

Manejos sobre fitopatógenos e doses de Boro na cultura da soja

Reiner Pimenta da Silva¹ & Daniel Noe Coaguila Nuñez¹

¹Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

Correspondência: Reiner Pimenta da Silva, Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil. E-mail: reinerpimenta2@gmail.com

Recebido: Janeiro 10, 2023

Aceito: Fevereiro 03, 2023

Publicado: Maio 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i5.308

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i5.308>

Resumo

A soja (*Glycine max* (L.) Merr.) é uma das culturas de maior importância econômica no mundo, e o Brasil é o maior produtor mundial do grão. A produtividade da cultura é definida principalmente pela interação da planta com ambiente e manejo, principalmente o manejo fitossanitário e o nutricional. A cultura é exigente em Boro (B), micronutriente essencial à germinação do grão de pólen, ao crescimento do tubo polínico e, conseqüentemente, fecundação da flor e granação. Assim, objetivou-se avaliar métodos de consórcio de produtos químicos ou biológicos para o manejo de fitopatógenos, em função de doses de B aplicado na dessecação e/ou aplicado posterior suplementação em R1 (início da floração), e seus efeitos nas características biométricas da planta e produtividade de grãos. O experimento foi instalado sob sistema de plantio direto, na fazenda Rio Verdinho Três Barras, Rio Verde - GO, no período de outubro 2021 a março de 2022, com espaçamento de 0,45 m utilizando a cultivar de soja 'DM 68i69 IPRO', recomendada para a região. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em um esquema fatorial 2x5 com tratamento adicional [(2x5) + 1], com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em 2 manejos fitossanitários (tratamento de sementes com produtos químicos e tratamento com produtos biológicos) para o controle de fitopatógenos e 5 doses de B (0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,0 L ha⁻¹) aplicada na dessecação e/ou aplicado posterior suplementação em R1. Ao final, foram avaliados os dados biométricos das plantas e a produtividade final. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F ($p < 0,05$) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Para as doses foi empregado a análise por regressão polinomial. Os tratamentos testados não influenciaram a altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de nós produtivos, número de galhos, número de grão por planta e o número de grãos por vagem. A ausência de Boro na dessecação e aplicação de 1 L ha⁻¹ em R1 proporcionou o maior número de vagens por planta. E, a aplicação de maiores doses de Boro na dessecação e menores doses no estágio R1 proporcionou maiores produtividades.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merr, início do florescimento (R1), micronutriente, controle biológico.

Management on phytopathogens and doses of Boron in the soybean crop

Abstract

Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) is one of the most economically important crops in the world, and Brazil is the world's largest producer of the grain. Crop productivity is mainly defined by the interaction of the plant with the environment and management, mainly phytosanitary and nutritional management. The culture is demanding in Boron (B), a micronutrient essential for the germination of the pollen grain, the growth of the pollen tube and, consequently, the fertilization of the flower and granulation. Thus, the objective was to evaluate methods of consortium of chemical or biological products for the management of phytopathogens, in function of the doses applied in the desiccation and/or applied posterior supplementation in R1 (beginning of flowering), and its effects in the biometric characteristics of the plant and grain productivity. The experiment was installed under no-tillage system, on the Rio Verdinho Três Barras farm, Rio Verde - GO, from October 2021 to March 2022, with a spacing of 0.45 m using the soybean cultivar 'DM 68i69 IPRO', recommended for the region. The experimental design used was in randomized blocks, in a 2x5 factorial scheme with additional [(2x5) + 1], with four replications. The treatments consist of 2 phytosanitary treatments (seed treatment with chemical products and treatment with biological products) for the control of phytopathogens and 5 doses of B (0; 0.25; 0.50; 0.75 and 1.0 L ha⁻¹) applied in desiccation and/or applied further supplementation in R1. At the end, the biometric

data of the plants and the final productivity were evaluated. Data were selected for analysis of variance by the F test ($p < 0.05$) and as means for models, models by the Tukey test ($p < 0.05$). Polynomial regression analysis was used for doses. The treatments tested could not have a large plant height, insertion height of the first pod, number of productive nodes, number of plants and number of grains per cow. The absence of Boron in the desiccation and application of 1 L ha^{-1} in R1 provided the highest number of pods per plant. And, the application of higher Boron doses in desiccation and lower doses in the R1 stage provided higher yields.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merr, beginning of flowering (R1), micronutrient, biological control.

1. Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de soja. Na safra 2021/2022 estima-se que o país produção do grão no país poderá atingir um total de 269,3 milhões de toneladas do grão, o que representa 5,4% ou 13,8 milhões de toneladas superior à obtida na safra 2020/21 (Conab, 2022). No Brasil, a região Centro-Oeste é a principal região produtora deste grão e teve na safra de 2020/2021 incremento de 3,5% na área plantada, totalizando 17,2 milhões de hectares, com uma produção de 61.390 mil toneladas, representando aumento de 1,1% em relação ao exercício passado (Conab, 2021).

A partir da década de 70 a produção de soja passou a ter grande relevância para o agronegócio brasileiro, observada pelo aumento das áreas de plantio e pelo incremento da produtividade (Broch; Ranno, 2012; Conab, 2022). O crescimento da cultura no país esteve sempre associado aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias ao setor produtivo, tais como: a mecanização, criação de cultivares altamente produtivas e adaptadas às diversas regiões, o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo de pragas e doenças, manejo de adubação e calagem (Freitas, 2011).

O ataque de patógenos a sementes de soja leva à perda da qualidade fisiológica das sementes, causando redução na germinação, e, conseqüentemente, redução na produtividade. Sendo assim, o emprego de medidas de controle que minimizem as perdas é fundamental, dentre elas o uso de cultivares resistentes, sementes livres de patógenos e o tratamento químico podem garantir a obtenção de plantas mais saudáveis e produtivas (Mertz et al., 2009; Bellé; Fontana, 2018).

Apesar das vantagens do tratamento químico, órgãos como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) apontam para os danos à saúde e ao meio ambiente (Souza, 2020). Alternativas de manejo que substituam o uso de produtos químicos, tais como o controle biológico tem sido cada vez mais usados.

Produtos à base de microrganismos, em sua maioria, são de baixa toxicidade e agem com o objetivo de eliminar a praga alvo sem agredir o meio ambiente, permitindo a manutenção de insetos benéficos na lavoura (inimigos naturais) e diminuindo a dependência de aplicações constantes de outros produtos (Bettiol et al., 2012). Dentre os principais microrganismos que fazem parte da formulação de diferentes bio defensivos comercializados no Brasil, cita-se *Bacillus* spp., *Trichoderma* spp., *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces lilacinus*, *Pasteuria nishizawae* e *Pochonia chlamydosporia* (Agrofit, 2022).

Além do controle fitossanitário, visando garantir altas produtividades o manejo nutricional das plantas também é essencial. Exigente em termos nutricionais, a soja é bastante eficiente em absorver e utilizar os nutrientes contidos no solo, principalmente Nitrogênio, Potássio, Cálcio, Fósforo, Magnésio e Enxofre (Ceretta et al., 2005; Pollnow et al., 2020). Os tecidos reprodutivos das plantas de soja têm uma alta demanda por Boro (B), em consequência do rápido crescimento e elevada concentração de pectinas na parede celular.

O B destaca-se por desempenhar importante papel no transporte de açúcares, no metabolismo de carboidratos, na respiração, na síntese e estruturação de células guarda, lignificação e metabolismo de RNA, fenóis e ácido indol acético (AIA) (Marschner, 1995; Romheld; Marschner, 1991). Além de participar na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico; desse modo, sua deficiência leva a um baixo pegamento das flores e uma má formação dos grãos em cereais (Furlani et al., 2001; Lima et al., 2003; Muszkopf; Bier, 2010).

Considerando a importância do B na produção de soja e diante da escassez de informações sobre doses, modo e local mais adequado de aplicação de B em função de manejo de fitopatógenos (nematóides e doenças do solo) na semeadura, se faz necessários estudos que contenham indicações técnicas.

Sendo assim, objetivou-se avaliar os parâmetros vegetativos e a produtividade de plantas de soja em função de diferentes manejos de fitopatógenos (conjunto de produtos químicos ou biológicos) sob doses de Boro, aplicado na dessecação e/ou aplicado como suplementação no estágio R1 (início do florescimento).

2. Material e Métodos

2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido na área da Fazenda Três Barras, Rio Verde-GO, Brasil, nas coordenadas (17.802984° S e 51.197393° W), com 847 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelos distrófico (LVAd) com textura argilosa, segundo o sistema brasileiro de classificação do solo (Santos et al., 2018). Os resultados das análises químicas e granulométricas estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos atributos químicos e físicos do solo da área experimental usada para instalação do experimento, Fazenda Três Barras, Rio Verde, GO, Brasil, 2022.

Atributos Químicos													
Ca	Mg	K	H+Al	Al	CTC	SB	MOS	pH	V	m	P	S	B
-----cmol _c dm ⁻³ -----						g dm ⁻³		CaCl ₂	-----%-----	-----mg dm ⁻³ -----			
2,86	0,91	0,24	2,40	0,07	6,41	4,01	5,08	5,51	62,6	0	18,96	5,56	0,26
Atributos Físicos													
Areia				Silte				Argila					
-----g kg ⁻¹ -----													
240,00				190,00				570,00					

Nota: P: fósforo disponível (mel); MOS: Matéria orgânica; Ca, Mg, K e Al trocáveis; H+Al: Acidez potencial; SB: Soma de Bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; V (%): saturação por bases; m (%): saturação por alumínio. Fonte: NemaLab.

A temperatura média na região é de 23.5 °C e com precipitação média anual de 1.493 mm. Segundo a classificação de Köppen, predomina-se o clima do tipo Aw, que se caracteriza pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (Alvares et al., 2013; Cardoso et al., 2014).

2.2 Delineamento experimental e condução do experimento

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em um esquema fatorial 2x5 com tratamento adicional [(2x5) + 1], com quatro repetições, totalizando 44 parcelas.

Os tratamentos consistiram em 2 (dois) manejos fitossanitários para o controle de fitopatógenos e os manejos nutricionais, composto por 5 (cinco) doses de B foliar aplicado na dessecação e/ou aplicado posterior suplementação em R1 (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados no manejo fitossanitário (MF) associados ao manejo nutricional de Boro (MN) em soja, Fazenda Três Barras, Rio Verde - GO, Brasil, 2022.

Fatores estudados		Descrição dos tratamentos
Manejo Fitossanitário	Tratamento de sementes (Químico)	Dermarcor® Protreat® Optimize Power® Niquen CoMo Dray®
	Tratamento consórcio (Biológico)	Nemat WP® Ecotrich WP® Pick Up Moss®
Manejo Nutricional com Boro (B)	0 L ha ⁻¹	Ausência de B na dessecação e 1 L ha ⁻¹ de B em R1 ⁽¹⁾
	0,25 L ha ⁻¹	0,25 L ha ⁻¹ de B na dessecação e 1 L ha ⁻¹ de B em R1
	0,50 L ha ⁻¹	0,50 L ha ⁻¹ de B na dessecação e 0,50 L ha ⁻¹ de B em R1
	0,75 L ha ⁻¹	0,75 L ha ⁻¹ de B na dessecação e 0,25 L ha ⁻¹ de B em R1
	1 L ha ⁻¹	1 L ha ⁻¹ de B na dessecação e ausência de B em R1
Tratamento adicional (Testemunha)	Ausência de manejo fitossanitário na semeadura e de manejo nutricional com B.	

Continuação... Manejo fitossanitário da área experimental...

Manejo Fitossanitário			
	Produto	Dose	Ingrediente ativo
Tratamento de sementes	Dermarcor®		
	Protreat®	0,06 L por 100 kg de sementes	Clorantranilprole
	Optimize Power®	0,2 L por 100 kg de sementes	carbendazim e tiram
	Niquen CoMo Dray®	2 Ds ha ⁻¹ 0,1 ha ⁻¹	Inoculante Inoculante
Consórcio Biológico	Nemat WP®		
	Ecotrich WP®	0,05 kg ha ⁻¹	<i>Paecilomyces lilacinus</i>
	Pick Up Moss®	0,05 kg ha ⁻¹ 0,15 kg ha ⁻¹	<i>Trichoderma harzianum</i> Fertilizante Organomineral ⁽²⁾

Nota: ¹R1: Iniciação floral. ²Fertilizante Organomineral, composição: 3,0% N; 3,7% COT; 1,0% P₂O₅; 1,0% K₂O; 1,3% Cu; 5,5% Mn; 2,3% Zn. Fonte: Autores, 2022.

2.3 Aplicações e tratamentos culturais

Para a aplicação do tratamento biológico (mistura de Nemat, Ecotrich e Pick Up Moss) e o fertilizante foliar a base de B 10% (Borogran B®), conforme descrito na Tabela 2, foi utilizado um pulverizador costal pressurizado por CO₂, à uma pressão de serviço de 4 BAR, com uma barra de pulverização de 2 m de largura, comportando 6 bicos de pulverização do tipo jato leque. Todas as aplicações foram realizadas no período matutino entre 08:00 e 10:00 h.

Antes da implantação da cultura foi realizada a dessecação da área com herbicidas com a finalidade de controlar as plantas espontâneas presentes na área (Tabela 3).

A aplicação dos herbicidas foi feita utilizando um pulverizador costal com pressurização por CO₂ munido de

barra de 2 m, contendo quatro pontas de pulverização do tipo TT 110.02 (0,45 m entre pontas), aplicando volume de calda equivalente a 100 L ha⁻¹.

Durante o período de desenvolvimento da cultura da soja foram realizadas todas as práticas agrícolas, de acordo com a necessidade da cultura, tais como manejo fitossanitário de artrópodes pragas, plantas daninhas e doenças. Os produtos utilizados estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3. Produtos utilizados no controle fitossanitário do cultivo de soja, safra 2021-2022, Fazenda Três Barras, Rio Verde - GO, Brasil, 2022.

Aplicação	Produtos Comerciais	Dose	Ingrediente ativo
Herbicidas	Glyphotal 480 [®]	2,5 kg ha ⁻¹	Glifosato
	Select One Pack 240 [®]	1,0 L ha ⁻¹	Cletodim
	Roundup Ultra 700 WG [®]	2,0 kg ha ⁻¹	Glifosato
Fungicidas	Cronnos [®]	2 L ha ⁻¹	Picoxistrobina; Tebuconazol; Mancozebe
	Fox Xpro [®]	0,4 L ha ⁻¹	Bixafem; Protioconazol; Brifloxistrobina
Inseticidas	Perito 970 [®]	0,8 kg ha ⁻¹	Acefato
	Trinca Caps [®]	0,06 L ha ⁻¹	Lambda-Cialotrina
	Hero (FMC) [®]	0,14 L ha ⁻¹	Bifentrina; Zeta-Cipermetrina
	Expedition [®]	0,30 L ha ⁻¹	Sulfoxaflor; Lambda-Cialotrina
	Metiê WP [®]	0,2 kg ha ⁻¹	<i>Metarhizium anisopliae</i>
Adjuvantes e Óleo Mineral	Joint [®]	0,83 L ha ⁻¹	Óleo mineral
	Aguamax [®]	0,1 L ha ⁻¹	Adjuvante
	Li 700 [®]	0,05 L ha ⁻¹	Adjuvante
	Aureo [®]	0,2 L ha ⁻¹	Óleo vegetal

Nota: *(100 kg⁻¹): 100 kg de sementes de soja. Fonte: Autores, 2022.

2.4 Instalação e cultivar soja

O experimento foi instalado sob sistema de plantio direto, no período entre outubro e novembro de 2021, com espaçamento de 0,45 m e utilizando a cultivar de soja 'DM 68i69 IPRO', recomendada para a região. Cada parcela foi constituída por 6 linhas de 6 m de comprimento e 3 m de largura, totalizando 18 m². A área total do experimento ocupou 792 m², sendo 44 parcelas de 18 m².

A adubação de plantio consistiu em 460 ton. ha⁻¹ de NPK (01-21-00) + Ca 18% + S 10% e de 145 ton. ha⁻¹ de cloreto de potássio (KCl) aplicados com semeadeira. Após a emergência das plantas, foram aplicados, fertilizantes foliares de acordo com a necessidade da cultura (Sousa; Lobato, 2004), conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4. Produtos utilizados como fertilizantes foliares no cultivo de soja, safra 2021-2022, Fazenda Três Barras, Rio Verde - GO, Brasil, 2022.

Fertilizantes	Dose/hectare
Seed Dry - Fortgreen	0,3 kg
Physiocrop Ful - Fortgreen	3 L
Vidha Gold - Fortgreen	0,68 kg
Curative - Fortgreen	0,4 kg
Router (6-12-40) - Fortgreen	1 kg

Fonte: Autores, 2022.

2.5 Avaliações

Para as avaliações foram consideradas as quatro linhas centrais desprezando 0,5 m na extremidade de cada fileira de plantas e uma fileira de cada lado da unidade experimental. Ao final do ciclo da cultura foram avaliados das seguintes biométricas:

- população final de plantas (Pop) foi determinada pela contagem de plantas presentes em duas linhas dois metros na área útil de cada parcela;
- altura de plantas (AP) foi determinada em quatro plantas ao acaso, na área útil de cada parcela a distância média compreendida desde a superfície do solo até a extremidade superior racemo floral, dada em centímetro;
- Altura de inserção da primeira vagem (AIV) foi determinada em quatro plantas ao acaso, na área útil de cada parcela a distância média compreendida desde a superfície do solo até a altura de inserção da primeira vagem;
- Número de nós (NN) por planta foi determinado pela contagem, ao acaso, dos nós reprodutivos de quatro plantas na área útil de cada parcela;
- Número de grãos por planta (NGP) foi determinado pela contagem, ao acaso, dos grãos de quatro plantas na área útil de cada parcela; e
- Número de vagens por planta (NV) foi determinado pela contagem, ao acaso, das vagens de quatro plantas na área útil de cada parcela;
- Número de grãos por vagem (VG) foi determinado a partir da seleção, ao acaso de quatro plantas, para as quais se procedeu à contagem de todas as vagens das plantas, separando- -as entre as classes (1 ,2, 3 e 4 grãos);
- Produtividade rendimento: foi determinada pela pesagem dos grãos, oriundas da área útil das parcelas, colhidas manualmente em duas linhas de dois metros uniformes, corrigindo-se a umidade para 13% e convertendo em kg ha-1;

2.6 Análise estatística

Os dados originais foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (5% de significância) e de homogeneidade de Bartlett (5% de significância). Os dados que não apresentaram distribuição normal e/ou homocedasticidade, foram transformadas, utilizando a família de transformações Box-Cox (Box; Cox, 1964).

Em seguida, os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e, quando significativo, utilizou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$), na análise qualitativa para comparação de média. Para as doses foi empregado a análise por regressão polinomial, e, sendo o teste F da variância da regressão significativo a 5%, selecionaram-se modelos, adotando-se como critérios o maior R² e a significância de 5% dos coeficientes da equação. Todas as análises foram realizadas empregando o software estatísticos R, versão 4.2.0 (TEAM, 2018).

3. Resultados e Discussão

Nas Tabelas 5 e 6, estão apresentadas as análises de variância para as variáveis biométricas e de produtividade de grãos de soja com relação aos tratamentos avaliados. É possível observar que houve interação significativa entre a média dos manejos (fatorial) e a testemunha não tratada, para as variáveis população de plantas e produtividade

($p < 0,01$).

Na Figura 1, observa-se que o no geral os manejos obtiveram as maiores médias de população de plantas, diferindo significativamente da testemunha não tratada. Isto é, os tratamentos avaliados aumentaram em média 7,28% a população final de plantas. Os resultados observados já eram esperados, isto porque, os tratamentos avaliados, principalmente o manejo de fitopatógenos, são responsáveis por controlar patógenos que reduzem a população de plantas, garantindo assim um maior estande final, e conseqüentemente, maior rendimento e a produtividade de grãos (Bettiol et al., 2012).

Tabela 5. Resumo da análise de variância das características, população de final de plantas (Pop), altura de planta (AP), altura de inserção de vagem (AIV), número de nós produtivos (NN) e número de Galhos (NG) e número de grão por planta (NGP), em soja cultivada com dois manejos fitossanitários (MF) associados ao manejo nutricional do Boro (MB), Fazenda Três Barras, Rio Verde - GO, Brasil, 2022.

F. V	G. L	Quadrado médio					
		Pop	AP	AIV	NN	NG ^t	NGP
Bloco	3	234853335,10	68,96	31,00	8,42	0,15	650,89
Manejo Fitossanitário (MF)	1	6049495,06 ^{ns}	22,50 ^{ns}	3,25 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,33 ^{ns}	14,16 ^{ns}
Manejo Nutricional (MN)	4	541140267,40 ^{ns}	23,43 ^{ns}	1,34 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,34 ^{ns}	324,13 ^{ns}
MF x MN	4	56249954,16 ^{ns}	5,32 ^{ns}	1,67 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,33 ^{ns}	131,10 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	2677155721,64 ^{**}	29,33 ^{ns}	6,38 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,11 ^{ns}	160,81 ^{ns}
Resíduo	30	260579810,04	20,02	1,67	0,82	0,37	161,29
C.V (%)		4,07	7,00	13,91	6,64	6,55	14,01

Nota: F.V Fator de variação, G.L Grau de liberdade, *significativo ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns}não significativo. **significativo ao nível de 1% de probabilidade; t dados transformados pela família de transformações Box-Cox. Fonte: Autores, 2022.

Os tratamentos avaliados não influenciaram os caracteres biométricos de altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de nós produtivos, número de galhos, número de grão por planta (Tabela 5) e o número de grãos por vagem (Tabela 6). Os parâmetros de crescimento das plantas não alteraram com a aplicação de B, possivelmente porque a aplicação foi feita na dessecação em pré-semeadura ou no estágio R1, início de florescimento da planta. O estágio R1 é definido como o início do estágio reprodutivo (início do florescimento até a maturação) e sucede o estágio vegetativo (emergência até o enésimo nó), época em que o porte da planta está praticamente definido (Neumaier et al., 2000).

Em trabalho similar, no qual também foram avaliadas o efeito de B sobre as características agrônômicas das plantas de soja, observou-se alteração significativa na altura das plantas apenas quando o B foi aplicado no estágio vegetativo V5 (quinto nó e quarta folha trifoliolada), não sendo observadas alterações no crescimento quando o B foi aplicado no estágio vegetativo mais tardio V9 (nono nó e oitava folha trifoliolada) ou reprodutivo R3 (início da formação da vagem) (Kappes et al., 2008).

Observou-se que o efeito da dose do fertilizante B influenciou o número de vagens por planta ($p < 0,01$) e a produtividade ($p < 0,05$), não influenciando as demais variáveis biométricas avaliadas (Tabela 6). A influência do B sobre o número de vagens por planta foi descrita pelo modelo linear: $y = -6,36x + 39,24$ ($R^2 = 0,91$), indicando que o aumento da dose de B na dessecação e diminuição da dose de B em R1 reduziu linearmente o número de vagens por planta.

O maior número de vagens por planta foi observado no tratamento com ausência de B na dessecação e 1 L ha⁻¹ de B em R1 (Figura 1). Kappes et al. (2008) também observaram que a aplicação de B apresentou aumento do número de vagens por planta quando aplicado no estágio vegetativo V5. Esses resultados reforçam a hipótese de que a aplicação de B no final da fase vegetativa e/ou início da fase reprodutiva promove maior germinação do grão de pólen e melhora o desenvolvimento do tubo polínico, contribuindo para o maior número de flores fecundadas e maior granação (Malavolta, 2006; Fernandes et al., 2018).

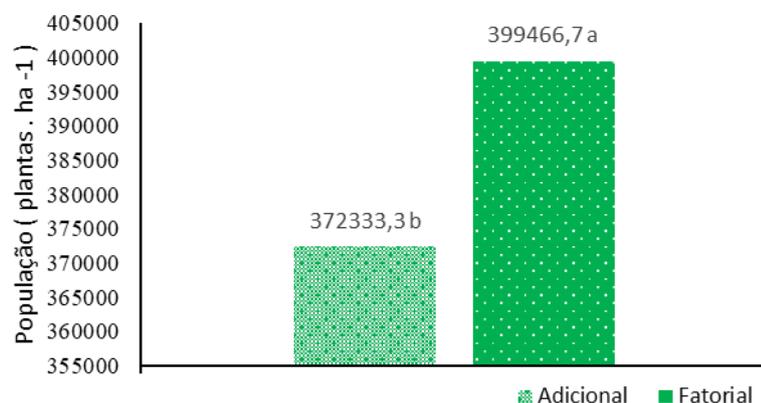


Figura 1. População de final de plantas em soja cultivada com manejo fitossanitário de fitopatógenos e nutricional do Boro (Fatorial) em relação a testemunha (adicional), Fazenda Três Barras, Rio Verde - GO, Brasil, 2022. As médias apresentadas diferem pelo teste de F 5 % de significância. Fonte: Autores, 2022.

Tabela 6. Resumo da análise de variância das características, número de vagens (NV), vagens com 1 (V1G), 2 (V2G), 3 (V3G) e 4 (V4G) grãos e produtividade (Prod), em soja cultivada com diferentes manejos de fitopatógenos (MF) associados ao manejo nutricional de Boro (MN), Fazenda Três Barras, Rio Verde - GO, Brasil, 2022.

F. V	G. L	Quadrado médio					
		NV ^t	V1G ^t	V2G	V3G ^t	V4G ^t	Prod ^t
Bloco	3	9983,1	0,37	39,76	0,0077	136,40	169971,40
Manejo Fitossanitário (MF)	1	285,2	0,02 ^{ns}	3,02 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	31,01 ^{ns}	109652,31 ^{ns}
Manejo Nutricional (MN)	4	5289,7*	0,12 ^{ns}	15,38 ^{ns}	0,0035 ^{ns}	190,24 ^{ns}	2233020,83**
MF x MN	4	1528,5	0,86 ^{ns}	4,57 ^{ns}	0,0019 ^{ns}	232,89 ^{ns}	276374,70 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	2132,2	0,01 ^{ns}	3,85 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	82,71 ^{ns}	1903265,41**
Resíduo	30	2007,4	0,16	6,13	0,0031	151,45	146683,65
C.V (%)		20,09	53,40	17,10	3,36	26,41	7,64

Nota: F.V Fator de variação, G.L Grau de liberdade, *significativo ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns}não significativo. **significativo ao nível de 1% de probabilidade; ^t dados transformados pela família de transformações Box-Cox. Fonte: Autores, 2022.

A produtividade também foi influenciada pela dose de fertilizante B (Figura 3), os resultados foram ajustados ao modelo quadrático: $y = 1.461,9x^2 - 310,77x + 4.687,6$ ($R^2 = 0,84$), não se tendo atingido valores máximos de produtividade dentro do intervalo de doses testado. Os resultados indicam que o aumento da dose de B na dessecação e diminuição da dose de B no estágio R1 aumenta a produtividade dos grãos de soja.

Outros estudos confirmam os resultados observados, Somavila et al. (2022) ao avaliarem a aplicação de diferentes doses do B via sulco de semeadura juntamente também na cultura da soja observaram que a dose de 3 kg B ha⁻¹, que corresponde a maior dose testada, apresentou superioridade em produtividade de soja, com 4.684 kg ha⁻¹. Souza et al. (2008) também observaram que aplicação do produto a base de Ca e B no estágio R3 proporcionou um maior nível de produtividade de grãos de soja.

No presente trabalho, a concentração de B no solo antes da instalação do experimento era de 0,26 mg.dm⁻³ (Tabela 1), concentração essa considerada baixa (0 a 0,3 mg dm⁻³) de acordo com Sousa & Lobato (2004). Quando os níveis de B estão abaixo do adequado, é recomendado preferencialmente a aplicação do fertilizante via solo, por apresentar correção lenta, duradoura e preventiva, além da importância do micronutriente para o crescimento radicular. Outra vantagem, é que a aplicação do B via solo em área total na dessecação, simultaneamente com o herbicida, permite uma única operação de forma uniforme (Brighenti et al., 2006). O que, nas condições estudadas, foi provavelmente o suficiente para promover aumento na produtividade dos grãos de

soja.

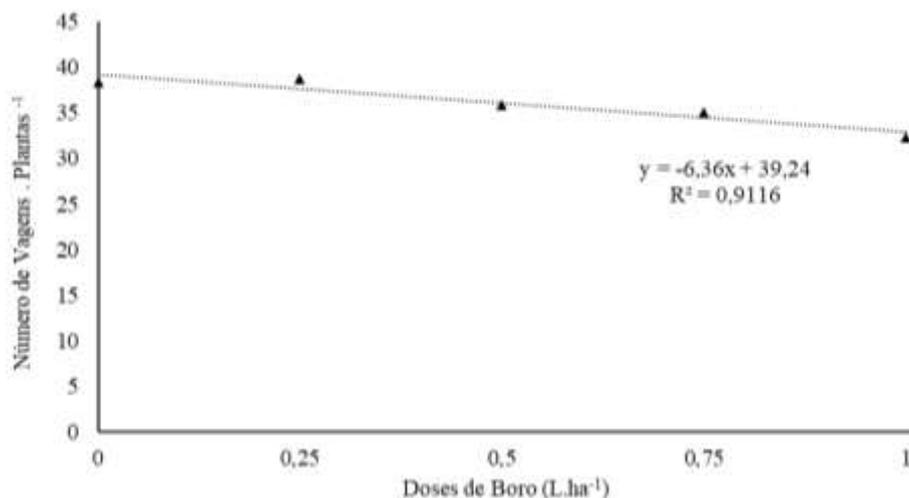


Figura 2. Número de vagens por planta em soja cultivada com diferentes manejos de fitopatógenos (MF) associados ao manejo nutricional do Boro (MB), Fazenda Três Barras, Rio Verde - GO, Brasil, 2022. Fonte: Autores, 2022.

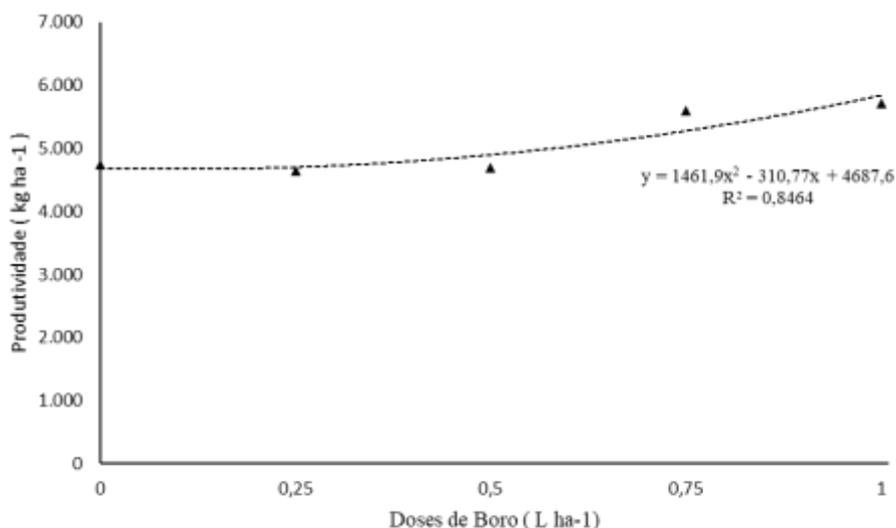


Figura 3. Produtividade de soja cultivada com diferente manejo de fitopatógenos (MF) associados ao manejo nutricional do Boro (MB), Fazenda Três Barras, Rio Verde - GO, Brasil, 2022. Fonte: Autores, 2022.

4. Conclusões

Nas condições edafoclimáticas estudadas, o consórcio de produtos químicos ou biológicos para o manejo de fitopatógenos, em função de doses de Boro (B) aplicadas na dessecação e/ou aplicado posterior suplementação no estágio R1 (início do florescimento) não influenciam os caracteres biométricos de altura de plantas: altura de inserção da primeira vagem, número de nós produtivos, número de galhos, número de grão por planta e o número de grãos por vagem.

A ausência de B na dessecação e aplicação de 1 L ha⁻¹ de B em R1 proporciona o maior número de vagens por planta. Maiores aplicações de B na dessecação e menores doses de B no estágio R1 aumenta a produtividade dos grãos de soja.

5. Agradecimentos

Ao Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde; a Fazenda Três Barras, município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

6. Contribuições dos autores

Reiner Pimenta da Silva: escrita do projeto, parte experimental, coleta de dados, análise estatística, escrita do manuscrito, correções científicas. *Daniel Noe Coaguila Nuñez*: orientador, acompanhamento da parte experimental, análise estatística, escrita do manuscrito, correções e publicação.

7. Conflitos de interesses

Não há conflitos de interesses.

8. Aprovação ética

Não aplicável.

9. Referências

- Agrofit. (2022). Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso: 03 mai. 2022.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Moraes, J. L. G.; Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711–728.
- Bellé, R. B., & Fontana, D. C. (2018). Patógenos de solo: principais doenças vasculares e radiculares e formas de controle. *Enciclopédia Biosfera*, 15(28), 779-803. <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/440>
- Bettiol, W., Morandi, M. A. B., Pinto, Z. V., Paula Júnior, T. J., Corrêa, É. B., Moura, A. B., Lucon, C. M. M., Costa, J. C. B., & Bezerra, J. L. (2012). *Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente.
- Box, G. E. P., & Cox, D. R. (1964). An Analysis of Transformations. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*, 26(2), 211–252.
- Broch, D. L., & Ranno, S. K. (2012). Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2011/2012. *In: Fertilidade do Solo, Adubação e Nutrição da Cultura da Soja*. Maracaju: Fundação-MS.
- Brighenti, A. M., Castro, C., & Oliveira, F. A. (2006). *Aplicação simultânea de herbicidas dessecantes e boro*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, folder n. 03/2006.
- Cardoso, M. R. D., Marcuzzo, F. F. N., & Barros, J. R. (2014). Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. *Acta Geographica*, 18(6), 40-55. <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/15047>
- Ceretta, C. A., Pavinato, A., Pavinato, P. S., Moreira, I. C. L., Giroto, E., & Trentin, E. F. (2005). Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. *Ciência Rural*, 35(3), 576-581. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000300013>
- Conab (2021). Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2020/21. 3º levantamento, 8(3).
- Conab. (2022). Companhia Nacional de Abastecimento. Produção nacional de grãos é estimada em 269,3 milhões de toneladas na safra 2021/22. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4579-producao-nacional-de-graos-e-estimada-em-269-3-milhoes-de-toneladas-na-safra-2021-22> > Acesso em 13 mai. 2022.
- Fernandes, M. S., Souza, S. R., & Santos, L. A. (2018). *Nutrição Mineral de Plantas*. 2 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Freitas, M. C. M. (2011). A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. *Enciclopédia Biosfera*, 7(12), 1-12.

- <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/a%20cultura%20da%20soja.pdf>
- Furlani, A. M. C., Tanaka, R. T., Tarallo, M., Verdial, M. F., & Mascarenhas, H. A. A. (2001). Exigência a Boro em cultivares de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25(4), 929-937. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832001000400016>
- Kappes, C., Golo, A. L., & Carvalho, M. A. C. (2008). Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agrônômicas e na qualidade de sementes de soja. *Scientia Agraria*, 9(3), 291-297. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v9i3.11563>
- Lima, D. M., Cunha, R. L., Pinho, E. V. R. V., & Guimarães, R. J. (2003). Efeito da adubação foliar no cafeeiro, em sua produção e na qualidade fisiológica de sementes. *Ciência Agrotécnica*, 1499-1505. Disponível em: https://issuu.com/pereiracafes/docs/27-e-2003_07 Acesso em: 02 de fev. 2023.
- Malavolta, E. (2006). *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. 2.ed. San Diego: Academic.
- Mertz, L. M., Henning, F. A., & Zimmer, P. D. (2009). Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. *Ciência Rural*, 39(1), 13-18. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000100003>
- Musskopf, C., & Bier, V. A. (2010). Efeito da aplicação de fertilizante mineral cálcio e boro via foliar na cultura da soja. *Cultivando o Saber*, 3(4), 83-91. <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/298>
- Neumaier, N., Nepomuceno, A. L., Farias, J. R. B., & Oya, T. (2000). Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. In: Bonato, E. R. (Ed.) *Estresses em soja*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 19-44.
- Pollnow, H. E., Pimentel, J. R., Troyjack, C., Peter, M., Medeiros, L. B., & Peter, M. (2020). Manejo da adubação de base em soja no Noroeste do Rio Grande do Sul. *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 913-923. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-435>
- Romheld, V., & Marschner, H. (1991). Function of micronutrients in plants. In: Mortvedt, J. J., Cox, F. R., Shuman, L. M., & Welch, R. M. (Eds.). *Micronutrients in agriculture*. Madison: SSSA, p. 297-328.
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. Á., Lumbreras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A., Araújo Filho, J. C., Oliveira, J. B., & Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 5. edição ed. Brasília: Embrapa solos, 2018.
- Somavila, J., Dalastra, G. M., Coutinho, P. W. R., Souto, M. S., Pereira, C., Januário, F., Cadorin, D. A., & Netto, L. A. (2022). Influência da aplicação de boro em sulco de plantio na cultura da soja. *Brazilian Journal of Development*, 8(3), 21950-21960. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n3-408>
- Sousa, D. M. G., & Lobato, E. (2004). *Cerrado: correção do solo e adubação*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados.
- Souza, L. (2020). *Veneno à nossa mesa – O Brasil é o país que mais consome agrotóxicos*. IHU (Instituto Humanitas Unisinos). Universidade do Vale do Rio dos Sinos Unisinos. 2020. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2020/11/16/veneno-a-nossa-mesa-o-brasil-e-o-pais-que-mais-consome-agrotocicos/> Acesso 22 mai. 2022.
- Souza, L. C. D., Sá, M. E., Carvalho, M. A. C., & Simidu, H. M. (2008). 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*, 8(2), 37-44. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50080205>
- Team, R. D. C. (2018). *A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.gbif.org/tool/81287/r-a-language-and-environment-for-statistical-computing> Acesso em: 02 fev. 2023.

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).