

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
BACHARELADO EM AGRONOMIA
MARCOS MONIER FERREIRA DA SILVA

FONTES E DOSES DE BORO NA CULTURA DA SOJA

CERES – GO
2022

MARCOS MONIER FERREIRA DA SILVA

FONTES E DOSES DE BORO NA CULTURA DA SOJA

Trabalho de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso.

**CERES – GO
2022**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SSI586 SILVA, MARCOS MONIER FERREIRA DA
f FONTES E DOSES DE BORO NA CULTURA DA SOJA /
MARCOS MONIER FERREIRA DA SILVA; orientador WILIAN
HENRIQUE DINIZ BUSO. -- Ceres, 2022.
11 p.

TCC (Graduação em BACHARELADO EM AGRONOMIA) --
Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2022.

1. Glycine max. 2. Micronutrientes. 3. Adubação.
4. Soja. I. BUSO, WILIAN HENRIQUE DINIZ, orient. II.
Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIÃO

Este termo tem por objetivo autorizar o IF GOIÁS, por meio do Conselho de Gestão de Recursos Humanos, a disponibilizar no Repositório Institucional do IF GOIÁS as produções técnico-científicas produzidas por docentes, pesquisadores e discentes em nome do IF GOIÁS, com o compromisso de divulgar, promover, preservar e manter atualizado o acesso para fins de ensino, pesquisa e extensão, a fim de divulgar os produtos técnico-científicos do IF GOIÁS.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tese acadêmica | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Tese de doutorado | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia de especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto de ensino educacional - Tipo:

Nome completo do autor

MARCO MONTE FERREIRA DA SILVA

Número

20171010021610

Nome completo

RENATA DE OLIVEIRA DA SILVA NA CLAYTON DA SILVA

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento disponível: Não Sim, apenas

Informe a data em que será disponibilizado no RIF Goiás: 10 / 10 / 2017

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode ser utilizado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

Declaro que sou autor do trabalho

• Que o documento é meu trabalho original, sendo os direitos autorais da produção técnico-científica e não sendo de domínio público ou de terceiros.

• Que a minha autorização de disponibilizar meus trabalhos no RIF GOIÁS não implica em direito de autor, pois o autor do trabalho Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Goiás, responsável e que não possui o que lhe dá a autoria, são os serviços, órgãos, departamentos, departamentos e instituições no âmbito do IF GOIÁS.

• Que o trabalho não possui direitos reservados, sendo de domínio público, sendo o IF GOIÁS o responsável por sua divulgação e preservação no RIF GOIÁS.

CIDES

10 / 10 / 2017

Assinatura

Assinatura

Assinatura do autor

Marco Monte Ferreira da Silva
Assinatura do autor

Assinatura do autor

Renata de Oliveira da Silva Clayton da Silva
Assinatura do autor

Assinatura do autor

ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) VINTE dia(s) do mês de SETEMBRO do ano de dois mil e VINTE DOIS realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) MARCOS MONIER FERREIRA DA SILVA do Curso de BACHARELADO EM AGRONOMIA matrícula 2017103200210130 cujo título é "FONTES E DOSES DE BORO NA CULTURA DA SOJA

_____". A defesa iniciou-se às 18 horas e 36 minutos, finalizando-se às 19 horas e 40 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 7,8 no trabalho escrito, média 8,0 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 7,9 de pontos, estando o(a) estudante APTO para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.



Assinatura Presidente da Banca



Assinatura Membro 1 Banca Examinadora



Assinatura Membro 2 Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar força e coragem para finalizar esta etapa tão importante da minha vida.

Aos meus pais e irmãos, por tudo que fizeram e fazem por mim, e por acreditarem no meu potencial.

Aos amigos verdadeiros que fiz durante esta caminhada, quero que saibam que reconheço tudo o que fizeram por mim, pela companhia e por tornarem a caminhada mais leve e prazerosa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso, por todos os ensinamentos transmitidos e pelo apoio na realização deste trabalho.

Aos membros da banca avaliadora, pela disponibilidade em participar, e pelas contribuições para minha formação.

E a todos os professores e servidores do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres. Foram eles que me deram recursos e ferramentas para evoluir um pouco mais a cada dia. Por se empenharem em fazer com que essa instituição seja uma referência em educação.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Quadrados médios das variáveis analisadas, altura de planta (AP), altura da primeira vagem (APV), número de hastes por planta (NHP), número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), número de nós totais por planta (NTP), número total de vagem por planta (NTVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de soja com uso de fontes e doses de boro..... 05
- Tabela 2** – Valores médios para altura de planta (AP), altura da primeira vagem (APV), número de hastes por planta (NHP), número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2) de soja com aplicação de fontes e doses de boro.....06
- Tabela 3** – Valores médios do número de nós totais por planta (NTP), número total de vagem por planta (NTVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de soja com aplicação de fontes e doses de boro.....07

RESUMO

Entre os micronutrientes essenciais às plantas, o boro desempenha importantes funções na planta, e pode ser disponibilizado às plantas através da adubação de base e foliar. Desta forma, o presente estudo objetivou avaliar os efeitos de diferentes fontes e doses de boro na cultura da soja. O estudo foi conduzido em uma propriedade no município de Itaberaí – GO. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3, sendo quatro doses de Boro (0, 2, 4 e 6 kg ha) e três fontes (ácido bórico, bórax e ulexita). As características agronômicas avaliadas foram altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de hastes por planta, número de nós reprodutivos da haste principal, número de nós reprodutivos nas hastes laterais, número de nós totais por planta e número de grãos por vagem, produtividade e massa de mil grãos. Não ocorreu interação significativa entre fontes e doses de B em nenhuma das características avaliadas. O número de nós reprodutivos na haste principal foi maior com a fonte boráx que formou 10,19 nós. A produtividade foi 3,3% maior com a dose de 4 kg ha de B, em relação a testemunha e a produtividade média foi de 3823,57 kg ha. As fontes utilizadas são capazes de fornecer B para a soja nas condições em que o estudo foi conduzido. A dose de 4 kg ha promove 3,3% de produção de grãos a mais que a testemunha.

Palavras-chave: *Glycine max*. Micronutrientes. Adubação.

ABSTRACT

Among the micronutrients essential to plants, boron can be important functions in the plant, made available to plants through base and foliar fertilization. Thus, the present study aims to evaluate the effects of different sources and doses of boron on soybean. The study was reported on a property in the municipality of GO - GO. The experimental design adopted was a randomized block, in a 4x3 factorial scheme, with four doses of Boron (0, 4 doses², 4 and 6 kg ha) and three sources (boric acid, borax and ulexite). The agronomic reproductive traits were plant heights, number of insertion nodes of the first plant, number of reproductive nodes of the first plant, number of reproductive nodes on the lateral stems, total number of nodes per plant and number of grains per plant, productivity and mass. of a thousand grains. There was no significant interaction between sources and doses in any of the characteristics. The number of reproductive nodes in the main rush was higher with the borax source, which formed 10.19 nodes. The productivity was 3.3% higher with a dose of 4 kg ha of B, in relation to the Control and the average productivity was 3823.57 kg ha. The sources used are capable of providing B for the conditions in which the study was determined. A dose of 4 kg ha promotes 3.3% more grain production than the control.

Keywords: *Glycine max.* Micronutrients. Fertilizing.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	2
MATERIAL E MÉTODOS	3
RESULTADOS E DISCUSSÃO	4
CONCLUSÃO	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9

FONTES E DOSES DE BORO NA CULTURA DA SOJA

SOURCES AND DOSES OF BORON IN SOY CROP

MARCOS MONIER FERREIRA DA SILVA

Acadêmico do curso de Agronomia no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres

marcos.monier@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6431-7109>

WILIAN HENRIQUE DINIZ BUSO

Professor e Coordenador do curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres

wilian.buso@ifgoiano.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0568-2605>

Resumo

Entre os micronutrientes essenciais, o boro desempenha importantes funções na planta, e pode ser disponibilizado às plantas através da adubação de base e foliar. Desta forma, o presente estudo objetivou avaliar o uso de diferentes fontes e doses de boro na cultura da soja. O estudo foi conduzido no município de Itaberaí – GO. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3, sendo quatro doses de Boro (0, 2, 4 e 6 kg ha) e três fontes (ácido bórico, bórax e ulexita). As características agrônomicas avaliadas foram altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de hastes por planta, número de nós reprodutivos da haste principal, número de nós reprodutivos nas hastes laterais, número de nós totais por planta e número de grãos por vagem, produtividade e massa de mil grãos. Não ocorreu interação significativa entre fontes e doses de B em nenhuma das características avaliadas. O número de nós reprodutivos na haste principal foi maior com a fonte boráx que formou 10,19 nós. A produtividade foi 3,3% maior com a dose de 4 kg ha de B, em relação a testemunha e a produtividade média foi de 3823,57 kg ha. As fontes utilizadas são capazes de fornecer B para a soja nas condições em que o estudo foi conduzido. A dose de 4 kg há promove 3,3% de produção de grãos a mais que a testemunha.

Palavras-chave: *Glycine max*. Micronutrientes. Adubação.

Abstract

Among the micronutrients essential, boron can be important functions in the plant, made available to plants through base and foliar fertilization. Thus, the present study aims to evaluate the effects of different sources and doses of boron on soybean. The study was reported on a property in the municipality of GO - GO. The experimental design adopted was a randomized block, in a 4x3 factorial scheme, with four doses of Boron (0, 4 doses2, 4 and 6 kg ha) and three sources (boric acid, borax and ulexite). The agronomic reproductive traits were plant heights, number of insertion nodes of the first plant, number of reproductive nodes of the first plant, number of reproductive nodes on the lateral stems, total number of nodes per plant and number of grains per plant, productivity and mass. of a thousand grains. There was no significant interaction between sources and doses in any of the characteristics. The number of reproductive nodes in the main rush was higher with the borax source, which formed 10.19 nodes. The

productivity was 3.3% higher with a dose of 4 kg ha of B, in relation to the Control and the average productivity was 3823.57 kg ha. The sources used are capable of providing B for the conditions in which the study was determined. A dose of 4 kg ha promotes 3.3% more grain production than the control.

Keywords: *Glycine max*. Micronutrients. Fertilizing.

Introdução

A soja (*Glycine max*) é uma cultura de importância global, de origem asiática, amplamente cultivada em todo o planeta, a qual vem apresentando crescimento em sua oferta e demanda (COSTA et al., 2014). De acordo com a Conab a soja ocupou 40.950,6 milhões de hectares na safra 2021/2022 com produção de 124 milhões de toneladas, produção 10,2% menor que a safra 2020/2021, devido a influência do fenômeno La Niña que provocou redução de produtividade na Região Sul e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2022).

De acordo com Sfredo (2008), é uma cultura exigente em macro e micronutrientes, sendo necessária a presença de todos os nutrientes essenciais no solo de forma equilibrada afim de garantir um bom desenvolvimento durante o ciclo e, conseqüentemente, atingir elevadas produtividades.

O boro (B) é um micronutriente essencial para o desenvolvimento de todas as plantas, o qual proporciona maior desenvolvimento radicular, atua na divisão das paredes celulares e contribui no metabolismo para o aumento da resistência da planta a efeitos adversos (SHELP, 1993). A soja é exigente em B e há uma faixa estreita entre o nível adequado e o tóxico, desta forma é importante definir bem a dose a ser utilizada. Outro fator a ser analisado, é a fonte a ser utilizada, pois a maioria dos adubos com B possuem alta solubilidade e estão sujeitos a maior intensidade de lixiviação no solo (TRATMANN et al., 2014). Em solos com maior capacidade de retenção de água ocorre aumento no acúmulo de boro nas raízes e folhas da soja, quando há teores adequados de B no solo (SILVA et al., 2017)

O fornecimento de B para as plantas pode ser realizado via solo, através de adubos com misturas de grânulos e através da aplicação via foliar (ASAD et al., 2003). Dentre as diferentes fontes de B para as plantas, tem-se a ulexita, ácido bórico e bórax. A fonte ulexita é composta por borato de sódio e cálcio, sendo o borato de cálcio o mais solúvel dentre os conhecidos, com 10 a 15% de B e 12 a 14% de cálcio; o ácido bórico se encontra na forma de cristais, com 17-18% de B, apresentando alta solubilidade em água e baixa reatividade no solo, o que torna essa fonte extremamente suscetível à lixiviação; e o bórax consiste em borato de sódio com 11% de boro (BYERS et al., 2001).

O conhecimento do comportamento das culturas quanto à tolerância, falta ou excesso de B ainda é escasso, sendo de suma importância para recomendação de variedades e suporte nos programas de melhoramento genético (TOMICIOLI et al., 2019). Diante do exposto, o objetivou com a pesquisa avaliar o uso de fontes e doses de B aplicadas via solo sobre parâmetros vegetativos e produtivos da soja.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Santo Antônio, município de Itaberaí – GO, situado na latitude 16°07'51,8" S e longitude 50°01'57,0" W. Foi o primeiro ano de plantio de soja na referida área, que anteriormente estava cultivada com milho. A dessecação foi com 2 L ha de glifosato antes da semeadura da soja.

O solo do local apresentavam as seguintes características químicas na profundidade de 0 a 20 cm: Ca=3,1 (cmol_c dm⁻³); Mg=0,8 (cmol_c dm⁻³); Al=0,0 (cmol_c dm⁻³); H=2,4 (cmol_c dm⁻³); P=1,2 (mg dm⁻³); k=29,3 (mg dm⁻³); B=0,1 (mg dm⁻³); pH=5,1 (CaCl₂); V=51,09% e M.O.=25 (mg dm⁻³).

A semeadura ocorreu no dia 08/12/2020, sendo utilizada a cultivar M7739 IPRO, com ciclo de aproximadamente 115 dias para a região de plantio, resistência ao acamamento e à nematoides dos cistos raças 1, 3 e 10. As sementes foram tratadas com os inseticidas tiametoxam (200 mL 100⁻¹ kg de semente) e fipronil (200 mL 100⁻¹ kg de semente), e com fungicida carbendazin + tiram (200 mL 100⁻¹ kg de semente). As sementes também foram inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*, sendo utilizado um inoculante turfoso.

O sistema adotado foi o plantio direto na palha, com espaçamento de 0,50 m entre linhas, com a plantadeira regulada para distribuição de 12 sementes m⁻¹, o estande final foi de 7,9 plantas m⁻¹. A adubação de base foi realizada com 300 kg ha da formulação NPK 05-25-15, totalizando 15 kg ha de N, 75 kg ha de P₂O₅ e 45 kg ha de K₂O.

O delineamento experimental escolhido foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3, quatro doses de B (0, 2, 4 e 6 kg ha) e três fontes (ácido bórico, bórax e ulexita) com quatro repetições. A aplicação de B foi realizada aos 10 dias após a semeadura, quando as plantas estavam no estágio V1. As parcelas foram formadas por quatro linhas de 5 m de comprimento, sendo que apenas as duas linhas centrais foram utilizadas para as avaliações, desprezando uma bordadura de 0,5 m nas extremidades.

A colheita foi no dia 30/03/2020. Para a determinação da altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de hastes por planta, número de nós reprodutivos da haste

principal, número de nós reprodutivos nas hastes laterais, número de nós totais por planta e número de grãos por vagem, foram escolhidas cinco plantas aleatórias para cada bloco e tratamento. A altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem foram determinadas com auxílio de uma trena, e os resultados expressos em metros e milímetros, respectivamente.

Para a produtividade, os grãos das duas linhas centrais de cada parcela foram colhidos, pesados em balança de precisão, e o resultado obtido foi extrapolado para kg por hectare. Já a massa de mil grãos foi determinada após a colheita e pesagem de quatro amostras de 1000 grãos em balança de precisão, sendo o resultado expresso em g.

Os resultados de todas as variáveis analisadas no experimento foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% e análise de regressão para a variável quantitativa utilizando o programa estatístico R.

Resultados e discussão

Não Tabela 1 são apresentados o resumo da ANOVA, representado pelos quadrados médios das fontes de variação para todas as variáveis analisadas no presente estudo. Não ocorreu interação significativa entre fontes de boro e doses, desta forma todas as variáveis foram analisadas individualmente. Pelos dados da Tabela 1, observa que não ocorreu diferenças estatísticas entre as fontes de boro, bem como, não ocorreu ajustes aos modelos de regressão para a variável quantitativa. Somente o NH1 foi diferente para as fontes de boro (Tabela 1). Em outro estudo, com objetivo de avaliar componentes da planta e produção de soja em função de diferentes doses, modos, épocas de aplicação de B e disponibilidade de água no solo, Silva et al. (2017) também não observou diferenças significativas na maioria dos componentes agrônômicos avaliados em soja em função da aplicação de ácido bórico.

A altura de plantas (AP) não foi influenciada pelas fontes e doses de B com média de 0,56 m (Tabela 2). As plantas apresentaram porte baixo, que pode estar relacionado com o solo ainda em correção, baixos níveis de fósforo, potássio. Baixo pH e níveis de B. O teor de B no solo estava em 0,1 (mg dm^{-3}), que pode ter influenciado na divisão celular, já que o B é importante no crescimento da planta e estruturação da parede celular. De acordo com Kappes et al. (2008) que aplicaram boro em V5 na soja, observaram que a AP foi de 0,69 m, de acordo com os autores aplicações nos estádios vegetativos faz com que a planta utilize parte do B para o seu crescimento.

Tabela 1. Quadrados médios das variáveis analisadas, altura de planta (AP), altura da primeira vagem (APV), número de hastes por planta (NHP), número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), número de nós totais por planta (NTP), número total de vagem por planta (NTVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de soja com uso de fontes e doses de boro.

Variáveis	Quadrado médio do erro ¹			Regressão	
	Fonte	Dose	F x D	Linear	Quadrática
AP	0,0012 ^{ns}	00,0012 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	0,0015914 ^{ns}	0,00014008 ^{ns}
APV	0,8133 ^{ns}	3,8956 ^{ns}	2,7022 ^{ns}	0,13067 ^{ns}	10,8300 ^{ns}
NHP	0,4508 ^{ns}	0,8986 ^{ns}	0,2353 ^{ns}	2,68817 ^{ns}	0,00750 ^{ns}
NH1	10,4108 [*]	2,9433 ^{ns}	2,7942 ^{ns}	3,2667 ^{ns}	0,1633 ^{ns}
NH2	15,5348 ^{ns}	19,6807 ^{ns}	3,5360 ^{ns}	47,482 ^{ns}	1,860 ^{ns}
NTP	35,0758 ^{ns}	27,3833 ^{ns}	12,4058 ^{ns}	80,736 ^{ns}	0,003 ^{ns}
NTVP	33,1975 ^{ns}	66,9053 ^{ns}	36,8119 ^{ns}	62,628 ^{ns}	31,687 ^{ns}
NGV	0,0355 ^{ns}	0,0379 ^{ns}	0,0568 ^{ns}	0,087018 ^{ns}	0,023555 ^{ns}
M1000	83,5446 ^{ns}	74,3532 ^{ns}	170,8059 ^{ns}	59,020 ^{ns}	39,339 ^{ns}
PROD	213994 ^{ns}	17192,41 ^{ns}	227263 ^{ns}	12522 ^{ns}	16613 ^{ns}
GL	2	3	6	1	1

¹ns = não significativo, * significativo a 5% pelo teste de Tukey. GL= graus de liberdade.

A altura da primeira vagem (APV) foi igual para todos os tratamentos com média de 133 mm de altura (Tabela 2). A APV é importante para a colheita mecanizada, nesta altura há redução nas perdas devido a ação da plataforma de corte das colhedoras. Em um estudo sobre a aplicação de B em diferentes doses (0, 1, 2, 3 e 4 kg ha) e estádios fenológicos (V6, V9 e R1) da cultura da soja convencional e transgênica, Gomes (2017) não observaram diferenças entre os tratamentos para a variável altura de inserção da primeira vagem. Segundo Lemos et al. (2011), essa característica relaciona-se diretamente com a altura de plantas, e pode ser influenciada tanto por fatores ambientais como pelo manejo da área, variando de acordo com a cultivar.

Conforme destacam Borghi et al. (2021), essa variável é importante para a colheita mecanizada da soja, e quanto maior a altura de inserção da primeira vagem, maior deverá ser a

altura da plataforma de corte da colhedora. Valadão Júnior et al. (2008) preconizam que, visando a diminuição de perdas durante a colheita, a altura de inserção da primeira vagem deve ser superior a 10 cm. Diante disso, é possível constatar que as médias obtidas no presente estudo se encontram adequadas à colheita mecanizada.

Tabela 2. Valores médios para altura de planta (AP), altura da primeira vagem (APV), número de hastes por planta (NHP), número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2) de soja com aplicação de fontes e doses de boro.

Fonte	AP (m)	APV (mm)	NHP	NH1	NH2
Ácido bórico	0,55 a	135,50 a	4,45 a	9,80 ab	21,25 a
Boráx	0,57 a	133,00 a	4,50 a	10,19 a	23,21 a
Ulexita	0,56 a	131,00 a	4,76 a	8,64 b	22,05 a
Dose (kg ha)					
0	0,55	127,17	4,50	9,28	21,90
2	0,55	139,16	4,67	9,00	21,82
4	0,57	136,50	4,45	10,17	22,13
6	0,56	129,067	4,27	9,68	20,83
CV (%)	5,61	9,22	16,21	16,57	19,61

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O número de haste por planta (NHP) foi igual para todos os tratamentos com média de 4,57 NHP (Tabela 2), esta variável contribui com estruturas reprodutivas que podem gerar incrementos de produtividade. O NHP está presente nas cultivares de ciclo médio a tardio. E a cultivar M7739 IPRO que foi utilizada neste estudo possui ciclo de 115 dias e assim emite várias hastes laterais.

O número de nós reprodutivos na haste principal (NH1) foi diferente para as fontes e quando utilizou adubação com Boráx formou 10,19 NH1 por planta (Tabela 2). A fonte Ulexita apresentou o menor valor (8,64) que pode estar relacionado com a disponibilização do B de forma mais lenta e os baixos teores no solo formou menos NH1 que as outras fontes. Com a doses de 4 kg ha de B formou 8,75% mais NH1 que a testemunha. A quantidade de nós

reprodutivos nas hastes laterais (NH2) não diferiram estatisticamente, a média para as fontes foi de 22,17 NH2, conforme Tabela 2. Plantas com hábito de formação de hastes laterais contribui com aumento na quantidade de nós reprodutivos formado pela planta. O número de nós totais por planta (NTP) foi igual para todas as fontes de boro utilizadas, conforme Tabela 3. As doses não apresentaram ajustes aos modelos de primeiro e segundo grau (Tabela 1) e pelas médias apresentadas na Tabela 2 o B não contribuiu para incrementos na variável NTP. A formação de nós reprodutivos é um componente importante para aumento de produtividade. E de acordo com Kappes et al. (2008), a aplicação de B nos estádios vegetativos, contribui com o crescimento da planta e com a formação de maior NTP.

O número de vagens por planta (NTVP) não diferiram entre as fontes de B (Tabela 3). Para as doses de B quando aplicou 4 kg ha de B ocorreu incrementos de 7,5% de NTVP que a testemunha, esta variável pode ser um fator importante para ter ganhos de produtividade. De acordo com Farinelli et al. (2006) o B atua no crescimento do tubo polínico e promove aumento na formação de frutos e sementes, dois componentes de produção importantes para aumento de produtividade. No trabalho de Silva et al. (2017) que trabalharam com doses de B em vaso e cultivo de soja, observaram que, com a doses de 1,5 mg dm⁻³ a soja formou 32 NTVP, o solo utilizado pelos autores tinha 0,19 mg dm⁻³ de B. De acordo com os resultados obtidos neste estudo, o B promove ganhos no NTVP da soja, quando os teores no solo estão baixos.

Tabela 3. Valores médios do número de nós totais por planta (NTP), número total de vagem por planta (NTVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de soja com aplicação de fontes e doses de boro.

Fonte	NTP	NTVP	NGV	M1000 (g)	PROD (kg ha)
Ácido bórico	37,74 a	60,90 a	2,07 a	130,83 a	3899,10 a
Boróx	40,63 a	63,35 a	2,13 a	126,35 a	3690,36 a
Ulexita	38,61 a	63,44 a	2,04 a	129,37 a	3881,02 a
Dose					
(kg ha)					
0	40,82	60,88	2,06	128,71	3736,23
2	39,33	60,87	2,09	132,41	3820,31
4	38,63	65,88	2,03	127,09	3863,89
6	37,18	62,61	2,05	127,17	3773,55

CV (%)	12,91	19,9	11,27	5,49	8,19
--------	-------	------	-------	------	------

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para o número de grãos por vagem foram iguais para as fontes (Tabela 3) e para as doses não ocorreu ajustes aos modelos de regressão utilizados. A dose de 2 kg ha de B promoveu incrementos de 1,4% de grãos nas vagens, em relação a testemunha (dose zero).

A massa de mil grãos (M1000) é um fator que implica diretamente na produtividade e de acordo com a Tabela 3 os resultados para as fontes foram iguais. Para as fontes quando utilizou 2 kg ha de B ocorreu 2,6% a mais de massa. Vários estudos mostram que a aplicação de boro aumenta a densidade dos grãos de soja, quando são aplicados na base e também pulverizados via foliar na fase reprodutivas (R1 a R3), Seidel e Basso (2012), Raimundi et al. (2013) e Silva et al. (2017).

A produtividade de grãos (PROD) foi igual para as fontes utilizadas (Tabela 3) e a PROD média foi de 3823,57 kg ha, isto indica que todas as fontes estudadas fornecem B em quantidades adequadas para a soja. Para as doses de B, quando foi utilizado 4 kg ha a observou incrementos de 3,3% na produtividade de grãos em relação a testemunha. Esses resultados podem ter sido influenciados pelo fato de que este foi o primeiro ano de cultivo de soja na área onde o experimento foi conduzido. Outro fato que pode ter contribuído para que não houvessem diferenças significativas, foi a não realização de adubação de cobertura na área. Para que a cultura cresça e se desenvolva adequadamente, é necessário um bom manejo de adubação, para suprir suas demandas por macro e micronutrientes (BERTI et al., 2019). Conforme o conceito da “Lei do Mínimo” de Liebig, a produtividade da cultura é limitada pelo elemento em menor quantidade, e mesmo que os teores dos demais nutrientes sejam aumentados, isso não será refletido em aumento de produtividade enquanto houver deficiência de um elemento essencial (NACHTIGALL, 2014). Assim, conforme a análise de solo, há níveis baixos de K, P e B na área onde o trabalho foi conduzido.

Oliveira Junior et al. (2018), em um estudo para avaliar a produtividade da soja com uso de doses de B (1, 2, 4, 8 e 16 kg ha) com a fonte ácido bórico, não observaram diferenças significativas na produtividade. A respeito do tipo de aplicação, muito se discute sobre as vantagens de se aplicar boro via solo ou através das folhas, devido ao comportamento desse nutriente. De acordo com Soomro et al. (2011), a aplicação de boro via foliar apresenta como vantagem a absorção mais rápida, visto que o local de absorção e utilização do B será o mesmo,

enquanto no solo, o B apresenta alta mobilidade e pode ser solubilizado e lixiviado com facilidade.

Rosolem e Boaretto (1989) afirmam que a época de aplicação de B influencia na produtividade, e destacam que a maior demanda da soja por nutrientes ocorre entre os estádios R1 e R5. Como no presente trabalho a aplicação só foi realizada nos primeiros dias após a emergência, com as plantas ainda em estágio V1, o B pode ter sido lixiviado no solo ao longo do tempo, impossibilitando que as plantas absorvessem quantidades adequadas no período reprodutivo. Bruns (2017), em um estudo sobre produtividade de soja em função da aplicação foliar de B nos estádios reprodutivos, não observou diferenças na produtividade em resposta às aplicações do nutriente em R3 e R5.1. Entretanto, o autor cita que o resultado pode ter sido influenciado pelo elevado teor de B no solo, e sua textura muito argilosa.

Conclusão

As fontes utilizadas são capazes de fornecer B para a soja nas condições em que o estudo foi conduzido. Sendo a mais indicada a fonte Ulexita, devido a sua disponibilização de forma lenta no solo.

A dose de 4 kg ha promove 3,3% de produção de grãos a mais que a testemunha (dose zero).

Referências Bibliográficas

ASAD, A; BLAMEY, FPC; EDWARDS, DG. **Effects of boron foliar application on vegetative and reproductive growth of sunflower.** Ann. Bot., v. 92, n. 4, p. 565-570, 2003.

BERTI, M. P. S.; SÁ, M. E.; BENETT, C. G. S.; ROCHA, E. C.; BERTI, C. L. F. Doses e épocas de aplicação de boro na qualidade de sementes de soja. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 28, n. 2, p. 123-137, 2019.

BORGHI, E.; KARAM, D.; FOLONI, J. S. S.; MAGALHÃES, P. C.; GARCIA, R. A. Aspectos agronômicos da cultura da soja a serem considerados na implantação do cultivo intercalar antecipado – Antecipe. **Comunicado Técnico**, 251, 2021.

BRUNS, H. Effects of boron foliar fertilization on irrigated soybean (*Glycine max* L. Merr.) in the Mississippi River Valley Delta of the midsouth, USA. **Archives of Agriculture and Environmental Science**, v. 2, n. 3, p. 167 -169, 2017

BYERS, DE; MIKKELSEN, RL; COX, FR. Greenhouse evaluation of four boron fertilizer materials. **Journal of Plant Nutrition**, v. 24, n. 4-5, p. 717-725, 2001.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da safra de Grãos. Décimo Levantamento safra 2021/2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 11 de julho de 2022.

COSTA, NL; SANTANA, AC; BASTOS, APV; BRUM, AL. Desenvolvimento tecnológico, produtividade do trabalho e expansão da cadeia produtiva da soja na Amazônia Legal. In: SANTANA, A. C. (Org.). **Mercado, cadeias produtivas e desenvolvimento rural na Amazônia**. 1ed. Belém/PA: UFRA, v. 1, p. 81-112, 2014.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; SOUZA, F.S.; PIEDADE, A.R.; LEMOS, L.B. Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão adubados via foliar com cálcio e boro. **Revista Científica**, v.34. n.1, p.59-65, 2006.

GOMES, I. S.; BENETT, C. G. S.; SILVA JUNIOR, R. L.; XAVIER, R. C.; BENETT, K. S. S.; SILVA, A. R.; CONEGLIAN, A. Boron fertilisation at different phenological stages of soybean. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 8, p. 1026-1032, 2017.

KAPPES, C.; GOLO, A.L.; CARVALHO, A.A.C. Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agronômicas e na qualidade de sementes de soja. **Scientia Agrária**, v. 9, n. 3, p.291-297, 2008

LEMOS, N. G. et al. Characterization of genes Rpp2, Rpp4, and Rpp5 for resistance to soybean rust. **Euphytica**, Heildeberg, v. 182, n. 1, p. 53-64. 2011.

NACHTIGALL, G. R. Nutrição Mineral de Plantas. **Jornal Agapomi**, Vacaria, v. 247, p. 10-11, 2014.

OLIVEIRA JUNIOR, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; KLEPKER, D. Produtividade da soja, do trigo e do girassol em resposta à aplicação de boro: resultados sumarizados. In: VIII Congresso Brasileiro de Soja. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA Soja 2018. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1093752/1/Produtividadedasojap.729731.pdf>>. Acesso em 15/11/2021.

RAIMUNDI, D. L.; MOREIRA, G. C.; TURRI, L. T. Modos de aplicação de boro na cultura da soja. **Cultivando o Saber**, v. 6, n. 2, p.112-121, 2013.

ROSOLEM, C. A.; BOARETTO, A. E. A adubação foliar em soja. In: BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C. A. **Adubação foliar**. Campinas: Fundação Cargill, 1989, v. 2, p. 513-545.

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.

SFREDO, G. J. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição animal**. Londrina: Embrapa soja, 2008. 148 p. (ISSN 1516-781X. Documentos, 305). Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/Doc305.pdf>> Acesso em: 14/11/2021.

SHELP, BJ. Physiology and biochemistry of boron in plants. In: GUPTA, UC. **Boron and its role in crop production**. Boca Raton: CRC Press, 1993.

SILVA, RCD.; SILVA JUNIOR, GS.; SILVA, CS.; SANTOS, CT.; PELÁ, A. Nutrição com boro na soja em função da disponibilidade de água no solo. **Revista Scientia Agrária**, Curitiba, v.18, n.4, p.155-165, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i4.52762>

SOOMRO, ZH.; BALOCH, P.A.; GANDHAI, AW. Comparative effects of foliar and soil applied boron non growth and fodder yield of maize. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 27, n. 1, p. 18-26, 2011.

TRAUTMANN, RR. LANA, CM.; GUIMARÃES, VF.; GONÇALVES JUNIOR, AC.; STEINER, F. Potencial de água do solo e adubação com boro no crescimento e absorção do nutriente pela cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v.38, n.1, p.240-251, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000100024>

TOMICIOLI, RM.; LEAL, FT.; COELHO, AP. Limitação da produtividade pela deficiência de boro nas culturas da soja, milho, feijão e café. **South American Sciences**, v. 2, n. 1, 2019. doi: <https://doi.org/10.17648/sas.v2i1.100>.

VALADÃO JUNIOR, D. et al. Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 369-375, 2008.