

Cientific Paper

## Efeitos da aplicação foliar de boro na produtividade de soja na várzea irrigada

### Resumo

O boro (B) participa de vários processos fisiológicos e é um elemento essencial em todas as fases do desenvolvimento vegetal. Objetivou-se com este trabalho verificar a influência da adubação boratada foliar (duas fontes, P1 e P2), aplicada em três estádios fenológicos da cultura da soja no período reprodutivo (E1 = R2, E2 = R4 e E3 = R6), com crescentes doses do micronutriente (D1 a D5; 0 a 2 kg ha<sup>-1</sup>), sobre as variáveis agronômicas de: (i) rendimento, na forma de número de vagens por planta (NVP), número de sementes por planta (NSP) e massa de cem sementes (MCS); e (ii) produtividade (PROD). O trabalho foi conduzido em condições de várzea irrigada, no município de Formoso do Araguaia - TO, na entressafra do ano agrícola de 2016. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial triplo 2x3x5 (produtos x épocas x doses) com 4 repetições. Foi encontrado que: (i) P1, produto a base de ácido bórico e octaborato, foi o mais eficiente e responsivo para as variáveis agronômicas analisadas; (ii) E1 e E2, início da fase reprodutiva, foram os estádios fenológicos que obtiveram as melhores respostas à aplicação foliar de B, nas condições edafoclimáticas de entressafra na várzea irrigada; e (iii) D3 (1,0 kg ha<sup>-1</sup>) e D4 (1,5 kg ha<sup>-1</sup>) apresentaram os melhores resultados.

**Palavras chave:** *Glycine max*, subirrigação, adubação foliar, micronutriente.

### Abstract

## Effects of boron foliar application on soybean yield in the irrigated lowland

Boron (B) participate in several physiological processes and is an essential element in all phases of plant development. The aim of this work was to verify the influence of foliar fertilization (two sources, P1 and P2), applied at three stages of soybean cultivation in the reproductive period (E1 = R2, E2 = R4, and E3 = R4), with increasing doses of boron sources (D1 to D5, 0 to 2 kg ha<sup>-1</sup>), on components of yield of soybean seeds. The work was carried out under lowland conditions, in the municipality of Formoso do Araguaia - TO, between the harvest of agricultural year of 2016. The experimental design was a randomized complete block design in 2x3x5 triple factorial (products x stages x doses) with four replicates. The characteristics evaluated were: number of pods per plant (NVP), number of seeds per plant (NSP), mass of hundred seeds (MCS), and yield (PROD). It was verified that the treatments in which there was application of the source of boron, composed of boric acid and octaborato (P1), obtained the best answers for all characteristics evaluated. In the soil and climatic conditions of irrigated lowland harvest, applications of B in R2 and R4 obtained the best response. Higher averages were obtained with the application of 1,0 to 1,5 kg ha<sup>-1</sup> of B.

**Key words:** *Glycine max*, subirrigation, leaf fertilization, micronutrient.

Received at: 21/11/2017

Accepted for publication at: 23/03/2018

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo. Msc. Universidade Federal do Tocantins - UFT- Avenida Paraguai, Setor Cimba, Araguaína - TO, 77824-838. Email: marco\_uft@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduado em Agronomia. Universidade Federal do Tocantins - UFT- Avenida Paraguai, Setor Cimba, Araguaína - TO, 77824-838. Email: mateuszatt@hotmail.com

<sup>3</sup> Bel. Ciências Biológicas. Dr. Universidade Federal do Tocantins - UFT- Avenida Paraguai, Setor Cimba, Araguaína - TO, 77824-838. Email: vitor.nascimento@uft.edu.br

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo. Dr. Universidade Federal do Tocantins - UFT- Avenida Paraguai, Setor Cimba, Araguaína - TO, 77824-838. Email: aristotelescapone@yahoo.com.br; barrosbh@uft.edu.br

## Resumen

### Efectos de la aplicación foliar de boro en la productividad de soja en várzea irrigada

El boro (B) participa de varios procesos fisiológicos y es un elemento esencial en todas las fases del desarrollo vegetal. El objetivo del presente trabajo fue comprobar la influencia de la fertilización foliar boratada (dos fuentes, P1 y P2), aplicada en tres estadios fenológicos del cultivo de la soja en el período reproductivo (E1 = R2, E2 = R4 y E3 = R6) con crecientes dosis del micronutriente (D1 a D5, 0 a 2 kg ha<sup>-1</sup>), sobre las variables agronómicas de: (i) rendimiento, en forma de número de vainas por planta (NVP), número de semillas por planta (NSP) y de las variables masa de cien semillas (MCS); y (ii) productividad (PROD). El trabajo fue conducido en condiciones de várzea irrigada, en el municipio de Formoso do Araguaia - TO, en la entre cosechas del año agrícola de 2016. El delineamiento experimental adoptado fue el de bloques casualizados en esquema factorial triple 2x3x5 (productos x épocas x dosis) con 4 replicaciones. Se observó que: (i) P1, producto a base de ácido bórico y octaborato, fue el más eficiente y responsivo para las variables agronómicas analizadas; (ii) E1 y E2, inicio de la fase reproductiva, fueron los estadios fenológicos que obtuvieron las mejores respuestas a la aplicación foliar de B, en las condiciones edafoclimáticas de entre cosechas en la várzea irrigada; y (iii) D3 (1,0 kg ha<sup>-1</sup>) y D4 (1,5 kg ha<sup>-1</sup>) presentaron los mejores resultados.

**Palabras clave:** *Glycine max*, sub-irrigación, fertilización foliar, micronutrientes.

## Introdução

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das principais *commodities* do agronegócio mundial e o Brasil tem se configurado como o segundo maior produtor desta oleaginosa (CONAB, 2016). A expansão da produção da soja se deve em grande parte ao desenvolvimento de tecnologias capazes de aumentar o rendimento em campo, dentre estas, a utilização de fertilizantes minerais de aplicações foliar, principalmente com micronutrientes, uma vez que o equilíbrio nutricional é fator chave para se obter melhoria na qualidade das sementes e aumento na produtividade da cultura da soja (SUZANA et al., 2012).

A deficiência de boro (B) é a mais comum entre os micronutrientes e tem sido reportada em várias culturas exploradas economicamente em diversos países (SHORROCKS et al., 1997). Além disso, o B é um elemento essencial ao desenvolvimento vegetal, visto que o mesmo atua em diversos processos metabólicos considerados essenciais, como metabolismos de carboidratos, da parede celular, de ácidos nucleicos, entre outros (CAKMAK e RÖMHELD, 1997). A exigência nutricional das culturas, em geral, torna se mais intensa com o início da fase reprodutiva uma vez que os nutrientes são essenciais à formação e ao desenvolvimento de novos órgãos de reserva e o B atua diretamente na

da melhor fecundação das flores e formação de grãos (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MALAVOLTA et al., 1997; PRADO, 2008).

Além de estudos sobre a influência do B na cultura da soja (PEGORARO et al., 2008; MASCARENHAS et al., 2013; MASCARENHAS et al., 2014; DEUNER et al., 2015), existem estudos em diversas culturas como arroz (*Oryza sativa* L.) (LEITE et al., 2011), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (LANA et al., 2008; REIS et al., 2008; LIMA et al., 2013), girassol (*Helianthus annuus* L.) (MARTIN et al., 2014; CAPONE et al., 2016), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) (FOLONI et al., 2016), teosinto (*Euchlaena mexicana* Schrad.) (AISENBERG et al 2014) e mamona (*Ricinus communis* L.) (RODRIGUES et al., 2009). Sendo assim, estudos detalhados de formulações utilizando B em diferentes regiões produtoras, tipo de solos e culturas são indispensáveis para o desenvolvimento agrícola.

A adubação foliar não pode substituir a adubação via solo, porém ela pode ser usada numa resposta imediata a alguma deficiência detectada na cultura. O sucesso da adubação foliar é devido algumas vantagens oferecidas por este método de aplicação, por exemplo: (i) as doses são muito menores que a utilizada nas aplicações via solo; (ii) a distribuição é uniforme e fácil; (iii) as respostas aos nutrientes aplicados são praticamente imediatas, em que as deficiências podem ser corrigidas durante crescimento da planta, e as suspeitas de

deficiências diagnosticadas mais facilmente; e (iv) com o desenvolvimento vegetal, no início da fase reprodutiva a atividade radicular e absorção diminuem, ao mesmo tempo em que há grande translocação de nutrientes das folhas para as sementes em formação (CALONEGO et al., 2010; SUZANA et al., 2012).

Desta forma, o objetivou-se com este trabalho, verificar a influência da adubação boratada via foliar, aplicado em três estádios fenológicos da cultura da soja no período reprodutivo, com crescentes doses de fontes de B, sobre os componentes de rendimento e produtividade.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido em condições de várzea irrigada, no município de Formoso do Araguaia - TO (11°45' S e 49°04' W e altitude de 170 m), na entressafra do ano agrícola de 2016. O solo da região é classificado como tipo Gley Pouco-Húmico (EMBRAPA, 2006). O clima, segundo o método de Thornthwaite, é do tipo Aw (úmido com moderada deficiência hídrica), com precipitação anual média de 1.400 mm e temperatura média anual variando entre 22 a 32 °C. As análises químicas e físicas do solo, realizadas na profundidade de 0 a 20 cm, apresentaram as seguintes características: pH  $\text{CaCl}_2 = 5,2$ ;  $\text{Al} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{H} + \text{Al} = 3,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{2+} = 3,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 0,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^+ = 70 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{P} = 55,7 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{S} = 24 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Zn} = 1,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{B} = 0,2 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Cu} = 1,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Fe} = 71 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Mn} = 0,8 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{MO} = 2,6 \%$ ;  $\text{SB} = 4,38 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{CTC}(t) = 7,78 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; areia =  $500 \text{ g kg}^{-1}$ ; silte =  $100 \text{ g kg}^{-1}$ ; argila =  $400 \text{ g kg}^{-1}$ .

O preparo do solo e das sementes foram realizados segundo as exigências e recomendações da cultura. O experimento foi implantado utilizando-se semeadora de parcelas experimentais, no dia 01 de maio de 2016 e a colheita foi realizada em 12 de agosto de 2016, em uma área de 3200 m<sup>2</sup> onde foram delimitadas unidades experimentais, denominadas parcelas, compostas por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,34 m, estando estimado em 230.000 plantas por hectare. Para avaliação foram colhidas as duas linhas centrais de cada parcela, desprezando-se 1,5 m de cada extremidade da linha, totalizando 1,36 m<sup>2</sup> de área útil. No período entre o plantio e a colheita não houve precipitação, sendo a demanda hídrica da cultura atendida por meio da técnica de subirrigação

(elevação do lençol freático). A variedade de soja utilizada foi a Msoy 8808 IPRO.

A aplicação foliar de B foi realizada com auxílio de uma bomba costal de 20 L, utilizando-se uma barra de alumínio adaptada com quatro bicos equipados com pontas tipo cone para pulverização. Para a regulação do equipamento foi medida a velocidade de caminhamento (dada em m s<sup>-1</sup>) do aplicador, e a vazão de acordo a pressão manual exercida pelo mesmo, estimada em 150 L ha<sup>-1</sup>. A água utilizada era oriunda dos canais de subirrigação do Projeto Rio Formoso, a mesma apresentava pH em torno da neutralidade. As pulverizações foram realizadas nos horários de temperaturas mais amenas, em condições de pouco vento.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial triplo 2x3x5 (produtos x épocas x doses) com 4 repetições. Os produtos utilizados foram fertilizantes foliares fluidos à base de B, sendo o produto um (P1), ¼ de ácido bórico mais ¾ de octaborato, com garantias de peso por peso (p/p) 1% N; 8.5% B; densidade (g l<sup>-1</sup>) 1.220; pH 6 a 7, e o produto dois (P2, boro a base de monoetanolamina), com (p/p) 11,53% B; peso por volume p/v 14,98% B. As aplicações foram realizadas de acordo com as fases fenológicas da cultura, sendo a época um (E1), quando a cultura estava em floração plena, R2 (mais que 50% dos racemos com flores abertas), a época dois (E2), ao final da floração, R4 (flores e vagens com até 1,5 cm) e época três (E3), em vagens plenas, R6 (vagens com granação de 100% e folhas verdes), segundo classificação de FARIAS et al. (2007). Foram aplicadas quatro dosagens dos produtos em cada uma das épocas, sendo a dose um (D1) a testemunha, 0 g ha<sup>-1</sup>, dose dois (D2) 0,5 kg ha<sup>-1</sup>, dose três (D3) 1,0 kg ha<sup>-1</sup>, dose quatro (D4) 1,5 kg ha<sup>-1</sup> e dose cinco (D5) 2,0 kg ha<sup>-1</sup>.

As características agrônômicas avaliadas das plantas colhidas no estágio fenológico R9 (ponto de maturação de colheita) foram: (i) número de vagens por planta (NVP): em que foram contadas o número de vagens em cada uma de cinco plantas e retirada a média geral; (ii) número de sementes por planta (NSP): em que foram realizadas a contagem do número de sementes de cada planta dentre as cinco separadas e retirada a média geral; (iii) massa de cem sementes (MCS): em que foi realizado a contagem de cem sementes dentre as cinco plantas avaliadas e com o auxílio de uma balança analítica foram feitas as pesagens com resultados dados em gramas; e (iv) produtividade (PROD): as plantas coletadas

dentro da área útil estipulada e colhidas foram trilhadas manualmente, as sementes foram pesadas com auxílio de balança analítica e os valores foram posteriormente corrigidos para quilogramas por hectare. Os dados experimentais foram submetidos à análise de regressão por meio do aplicativo computacional SIGMAPLOT 10.0.

## Resultados e discussão

As respostas das características avaliadas para diferentes fontes de B (P1 e P2) quanto às doses crescentes (D1 a D5) e em diferentes épocas de aplicação (E1 a E3) se ajustaram ao modelo de regressão polinomial (quadrático) (Figuras 1-4), a única exceção foi E1 da característica MSC para o P1, que apresentou comportamento ajustado ao modelo linear (Figura 3A), todavia, os coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) de todas essas características foram significativos a 1% pelo teste t de Student.

O B afeta diversos processos metabólicos durante o crescimento e desenvolvimento vegetal, atuando desde processos celulares, como diferenciação e divisão celular, e o metabolismo de carbono e nitrogênio, até aspectos reprodutivos, como retenção das vagens recém-formadas (PRADO, 2008). Desta forma a presença deste micronutriente, no solo ou via aplicação foliar, se torna essencial para o cultivo de plantas.

A funcionalidade do B nas plantas é dependente da disponibilidade de Ca nos tecidos, sendo fundamental que ambos nutrientes estejam disponíveis em quantidades suficientes para o desenvolvimento das plantas (BEVILAQUA et al., 2002). O solo da várzea irrigada apresentou em sua composição  $Ca^{2+} = 3,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , sendo classificado

como bom valor, e a quantidade de B =  $0,2 \text{ mg dm}^{-3}$ , sendo considerado um valor muito baixo, tornando a aplicação de fonte de B indispensável para cultura da soja. Em estudo realizado por BEVILAQUA et al. (2002), foram avaliados os efeitos da aplicação foliar de Ca e B nas fases vegetativa e reprodutiva da soja sobre os componentes de rendimento (NVP, número de grãos por vagem, massa de sementes por planta) e na qualidade fisiológica das sementes, em que os autores concluíram que a aplicação foliar de Ca e B aumentou o rendimento na fase reprodutiva (floração e pós-floração).

No presente estudo verificou-se que houve aumento no NVP para os P1 e P2 em todas as épocas de aplicação, porém na E3 (estádio fenológico R6) foi obtido os melhores resultados para ambos os produtos (Figura 1A e 1B), com destaque para o P2 (Figura 1B), que atingiu médias de aproximadamente 75 vagens por plantas com a D3, enquanto a aplicação de P1 obteve seus maiores valores de médias entre as D4 e D5 (Figura 1A), porém menores que o valores obtidos por P2. Os resultados obtidos nas E1 e E2 foram próximos para os dois produtos, com ressalva para o P1 em E1 (Figura 1A), que permaneceu com tendência crescente mesmo com a D5, demonstrando não ter ocorrido fitotoxicidade. Diferente do encontrado por KAPPES et al. (2008) sobre a melhor época de aplicação de B, aqui o estágio em que ocorreu o aumento do NVP foi R6 e não V5. Os resultados aqui obtidos também diferem do trabalho de ARANTES et al. (2009) que não obtiveram resultados significativos para número de vagens, número de grãos por vagens e MCS, quando aplicaram Ca e B em diferentes fases de desenvolvimento da cultura, concluindo que não se justifica o uso de produtos à base destes nutrientes via foliar.

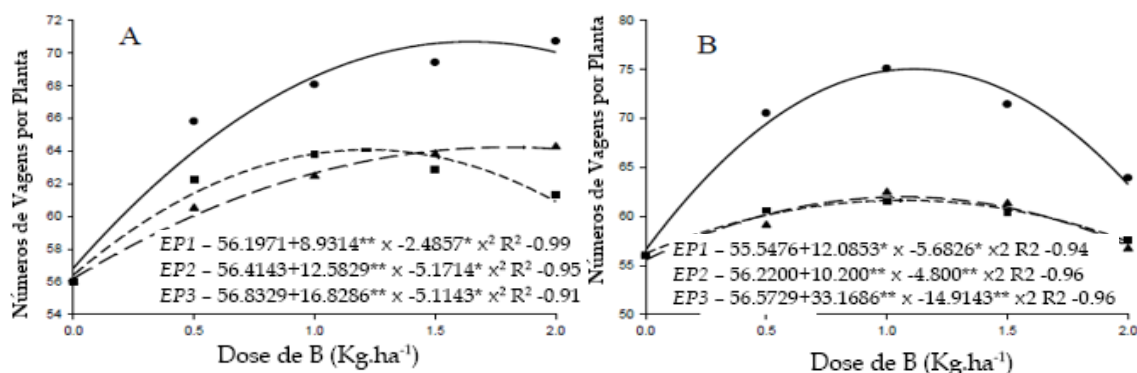


Figura 1. Número de vagens por planta (NVP) em função da fonte dose e época de aplicação de B via foliar. (A) aplicação do produto P1. (B) Aplicação do produto P2.

Os resultados de NSP (Figuras 2A e 2B) corroboraram os obtidos para NVP, em que na E3 foram encontradas as melhores médias para ambas características avaliadas. Para esta variável o maior valor atingido foi com o P1 (Figura 2A), porém com valores próximos aos de P2 (Figura 2B). Destaca-se que na E2 do P1 temos uma curva inicial decrescente

logo nas primeiras doses (Figura 2A) e todas as épocas com o P2 decrescente a partir de D3, sendo que em E1 e E2 a partir de D2 os valores médios são menores que a testemunha (Figura 2B). Estes resultados confirmam a E3 para as duas características apresentadas como a melhor época de aplicação, e divergem de trabalhos de KAPPES et al. (2008) e ARANTES et al. (2009).

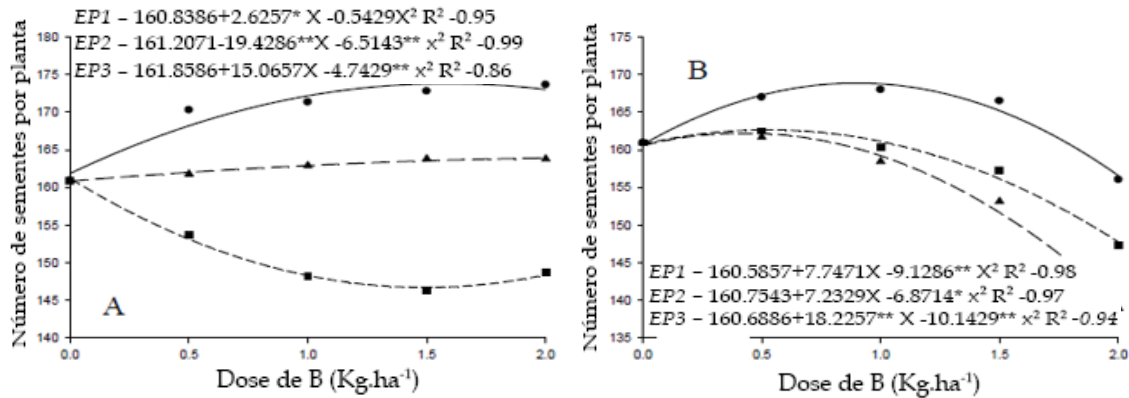


Figura 2. Número de sementes por planta (NSP) em função da fonte dose e época de aplicação de B via foliar. (A) aplicação do produto P1. (B) Aplicação do produto P2.

Para a característica MCS obteve-se maiores médias em E2 (Figura 3A e 3B), com os dois produtos usados no experimento, sendo os valores máximos bem próximos. Também observa que em E2, independente do produto, a D3 foi a que atingiu o ápice dos valores e logo após houve o declínio (Figura 3A e 3B). A aplicação foliar da D3 de ambos produtos usados é a melhor indicação no estágio fenológico R4 (E2), de soja em várzea irrigada quanto a variável MCS. A E1 para os dois produtos utilizados obteve resultado linear decrescente, indicando que

neste estágio da cultura (R2), não houve resposta de aplicação foliar de B, também se destaca pelo declínio da curva na E3, que obteve resultados iguais e inferiores a testemunha com o aumento das doses. Os resultados obtidos na E2 são contrários aos obtidos por estudos prévios, em que concluíram que MCS de soja não sofre influência da adubação boratada foliar independente da época de aplicação e apesar de outras alterações nas plantas (CALONEGO et al. 2010; KAPPES et al. 2008; MALAVOLTA et al. 2002).

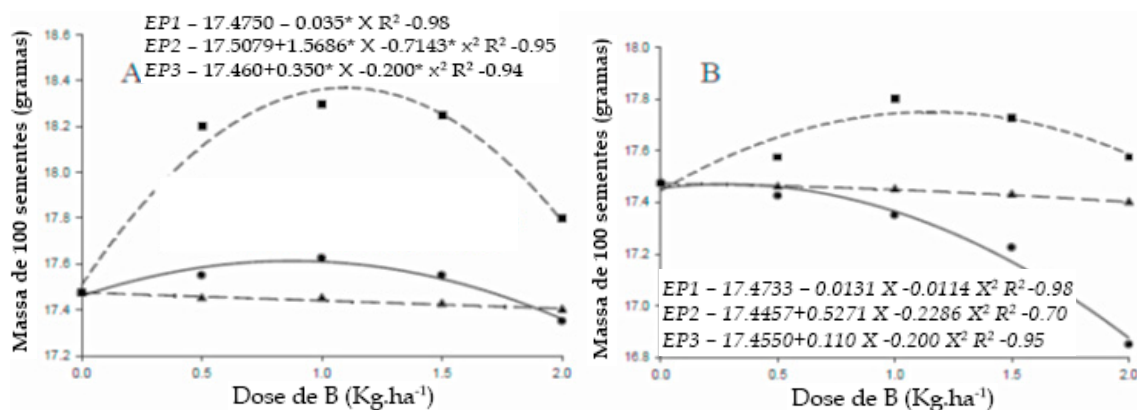


Figura 3. Massa de cem sementes (gramas) (MCS) em função da fonte dose e época de aplicação de B via foliar. (A) aplicação do produto P1. (B) Aplicação do produto P2.

A produção de grãos (PROD) é a resultante de todo o processo de condução, manejo, condições climáticas, intervenção biótica e abiótica de um sistema de produção e que apresenta maior importância do ponto de vista comercial. Os maiores valores obtidos foram com P1 (Figura 4A), nas três épocas de aplicação, mesmo em condições de menor concentração em relação ao P2, indicando ser um produto mais eficiente e responsivo. Vale o destaque para a E1 que atingiu a maior média entre todos tratamentos, cerca de 3420 kg ha<sup>-1</sup>.

A variável PROD se mostrou ser inversamente proporcional a MCS quanto à aplicação foliar de B. A aplicação de P1 em E2 incrementou PROD até na D5 (Figura 4A), demonstrando não haver qualquer problema de fitotoxicidade com esta fonte de B. Já em relação a E3, que obteve as maiores médias em NVP (Figura 1) e NSP (Figura 2), a PROD obteve resultados inferiores à outras épocas, demonstrando que essas

variáveis não foram bons indicadores produtividade. Para o P2 (Figura 4B), a PROD teve comportamento muito próximos nas três épocas de aplicação, com melhor resposta entre as D3 e D4. Neste caso os valores de PROD e MCS coincidiram, e a E2 foi quem melhor respondeu a adubação boratada de P2. Sendo assim, esses resultados uniformes fazem da E2 (estádio fenológico R4), ser a melhor fase de aplicação de B foliar em várzea irrigada. ROSOLEM e BOARETTO (1989) relatam que a época de maior demanda de nutrientes pelas plantas de soja é entre R1 a R5. Assim, uma vez que B não é retranslocado na planta, via floema, pode-se afirmar que a aplicação deste nutriente deva ser feita na fase de floração ou pós-floração para haver um efeito sobre o rendimento de grãos, resultado similar ao obtido em trabalhos que analisaram a interação entre Ca e B (BEVILAQUA et al. 2002; SOUZA et al. 2008).

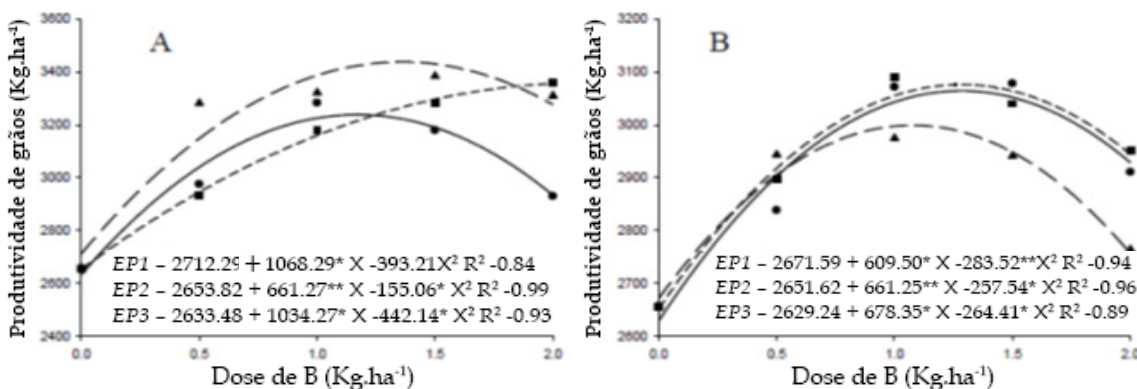


Figura 4. Produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) (PROD) em função da fonte dose e época de aplicação de B via foliar. (A) aplicação do produto P1. (B) Aplicação do produto P2.

O B apresenta função vital em várias etapas relacionadas à fase reprodutiva das plantas (FAGERIA, 2009). Este micronutriente também está relacionado com a absorção de potássio (K) que aumenta com o B e quase não ocorre na sua ausência (POWER e WOODS, 1997). O B participa de vários processos fisiológicos, como transporte de fósforo (P) através das membranas, síntese e integridade da parede celular, e seus sintomas de deficiência ser confundido com os de P e de K (YAMADA, 2000). Os efeitos positivos da aplicação de B (para ambos produtos) estão relacionados ao bom suprimento de nutrientes, Ca (Ca<sup>2+</sup> = 3,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), K (K<sup>+</sup> = 70 mg dm<sup>-3</sup>) e P (P = 55,7 mg dm<sup>-3</sup>) existentes no solo, e a

quantidade adicionados via adubação NPK (350 kg ha<sup>-1</sup>), desta forma o B pode desenvolver suas funções interligada a esses outros elementos com plena capacidade, também outro fator e a subirrigação em todo ciclo da cultura. Os resultados aqui obtidos, confrontados com os de outras pesquisas, pode se afirmar que os resultados obtidos principalmente na produtividade não é específico só ao elemento B e sim suas funções interligadas as condições hídricas e nutritivas fornecidas durante todo o ciclo da cultura, dando-lhe condições de demonstrar toda sua essencialidade na conjuntura nutricional da cultura da soja.

## Conclusões

Os tratamentos em que houve aplicação da fonte de boro a base de ácido bórico e octaborato (P1), obtiveram as melhores respostas, para

todas as características avaliadas. Nas condições edafoclimáticas de entressafra na várzea irrigada, aplicações de B em R2 e R4 obtiveram a melhor resposta. Maiores medias foram obtidas com a aplicação de 1500 a 2000 g ha<sup>-1</sup>.

## Referências

- AISENBERG, G.R.; PEDÓ, T.; GEHLING, V.M.; VIEIRA, R.S.; AUMONDE, T.Z.; VILLELA, F.A. Aplicação foliar de cálcio e boro em diferentes populações de plantas de teosinto. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.8, n.4, p.1-5, 2014.
- ARANTES, R.P.; CURY, T.N.; LEÃO, F.D.P.; JUNIOR, V.A.M. Aplicação foliar de cálcio e boro com produto industrializado para avaliação de rendimento e qualidade de semente de soja. **Nucleus**, v.6, n.2, p.111-116, 2009.
- 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**, v.32, n.1, p.31-34, 2002.
- CAKMAK, I.; RÖMHELD, V. Boron deficiency induced impairments of cellular functions in plants. **Plant and Soil**, v.193, n.1, p.71-83, 1997.
- CALONEGO, J.C.; OCANI, K.; OCANI, M.; SANTOS, C.H.D. Adubação boratada foliar na cultura da soja. **Colloquium Agrariae**. v.6. n.2. p.20-26, 2010.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP-SP, 588p, 2000.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2015/16. **Décimo Segundo Levantamento, setembro 2016**. Brasília, 2016. p.1-184. 2016.
- CAPONE, A.; DARIO, A.S.; MENEGON, M.Z.; FIDELIS, R.R.; BARROS, H.B. Respostas de cultivares de girassol a doses crescentes de boro na entressafra do Cerrado Tocantinense. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.11, n.1, p.43-48, 2016.
- DEUNER, C.; MENEGHELLO, G.E.; BORGES, C.T.; GRIEP, L., ALMEIDA, A. S., DEUNER, S. Rendimento e qualidade de sementes de soja produzidas sob diferentes manejos nutricionais. **Revista de Ciências Agrárias**, v.38, n.3, p.357-365, 2015.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. - Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.
- FAGERIA, N. K. **The use of nutrients in crop plants**. Boca Raton: CRC Press, 2009. 419 p.
- FARIAS, J.R.B., NEPOMUCENO, A.L., NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da Soja**. Circular técnica 48. Londrina, 2007. 9p.
- FOLONI, J.S.S.; BARBOSA, A.M.; CATUCHI, T.A.; CALONEGO, J.C.; TIRITAN, C.S.; DOMINATO, J.C.; CRESTE, J.E. Efeitos da gessagem e da adubação boratada sobre os componentes de produção da cultura do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.15, p.202-208, 2016.
- KAPPES, C.; GOLO, A.L.; CARVALHO, M.A.C. Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agronômicas e na qualidade de sementes de soja. **Scientia Agraria**, v.9, n.3, p.291-297, 2008.
- LANA, R.M.Q.; PEREIRA, R.P.; LANA, A.M.Q.; FARIA, M.V. Utilização de micronutrientes na cultura do feijoeiro cultivado no sistema plantio direto. **Bioscience. Journal**, v.24, n.4, p.58-63, 2008.
- LEITE, R.F.C.; SCHUCH, L.O.B.; AMARAL, A.S.; LIZANDRO CICILIANO TAVARES, L.C. Rendimento e qualidade de sementes de arroz irrigado em função da adubação com boro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4 p.785-791, 2011.

- LIMA, M.L.; CARDOSO, F.R.; GALANTE, A.H.A.; TEIXEIRA, G.C.S.; TEIXEIRA, I.R.; ALVES, S.M.F. Fontes e doses de boro na qualidade de sementes de feijão comum e mamona sob consórcio. **Revista Caatinga**, v.26, n.4, p.31-38, 2013.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. OLIVEIRA, S.A., **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas**. 2 ed., Piracicaba, SP: Potafos, 319p, 1997.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002, 200 p.
- MARTIN, T.N.; PAVINATO, P.S.; MENEZES, L.F.G.; SANTI, A.L.; BERTONCELLI, P.; ORTIZ, S.; LUDWIG, R.L. Utilização de cálcio e boro na produção de grãos e silagem de girassol. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.4, suplemento, p.2699-2710, 2014.
- MASCARENHAS, H.A.A., DE FÁTIMA ESTEVES, J.A., WUTKE, E.B., RECO, P.C., DA LUZ LEÃO, P.C. Deficiência e toxicidade visuais de nutrientes em soja. **Nucleus**, v.10, n.2, 2013.
- MASCARENHAS, H.A.A., DE FÁTIMA ESTEVES, J.A., WUTKE, E.B., & GALLO, P.B. Micronutrientes em soja no estado de São Paulo. **Nucleus**, v.11, n.1, 2014.
- PEGORARO, R. F., SANTOS NETO, J. A. D., SILVA, I. R. D., FONTES, R. L. F., FARIA, A. F. D., MOREIRA, F. F. Crescimento de soja em solos em resposta a doses de boro, calagem e textura do solo. **Ciência Agrotecnológica**, v.32, p.1092-1098, 2008.
- POWER, P.P.; WOODS, W.G. The chemistry of boron and its speciation in plants. In: DELL, B.; ROWN, P.H.; BELL, R.W. (eds.). Boron in soil and plants: review. Symposium, Chiang Mai, reprinted, **Plant and Soil**, v.193, n.1-2, p.1- 13, 1977.
- PRADO, R.M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: UNESP, 2008, 408p.
- REIS, C.J.; SORATTO, R.P.; BISCARO, G.A.; KULCZYNSKI, S.M.; FENANDES, D.S. Doses e modos de aplicação de boro na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão em solo de cerrado. **Revista Ceres**. v.55, n.4, p.258-264, 2008.
- RODRIGUES, H.C.A.; CARVALHO, S.P.; SOUZA, H.A.; JESUS, A.M.S. Crescimento de cultivares de mamoneira em função da aplicação de boro, durante a formação de mudas. **Scientia Agraria**, v.10, n.5, p.377-382, 2009.
- ROSOLEM, C.A.; BOARETTO, A.E. A adubação foliar em soja. In: BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A. **Adubação foliar**. Campinas: Fundação Cargill. 1989. 500p.
- SHORROCKS, V.M. The occurrence and correction of boron deficiency. **Plant and Soil**, v.193, p.121-148, 1997.
- SIGMAPLOT - **Scientific graphing software**. Version 10.0, 2007.
- SOUZA, L.C.D.; SÁ, M.E.; CARVALHO, M.A.C.; SIMIDU, H.M. Produtividade de quatro cultivares de soja em função da aplicação de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.8, n.2, 2008.
- SUZANA, C.S.; BRUNETTO, A.; MARANGON, D.; TONELLO, A.A.E KULCZYNSKI, S.M. Influência da adubação foliar sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas. **Enciclopédia Biosfera**, vol.8, n.15, p.2385-2392, 2012.
- YAMADA, T. Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas. **Informações Agronômicas**, v. 90, p. 1-5, 2000.