

Aplicação de boro via foliar na cultura da soja em diferentes estádios

Rafael Thomas^{1*}; Nayara Parisoto Boiago¹

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

*rthomas@minha.fag.edu.com.br

Resumo: A soja é uma das culturas mais produzidas e comercializadas no Brasil, com grande demanda e pouca abertura de novas áreas, assim vêm se estudando formas de aumentar a quantidade produzida, tais como o uso de adubação foliar. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de adubação foliar de boro em diferentes estádios na cultura da soja. O experimento foi conduzido em uma propriedade rural no município de Corbélia, Paraná, Brasil no período de outubro de 2021 até março de 2022, utilizando delineamento de blocos casualizados, contendo cinco tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos foram aplicação foliar de boro, totalizando 20 unidades experimentais de 2,70 m de largura por 5 m de comprimento, plantio direto com espaçamento de 0,45 m. Os parâmetros avaliados são número de vagens por planta e massa de 1000 grãos, biomassa seca, número de grãos por vagem, altura de planta e produtividade. Os resultados submetidos a estatística descritiva, teste de normalidade de Anderson Darling, análise de variância e, quando significativo, as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% com o programa Minitab. Os parâmetros avaliados altura de planta e biomassa seca, massa de mil grão e número de grãos por vagem não apresentaram diferença estatística perante os tratamentos, enquanto número de vagens e produtividade apresentaram diferença estatística. O efeito da aplicação via foliar de boro influenciou número de vagens quando aplicado em fase vegetativa, e produtividade com exceção da fase vegetativa + reprodutivo todos tratamentos se diferenciaram da testemunha.

Palavras-chave: *Glycine max*; estádios fenológicos; fertilização foliar.

Foliar boron application in soybean crop at different stages

Abstract: Soybean is one of the most produced and commercialized crops in Brazil, with great demand and little opening of new areas, so ways to increase the amount produced, such as the use of foliar fertilization, have been studied. The objective of this work was to evaluate the effect of the application of boron foliar fertilization at different stages in the soybean crop. The experiment was conducted on a rural property in the municipality of Corbélia, Paraná, Brazil from October 2021 to March 2022, using a randomized block design, containing five treatments with four replications. The treatments were foliar application of boron, totaling 20 experimental units measuring 2.70 m wide by 5 m long, no-tillage with 0.45 m spacing. The parameters evaluated are number of pods per plant and weight of 1000 grains, dry biomass, number of grains per pod, plant height and productivity. The results were submitted to descriptive statistics, Anderson Darling's normality test, analysis of variance and, when significant, the means compared by Tukey's test at a 5% significance level with the Minitab program. The parameters evaluated plant height and dry biomass, mass of one thousand grains and number of grains per pod showed no statistical difference between treatments, while number of pods and yield showed statistical difference. The effect of foliar application of boron influenced the number of pods when applied in the vegetative phase, and productivity, with the exception of the vegetative + reproductive phase, all treatments differed from the control.

Keywords: *Glycine max*; phenological stage; foliar fertilization.

Introdução

A soja (*Glycine max* L.) é uma das culturas mais produzidas e comercializada no Brasil, pois na última safra 2020/2021 totalizou uma área de 38529 mil hectares (ha), aumento de 4,3%, em relação à safra passada. A produtividade atingiu 3529 kg ha⁻¹ registrando crescimento de 4,5% em relação ao exercício anterior, chegando a uma produção final recorde de 135.978,30 mil toneladas, com aumento de 8,9% em relação à safra anterior. Assim a região sul teve um incremento de 2,4 % em relação ao exercício anterior atingindo um recorde regional de 12375,3 mil hectares (CONAB, 2021).

De acordo com a Aprosoja (2021), o cultivo da soja foi iniciado na China há mais de cinco mil anos, sua introdução na alimentação foi através de pesquisas com o seu broto para produção de óleo. No Brasil, seus primeiros registros foram na Bahia em 1882, mas seu desenvolvimento ocorreu a partir de 1970, através dos avanços tecnológicos e de pesquisa, se consolidando como a oleaginosa mais cultivada no país. Sua produção, que era de 1,5 milhão de toneladas em 1970, chegou em 15 milhões de toneladas em 1979.

Aumentar a produção da soja sem explorar novas áreas se faz cada dia mais necessário, e adicionar ou programar novas tecnologias é uma maneira de que isso aconteça, sendo os micronutrientes uma opção considerável no desenvolvimento produtivo (VARGAS, 2014). Merotto JR, Wagner e Meneguzzi (2015) relatam que micronutrientes são compostos essenciais demandados em pequenas quantidades pela planta e a definição de eficácia no uso de um nutriente está ligada a procedimentos que os vegetais absorvem, translocam, concentram e empregam esse nutriente de maneira proveitosa para a geração de matéria seca ou grãos, em condições favoráveis ou não.

O boro (B) está na pauta de muitas pesquisas, por conta de suas indispensáveis atribuições no metabolismo vegetal, sendo de grande valia para altos rendimentos e qualidade de sementes (FÁTIMA, 2013).

Raimundi, Moreira e Turri (2013) testaram boro na cultura da soja em formas diferentes de aplicação sendo essas a testemunha (adubação sem boro) comparados com o boro na adubação de base, a lanço, base mais a lanço, concluíram que o resultado significativamente superior à testemunha foi o tratamento base mais a lanço, este foi superior aos demais, nos parâmetros diâmetro de caule, número de vagens e massa de mil grãos.

O boro é um micronutriente muito móvel no solo, por isso é facilmente lixiviado causando deficiência às plantas e limitando a produtividade das lavouras, por isso Silva e Rocha (2019)

testaram a lixiviação de três fontes de boro sendo essas: ácido bórico, H₂ boro e ulexita e obtendo resultado das respectivas fontes citadas as mais lixiviáveis. Sá e Ernani (2016) relatam que conforme o pH do solo aumenta com a calagem, a disponibilidade de boro é ampliada, além disso, a lixiviação do micronutriente é maior com doses elevadas.

Gomes e Benett (2016) estudaram a aplicação de boro em diferentes estádios na cultura da soja, concluíram que na fase V9 a R1 houve aumento na produtividade e melhoria na qualidade das sementes.

Blanco *et al.* (2019) testaram diferentes doses de boro nas culturas de gergelim, trigo e soja em dois tipos de solo, sendo arenoso e argiloso com isso concluíram que no solo arenoso o trigo foi estatisticamente superior no parâmetro altura de plantas, no mesmo solo a soja apresentou maior números de nódulos.

Portanto, são limitadas as pesquisas relacionadas ao boro na cultura da soja, assim o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da aplicação de adubação foliar de boro em diferentes estádios na cultura da soja.

Material e métodos

O experimento ocorreu em uma propriedade rural no município de Corbélia Paraná, Brasil, localizado nas coordenadas. 24°44'53.3"S de latitude 53°17'02.5"O longitude, 895 m acima do nível do mar, com um clima subtropical e precipitação anual média de 1800 mm (APARECIDO *et al.*, 2016). O solo classificado em tipo 3 argissolo vermelho-amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013). O experimento desenrolou-se durante a safra de soja 2021/2022 respeitando as datas de vazios sanitários ocorrendo nos meses de setembro à março.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), contendo cinco tratamentos referentes à aplicação via foliar do produto a base de boro (B) em diferentes estádios da cultura com quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Os tratamentos foram T1) = testemunha, T2) = estágio vegetativo, T3) = estágio reprodutivo, T4) = estágio vegetativo + reprodutivo e T5) = duas vezes no estágio reprodutivo com intervalo entre aplicações. Cada parcela deu-se por 2,70 m de largura o que corresponde a seis linhas de semeadura com espaçamento de 0,45 m, por 5 m de comprimento, totalizando 13,5 m² cada parcela, com espaçamento entre parcelas de 0,9 m. O experimento ocupou uma área total de 246,24 m².

As aplicações dos tratamentos foram feitas manualmente com uma bomba costal, sem controle de CO₂, aplicados ao amanhecer aproveitando umidade e as temperaturas mais baixas. O produto que foi utilizado a base de boro contém uma porcentagem do nutriente solúvel em água de 8%, com recomendação do fabricante para a cultura da soja de 1,0 L ha⁻¹. A mesma foi

utilizada no trabalho e quando foram feitas duas aplicações no mesmo tratamento a dose foi dividida 50% para cada aplicação.

O solo para análise química foi coletado antes da implantação do experimento. A análise química do solo se encontra na Tabela 1. Observa-se que conforme manual de adubação e calagem, o boro se encontra em níveis considerados baixo

Tabela 1 - Atributos químicos de solo antes da instalação do experimento, em profundidade de 0-20 cm. Corbélia / PR, 2021

M.O.	Ph	B	P	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	CTC	V
g/dm ³	CaCl ₂	Mg/dm ³							pH7	%
34,83	5,10	1,27	13,04		0,00	0,56	10,60	3,10 4,61	18,87	75,57

Para o manejo de pré-semeadura, o controle de plantas daninhas fez-se necessário e, sendo usado o controle químico com defensivos agrícolas. Na semeadura foi utilizado um trator e semeadora de fluxo contínuo, com taxa fixa, utilizando a variedade Brasmax Zeus IPRO com tratamento de semente, espaçamento entre linhas de 0,45 m, 15 sementes por metro, na semeadura adubação 333,33 kg ha⁻¹ de formulado NPK (Nitrogênio (N) 2%, Fósforo (P) 20% e Potássio (K) 20%). Após 15 dias do plantio, 120 kg ha⁻¹ de cloreto de Potássio em adubação de cobertura foram aplicados. A aplicação de defensivos foi realizada conforme necessidade da cultura.

Os parâmetros avaliados foram em estágio vegetativo, a biomassa seca e altura de plantas número de vagens por planta. No final do ciclo, foi avaliado massa de 1000 grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e a produtividade final em kg ha⁻¹.

Para a avaliação da altura de planta, 10 plantas por linha em três linhas diferentes foram medidas. Já para a biomassa seca, uma área de 0,5 x 0,5 metros quadrados dentro da parcela será demarcada, coletando somente a parte aérea. O material coletado foi armazenado dentro de sacos de papel e levado para o laboratório, até a estufa a 65 °C por 24 horas, e após 24 horas de secagem, a pesagem ocorreu.

Para o número de vagens por planta foram coletadas 10 plantas por linha em três linhas diferentes e para o número de grãos por vagem foram coletadas três vagens em 10 plantas por linha em três linhas diferentes massa de 1000 grãos coletadas em ponto de colheita, e produtividade final em kg ha⁻¹.

Os resultados foram submetidos a estatística descritiva, teste de normalidade de Anderson Darling, análise de variância (ANOVA) e, quando significativo, as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%, com o auxílio do programa estatístico minitab (MINITAB, 2017).

Resultados e discussão

Segue na Tabela 2 os resultados de estudo e análise dos tratamentos nos parâmetros avaliados. Conforme o p-valor da Anova não há diferença significativa entre os tratamentos para os parâmetros altura de plantas (cm) e biomassa (g). O coeficiente de variação (C.V.) dos resultados foram de 2,6 % e 26,83% para altura de plantas e biomassa seca, respectivamente, conferindo baixa variação nos dados para altura de plantas e uma variação alta para biomassa. Dados de C.V. oriundos de trabalhos em condições de campo são considerados baixos os inferiores a 10%, médios de 10 -20%, altos de 20-30%, e muito altos quando acima de 30% (PIMENTEL-GOMES, 1985).

Tabela 2 – Apresentados os resultados para os parâmetros altura de plantas (cm) e biomassa (g) o coeficiente de variação desse, sob o efeito da aplicação de adubação foliar de boro em diferentes estádios na cultura da soja, em condições de campo em Corbélia – PR.

Aplicações de boro	Altura de plantas (cm)	Biomassa (g)
Testemunha	83,06	21,25
Vegetativo	81,25	24,25
Reprodutivo	83,13	26,00
Veg+Rep	81,25	26,00
2x Rep	81,88	34,00
C. V. (%)	2,60	26,83
P-valor da anova	0,474 ^{ns}	0,490 ^{ns}

CV: Coeficiente de Variação. NS: não significativo. Tratamentos: T1) = testemunha, T2) = estágio vegetativo, T3) = estágio reprodutivo, T4) = estágio vegetativo + reprodutivo e T5) = duas vezes no estágio reprodutivo com intervalo entre aplicações.

Fonte: Os autores (2022).

Estudo realizado por Ecco, Backes e Reuter (2022) com aplicação de B na pre-semeadura da soja e via folha obtiveram resultado maior que a testemunha, para altura de plantas e diâmetro de caule, portanto, relatam que os tratamentos que foram realizados na fase reprodutiva se mostraram menos eficientes por conta da escassez hídrica nessa fase.

Resultados que corroboram com este experimento foram obtidos por Venturini (2017) que testou o micronutriente boro na cultura do girassol e não constatou diferença estatística para o parâmetro altura de plantas, porém, em massa seca verificou-se maior biomassa em relação aos demais tratamentos. Silva *et al.* (2015) em experimento com aplicação de boro junto a adubação de base e via folha, concluíram que para massa seca não houve interação significativa sendo menor quando aplicaram via folha. Em discordância com o trabalho em discussão, ensaio realizado por Reis *et al.* (2008) na cultura do feijão com ácido bórico via folha e constaram diferença positiva na estatística do parâmetro biomassa.

Para o parâmetro número de vagens, a aplicação de boro apenas no vegetativo resultou em maior número de vagens, sendo 3,62 % maior do que a testemunha, porém estatisticamente semelhantes (Tabela 3). No atributo produtividade, houve aumento na produção quando se utilizou boro qualquer aplicação foi melhor que não aplicar, com exceção de quando se aplicou na fase vegetativa + reprodutiva da cultura, sendo a menor diferença para testemunha de 3,57 sacas há^{-1} à mais que a testemunha (Tabela 3). Os resultados apresentados para massa de mil grãos e número de grãos por vagem não tiveram diferença estatística, o C.V. foi de 4,05 e 7,05 demonstrando a homogeneidade entre os tratamentos. De acordo com Carvalho *et al.* (2003) o coeficiente de variação (CV%) resultante de um trabalho científico indica o nível de veracidade do experimento.

Tabela 3 – Medias dos parâmetros peso de mil grãos (PMG), número de grãos por vagens (NVG), número de vagens (NV) e produtividade (PROD), e os coeficientes de variação desses, sob o efeito da aplicação de adubação foliar de boro em diferentes estádios na cultura da soja, em condições de campo em Corbélia – PR.

Aplicações de boro	PMG (g)	NGV (u)	NV (un)	PROD kg ha^{-1}
Testemunha	193,25	2,63	22,00 b	3046,10 b
Vegetativo	196,25	2,55	27,25 a	3741,00 a
Reprodutivo	190,50	2,65	24,75 ab	3409,00 a
Veg+Rep	200,25	2,58	23,25 ab	3260,8 ab
2x Rep	195,00	2,68	26,25 ab	3724,00 a
C. V. (%)	4,05	7,57	11,46	13,02
P-valor da anova	0,540 ^{ns}	0,918 ^{ns}	0,034*	0,008*

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de tukey no nível de 5% de significância. CV: Coeficiente de Variação. Ns: não significante, *: Significativo a 5% de probabilidade. Tratamentos: T1) = testemunha, T2) = estágio vegetativo, T3) = estágio reprodutivo, T4) = estágio vegetativo + reprodutivo e T5) = duas vezes no estágio reprodutivo com intervalo entre aplicações.

Fonte: Os autores (2022).

Zavascki (2018) descreve algumas funções do B na planta, sendo elas: composição da parede celular, translocação de aminoácidos, metabolismo, formação do tubo polínico e frutos além de melhorar o desenvolvimento do sistema radicular.

Roman e Souza (2018) testaram ácido bórico via folha em soja na fase reprodutiva e relatam que no atributo massa de mil grãos e número de grãos por vagem não obteve resultado significativo. Do mesmo modo, Arantes *et al.* (2009) concluíram que o uso de cálcio e boro em diferentes doses e fases da cultura da soja não houve influência nos parâmetros número de vagens por planta e peso de cem sementes.

Silva *et al.* (2015) concluíram que com o uso de boro em soja não se obteve resultado significativo para os componentes de produtividade e peso de mil grãos (PMG). Outro trabalho em discordância com o presente experimento foi realizado com duas aplicações foliar de ácido

bórico na época do florescimento da cultura do feijão e, também, sem afetar a produtividade da cultura para o parâmetro produtividade kg ha⁻¹ (SILVA *et al.*, 2006).

Isso demonstra a necessidade de estudos em situações e ambientes diferentes da utilização de boro via folha na cultura da soja. Em outro experimento realizado com boro na cultura da soja, conclui-se que esse micronutriente foi superior a testemunha, isso se explica pela boa disponibilidade hídrica que foi submetido o ensaio, permitindo o máximo aproveitamento dos fertilizantes e sem sofrer a falta de água, o que resultou em plantas bem nutridas e conferiu seu elevado potencial produtivo (SILVA *et al.*, 2017).

O resultado mais significativo no presente estudo foi quando se aplicou B no estágio vegetativo, conferindo maior número de vagens, isso pode ser explicado devido à disponibilidade de água do solo nessa fase, isso pode ter favorecido a absorção do micronutriente pelo tecido foliar contribuindo com o aumento do número de vagens por plantas.

No entanto, Varanda *et al.* (2018) que estudaram uso de boro em soja em várzea irrigada, com aplicação em fase reprodutiva, obtiveram resultado estatisticamente superior em produtividade utilizando a fonte ácido bórico e octaborato. Trabalhando com ácido bórico (17% B), Brightenti *et al.* (2006) relatam que utilizando boro junto aos herbicidas de dessecação pré-semeadura de soja e girassol paralelamente e não verificaram resultados estatísticos em produtividade, porém foi observado aumento do teor de B no solo de aproximadamente 30%, (sem B 0,20 mg dm⁻³ – com B 0,26 mg dm⁻³) e também houve acréscimo do sistema radicular.

A seca na região oeste paranaense castigou gravemente a safra de verão, sendo a cultura da soja com cerca de 76% de perdas (CANAL RURAL, 2022). Na tabela 4 estão os dados

Tabela 4 - Índice pluviométrico do município de Corbélia durante a execução.

Mês	Precipitação total	Precipitação max.	Dias de chuva
Setembro	49,1	0,0	1
Outubro	469,6	82,1	7
Novembro	10,4	10,4	1
Dezembro	0,0	0,0	0
Janeiro	250,7	141,9	4
Fevereiro	96,8	221,4	1
Março	221,4	107,4	3

Fonte: Instituto das águas do Paraná, (2022)

Além disso, é de grande importância estudos com esse micronutriente aplicados via solo, assim Oliveira Junior *et al.* (2018), estudaram aplicação de ácido bórico (17% B) a lanço no

sistema de plantio direto (SPD) em soja, trigo e girassol em três localidades diferentes por cinco safras consecutivas e concluíram que em todos os tratamentos avaliados não observaram resposta significativa.

Conclusão

O efeito da aplicação via foliar de boro influenciou número de vagens quando aplicado em fase vegetativa, e produtividade com exceção da fase vegetativa + reprodutivo todos tratamentos se diferenciaram da testemunha

Referências

- APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S. JOHANN, J. A. Classificações climáticas de Köppen, Thornthwaite e Camargo para zoneamento climático no Estado do Paraná, Brasil. **Ciência e Agrometeorologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.
- APROSOJA. Associação Brasileira dos Produtores de Soja. **A soja: a origem do grão**. Disponível em <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>. Brasília, 2021. Acesso em: 28 ago. 2021.
- ARANTES, R. P.; CURY, T. N.; LEÃO, F. P.; MACIEL, J. V. A. Aplicação foliar de cálcio e boro com produto industrializado para avaliação de rendimento e qualidade de semente de soja. **Nucleus**, Ituverava, v. 6, n. 2, p. 111- 116, 2009.
- BLANCO, A. N. G.; VERA, L. R. O.; ALVAREZ, J. W. R.; ROJAS, C. A. L.; FOIS, D. A. F. Fertilização com boro em trigo, soja e gergelim em solos de diferentes texturas. **Cultivando o saber**, Cascavel, v. 12, n. 2, p. 37- 47, 2019.
- BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; MENEZES, C. C.; OLIVEIRA, F. A.; FERNANDES, P. B. Aplicação simultânea de dessecantes e boro no manejo de plantas daninhas e na nutrição mineral das culturas de soja e girassol. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 797 - 804, 2006.
- CANAL RURAL. **Quebra da safra de soja da região oeste do Paraná chega a 76%**. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/quebra-safra-soja-regiao-oeste-parana/>. Acesso em: 15 Abr. 2022.
- CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F.; HIROMOTO, D. M.; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa agropecuária**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 187-193, fev. 2003.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 10 décimo primeiro levantamento, agosto. 2021**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 07 Set. 2021.
- ECCO, M.; BACKER, J. C.; REUTER, R. F. Manejo de aplicação de boro no cultivo da soja. **Científica Rural**, Bagé-RS, v. 24, n. 1, 2022.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – 3ed. Ver. Ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.
- FATIMA, A. **Role of boron in plasma membrane H⁺ -ATPase hydrolytic and pumping activity in maize (*Zea mays L.*)**. 2013. 87 f. Tese (Doutorado em agricultura) - Justus Liebig University Giessen, Alemanha, 2013.
- IAT – Instituto Das Águas do Paraná. **Relatório de alturas diárias de precipitação**. 2022. Disponível em: <http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioAlturasDiariasPrecipitacao.do?action=carregarInterfaceInicial>. Acesso em 10 Jun 2022,

- GOMES, I. S.; BENETT, C. G. S. **Aplicação de boro em diferentes estádios da cultura da soja**. Dissertação (Mestrado) – Câmpus Ipameri, Programa de Pós Graduação em produção vegetal, Universidade Estadual de Goiás, 2016.
- MINITAB. **Getting Started with Minitab** 17. Minitab, 2017. 82 p.
- MEROTTO JR, A.; WAGNER, J.; MENEGUZZI, C. Efeitos do herbicida glifosato e da aplicação foliar de micronutrientes em soja transgênica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 499-508, 2015.
- OLIVEIRA JUNIOR, A. de; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; KLEPKER, D. **Produtividade da soja, do trigo e do girassol em resposta à aplicação de boro: resultados sumarizados**. VIII Congresso brasileiro de soja, Goiânia - GO, 2018.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. São Paulo: Esalq, 1985. 467 p
- 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, p. 112-121, 2013.
- 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 física de sementes de feijão em solo de cerrado. **Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 4, p. 258-264, 2008.
- SÁ, A. P.; ERNANI, P. R. Boron Leaching Decreases with Increases on Soil pH. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 40, 2016
- SILVA, T. R. B. da.; SORATTO, R. P.; BISCARO, T.; LEMOS, L. B. Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 46-52, 2006.
- SILVA, R. C. D.; JUNIOR SILVA, G. S., SILVA, C. S.; SANTOS, C. T.; PELÁ, A. Nutrição com boro na soja em função da disponibilidade de água no solo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, n. 4, p. 155-165, 2017.
- SILVA, J. F.; ROCHA, E. C. **Lixiviação de boro em latossolo em função de fontes e doses**. Dissertação (Mestrado) – Câmpus Ipameri, Programa de Pós Graduação em produção vegetal, Universidade Estadual de Goiás, 2019.
- SILVA, A. T; COSTA, A.C.R; PELÁ, A; PELÁ, G.M. **Épocas e formas de aplicação de boro na soja em plantio direto**. In: II CONGRESSO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEP, 2015, Pirenópolis.
- ROMAN, M. S.; SOUZA, E. S. **Adubação foliar com boro em diferentes estádios fenológicos da soja**. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.
- 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, 2018.
- VARGAS, R. L. **Teores de macronutrientes e micronutrientes em sementes de soja**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2014.
- VENTURINI, K. M. **Doses e formas de aplicação de boro em girassol**. Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo-RS, 2017.
- ZAVASCHI, E. **Manejo do boro na cultura da soja**. Piracicaba, 2018. Disponível em <https://agroadvance.com.br/manejo-do-boro-na-cultura-da-soja/#>. Acesso em: 24 Abr. 2022.