

Boro via foliar no início do florescimento da soja influencia na produção de vagens e grãos

Robson Boehm^{1*}; Nayara Parisoto Boiago¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel -PR.

*Robsonboehm@gmail.com

Resumo: O intuito do presente trabalho foi avaliar a produção da soja com aplicação foliar de boro em diferentes dias do florescimento, afim de determinar se o momento de aplicação nesse estágio influenciará na produção. O experimento foi conduzido no município de Corbélia-PR, entre setembro 2019 e fevereiro de 2020. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com quatro blocos totalizando 24 parcelas compostas por 5 linhas de 10 m comprimento com espaçamento entre linha de 0,47 m totalizando 23,5 m². Um tratamento sem aplicação e cinco tratamentos foram utilizados com aplicação de boro via foliar no início do florescimento, 5 dias após o início do florescimento, 10 dias após o início do florescimento, 15 dias após o início do florescimento e 20 dias após o início do florescimento. Os parâmetros avaliados foram peso de mil grão, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, produtividade e número de flores. Verificou-se que as melhores médias foram obtidas com aplicação de boro no início do florescimento e com 5 dias após o início do florescimento influenciando no aumento do número de vagens, número de grãos por vagem e o número de flores da soja. A aplicação de boro via foliar nos primeiros dias de florescimento influencia os parâmetros produtivos da soja.

Palavras-chaves: Adubação foliar; número de flores; micronutriente.

Boron via leaf at the beginning of soybean flowering influences the production of pods and grains

Abstract: The purpose of this study was to evaluate the production of soybeans with foliar application of boron on different days of flowering, in order to determine whether the timing of application at this stage will influence production. The experiment was carried out in the municipality of Corbélia-PR, between September 2019 and February 2020. The experimental design used was in randomized blocks (DBC), with four blocks totaling 24 plots consisting of 5 lines of 10 m length with spacing between line 0.47 m totaling 23.5 m². One treatment without application and five treatments were used with application of boron via leaf at the beginning of flowering, 5 days after the beginning of flowering, 10 days after the beginning of flowering, 15 days after the beginning of flowering and 20 days after the beginning of flowering. blossoming. The evaluated parameters were weight of a thousand grains, number of pods per plant, number of grains per pod, productivity and number of flowers. It was found that the best averages were obtained with boron application at the beginning of flowering and 5 days after the beginning of flowering, influencing the increase in the number of pods, number of grains per pod and the number of soybean flowers. The application of boron via leaf in the first days of flowering influences the soybean production parameters.

Keywords: Foliar fertilization; number of flowers; micronutrient.

Introdução

A cultura da soja (*Glycine max* L.) é a principal commodity no contexto de produção de grãos mundial. No Brasil, a cultura manteve a tendência de crescimento na área cultivada de 2,6%, maior que a temporada anterior e, na safra 19/20, estima-se que serão produzidos 124,2 milhões de toneladas, um acréscimo de 8% em relação ao ciclo passado (CONAB, 2020).

A soja, como outras leguminosas, produz grande número de flores e, a maioria delas não chegam a transforma-se em legumes. Essas, não alcançam a fase de colheita, em virtude do aborto que ocorrem nos estádios iniciais de desenvolvimento reprodutivo (VENTIMIGLIA, 1999). Segundo Egli e Bruening (2006), a planta de soja aborta de 40 a 80% das flores produzidas, independentemente do tipo de crescimento.

Segundo Junior e Costa (2002), os componentes principais para o rendimento da soja são: número de legumes por unidade de área, grãos por legumes e peso médio dos grãos. O número de flores por planta, é determinado por quantas flores um único nó produzira (JIANG e EGLI., 1993).

Sendo assim, novas tecnologias vêm buscando a fixação de flores e legumes até a maturação da planta. Dentre os fatores, está a utilização de fertilizantes minerais nas etapas reprodutivas da cultura, visando suprir as necessidades nutricionais (SUZANA *et al.*, 2012).

O boro na planta não pode ser substituído por nenhum outro elemento e, na sua ausência, a planta não completa seu ciclo de produção (vegetativo e reprodutivo) (FERNADES *et al.*, 2018), o que faz dele um nutriente essencial para o desenvolvimento vegetal. Perica *et al.* (2001) afirmam que os órgãos reprodutivos como as flores acumulam mais boro e esse acúmulo é proporcional a quantidade de boro aplicada. Srivastava *et al.* (1996) observaram maior abortamento floral em plantas de grão de bico com deficiência de boro.

As funções do boro nas plantas incluem a influência na germinação do grão de pólen, formação do tubo polínico, fecundação, na formação do fruto e no metabolismo do nitrogênio (FURLANI *et al.*, 2001). Portanto, a deficiência de boro nas funções reprodutivas das plantas poderá induzir na variação de produtividade.

Segundo Fernandes *et al.* (2018), o boro desempenha papel importante na elongação e divisão celular, onde plantas sem deficiências de boro têm mais resistência na parede celular em relação as com deficiências, na translocação de açúcares e no metabolismo de carboidratos. Com a deficiência de boro, os tecidos acumulam açúcares e assim, eventos como esses podem influenciar no abortamento floral da soja.

O boro está disponível para as plantas como ácido bórico no sulco do solo em pH neutro e, juntamente com o cálcio, formam complexos orgânicos solúveis tornando os nutrientes absorvíveis, tanto por via radicular ou foliar (FERNANDES *et al.*, 2018).

A melhor maneira de aplicar boro é durante a semeadura, no entanto, a distribuição desse nutriente no solo é complicada, principalmente considerando a estreita relação entre deficiência e toxicidade na planta (BRIGHENTI *et al.*, 2006). Além disso, como boro tem baixa mobilidade no floema, recomenda-se a opção de aplicar boro na forma foliar durante a fase vegetativa da planta (TRINIDAD *et al.*, 2015). Sendo assim, a aplicação de fertilizantes foliares tem se desenvolvido nos últimos anos, em virtude, dentre outros fatores, da necessidade de se buscar altas produtividades das culturas (SOUZA *et al.*, 2008).

Silva *et al.* (2015) em seu estudo apresentam que boro em aplicação via foliar em V3 resultou em um rendimento superior quando aplicado em V5. Já Silva (2018), observou menor produtividade em aplicações em V3, enquanto a maior produtividade foi observada quando aplicado em R5.

Segundo Souza *et al.* (2008), aplicação a base de cálcio e boro no estágio R3 proporcionou um maior nível de produtividade da soja. Segundo Seidel e Basso (2012), a aplicação de adubo foliar a base de cálcio e boro na dose de 3 L ha⁻¹, independente do estágio reprodutivo testado, não influenciou os componentes de produção e produtividade da soja.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a produção da soja com aplicação foliar de boro em diferentes dias do florescimento, afim de determinar se o momento de aplicação nesse estágio influenciará na produção.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no período de 25 de setembro de 2019 ao dia 18 de fevereiro de 2020, no município de Corbélia-PR, com as coordenadas geográficas Centrais da área, latitude sul 24°47'56", e a uma longitude 53°18'24", com altitude de 688 metros, em propriedade particular. O clima da região é subtropical úmida classificação Cfa Koppen Geiger (APARECIDO *et al.*, 2016).

O solo é caracterizado como latossolo vermelho distroférrico típico de textura argilosa, proeminente álico na fase de campo subtropical, relevo suavemente ondulado (EMBRAPA, 2007). As características químicas do solo estão conforme análise de solo, descrita pela Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da análise química do solo na profundidade de 0-20 cm.

Prof Cm	pH (CaCl ₂)	C g dm ⁻³	K -----cmol _c dm ⁻³ -----	Ca	Mg	Al	H+Al	V %	P mg dm ⁻³
0-20	4,50	20	0,16	3,23	0,75	0,64	9,70	29,91	14,55

Fonte: Boehm, 2020. (prof) profundidade; (C) carbono; (K) potássio; (Ca) cálcio; (Al) alumínio; (H+AL) hidrogênio + alumínio; (V) saturação de bases; (P) fósforo; (g dm⁻³) gramas por decímetro cúbico (mg dm⁻³) miligramas por decímetro cúbico.

Para o delineamento do experimento utilizou-se blocos casualizados (DBC), avaliando a aplicação do produto com nutriente ativo (boro 8% em 100 g L⁻¹, nitrogênio 1% em 12,58 g L⁻¹, contém 125,0 g L⁻¹ de extrato de algas *Ascophyllum nodosum*), em diferentes dias no florescimento da soja. Seis tratamentos foram utilizados, como mostra a Tabela 2, com quatro blocos, totalizando 24 parcelas, com 2,35 metros de largura e 10 metros de comprimento, ou seja, uma área de 23,5 m² de cada parcela. O espaçamento entre as parcelas foi de 1 metro. Para o efeito de bordadura foi eliminado 0,5 m das bordas de cada parcela, onde a área útil da parcela contará com 11,89 m².

Tabela 2 – Descrição dos tratamentos com aplicações de boro via foliar na cultura da soja.

Dias	Aplicação
-	Sem aplicação
0	Início do florescimento
5	5 dias após o Início do florescimento
10	10 dias após o Início do florescimento
15	15 dias após o Início do florescimento
20	20 dias após o Início do florescimento

Fonte: Boehm, 2020.

A semeadura foi realizada no final de setembro, utilizando a cultivar TMG 7262, onde 10 sementes foram semeadas por metro linear. A adubação foi feita via sulco com uma quantidade de 310 kg ha⁻¹ da formulação 04-30-10, em 5 linhas, com espaçamento entre as linhas de 0,47 m.

As aplicações dos tratamentos com fertilizante foliar deram início 37 dias após de semeadura, quando a maioria (50% +1) das plantas apresentavam uma flor na haste principal, em qualquer um dos nós, dando início ao florescimento descrito pelo estágio reprodutivo (R1) (NEUMAIER, 2000).

O composto químico do produto utilizado foi octaborato de sódio, onde o recomendado pelo fabricante é uma dosagem de 500 mL ha⁻¹. Uma calda foi preparada com 1,2 mL do produto em 1 litro de água, onde foi aplicado com pulverizador costal manual, com ponteira tipo leque, com vazão de 0,017 L s⁻¹. Aplicava-se toda a calda para uma única parcela e, para as demais parcelas a calda era refeita.

Os tratos culturais foram realizados com trator e pulverizador de arrasto, totalizando quatro aplicações. A primeira aplicação foi realizada com herbicida glifosato wg com dosagem $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$ para o controle de plantas daninha entre linhas, juntamente com o fungicida de princípio ativo azoxistrobina e ciproconazol com dose de 309 mL ha^{-1} , para o controle preventivo da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), realizado com 39 dias após a semeadura.

O segundo trato cultural foi realizado com os fungicidas com princípio ativo azoxistrobina e benzovindiflupir com dosagem de 206 g ha^{-1} + difeconazol e ciproconazol com dose de 289 mL ha^{-1} , para o controle de manchas foliares. Para o controle de insetos picadores e segaões, o inseticida com princípio ativo tiametoxam e lambda-cialotrina com dose 200 mL ha^{-1} foi utilizado com 56 dias após a semeadura. No terceiro trato cultural com 86 dias após a semeadura, os fungicidas utilizados foram com difeconazol e ciproconazol com dose de 206 mL ha^{-1} e, azoxistrobina e benzovindiflupir com dosagem de 206 g ha^{-1} para o controle de manchas foliares.

Além disso, fez-se a utilização do inseticida do grupo químico dos piretroides para o controle de insetos picadores sugadores com o princípio ativo, zeta-cipermetrina; bifentrina com dosagem de 200 mL ha^{-1} . E o último trato cultural foi o fungicida do princípio ativo difeconazol e ciproconazol foi utilizado com dose de 206 mL ha^{-1} para o controle de manchas foliares. Para o controle de insetos utilizou-se uma dosagem 200 mL ha^{-1} do princípio ativo tiametoxam e lambda-cialotrina sendo realizado com 108 dias após a semeadura.

A colheita foi realizada a 135 dias após a semeadura de forma manual, onde foi eliminado 0,5 m de bordas e as três linhas centrais foram colhidas, com dois metros de comprimento. Para analisar o efeito das aplicações de boro no parâmetro de peso de mil grãos, oito repetições foram feitas com pesagem de 100 grãos em balança analítica expressada em gramas (BRASIL, 2009).

Para avaliar número de vagem por planta, cinco plantas nas três linhas centrais foram colhidas. Para avaliar o número dos grãos por vagem, três vagens por planta foram coletadas, em três plantas por linha, nas três linhas centrais (LEE e HERBEK, 2005; CASTEEL, 2012). Para o parâmetro de produtividade, uma área de $2,82 \text{ m}^2$ da parcela foi colhido, debulhado manualmente, foi avaliado o teor de umidade, pesado em balança analítica, realizada a correção para o padrão da cultura e, posteriormente, foi feita a extrapolação para kg ha^{-1} .

Outro parâmetro avaliado foi o número de flores produzidas, que se deu início quando as plantas estavam no estágio reprodutivo (R1) e, para isso, 10 plantas foram selecionadas e demarcadas durante todo o período de avaliação. A cada cinco dias fazia-se a contagem do número de flores abertas durante 20 dias.

Os resultados do experimento foram submetidos à análise descritiva, ao teste de normalidade Anderson-Darling, e à análise de variância. As médias significativas pela ANOVA, foram comparadas pelo teste de Tukey e Dunnett. Somente o número de flores foi submetido a análise de regressão. Todas as análises foram realizadas ao nível de significância de 5% no software Minitab17 (MINITAB, 2016).

Resultados e discussão

O resumo da análise descritiva e análise de variância para os parâmetros número de vagens, número de grãos por vagem, peso de mil grãos (PMG), produtividade e número de flores de soja com aplicação de boro via foliar estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resumo da análise descritiva e análise de variância dos parâmetros número de vagens, número de grãos por vagem, peso de mil grãos (PMG), produtividade (Prod) e número de flores de soja produzidas com aplicação de boro via foliar em diferentes dias após início de floração.

	Nº Vagens	Nº Grãos	PMG	Prod	Nº Flores
Média	95,60	2,88	18,88	4355,20	36,28
C.V. (%)	9,43	7,44	4,60	11,36	1,91
p-valor Andeson-Darling	0,597 ^{ns}	0,507 ^{ns}	0,122 ^{ns}	0,186 ^{ns}	0,350 ^{ns}
p-valor da ANOVA	0,000*	0,017*	0,449 ^{ns}	0,543 ^{ns}	**

C.V.= coeficiente de variação; ns= não significativo; *= significativo pelo teste f ($p \geq 0,05$); ** p-valor da ANOVA para esse parâmetro apresentado na Tabela 6.

O coeficiente de variação para todos os parâmetros avaliados é menor que 20 %. Além disso, todos os parâmetros apresentam normais por não serem significativos pelo teste de Anderson-Darling. Segundo Rigonato (2020), quanto mais homogêneos os dados forem, menor será o valor de coeficiente de variação que é considerado baixo quando for menor ou igual a 25 %. Pimentel-Gomes (2009), classifica os experimentos agrícolas de acordo com o coeficiente de variação, como: baixo quando inferiores a 10 %, médios de 10 a 20 %, alto de 20 a 30 % e muito alto, acima de 30 %.

Conforme observado o p-valor da ANOVA, para o número de vagens, número de grãos por vagens e número de flores, os diferentes dias de aplicação de boro via foliar após o início de floração mostram diferença estatística entre si. Para os demais parâmetros avaliados, os tratamentos não apresentam diferença entre si.

As médias para os parâmetros número de vagens, número de grãos por vagem, peso de mil grãos, produtividade e número de flores comparadas pelo teste de Tukey estão descritas na Tabela 4.

Todos os momentos de aplicação diferem-se estatisticamente em número de vagens por planta sem aplicação de boro via foliar, exceto a aplicação de 20 dias após o início do florescimento.

Tabela 4 – Médias de número de vagens, número de grãos por vagem, peso de mil grãos (PMG) e produtividade de soja submetidos aos tratamentos sem aplicação de boro via foliar e com aplicação no início do florescimento e com 5, 10, 15 e 20 dias após o início do florescimento (DAIF).

Tratamentos	Nº Vagens (un)	Nº Grãos (un)	PMG (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Sem aplicação	76,52b	2,43b	19,01	4190,0
Início do florescimento	99,52a	2,87ab	19,00	4676,0
5 DAIF	101,02a	3,00a	18,17	4629,4
10 DAIF	99,03a	3,00a	18,85	4337,8
15 DAIF	97,70a	2,97ab	18,71	4157,0
20 DAIF	96,58ab	2,96ab	19,63	4418,0

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. DAIF= dias após o início de floração.

Já o número de grãos por vagens, a aplicação com 5 e 10 dias após início do florescimento possui diferença estatística do tratamento sem aplicação, apresentando as maiores médias. Porém, as aplicações realizadas após 15 e 20 dias do início do florescimento resultam em um número de grãos por vagens semelhantes a não aplicação de boro via foliar.

O trabalho apresentado por Souza e Romam (2018), de adubação foliar com boro em diferentes estádios fenológicos da soja, mostra que não houve diferença significativa para a época de aplicação de boro, mas ressaltam os melhores resultados quando realizados as aplicações nos estádios de R1+R3 com dose de 1 kg ha⁻¹.

Oliani *et al.* (2011) em experimento de aplicação com boro e manganês na cultura do feijão, leguminosa como a soja com 4 doses (0, 150, 300 e 450), dividindo-as em 2 aplicações com 25 e 35 dias após a emergência, não obtiveram diferença no número de grãos por vagens de feijão. Esses resultados foram semelhantes ao estudo de Muskoop e Bier (2010), com efeito de aplicação de fertilizante mineral cálcio e boro via foliar na cultura da soja, utilizando 4 doses do fertilizante (2, 1, 0,5 e 0), realizando as aplicações em dois estádios fenológicos em R1 (início de floração) e R3 (final da floração).

Já Varanda (2017) observou resultados positivos aplicando boro a base de monoetanolamina na época 3, em vagens plenas em R6 (grão cheio ou completo), com dose de 1 kg ha⁻¹ estudando a influência de boro via aplicação foliar em soja da várzea irrigada no Tocantins, atingindo uma média 75 vagens por planta.

Os estudos apresentados acima mostram diferença com os resultados obtidos perante aplicação do Boro em floração para os parâmetros número de vagens e números de grãos de soja, indicando que o momento de aplicação em comunhão com o estágio fisiológico da planta pode definir o sucesso da aplicação foliar de boro.

As aplicações em diferentes dias após o início do florescimento não apresentam diferença entre si para o peso de mil grãos e produtividade. Contudo, as maiores produtividades em termos numéricos são observadas com aplicação de boro via foliar no início do florescimento e com 5 dias após o início de florescimento, obtendo 4.676 kg há⁻¹ e apresentando uma diferença de 10 % em relação a não aplicação de boro via foliar.

Em relação a produtividade, o presente trabalho apresenta uma media superior produtividade média do estado paranaense que é de 3.598 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020). Varanda *et al.* (2018), ao compararem a produtividade com dois produtos A e B, observou a maior média entre todas foi de 3.429 kg ha⁻¹ com dose de 1,5 kg ha⁻¹.

Outras publicações acerca do uso de boro foliar em leguminosas indicam que o seu efeito em parâmetros de produção depende não somente do momento da aplicação, mas da dose utilizada. O trabalho apresentado por Souza e Romam (2018), apontam resultados significativos para o peso de mil grãos de soja, com aplicação de boro via foliar com dose 1 kg ha⁻¹, tendo seus melhores resultados quando aplicado em estágio de desenvolvimento V4, mas não houve constatação de alteração significativa de produtividade, observando as maiores médias quando aplicado o boro em R1 e R3.

Segundo Silva *et al.* (2006), não foi afetada a massa de 100 sementes pelos diferentes tratamentos de (0, 15, 30 e 60 g ha⁻¹), constituídos por duas aplicações na forma de ácido bórico em seu estudo com aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. Resultados estes que não se diferem do experimento com adubação foliar a base de cálcio e boro no cultivo da soja realizados nos estádios de desenvolvimento R1, R2, R3 e R4 com dose de 3 L ha⁻¹ (SEIDEL e BASSO., 2012).

Para evidenciar se a aplicação de boro em pelo menos um momento da floração influencia ou não na produção da soja, o teste de Dunnett foi realizado para comparar individualmente os momentos de aplicação com controle sem aplicação (Tabela 5).

A aplicação de boro via foliar realizada em qualquer um dos dias de floração aumenta o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem quando comparada à não aplicação. Assim, como para o teste de Tukey, os tratamentos não apresentam diferença estatística com o controle sem aplicação no peso de mil grãos e produtividade.

O efeito observado na aplicação de boro nos parâmetros de número de vagens e número de grãos por vagem é resultado de suas funções em eventos fisiológicos reprodutivos da planta.

Tabela 5 – Médias de número de vagens, número de grãos por vagem e peso de mil grãos (PMG) e produtividade de soja submetidos aos tratamentos sem aplicação de boro via foliar e com aplicação no início do florescimento e com 5, 10, 15 e 20 dias após o início do florescimento (DAIF).

Tratamentos	Nº Vagens (há)	Nº Grãos (há)	PMG (g)	Produtividade (kg há ⁻¹)
Sem aplicação	76,52b	2,43b	19,01	4190,00
Início do florescimento	99,52a	2,87a	19,00	4676,00
5 DAIF	101,02a	3,00a	18,17	4629,40
10 DAIF	99,03a	3,00a	18,84	4337,80
15 DAIF	97,70a	2,97a	18,70	4157,00
20 DAIF	96,58a	2,96a	19,62	4418,00

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não se diferem entre si pelo teste de Dunnett a 5% de significância. DAIF = dias após início do florescimento.

Sendo assim, observa-se a influência de boro em processos como a formação do tubo polínico, na formação do grão de pólen, no aumento do pegamento de flores, granação e causa uma queda no chochamento do grão (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Além disso, segundo Prado *et al.* (2008), o boro influi no crescimento do meristema, na diferenciação celular, na maturação e frutificação, na divisão celular e na retenção das vagens recém formadas. Para Fernandes *et al.* (2018), o boro apresenta uma função importante na translocação de açúcares e nos metabolismos de carboidratos.

Como um dos objetivos do trabalho é avaliar a indução de formação floral perante a aplicação de boro via foliar, o parâmetro número de flores viáveis foi avaliado ao longo do tempo do experimento e os diferentes momentos de aplicação de boro. Desta forma, o resumo da análise de variância para essa análise bifatorial está descrito na Tabela 6. Observamos que há diferença significativa entre os tratamentos avaliados e entre os tempos estudados, mas não há interação entre os fatores.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância para o parâmetro número de flores de soja avaliado para cada tratamento sem aplicação de boro via foliar e com aplicação no início do florescimento e, aos 5, 10, 15 e 20 dias após o início do florescimento.

Fatores	p-valor
Tratamentos	0,000*
Tempo	0,000*
Trat*Tem	0,479 ^{ns}

*= significativo; ns= não significativo pelo teste f (p≥0,05).

A comparação pelo teste de Tukey e Dunnett para o número de flores está apresentado pela Tabela 7. A aplicação de boro via foliar com 5 dias após o início do florescimento resulta em

maior número de flores, sendo semelhante ao início do florescimento e diferindo das demais aplicações ao longo dos dias. Esse efeito foi evidenciado pelo teste de Dunnett, pois o número de flores realizando aplicações com 5 dias após o início de floração foi o único com diferença estatística em relação à não aplicação de boro. Resultados esses que contrariam do trabalho com adubação foliar com boro em diferentes estádios fenológicos da soja, proposto por Souza e Romam (2018), onde a emissão de flores por plantas não apresentou diferenças significativas, mas apresentou os maior quantidade após sessenta dias após a semeadura.

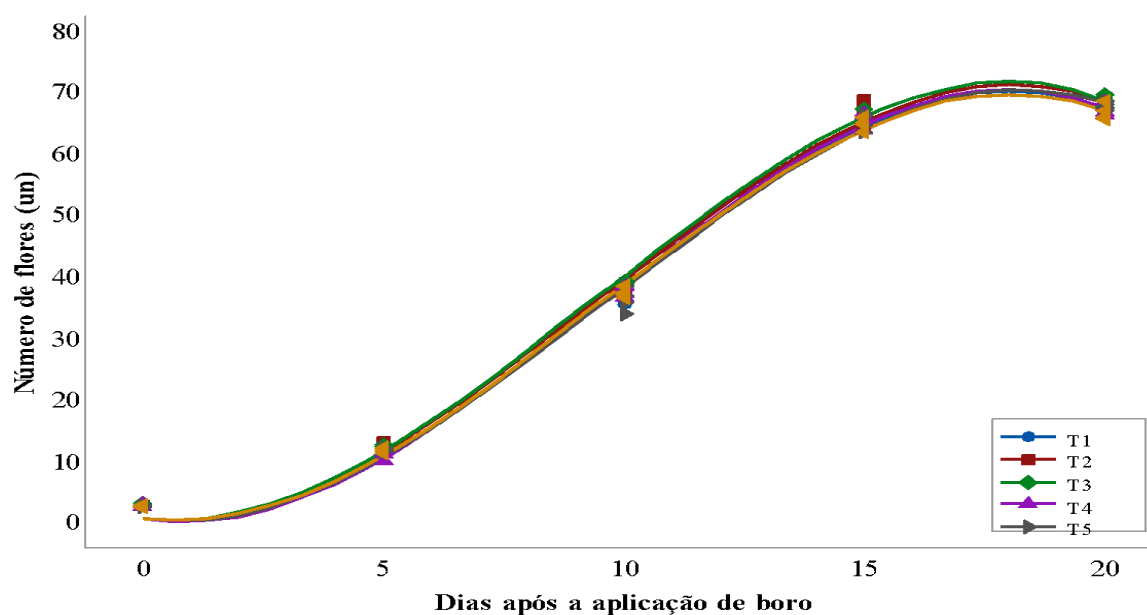
Tabela 7 – Médias de número de flores de soja com aplicação de boro via foliar ao longo dos dias de floração.

Tratamentos	Tukey	Dunnett
Sem aplicação	35,95bc	37,79b
Início do florescimento	36,75ab	38,77b
5 DAIF	37,07a	39,00a
10 DAIF	36,13bc	38,08b
15 DAIF	35,94c	37,92b
20 DAIF	35,85c	37,64b

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelos testes de Tukey e Dunnett ao nível de 5% de significância. DAIF = dias após início do florescimento.

A análise de regressão foi realizada para mostrar a tendência dos dados, que se apresenta polinomial (Figura 1).

Figura 1 – Análise de regressão do número de flores de soja ao longo dos dias de aplicação de boro via foliar para os tratamentos sem aplicação (T1) e com aplicação no início do florescimento (T2) e, aos 5 (T3), 10 (T4), 15 (T5) e 20 (T6) dias após o início do florescimento (DAIF).



Fonte: Robson Boehm. Sem aplicação = $Y = 2,293 - 1,891 x + 0,8280 x^2 - 0,02865 x^3$ $R^2 = 99,8$; Início do florescimento = $Y = 2,217 - 1,572 x + 0,7993 x^2 - 0,02785 x^3$ $R^2 = 99,8$; 5 DAIF = $Y = 2,373 - 1,693 x + 0,8254 x^2 -$

$0,02887 x^3 R^2= 99,9$; 10 DAIF $Y = 2,109 - 1,984 x + 0,8481 x^2 - 0,02940 x^3 R^2= 99,8$; 15 DAIF $Y = 2,206 - 1,779 x + 0,8034 x^2 - 0,02760 x^3 R^2=99,7$; 20 DAIF $Y = 2,193 - 1,740 x + 0,8104 x^2 - 0,02820 x^3 R^2= 99,8$.

Após o início da floração, o número de flores tem tendência a aumentar e, a partir de 20 dias de floração, aparenta uma tendência de redução, não havendo relação com a aplicação de boro, mas sim, com o seu ciclo de florescimento.

O boro quando aplicado via foliar tem potencial para afetar o processo fisiológico da floração e ter consequência de um ganho na produção de soja. Para evidenciar qual é o melhor momento para aplicação, sugere-se que outros trabalhos sejam realizados com aplicação no estágio reprodutivo de florescimento utilizando diferentes doses à estudada no presente trabalho.

Conclusão

A aplicação de boro via foliar em 5 e 10 dias após o início do florescimento da soja influencia na produção de grãos e vagens.

Referências

APARECIDO, L. E. D. O.; ROLIM, G. D. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S. D.; JOHANN, J. A. Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

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.

CASTEEL, S. N. **Estimating Soybean Yields – Simplified**. Purdue University: Casteel, 2012. Disponível em: <https://www.agry.purdue.edu/ext/soybean/News/2012/2012_0814SOYSimplifiedYieldEstimates.pdf> acessado em 27 mar. 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira de grãos, v.7- Safra 2019/20 - Sexto levantamento**, Brasília, p. 1 - 89 março 2020.

EGLI, D. B.; BRUENING, W. P. Temporal profiles of pod production and pod set in soybean. **European Journal of Agronomy**, v. 24, p. 11-18, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de Solos do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007, p. 43

FERNADES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição mineral de plantas**. 2 ed. Viçosa, MG: SBSCS, 2018. 670p.

FURLANI, A. M. C.; TANAKA, R. T.; TARALLO, M., VERDIAL, M. F.; MASCARENHAS, H. A. A. Exigência a boro em cultivares de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 4, p. 929-937, 2001.

GURGEL F. de L.; FERREIRA, D. F.; SOARES, A.C.S. O coeficiente de variação como critério de avaliação em experimento de milho e feijão. Belem – PA. **Embrapa Amazônia Oriental**, 2013. 80 p.

JIANG, H.; EGLI, D. B. Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. **Agronomy Journal**, v. 85, n. 2, p. 221-225, 1993.

JÚNIOR, H. M. N.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 269-274, 2002.

LEE, C; HERBEK, J. Estimating soybean yield. **Cooperative Extension Service**, v. 188, n. 1, p. 7-8, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas**. 2. ed. Piracicaba, SP: Potafos., 1997. 319 p.

MINITAB. **Getting started with Minitab 17**. Minitab, 2016. 82p

MUSSKOPF, C.; BIER, V. A. Efeito da aplicação de fertilizante mineral cálcio e boro via foliar na cultura da soja (*Glycine max*). **Cultivando o Saber**, v. 3, n. 4, p. 83-91, 2010.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. **Estádios de desenvolvimento da cultura de soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 19-44, 2000. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/estudios.neumaier_000g4yai9ub02wx5ok0dkla0sd076il2.pdf /> acesso em 30 mar. 2020.

OLIANI, D.; TEIXEIRA, C.; BONILHA, M.; CASSIA, M. Adubação foliar com boro e manganês na cultura do feijoeiro. **FAZU em Revista**, n. 8, p. 9-14, 2011.

PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W. do.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. de **Nutrição de Plantas: diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: UNESP, 2008. 301 p.

PERICA, S.; BROWN, P. H.; CONNELL, J. H.; NYOMORA, A. M.; DORDAS, C.; HU, H.; STANGOULIS, J. Foliar boron application improves flower fertility and fruit set of olive. **HortScience**, v. 36, n. 4, p. 714-716, 2001

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed., Piracicaba: Fealq, 2009, 451 p.

RIGONATTO, M. "Coeficiente de variação"; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/matematica/coeficiente-variacao.htm>. Acesso em 28 de agosto de 2020.

SEIDEL, E. P.; BASSO, W. L. Adubação foliar a base de cálcio e boro no cultivo da soja (*Glycine max*). **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 2, p. 75-81, 2012.

SILVA, A. T.; DA COSTA, A. C. R.; PELÁ, A.; PELÁ, G. D. M. **Épocas e formas de aplicação de boro na soja em plantio diret**. Anais do II Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG, Pirenópolis. 2015.

SILVA, G. F. D. **Doses e épocas de aplicação de boro via foliar em soja**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade evangélica de Goianésia, Goianésia.

SOUZA, E. S. D.; ROMAN, M. D. S. **Adubação foliar com boro em diferentes estádios fenológicos da soja**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

SRIVASTAVA, S. P.; YADAV, C. R.; REGO, T. J.; JOHANSEN, C.; SAXENA, N. P.; RAMAKRISHNA, A. Diagnosis of boron deficiency as a cause of flower abortion and failure of pod set in chickpea in Nepal. **International Chickpea Newsletter**, v. 3, p. 29-30, 1996.

SUZANA, C. S.; BRUNETTO, A.; MARANGON, D.; TONELLO, A. A.; KULCZYNSKI, S. M. Influência da Adubação foliar sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 2386, 2012.

TRINIDAD, S. A.; ÁLVAREZ, J. W. R.; RECALDE, C. S. B.; FIGUEREDO, J. C. K.; GONZÁLEZ, A. L. Fertilización foliar con boro en el cultivo de la soja. **Investigación Agraria**, v. 17, n. 2, p. 129-137, 2015.

VARANDA, M. A. F. **Influência do boro via aplicação foliar em soja na várzea irrigada no Tocantins**. 2017. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi.

VENTIMIGLIA, L. A.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; PIRES, J. L. F. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 195-199, 1999.