

Efeito do boro aplicado na dessecação pré-plantio e foliar na cultura da soja

Dyeison Hercil de Souza¹; Augustinho Borsoi¹; Gabrielle Caroline da Silva²; Leize Pothira Nava²; Helton Aparecido Rosa¹

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná

² Eng. Agrônoma, Cascavel, Paraná.

* dyeisonsouza@outlook.com

Resumo: A nutrição na cultura da soja (*Glycine max* L.) é composta por macro e micronutrientes que são considerados elementos essenciais para as plantas, sendo os micros exigidos em pequenas quantidades durante seu desenvolvimento, entre estes elementos destaca-se o boro, com função auxiliar na fase reprodutiva da cultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação de boro via líquida em diferentes épocas na produtividade e componentes de rendimento na cultura da soja. O experimento foi desenvolvido no distrito de Ouro Verde do Piquiri, município de Corbélia, Paraná, nos meses de setembro de 2019 a março de 2020. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos e cinco blocos, assim distribuídos: T1- sem aplicação de boro, T2- boro na dessecação, T3- boro foliar em R1 e T4- boro na dessecação mais B foliar em R1. Os parâmetros analisados foram, número de vagens por planta, massa de 1000 grãos e produtividade. Os dados avaliados foram submetidos ao teste de Tukey a 5 % de significância. Os resultados obtidos neste trabalho foram significativos para os parâmetros avaliados. A aplicação de boro na dessecação pré-semeadura + estágio R1 e boro foliar no estágio R1 possibilitou maior produtividade na cultura da soja, assim como apresentou as melhores médias para as demais variáveis, nas condições estudadas.

Palavras-chave: *Glycine max* L.; Micronutriente; Adubação foliar.

Effect of boron applied on pre-planting and leaf desiccation on soybean crop

Abstract: Nutrition in soybean (*Glycine max* L.) is composed of macro and micronutrients that are considered essential elements for plants, with microns being required in small amounts during their development, among these elements boron stands out, with auxiliary function in the reproductive phase of the culture. This work aimed to evaluate the application of boron via liquid at different times in productivity and yield components in soybean culture. The experiment was developed in the district of Ouro Verde do Piquiri, municipality of Corbélia, Paraná, from September 2019 to March 2020. The design was used in randomized blocks (DBC), with four treatments and five blocks, distributed as follows: T1- without boron application, T2-boron in desiccation, T3- boron leaf in R1 and T4- boron in desiccation plus leaf B in R1. The parameters analyzed were number of pods per plant, mass of 1000 grains and yield. The evaluated data were submitted to the Tukey test at 5 % significance. The results obtained in this study were significant for the parameters evaluated. The application of boron in pre-sowing desiccation + stage R1 and leaf boron in stage R1 allowed higher productivity in soybean crop, as well as presented the best means for the other variables, under the conditions studied.

Keywords: *Glycine max* L.; Micronutrient; Foliar fertilization.

Introdução

O Brasil é líder mundial na produção de soja, com crescente aumento nas últimas décadas, dentre diversos fatores que contribuem para o aumento da produção, destaca-se a nutrição de macronutrientes e micronutrientes que são considerados elementos essenciais para o desenvolvimento da cultura. Entre estes elementos destaca-se o boro, o qual é um micronutriente de fator limitante para a produtividade da cultura da soja, tendo como principal função auxiliar na fase reprodutiva da cultura.

De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2018), o Brasil é o maior exportador de grãos de soja do mundo com cerca de 75 milhões de toneladas, as quais são destinadas para o consumo humano, fabricação de biodiesel e farelo de soja usado na alimentação animal. A estimativa é que em pouco tempo o Brasil seja o maior produtor de soja do mundo segundo o USDA (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS, 2018).

A soja na safra 2019/2020 apresentou crescimento de 2,6 % maior que a safra anterior, demonstrando a tendência de crescimento. A produção da safra 2019/2020 foi de 3.373 kg ha¹. Com produção estimada em 124,2 milhões de toneladas, um recorde em um ano agrícola que teve a semeadura tardia em razão da deficiência hídrica em muitas regiões, no entanto, no decorrer do desenvolvimento houve condições climáticas adequadas para o desenvolvimento da cultura (CONAB, 2020).

Nos últimos tempos, a produção da soja vem crescendo e se destacando com sua constante evolução, isso deve-se a diversos fatores que contribuem para esse crescimento, pesquisas e estudos vem sendo realizados e sobretudo os avanços das tecnologias empregadas diretamente ao campo, entre elas destaca-se a nutrição mineral, principalmente os fertilizantes a base de micronutrientes que equilibrados juntamente com as aplicações foliares, se tornam um fator positivo para obter elevada produtividade da cultura da soja (VARANDA *et al.*, 2017).

Segundo Malavolta (2006) são 17 os elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas, assim, os nutrientes são classificados em macronutrientes e micronutrientes, isso deve-se a quantidade exigida e absorvida pela planta. No entanto, uma das maiores dificuldades está ligada aos nutrientes com baixa mobilidade no tecido vegetal das plantas.

A cultura necessita de um bom manejo nutricional para alcançar altos níveis de produtividade os quais são disponibilizados de diferentes formas para a planta, sendo a manutenção da fertilidade um fator chave para obter o equilíbrio nutricional e suprir a

deficiência de algum elemento que a planta necessite, por isso o monitoramento da fertilidade do solo e nas folhas é um exemplo para verificar e acompanhar os níveis de nutrientes. (DOMINGOS, LIMA e BRACCINI, 2015).

Segundo Varanda *et al.*, (2018) os micronutrientes em geral são elementos exigidos em pequenas quantidades pela planta e a ocorrência de deficiência especificamente do elemento boro na cultura da soja, pode influenciar em diversos processos metabólicos, e refletir diretamente na fase reprodutiva com o abortamento de vagens e flores, sendo que nesta fase fenológica a exigência nutricional é acentuada em função do desenvolvimento de novas estruturas de reserva e na eficiência da fecundação das flores e formação do grão de pólen.

Segundo Rosolem e Boaretto (1989), a época de aplicação na cultura da soja possui uma grande influência na produtividade de grãos e produção de sementes, já que há uma maior demanda de nutrientes pelas plantas que ocorre nos estádios R1 a R5.

Oldoni (2016) avaliou as funções desempenhadas pelo elemento boro nas culturas, destacando que o sinergismo com cálcio colabora para o alongamento celular e crescimento do tubo polínico, bem como o desenvolvimento das raízes e assim interferindo indiretamente na absorção de água e nutrientes. Silva *et al.*, (2015), relatam que o boro é absorvido pela planta na forma de ácido bórico o qual encontra-se nas adubações, sua aplicação pode ser realizada junto com a calda de dessecação pré-plantio, a lanço, sulco de semeadura com os formulados e aplicação via foliar no estágio de necessidade da cultura.

Devido à baixa mobilidade do boro na planta pode surgir alguns sintomas de deficiência como, diminuição da germinação do grão de pólen e do tubo polínico, nas folhas o sintoma da deficiência acontece em tecidos jovens, ficando amareladas e manchadas com pontos necróticos e também acontece o encurtamento dos internódios, ambos os sintomas se assemelham com a falta de potássio e cálcio no vegetal (SFREDO e BORKERT, 2004).

Segundo Rezende (2004), para suprir a deficiência de boro na cultura, o fornecimento via solo juntamente com a aplicação de dessecação, mostra-se ser a maneira mais positiva de disponibilizar o elemento, que devido à sua baixa mobilidade na planta ocasiona uma queda na redistribuição das folhas mais velhas para os tecidos jovens em crescimento, e assim como complemento do boro, realiza-se uma aplicação via foliar na fase reprodutiva da cultura em plena floração, favorecendo um aumento na fecundação das flores e um maior número de vagens e assim diminuindo o abortamento.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação de boro em diferentes épocas na produtividade e componentes de rendimento da cultura da soja.

Material e Métodos

Esse experimento foi realizado nos meses de setembro de 2019 a abril de 2020 no distrito de Ouro Verde do Piquiri que pertence ao município de Corbélia –PR, situado nas coordenadas geográficas 24° 37' 40" Sul, 53° 12' 31" Oeste, com altitude aproximada de 534 metros em relação ao nível do mar, a classificação do solo nesta região é Nitossolo Vermelho Eutroférico EMBRAPA (2018). De acordo com Aparecido *et al.*, (2016), a região segue a classificação climática Köppen e Geiger é Cfa, apresentando clima quente e temperado com temperatura média de 19,4 °C e pluviosidade média de 1700 mm anual.

Foi realizada a coleta de solo na profundidade de 10 a 20 cm e enviadas as amostras ao laboratório para a análise. O resultado da análise de solo foi: Ca: 4,72 cmol/dm³; Mg: 1,41 Cmol/dm³; K: 0,38 Cmol/dm³; Al: 0,27 Cmol/dm³; CTC pH_{7,0}: 13,71 Cmol/dm³; B: 0,41 mg/dm³; Fe: 27,80 mg/dm³; Mn: 77,30 mg/dm³; Cu: 10,40 mg/dm³; Zn: 5,30 mg/dm³; Ca/Mg: 3,35; Ca/K: 12,42; Mg/K: 3,71.

O delineamento experimental utilizado foi constituído em blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco blocos, totalizando 20 parcelas, sendo cada parcela dimensionada com cinco metros de comprimento e 4,5 m de largura cada, totalizando 450 m² a área experimental.

Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: T1- sem aplicação de boro (com somente manejo de herbicida, inseticida e fungicida), T2- aplicação do boro junto à dessecação, T3- aplicação do boro via foliar no momento do início do florescimento - R1 e T4- aplicação do boro na dessecação + aplicação via foliar no momento do início do florescimento R1.

As aplicações do fertilizante boro na dessecação e via foliar foi feita com o auxílio de um pulverizador de pressão constante (CO₂) utilizado em experimentos agrônômicos, com vazão de 165 L ha⁻¹. Na dessecação foi utilizado o herbicida Glifosato 3 L ha⁻¹, 2,4-D 4 L ha⁻¹ e mais o nutriente B Solubor[®], composto por 20,5 % de B na forma de octaborato de sódio na dose de 2 kg ha⁻¹, e aplicação na fase de florescimento da cultura utilizando o fertilizante foliar B CitoBor[®] composto por 01 % de nitrogênio e 08 % de boro, aplicado na dose de 500 mL ha⁻¹.

A cultivar utilizada foi BS 2606 IPRO, que apresenta um ciclo precoce do grupo de maturação 6.0 e crescimento indeterminado, na área experimental com a população de 10.000 mil plantas, sendo distribuída em uma semeadora/adubadora de 9 linhas de plantio, no

espaçamento de 0,45 m entre linhas e com 10 sementes por metro linear, a adubação de base foi com a formulação 04-23-18 de N-P-K com dose de 247 kg ha⁻¹.

A colheita foi realizada nas 3 linhas centrais de cada parcela, em 3 metros de comprimento, a debulha e limpeza foi realizada com auxílio de equipamento empregado em pesquisas agronômicas, debulhador elétrico.

Os parâmetros analisados foram, número de vagens por planta, massa de 1000 grãos e produtividade. Para quantificar o número de vagens por planta, foram coletadas plantas em 2 m² de cada parcela e contadas às vagens manualmente. Para avaliar a massa de 1000 grãos foi utilizado contador de 50 grãos, com quatro amostras e posteriormente realizado a pesagem em uma balança de precisão. E para determinar a produtividade foi realizado a avaliação primeiramente da umidade dos grãos com ajuda de um medidor de umidade, em seguida as amostras foram pesadas e determinadas às produtividades em kg ha⁻¹, com umidade corrigida para 13 %.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do *software* estatístico Genes (CRUZ, 2016).

Resultados e discussão

De acordo com as médias obtidas e apresentadas na Tabela 1, observa-se que, para as variáveis número de vagens e massa de mil grãos não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos testados. Já para a produtividade grãos observou-se que houve diferença entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Tabela 1 – Resumo da ANAVA e médias para Número de Vagens, massa de mil grãos (MMG) e produtividade da soja em função das diferentes formas de aplicação de boro.

Tratamentos	Número de Vagens (vagens pl ⁻¹)	MMG (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
T1 - Testemunha	77,06 a	134,66 a	3.492,12 b
T2 – Boro aplicado na dessecação	87,82 a	141,24 a	3.599,52 b
T3 – Boro aplicado via foliar no florescimento	93,5 a	142,72 a	3.786,48 ab
T4 – Boro aplicado na dessecação + via foliar no florescimento	95,06 a	142,82 a	4.198,68 a
Valor de F	332,15 ns	74,80 ns	483860,49 **
CV (%)	15,98	3,58	6,97

Notas: CV: coeficiente de variação. **: significativos a 1 % de probabilidade, respectivamente pelo teste F. ns: não significativo pelo teste F. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade de erro.

Os resultados obtidos para o número de vagens demonstram que não houve incremento significativo da aplicação de boro no manejo pré-semeadura e no florescimento para nenhum dos tratamentos testados. No entanto, ao se avaliar de maneira separada as médias, observa-se que o T4 – aplicação de boro na dessecação e via foliar, que resultou em um maior número de vagens por planta dentre os tratamentos testados. Resultados encontrados por Costa *et al.*, (2014), que por meio de aplicação de boro via foliar na cultura do feijão observaram aumento no número de vagens e peso de semente, o que por consequência incrementou no rendimento da produtividade do feijoeiro.

Os tratamentos T2 e T4 que utilizaram aplicação via boro na dessecação, e aplicação de B na dessecação e florescimento respectivamente, evidenciaram que mesmo aplicando em dessecação na pré-semeadura da soja, o B não se mostrou significativo. No solo a movimentação do B ocorre predominantemente via fluxo de massa e está ligada a quantidade de água no solo, o que pode ter afetado a translocação do mesmo, conforme ressaltam Mattiello *et al.*, (2009), que o balanço dos mecanismos de transporte de B na planta são alterados quando há déficit hídrico no solo, principalmente em solos com baixa quantidade de B, o que reduz o fluxo de massa e o acúmulo na planta.

A semeadura da soja ocorreu de maneira tardia em razão da baixa precipitação de chuvas na região, fato esse evidenciado pelos dados da CONAB (2020), que salientou que se iniciou a semeadura da soja de maneira desuniforme em diversos estados, pois ocorreu atraso nas chuvas, no entanto, no decorrer do desenvolvimento da cultura houve normalidade em comparação as outras safras.

A variável massa de mil grãos não foi significativa para a aplicação do boro nos diferentes tratamentos testados, observando as médias de maneira separadas, nota-se que o tratamento onde não foi aplicado boro em peso abaixo dos demais tratamentos, enquanto a melhor média foi obtida pelo T4 - aplicação de boro na dessecação e via foliar, com peso de 142,82 gramas. Evidenciando que mesmo o B atuando na translocação de açúcares para os órgãos propagativos, como afirma Malavolta *et al.*, (2002), essa translocação não influenciou em resultados significativos no que se refere a massa de mil grãos.

A produtividade sofreu influência significativa dos tratamentos testados, evidenciando que a aplicação de boro em dessecação e na fase de florescimento (T4), incrementou na produtividade da cultura da soja, porém não diferiu estatisticamente de quando aplicado apenas

via foliar no florescimento (T3). A produção de 4.198,68 kg h⁻¹ de soja, média superior a produção nacional que na safra 2019/2020 obteve produtividade de 3.222 kg h⁻¹ de soja (CONAB, 2020).

Os resultados obtidos para produtividade divergem dos resultados encontrados por Santos, Cerutti e Wille (2019), que em trabalho com o objetivo de avaliar a resposta da cultura da soja sob diferentes concentrações de boro (B), aplicadas via pulverização foliar, em diferentes estádios de desenvolvimento da soja sob sistema de plantio direto. Os autores observaram que mesmo com a aplicação de boro, os resultados se mostraram eficientes em massa de mil grãos e número de grãos por vagens, já os resultados para as médias de produtividade não foram significativos tendo média de 3.356 kg ha⁻¹.

Segundo Musskopf *et al.*, (2010), em trabalhos realizados com o objetivo de avaliar o número de vagens e grãos por vagem de plantas de soja tratadas com cálcio e boro, salientam que a maior produtividade está relacionada com a reposição dos nutrientes nas folhas. Os autores ressaltam que os resultados observados em pesquisa realizada por eles, mostrou que a adubação com boro foi responsável por manter a fotossíntese, o que possivelmente refletiu em maior produção de vagens e número de grãos por vagens.

De acordo com Raimundi *et al.*, (2012) e Kappes *et al.*, (2008), os melhores resultados de produtividade são obtidos quando ocorre a aplicação de B via foliar nos estádios fenológicos V6 a R5, pois nestes estádios é que as plantas têm uma maior necessidade de quantidades de B, e que são fundamentais para a formação de legumes e para o enchimento de grãos.

É necessário que se relacione a quantidade de B presente, em função dos altos teores de matéria orgânica presentes no solo e o grande volume de raízes apresentado pela soja nesses estádios, e que podem ter possibilitado que as quantidades necessárias de boro nos diferentes estádios da cultura tenham sido absorvidas. Desta maneira, quando se considera o montante de fatores, se observa que em muitas situações a adubação foliar demonstra uma baixa eficiência em soja, e que possivelmente ocorre devido à deficiência do nutriente no momento da aplicação (MOREIRA *et al.*, 2017).

Conclusões

A aplicação de boro via foliar no florescimento e quando aplicado na dessecação + via foliar no florescimento possibilitou maior produtividade na cultura da soja, nas condições estudadas.

O número de vagens e a massa de mil grãos da soja não foram influenciados pelos diferentes manejos de boro.

Referências

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS** | v. 7 - Safra 2019/20, n.6 - Sexto levantamento, março 2020. Brasília, 2020.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectiva para agropecuária, volume 6- safra 2018/2019**. 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/images/arquivos/outros/Perspectivas-para-a-agropecuaria-2018-19.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

COSTA, L. B. S.; CUNHA, A. H. N.; FERREIRA, E. M.; FERNANDES, E. P.; FERREIRA, E. P. B. Aplicação de boro em feijoeiro e aspectos microbiológicos do solo. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 7, n. 2, p. 157-167, 2014.

CRUZ, C. D. **Programa genes: diversidade genética**. Viçosa: UFV, 2016. 278p.

DOMINGOS, S. C.; LIMA, S. H. L.; BRACCINI, L. A. Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 3, jul./set., p. 132-140, 2015.

KAPPES, C.; GOLO, A. L.; CARVALHO, M. A C. Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agrônômicas e na qualidade de sementes de Soja. **Ciência Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 291-297, 2008.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631p.

MALAVOLTA, E.; GOMES, P. F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.

MATTIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; BEHLING, M. Transporte de boro no solo e sua absorção por eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1281-1290, 2009.

MOREIRA, S. G.; PROCHNOW, L. I.; PAULETTI, V.; SILVA, B. M.; KIEHL, J. C.; SILVA, C. G. M. Effect of liming on micronutrient availability to soybean grown in soil under different lengths of time under no tillage. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 39, n. 1, p. 89-97, Mar. 2017.

OLDONI, A. C. F. **Manejo da fertilização boratada na desordem fisiológica, produção e qualidade de frutos de manga cv. palmer**. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Vale do São Francisco. Juazeiro. 2016. 67f.

RAIMUNDI, D. L.; MOREIRA, G. C.; TURRI, L. T. Modos de aplicação de boro na cultura da soja. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 6, n. 2, 2012.

RESENDE, A. V. **Adubação da soja em áreas de Cerrado: Micronutrientes.** Embrapa Cerrado. MAPA. Documento 115. Maio/2004. 29p.

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.

SANTOS, M.; CERUTTI, P. H; WILLE, C. L. Adubação foliar com boro em sistema de plantio direto na cultura da soja. **Revista Científica Rural**, Bagé-RS, v. 21, n. 1, 2019.

SFREDO, J. G.; BORKERT, M. C. **Deficiência e toxicidades de nutrientes em plantas de soja.** EMBRAPA. Documento 231. 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63305/1/Documentos-231.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, T. A.; COSTA, R. C. A.; PELÁ, A.; PELÁ, M. G. Épocas e formas de aplicação de boro na soja em plantio direto. II CONGRESSO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG. **Anais...** Pirenópolis. Outubro. 2015. Disponível em: <<https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/issue/view/190>> Acesso em: 27 ago. 2019.

USDA – DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS. **Soja: Brasil pode se tornar maior produtor mundial no próximo ano**, 2018. Disponível em <<http://www.iaea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-14-2018.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

VARANDA, M. A. F.; CAPONE, A.; MENEGON, M. Z.; ALMEIDA, M. P.; BARROS, H. B. Produtividade de soja submetida a diferentes fontes de boro via foliar em várzea irrigada no estado de Tocantins. **Nucleus**, v. 15, n. 1, 2018a.

VARANDA, M. A. F; MENEGON, M. Z; NASCIMENTO, V. L; CAPONE, A; BARROS, H. B. Efeitos da aplicação foliar de boro na produtividade de soja na várzea irrigada. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava-PR, v. 11, n. 2, p.15-22, 2018b.