determinados para cálculo da produção, com teor de água corrigido a 130 g kg⁻¹. Em seguida, os mesmos foram submetidos a uma peneira de furos oblongos com 20 mm de comprimento por 4 mm de largura, para separação por tamanho, classificando-se os grãos como graúdos os que ficaram retidos na peneira e grãos miúdos os que atravessaram a peneira.

Os dados originais foram submetidos à análise de regressão, em que foram ajustadas equações lineares e quadráticas significativas até 5% de probabilidade pelo teste F, que apresentaram os maiores coeficientes de determinação (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, doses elevadas de B via foliar, em interação com as maiores doses de B aplicadas no solo, prejudicaram a produção de fitomassa de órgãos da parte aérea do girassol (Figura 1).

O efeito fitotóxico do excesso de B foliar foi constatado no decorrer do experimento, pois ocorreram lesões expressivas em grande parte das folhas das plantas que receberam as maiores doses de ácido bórico pulverizado. No entanto, em função da aplicação de B foliar, na ausência de B no sulco de semeadura, houve incremento linear na matéria seca de folhas e comportamento quadrático quando fornecido 1kg ha⁻¹ de boro no solo (Figura 1A). Quanto à produção de fitomassa seca de caules, nas doses 0 e 1 kg ha⁻¹ de B na semeadura, ocorreram acréscimos até as doses calculadas de 0,84 e 0,76kg ha⁻¹ de B foliar, respectivamente (Figura 1B).

O solo do presente experimento apresentou teor de B de 0,20 mg dm⁻³, segundo metodologia de determinação analítica de Raij e Quaggio (1983). Isso antes de ser submetido à calagem para elevação da saturação por bases a 70%, conforme recomendação de Raij et al. (1996). Portanto, de acordo com Ungaro (2000), em solos corrigidos cujos teores de B estiverem abaixo de 0,26 mg dm⁻³, o girassol apresenta alta responsividade à adubação boratada. Nesse contexto, observa-se na figura 1D que a aplicação de B no solo, na ausência de adubação foliar, proporcionou aumentos expressivos na produção de fitomassa total da parte aérea das plantas, em relação ao tratamento testemunha (ausência de B na semeadura e na pulverização), mesmo havendo forte decréscimo de crescimento vegetativo em razão da fitotoxicidade provocada pelo B foliar em excesso.

Além disso, ainda na figura 1D, constata-se que a dose de 2 kg ha⁻¹ de B via foliar foi muito mais prejudicial às plantas quando foi aplicada em interação com a adubação de 3 kg ha⁻¹ de B no solo, ou seja, seguindo a argumentação de Mortvedt e Woodruff (1993), a aplicação de B para corrigir uma deficiência pode vir a ser tóxica, devido ao estreito intervalo entre efeito benéfico e toxicidade no manejo dos fertilizantes boratados.

De acordo com Dechen et al. (1991), o B em solução move-se até as raízes por meio do fluxo de massa, e é absorvido em quantidades relativamente elevadas na forma de H₃BO₃, o que pode levar freqüentemente à fitotoxicidade quando o teor de B na solução é alto. Em experimento realizado por Marchetti et al. (2001), estudando níveis de B para o girassol (1, 2 e 4 mg dm³ de B

aplicados em solução nutritiva), constatou-se que o maior rendimento de fitomassa foi alcançado com a adição de 1 mg dm³ de B. Segundo os autores, o efeito tóxico do B absorvido em excesso pelas raízes

do girassol, está relacionado à redução na taxa fotossintética das folhas, seguida de clorose e necrose dos tecidos.

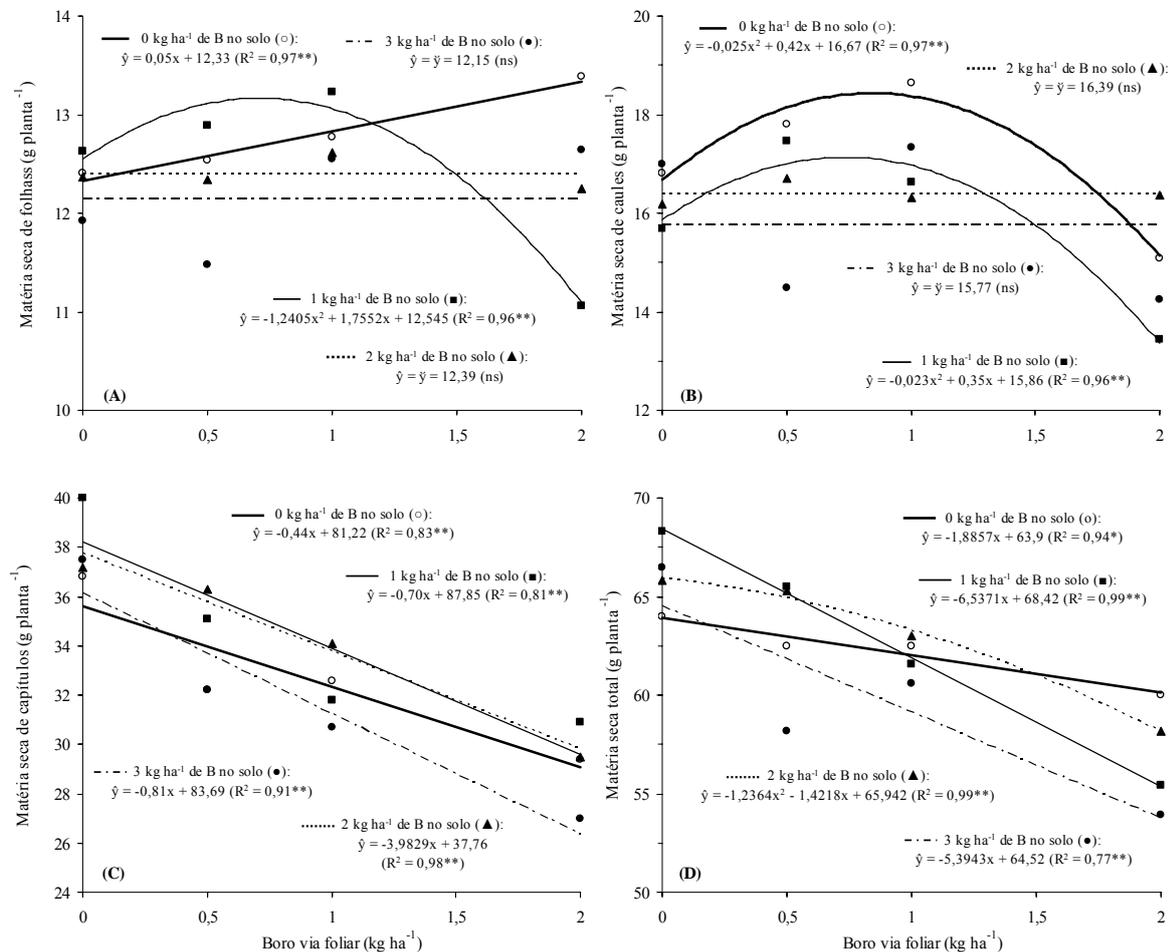


Figura 1. Matéria seca de folhas (A), caules (B), capítulos (C) e da parte aérea total (D) de plantas de girassol submetidas às doses de 0 (○), 1 (■), 2 (▲) e 3 (●) kg ha⁻¹ de B aplicadas no solo, em interação com doses de B aplicadas via foliar. ** significativo a 1%. ns: não significa

Castro et al. (2006), avaliaram a aplicação de quatro doses de B no solo (0, 0,25, 0,50 e 2,0 mg dm⁻³) na forma de ácido bórico, adicionadas por ocasião da semeadura do girassol, constatando-se que 0,50 mg dm⁻³ de B proporcionou o maior aumento na produção de matéria seca das plantas, maiores incrementos na produção de grãos e no rendimento de óleo por capítulo.

Portanto, em vários trabalhos da literatura, assim como no presente experimento, se evidenciou um estreito intervalo entre deficiência e toxicidade de B (MORTVEDT; WOODRUFF, 1993), e por mais que o girassol seja relativamente muito exigente em adubação boratada (SCHUSTER; STEPHENSON, 1940; MARSCHNER, 1995; RERKASEM; JAMJOD, 1997; DÍAZ-ZORITA,

1998; UNGARO, 2000; LEITE et al., 2005), não existe tolerância dessa espécie a altas doses de B, principalmente quando se utilizam fontes de solubilidade elevada (MARCHETTI et al., 2001; CASTRO et al., 2006).

As doses de B aplicadas somente no sulco de semeadura, independentemente do B foliar, proporcionaram as maiores produções totais de fitomassa da parte aérea vegetal (Figura 1D), com influência positiva sobre a massa total de grãos (Figura 2F). Por outro lado, a adubação de B foliar causou forte incremento no número total de grãos somente nas parcelas que não receberam B no solo (Figura 2E). No entanto, esses ganhos ocorreram até a dose de 1 kg ha⁻¹ de B foliar (Figura 2E). Porém, o

aumento na quantidade de grãos não significou incremento na massa total produzida (Figura 2F).

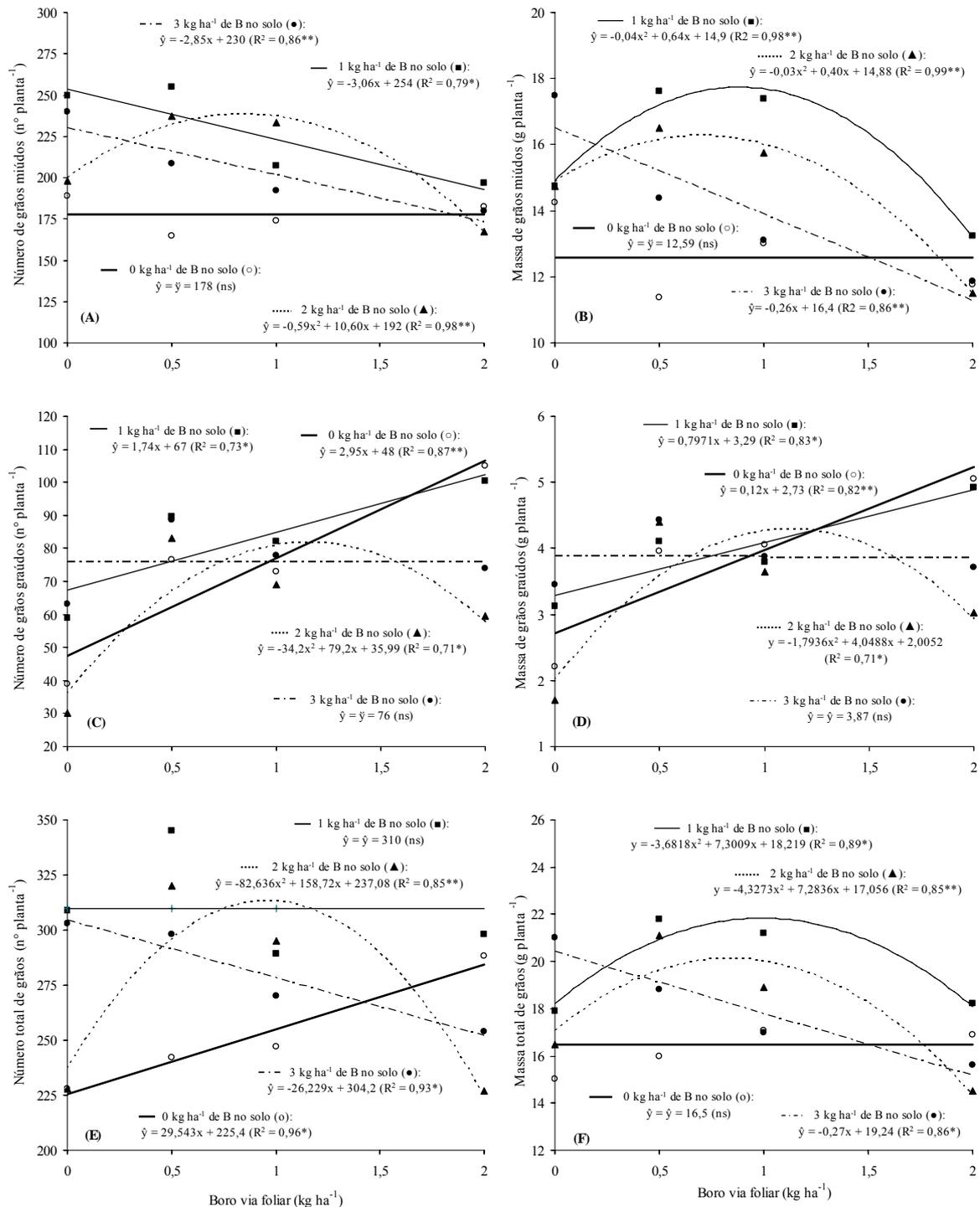


Figura 2. Número (A) e massa (B) de grãos miúdos, número (C) e massa (D) de grãos graúdos, e número (E) e massa (F) totais de grãos de plantas de girassol submetidas às doses de 0 (○), 1 (■), 2 (▲) e 3 (●) kg ha⁻¹ de B aplicadas no solo, em interação com doses de B aplicadas via foliar. * e ** significativos a 5% e 1%, respectivamente. ns: não significativo.

Em geral, o excesso de B foliar apresentou toxicidade nas estruturas vegetativas com reflexos negativos no acúmulo de massa nos grãos (Figuras

1D e 2F), com exceção para o tratamento que não recebeu B no solo, pois o efeito negativo das lesões foliares no girassol foi relativamente menor que o

efeito positivo proporcionado pela adubação boratada via pulverização.

Segundo Marschner (1995), o B está envolvido em uma série de ciclos metabólicos e tem efeito "cascata" na fisiologia da planta, influenciando o transporte de açúcares, a síntese de parede e membrana celulares, a lignificação e o metabolismo de carboidratos, entre outros. Processos esses que muito provavelmente influenciaram a formação e enchimento de grãos do girassol no presente estudo. Do mesmo modo, Castro et al. (2006) verificaram que o excesso de adubação boratada comprometeu a fisiologia do girassol, com fortes prejuízos à produção e qualidade de grãos, seguindo os mesmos padrões observados neste experimento (Figura 2A,B,C,D,E,F).

A classificação dos grãos por tamanho teve por objetivo caracterizar o efeito da adubação boratada sobre o desenvolvimento de estruturas reprodutivas do girassol após o florescimento (Figura 2), pois, segundo Brown e Hu (1998), para a maioria das espécies vegetais o B é imóvel no floema, o que de certa forma pode explicar, diferenças de resposta em função do modo e época de aplicação de adubos boratados.

O excesso de B foliar prejudicou a quantidade e a massa de grãos miúdos (Figuras 2A e 2B). Porém, doses intermediárias da ordem de 0,5 a 1 kg ha⁻¹ de B pulverizados aos 30 DAE das plantas, proporcionaram incrementos na massa de grãos miúdos, principalmente quando foram aplicados em combinação com as adubações de 1 e 2 kg ha⁻¹ de B no sulco de semeadura do girassol (Figura 2B). Portanto, o B foliar adicionado no pré-florescimento da cultura, em doses adequadas, favoreceu o acúmulo de massa nos grãos miúdos, o que pode estar relacionado com a maior eficiência de translocação do B (BROWN; HU, 1998).

No que diz respeito aos grãos graúdos (Figuras 2C e 2D), com maior massa por unidade produzida, ou seja, mais bem formados, os melhores resultados foram alcançados nos tratamentos com 2 kg ha⁻¹ de B via foliar, em

interação com as menores doses de B no solo (0 e 1 kg ha⁻¹ de B). Com isso, o excesso de B foliar, apesar de ter desfavorecido a produção total de fitomassa da parte aérea (Figura 1D), e de ter prejudicado a massa total de grãos (Figura 2F), apresentou efeito positivo sobre o número e massa dos grãos graúdos de girassol (melhores em termos de tamanho).

Em trabalho desenvolvido com soja por Belivaqua et al. (2002), a aplicação foliar de B no período de floração da cultura também aumentou a massa de grãos por planta, assim como o número de grãos por vagem. Segundo Rosolem et al. (1990), existe alta correlação entre deficiência de B na planta e número de flores e vagens abortadas do feijoeiro, o que ajuda a explicar os resultados positivos de aplicação de B sobre o aumento de massa de sementes no presente estudo. Para Mengel e Kirkby (1987), o B influencia também o metabolismo de ácidos nucléicos, e em trabalho avaliando o efeito de B em órgãos da parte aérea, raízes e grãos de girassol, demonstrou-se que a deficiência deste nutriente interrompe o desenvolvimento celular, principalmente no processo de incorporação de fosfato em moléculas de DNA e na síntese de proteínas. Portanto, destaca-se a importância de desenvolver a tecnologia de adubação boratada para a cultura do girassol, proporcionando condições adequadas para o desenvolvimento das plantas, e aumento na produtividade e qualidade de grãos.

CONCLUSÕES

Quando se faz aplicação de boro no solo, não se justifica fazer aplicação foliar.

O tamanho dos grãos de girassol aumenta com a adubação boratada foliar, quando não se aplica B no solo ou com somente 1 kg ha⁻¹ de B no sulco de semeadura. Em contrapartida, quando se adiciona doses de 2 e 3 kg ha⁻¹ de B no solo na instalação da cultura, altas doses de B pulverizadas nas folhas comprometem a formação de grãos.

ABSTRACT: Sunflower crop is a good option to no-tillage system; however, it is sensible to low B availability, what is common in tropical soils. The objective of this study was to evaluate the crop development, grain yield and grain size as affected by B fertilizer doses applied in the sowing and by leaf application. The experiment was conducted in controlled conditions, with four Borax doses (0; 1; 2 e 3 kg B ha⁻¹) in the sowing interacting with four Boric Acid doses (0; 0,5; 1 e 2 kg B ha⁻¹) by leaf application. The plants were managed until grain physiological maturity, when stems, leaves and capitula were sampled, besides the counting and weighing of two grain classes separated by size. The B fertilizer applied in the sowing lines increased total dry matter phytomass and grain yield. However, when interacting with high doses of B by leaf application, these values decreased. Grain size was increased with leaf fertilization, when B was not

applied in the soil or with only 1 kg B ha⁻¹ in the sowing line. On the other hand, when B was applied from 2 to 3 kg ha⁻¹ in the crop sowing, high doses of leaf fertilizer affected grain filling.

KEYWORDS: Boron. Translocation. *Helianthus annuus L.*

REFERÊNCIAS

- BACKES, R. L.; SOUZA, A. M.; BALBINOTI JUNIOR, A. A.; GALLOTI, G. J. M.; BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no planalto norte catarinense. *Scientia Agraria*, Curitiba, v. 9, p. 41-48, 2008.
- BEVILAQUA, G. A. P.; SILVA FILHO, P. M.; POSSENTI, J. C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, p. 31-34, 2002.
- BROWN, P. H.; HU, H. **Manejo do boro de acordo com sua mobilidade nas diferentes culturas**. Piracicaba: POTAFÓS, 1998. 6p.
- CARVALHO, W. A.; ESPINDOLA, C. R.; PACCOLA, A. A. **Levantamento de solos da Fazenda Experimental “Presidente Médici”**. 1983. 95 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1983.
- CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. C.; KARAM, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol**. Londrina: CNPS, 1996. 38p.
- CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Eds.) **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 501-546.
- CASTRO, C.; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, R. F.; DECHEN, A. R. Boro e estresse hídrico na produção do girassol. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, p. 214-220, 2006.
- CONAB Companhia Nacional de Abastecimento (2008) 11º Levantamento de grãos 2007/2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conaweb>> Acesso em: 07 de Outubro de 2008.
- CRUZ, M. C. P.; NAKAMURA, A. M.; FERREIRA, M. E. Adsorção de boro pelo solo: efeito da concentração e do pH. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 22, p. 621-626, 1987.
- DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. C. Mecanismos de absorção e de translocação de micronutrientes. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Eds.) **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potafós/CNPq, 1991. p. 79-97.
- DÍAZ-ZORITA, M. **Diagnóstico y manejo de la fertilizacion de cultivares de girassol**. General Villegas: INTA, General Villegas, 1998. 19p.
- DÍAZ-ZORITA, M. Manejo de la nutricion mineral de cultivos de girasol. In: XIV REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, XIV, SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, II., 2001, Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: FESURV/IAM, 2001. p. 5-13.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Pesquisa do Solo. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, EMBRAPA, 1997. 212p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

- HU, H.; PENN, S. G.; LEBRILLA, C. B.; BROWN, P. H. Isolation and characterization of soluble boron complexes in higher plants: the mechanism of phloem mobility of boron. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 113, p. 649-655, 1997.
- KEREN, R.; BINGHAM, F. T.; RHOADES, J. D. Effect of clay mineral content in soil on boron uptake and yield of wheat. **Soil Science Society of America Journal**, Madson, v. 49, p. 1466-1470, 1985.
- LEITE, R. M. V. B. C.; CASTRO, C.; BRIGHERTI, A. M.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, C. G. P.; OLIVEIRA, A. C. B. **Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima**. Londrina: Embrapa, 2007. 4p.
- LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. 1 ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641p.
- MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba: POTAFÓS, 1985. 136p.
- MARCHETTI, M. E.; MOTOMYA, W. R.; FABRÍCIO, A. C.; NOVELINO, J. O. Resposta do girassol, *Helianthus annuus*, a fontes e níveis de boro. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, p. 1107-1110, 2001.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic Press Inc., 1995. 889p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4 ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 1987. 687p.
- MORTVEDT, J. J.; WOODRUFF, J. R. Technology and application of boron fertilizers for crops. In: GUPTA, U. C. (Ed.) **Boron and its role in crop production**. Boca Raton, CRC Press Inc., 1993. p. 157-176.
- RAIJ, B van.; QUAGGIO, J. A **Métodos de análises de solo para fins de fertilidade**. Instituto Agronômico: Campinas, 1983. 31p.
- 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 Agronômico & Fundação IAC, 1996. 285p.
- RERKASEM, B.; JAMJOD, S. Genotypic variation in plant response to low boron and implications for plant breeding. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 193, p. 169-180, 1997.
- ROSOLEM, C. A.; BOARETTO, A. E.; NAKAGAWA, J. Adubação foliar de feijoeiro. VIII. Fontes e doses de cálcio. **Científica**, Jaboticabal, v. 18, p. 81-86, 1990.
- SHORROCKS, V. M. The occurrence and correction of boron deficiency. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 193, p. 121-148, 1997.
- SHUSTER, C. E.; STEPHENSON, R. E. Sunflower as an indicator plant of boron deficiency in soils. **Journal of the American Society of Agronomy**, Washington, v. 32, p. 607-621, 1940.
- UNGARO, M. R. G. **Cultura do girassol**. Campinas: Instituto agronômico, 2000. 36p.