

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
BACHARELADO EM AGRONOMIA
FERNANDO GABRIEL DE SOUSA LIMA

**Desempenho produtivo do feijoeiro comum sob diferentes doses e fontes de
boro em duas safras**

CERES – GO
2019

FERNANDO GABRIEL DE SOUSA LIMA

**Desempenho produtivo do feijoeiro comum sob diferentes doses e fontes de boro
em duas safras**

Trabalho de curso apresentado ao curso de 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
2019**

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

LF363d Lima, Fernando Gabriel de Sousa
Desempenho produtivo do feijoeiro comum sob
diferentes doses e fontes de boro em duas safras /
Fernando Gabriel de Sousa Lima; orientador Wilian
Henrique Diniz Buso. -- Ceres, 2019.
11 p.

Monografia (em Agronomia) -- Instituto Federal
Goiano, Campus Ceres, 2019.

1. Ácido Bórico. 2. Borax. 3. Fontes. 4. Phaseolus
vulgaris L. 5. Ulexita. I. Buso, Wilian Henrique
Diniz, orient. II. Título.



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

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:
Matrícula:
Título do Trabalho:

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 05/12/2019

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres 04/12/2019
Local Data

Fernando Gabriel de Sousa Lima
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

[Assinatura]
Assinatura do(s) orientador(a)

ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) OITO dia(s) do mês de NOVEMBRO do ano de dois mil e DEZENOVE, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) FERNANDO GABRIEL DE SOUSA LIMA, do Curso de BACHARELADO EM AGRONOMIA matrícula _____, cujo título é "DESEMPENHO PRODUTIVO DO FEIJOEIRO COMUM SOB DIFERENTES DOSES E FONTES DE BORO EM DUAS SAFRAS". A defesa iniciou-se às 9 horas e 2 minutos, finalizando-se às 10 horas e 10 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 7,8 no trabalho escrito, média 9,2 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 8,0 de pontos, estando o(a) estudante(a) 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(a) deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano - RIIIF, 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

RESUMO

Um alimento rico em ferro que está presente na dieta da população é o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivado em diversificados sistemas de produção e regiões brasileiras. Dentre os fatores que influenciam na produção dessa cultura, a nutrição mineral é um dos mais importantes. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características agronômicas e a produtividade do feijoeiro comum submetido à diferentes fontes e doses de boro, comparando dois anos de avaliação. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x3, sendo quatro doses de boro (0, 1, 2, 3 kg ha⁻¹) e três fontes: ácido bórico, bórax e ulexita. As variáveis analisadas foram a altura da planta, diâmetro de caule, número de vagens por planta, número de ramos por planta, número de grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade final. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. A aplicação de ácido bórico, nas doses 1 e 2 kg de B ha⁻¹, e ulexita na dose de 2 kg de B ha⁻¹, promoveu resultados superiores para a massa de mil grãos na safra de 2019, com médias de 284,37 g, 278,79 g e 284,67 g, respectivamente. A dose de 2 kg ha⁻¹ para o ano de 2018 e de 2,1 kg ha⁻¹ para o ano de 2019 proporcionaram maiores produtividades em seus respectivos anos, independente da fonte de boro.

Palavras-chave: Ácido Bórico, Borax, Fontes, *Phaseolus vulgaris* L, Ulexita.

ABSTRACT

An iron-rich food that is present in the diet of the population is beans (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivated in diverse production systems and Brazilian regions. Among the factors that influence the production of this crop, mineral nutrition is one of the most important. Thus, the present work aimed to evaluate the agronomic characteristics and yield of common bean submitted to different sources and doses of boron, comparing two years of evaluation. The experimental design was a randomized block design in a 4x3 factorial scheme, with four doses of boron (0, 1, 2, 3 kg ha⁻¹) and three sources: boric acid, borax and ulexite. The variables analyzed were plant height, stem diameter, number of pods per plant, number of branches per plant, number of grains per pod, one thousand grain mass and final yield. Data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5%. The application of boric acid at doses 1 and 2 kg of B ha⁻¹ and ulexite at 2 kg of B ha⁻¹ promoted superior results for the mass of one thousand grains in the 2019 crop, with averages of 284, 37 g, 278.79 g and 284.67 g, respectively. The dose of 2 kg ha⁻¹ for 2018 and 2.1 kg ha⁻¹ for 2019 provided higher yields in their respective years, regardless of the source of boron.

Keywords: Borax, Boric Acid, *Phaseolus vulgaris* L, Sources, Ulexite.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Massa de mil grãos em função da aplicação de boro safra 2019.....	15
Figura 2. Produtividade do feijoeiro comum em função de diferentes doses de boro para o ano de 2018.....	16
Figura 3. Produtividade do feijoeiro comum em função de diferentes doses de boro para o ano de 2019.....	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado das análises químicas e granulométrica do solo, na profundidade de 0-20 cm, antes da instalação do experimento.....	12
Tabela 2. Altura de plantas (AP), Diâmetro do caule (DC), N° de vagens por planta (NVP), N° de ramos por planta (NRP), número de grãos por vagem (NGV), Massa de mil grãos (MMG), Produtividade (PD), correspondentes aos anos de 2018 e 2019.....	13
Tabela 3. Massa de mil grãos correspondente ao ano de 2019 em função das doses e diferentes fontes de boro.....	14

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
MATERIAL E MÉTODOS.....	3
RESULTADOS E DISCUSSÃO	5
CONCLUSÕES	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9

Desempenho produtivo do feijoeiro comum sob diferentes doses e fontes de boro em duas safras

Fernando Gabriel de Sousa Lima¹, Wilian Henrique Diniz Buso²

¹Acadêmico de Bacharelado em Agronomia. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres. Ceres, GO. E-mail: fergabrielsl@hotmail.com.

²Orientador. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres. Ceres, GO. E-mail: wilian.buso@ifgoiano.edu.br.

Resumo

Um alimento rico em ferro que está presente na dieta da população é o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivado em diversificados sistemas de produção e regiões brasileiras. Dentre os fatores que influenciam na produção dessa cultura, a nutrição mineral é um dos mais importantes. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características agronômicas e a produtividade do feijoeiro comum submetido à diferentes fontes e doses de boro, comparando dois anos de avaliação. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x3, sendo quatro doses de boro (0, 1, 2, 3 kg ha⁻¹) e três fontes: ácido bórico, bórax e ulexita. As variáveis analisadas foram a altura da planta, diâmetro de caule, número de vagens por planta, número de ramos por planta, número de grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade final. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. A aplicação de ácido bórico, nas doses 1 e 2 kg de B ha⁻¹, e ulexita na dose de 2 kg de B ha⁻¹, promoveu resultados superiores para a massa de mil grãos na safra de 2019, com médias de 284,37 g, 278,79 g e 284,67 g, respectivamente. A dose de 2 kg ha⁻¹ para o ano de 2018 e de 2,1 kg ha⁻¹ para o ano de 2019 proporcionaram maiores produtividades em seus respectivos anos, independente da fonte de boro.

Palavras-Chave: Ácido Bórico, Borax, Fontes, *Phaseolus vulgaris* L, Ulexita

Productive performance of common bean under different doses and sources of boron in two harvests

Abstract

An iron-rich food that is present in the diet of the population is beans (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivated in diverse production systems and Brazilian regions. Among the factors that influence the production of this crop, mineral nutrition is one of the most important. Thus, the present work aimed to evaluate the agronomic characteristics and yield of common bean submitted to different sources and doses of boron, comparing two years of evaluation. The experimental design was a randomized block design in a 4x3 factorial scheme, with four doses of boron (0, 1, 2, 3 kg ha⁻¹) and three sources: boric acid, borax and ulexite. The variables analyzed were plant height, stem diameter, number of pods per plant, number of branches per plant, number of grains per pod, one thousand grain mass and final yield. Data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5%. The application of boric acid at doses 1 and 2 kg of B ha⁻¹ and ulexite at 2 kg of B ha⁻¹ promoted superior results for the mass of one thousand grains in the 2019 crop, with averages of 284, 37 g, 278.79 g and 284.67 g, respectively. The dose of 2 kg ha⁻¹ for 2018 and 2.1 kg ha⁻¹ for 2019 provided higher yields in their respective years, regardless of the source of boron.

Keywords: Borax, Boric Acid, *Phaseolus vulgaris* L, Sources, Ulexite

INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a leguminosa mais consumida na alimentação humana em todo o mundo (Cokkizgin, 2014). Além de ser conhecido por seu alto teor de proteínas, o feijão também é uma boa fonte de fibras alimentares, carboidratos e ácido fólico (Rahman et al., 2014). Segundo dados da CONAB (2019), a safra brasileira de feijão em 2019/20 conta com aproximadamente 2,89 milhões de hectares plantados, sendo 44,77% da área total plantada com feijão cores, 44,11% com feijão caupi, e 11,12% com feijão preto. A produção dessa safra está estimada em mais de 2,96 milhões de toneladas.

O feijoeiro é uma planta exigente, e devido ao seu curto ciclo, a cultura requer que os nutrientes estejam imediatamente disponíveis, para que sua produtividade não seja limitada (Nascente et al., 2012; Lacerda et al., 2019). Com relação aos nutrientes exigidos pela cultura, o Boro é um dos micronutrientes absorvidos em maior quantidade pelo feijoeiro, sendo que a planta exporta cerca de 7,5 g de B por tonelada de grão (Fageria et al., 2014).

O boro participa de vários processos fisiológicos nas plantas, tais como a síntese e estrutura da parede celular, o transporte e o metabolismo de carboidratos, a manutenção da membrana plasmática, o metabolismo de RNA, a lignificação, entre outros importantes processos fundamentais ao desenvolvimento vegetal (Trautmann et al., 2014). Um dos principais sintomas da deficiência desse micronutriente é a morte meristemática (Wimmer e Eichert, 2013), e também são relatados a redução drástica do crescimento radicular primário, bem como alterações na morfologia das raízes (Poza et al., 2018).

Para suprir as necessidades das plantas e evitar problemas relacionados à sua deficiência, o B é fornecido às culturas através da adubação, sendo que o ácido bórico é a fonte mais utilizada para o fornecimento desse nutriente (Silva et al., 2017a). Entretanto, há poucos estudos sobre o manejo mais adequado da adubação bórica (Galindo et al., 2018), dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento de trabalhos que foquem na identificação das fontes e doses mais adequadas de B à cada cultura.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho do feijoeiro comum cultivado com diferentes fontes e doses de boro, comparando os resultados obtidos em duas safras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal Goiano, Campus Ceres (GO), localizada na latitude S 15° 21' 00", longitude W 49° 35' 57", altitude de 564 m, sob pivô central.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x3, sendo quatro doses de Boro (0, 1, 2, 3 kg B ha⁻¹), e três fontes: bórax (11,3%), ácido bórico (17,48%) e ulexita (10%). Foram feitas quatro repetições, totalizando 48 parcelas. Sendo essa adubação realizada no dia do plantio.

Tabela 1. Resultado das análises química e granulométrica do solo, na profundidade de 0-20 cm, antes da instalação do experimento.

Areia	Silte	Argila	pH em H ₂ O	M.O.	Ca	Mg	Al
g kg ⁻¹				g dm ⁻³	cmol dm ⁻³		
482	400	478	5,82	22	3,85	1,94	0,00
H+AL		K	T	K	P	V	
cmol dm ⁻³		mg dm ⁻³					
3,80		0,56	10,15	180,00	30,00	62,57%	

O preparo de solo foi constituído por uma gradagem pesada e uma nivelagem, no dia anterior a sementeira. A sementeira no primeiro ano de avaliação foi realizada no dia 12/06/2018, e no segundo ano no dia 11/05/2019. O espaçamento adotado foi de 0,5 m entre linhas, sendo distribuídas 12 sementes por metro. As sementes foram previamente tratadas com dois princípios ativos de fungicidas, na dose de 200 mL de cada produto para 100 kg de sementes.

A adubação de base foi calculada de acordo com as características químicas do solo, aplicando-se 16 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O. Utilizou-se a cultivar pérola. A adubação em cobertura foi feita no estádio fenológico V4 (terceiro trifólio totalmente desenvolvido), com 130 kg de N ha⁻¹ (ureia). O controle de plantas daninhas foi realizado em pré-emergência, com aplicação de herbicida (1 L ha⁻¹) um dia após a sementeira, e em pós emergência, com aplicação de dois herbicidas, com dosagens de 1 L ha⁻¹ e 0,8 L ha⁻¹. O controle de pragas e doenças foi realizado seguindo as recomendações para a cultura do feijoeiro, e o manejo da irrigação foi realizado com tanque classe A, corrigindo a lâmina de aplicação com base no Kc da cultura e de acordo com seus estádios fenológicos.

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de cinco metros. As avaliações foram feitas nas linhas centrais desprezando 0,50 m de bordadura nas extremidades. As colheitas foram realizadas nos dias 15/09/2018 e 24/08/2019, procedendo nessas datas o arranquio manual e posteriormente as plantas da área útil foram trilhadas em trilhadeira tratorizada e os grãos foram pesados para cálculos de produtividade. A umidade foi corrigida para 13%.

As variáveis analisadas foram: altura de plantas (m), diâmetro de caule (mm), número de ramos por planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de mil grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹).

Os dados dos componentes de produção e características agronômicas foram submetidos à análise de variância e suas médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Além disso, foram ajustadas equações de regressão das variáveis em função das doses de boro, utilizando o software R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante os resultados obtidos (Tabela 2), observa-se que em ambos os anos de avaliação, não houve efeito das doses e fontes de B sobre as variáveis altura de planta, diâmetro de caule, número de ramos por planta e número de grãos por vagem. Para a variável massa de mil grãos (MMG) não foram observadas diferenças significativas apenas no ano de 2018.

Tabela 2. Altura de plantas (AP), Diâmetro do caule (DC), N° de vagens por planta (NVP), N° de ramos por planta (NRP), número de grãos por vagem (NGV), Massa de mil grãos (MMG), Produtividade (PD), correspondentes aos anos de 2018 e 2019.

2018							
Doses	AP (m)	DC (mm)	NVP	NRP	NGV	MMG (g)	PD (kg ha ⁻¹)
0	1,12	8,99	7,26	4,33	5,44	262,70	2968,00
1	1,06	8,98	7,98	4,70	5,69	265,25	3464,70
2	1,06	8,93	8,83	4,61	5,76	260,90	3803,00
3	1,05	9,07	7,42	4,46	5,60	263,75	3515,30
CV(%)	9,42	5,83	24,73	9,00	6,90	5,98	11,37
Ulexita	1,03	9,04	8,36 a	4,72	5,70	256,30	3588,00
Ác.Bórico	1,11	9,01	8,04 a	4,62	5,63	264,53	3372,75
Bórax	1,08	8,93	7,22 b	4,24	5,54	265,62	3352,50
2019							
Doses	AP (m)	DC (mm)	NVP	NRP	NGV	PD (kg ha ⁻¹)	
0	1,26	9,27	8,96	4,72	6,05	3531,00	
1	1,28	9,21	9,55	4,97	6,01	4202,69	
2	1,27	9,49	9,54	5,11	6,10	4538,32	
3	1,26	9,49	9,80	4,97	6,18	4257,03	
CV(%)	1,93	8,05	9,67	8,66	3,48	10,97	
Ulexita	1,27	9,29	9,33	4,87	6,11	4114,21	
Ác.Bórico	1,27	9,36	9,60	4,93	6,12	4047,53	
Bórax	1,26	9,45	9,47	5,02	6,02	4100,15	

(Silva et al., 2017b), estudando a associação entre nove doses de adubação nitrogenada e boratada e inoculação no feijoeiro, também não observaram diferenças significativas entre os tratamentos nas variáveis altura de plantas e números de grãos por vagem.

(Farinelli et al., 2008), avaliando características agrônômicas do feijoeiro comum em função de diferentes doses de B aplicadas via foliar, encontraram médias próximas às do presente trabalho para a variável número de vagens por planta. Nesse estudo o NVP variou entre 6,4 e 8,4, sendo que também não foram observadas diferenças significativas entre as doses de B aplicadas, sendo as doses: 1,5 L ha⁻¹ (0,75 g ha⁻¹ de B); 3,0 L ha⁻¹ (1,5 g ha⁻¹ de B), e 4,5 L ha⁻¹ (2,25 g ha⁻¹ de B).

(Dos Reis et al., 2009), avaliando doses de boro entre 0 a 2 kg ha⁻¹, e dois modos de aplicação (foliar e cobertura) desse micronutriente no período de abertura das primeiras flores do feijoeiro, obtiveram resultados superiores, com médias de NVP variando entre 13,6 e 14,7.

Com relação ao número de grãos por vagem, as médias obtidas no presente estudo foram superiores às encontradas por (Mariano et al., 1999) em um estudo que avaliou sete doses de boro (0; 0,25; 0,5; 1,5; 3,0;

6,0 e 10,0 mg dm⁻³ de solo), em quatro tipos de solos diferentes. Esses autores citam que doses mais elevadas de B ocasionam reduções em componentes de produtividade, devido à toxidez desse elemento quando aplicado em grandes quantidades.

A toxidez do B é relatada também por (Fageria, 2000), que avaliando níveis adequados e tóxicos do nutriente para diferentes culturas, incluindo o feijoeiro comum, concluiu que a dose tóxica de boro para a cultura é de 4,4 mg de B kg⁻¹ de solo. Já (Mantovani et al., 2013), trabalhando com a cultura do amendoim (*Arachis hypogaea*), constataram que a dose de 2 kg B ha⁻¹ afetou negativamente o rendimento, a produtividade e o número de grãos por vagem.

Conforme demonstra a Tabela 3, para a variável massa de mil grãos houve interação significativa entre as fontes e doses utilizadas no ano de 2019. A aplicação de ácido bórico nas doses 1 e 2 kg ha⁻¹ proporcionou resultados estatisticamente superiores às demais doses. A adubação com bórax obteve resultados estatisticamente iguais em todas as doses avaliadas, enquanto a ulexita proporcionou maior massa de mil grãos quando aplicada na dose de 2 kg ha⁻¹.

Tabela 3. Massa de mil grãos correspondente ao ano de 2019 em função das doses e diferentes fontes de boro.

Doses (kg ha ⁻¹)	Fontes		
	Ácido bórico	Borax	Ulexita
0	267,43 bA	267,13 aA	267,83 bA
1	284,37 aA	275,67 aB	273,09 bB
2	278,79 aA	267,67 aB	284,67 aA
3	269,30 bA	268,52 aA	265,19 bA
CV (%)	1,73		

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas são iguais pelo teste de Tukey a 5%.

Não foram observadas diferenças significativas entre as fontes tanto no controle (dose 0) como na dose de 3 kg ha⁻¹. O ácido bórico foi superior às outras fontes quando aplicado na dose de 1 kg ha⁻¹, enquanto na dose 2 kg ha⁻¹ ele foi estatisticamente igual à ulexita, e ambos foram superiores ao bórax, que apresentou a menor média de massa de mil grãos nessa dose do nutriente.

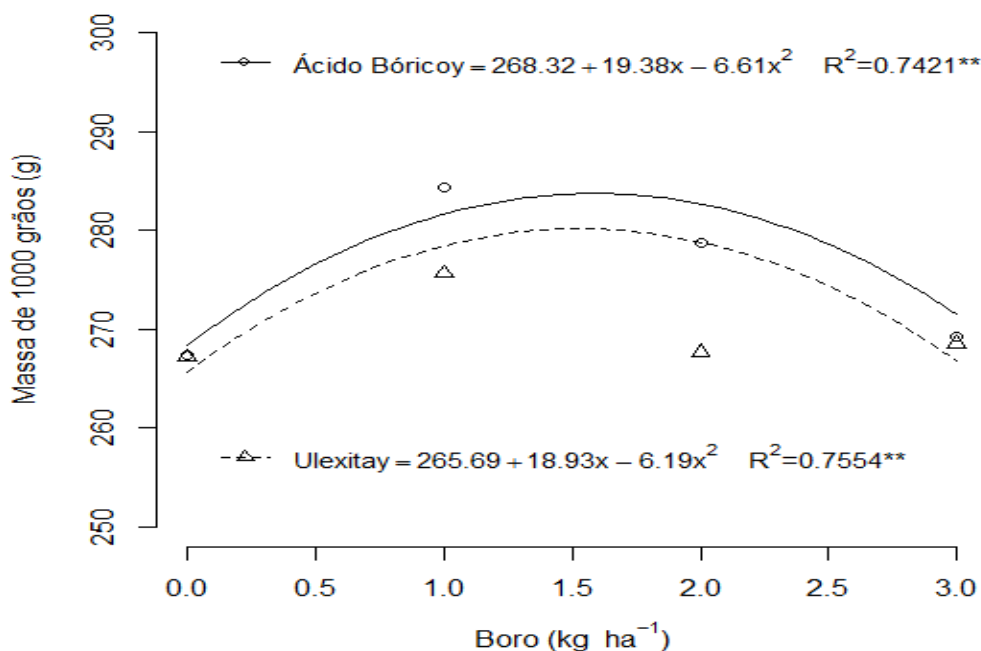
Os resultados observados no presente trabalho diferem de diversos trabalhos publicados na literatura. (Lima et al., 2018), estudando efeitos de doses (0, 0,5, 1,0, 2,0 e 4,0 kg de ha⁻¹) de bórax e ácido bórico na nutrição e produção do feijoeiro consorciado com mamona (*Ricinus communis* L.), não observaram diferenças estatísticas entre os tratamentos na variável massa de mil grãos.

(Silva et al., 2006), em um estudo para determinar os efeitos da aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro, utilizaram quatro doses diferentes (0, 15, 30 e 60 g de ha⁻¹) de ácido bórico não observaram diferenças significativas entre os tratamentos para a massa de cem sementes. Também avaliando efeitos da adubação boratada foliar, (Oliani et al., 2011) utilizaram doses de 0, 150, 300 e 450 g ha⁻¹ e concluíram que essas doses de B não influenciaram significativamente a massa de mil grãos.

Já (Dos Reis et al.,2009), avaliando a produção e a qualidade fisiológica de sementes de feijão no Cerrado em função de diferentes doses (0, 0,5, 1,0 e 2,0 kg de B ha⁻¹) e formas de aplicação de boro, também não encontraram diferenças significativas entre as doses de bórax para a variável massa dos grãos.

Conforme representado na Figura 1, o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos resultados obtidos pela aplicação de ácido bórico e ulexita. Já para o borax a análise de regressão não foi significativa. É possível perceber que, para o ácido bórico, o resultado máximo para a massa de mil grãos é obtido com a aplicação da dose 1,46 kg ha⁻¹, e para a ulexita com a aplicação de 1,52 kg ha⁻¹ de boro e que após esse ponto, a aplicação de doses maiores proporciona decréscimos na massa de mil grãos de feijão.

Figura 1. Massa de mil grãos em função da aplicação de boro safra 2019.



Os resultados observados no presente trabalho discordam dos apresentados por (Silveira et al., 1996), que encontraram máximo peso de mil grãos de feijão com a dose de 2,7 kg ha⁻¹, utilizando como fonte o ácido bórico. Conforme afirmam (Costa et al., 2014), o boro não pode ser utilizado indiscriminadamente na adubação, visto que sua aplicação em excesso pode ocasionar toxidez na planta, ocasionando necrose de área foliar.

Pode ser observado de acordo com as Figuras 2 e 3 que o modelo quadrático se ajustou aos resultados de produtividade em função da aplicação de diferentes doses de boro para os anos de 2018 e 2019. É possível perceber que a adubação com B promove acréscimos na produtividade e a dose de máxima produtividade foi de 2 kg ha⁻¹ para o ano de 2018 e de 2,1 kg ha⁻¹ para o ano de 2019. A aplicação de doses maiores que as apresentadas em seus respectivos anos proporcionam decréscimo na produtividade do feijoeiro.

Figura 2. Produtividade do feijoeiro comum em função de diferentes doses de boro para o ano de 2018.

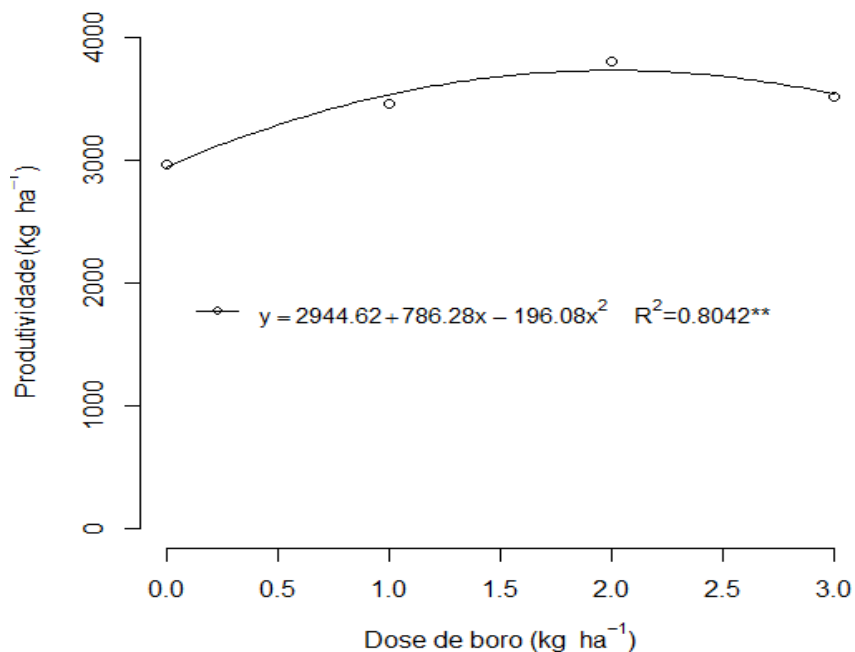
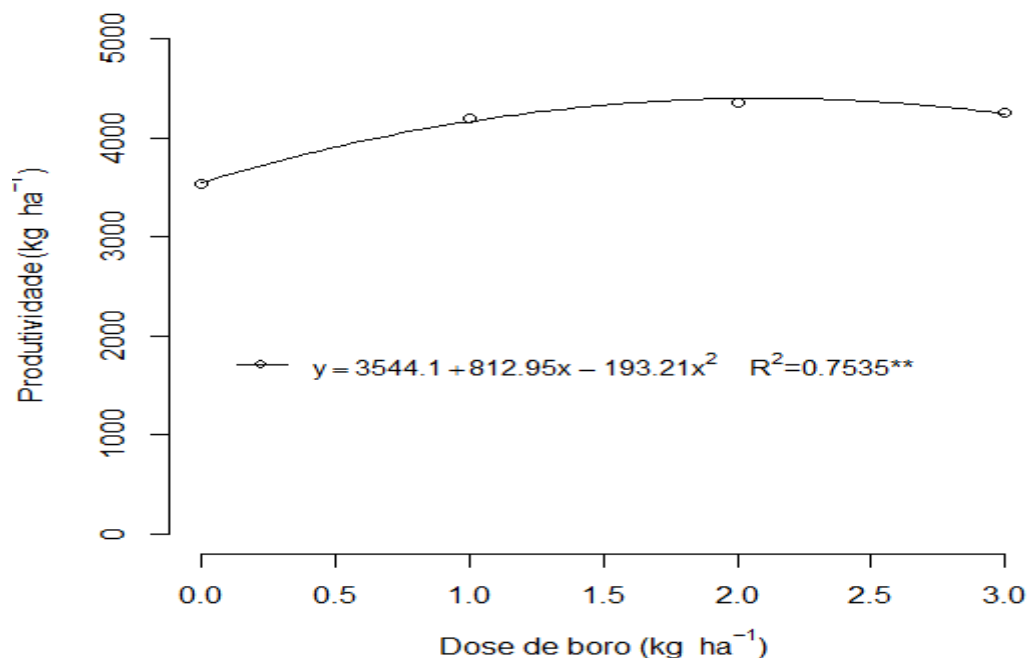


Figura 3. Produtividade do feijoeiro comum em função de diferentes doses de boro para o ano de 2019.



Esse resultado corrobora com o resultado obtido por (Galindo et al., 2018) em um estudo sobre a adubação boratada na cultura do trigo, que concluíram que a aplicação 2 kg B ha⁻¹ no sulco de semeadura, utilizando como fonte o ácido bórico, resulta em maior produtividade de grãos nessa cultura.

Em um estudo semelhante ao presente trabalho, (Flores et al., 2018) avaliaram o desempenho do feijoeiro submetido à quatro fontes de B (ácido bórico, bórax, borogran e FTE BR 12) e cinco doses (0, 1, 2, 3 e 4 kg ha⁻¹). Esses autores constataram que a maior produção (4.446 kg ha⁻¹) resultou da aplicação de 1,35 kg B ha⁻¹, fornecida com ácido bórico.

Conforme relatam (Trautmann et al., 2014), os dados sobre a aplicação de B em culturas anuais disponíveis na literatura brasileira são contraditórios, e isso se deve sobretudo às grandes variações das propriedades físicas e químicas dos solos do país, e também pelas diferenças nas exigências nutricionais de cada cultura.

CONCLUSÕES

A aplicação de ácido bórico na dose de 1,46 kg ha⁻¹ e ulexita na dose de 1,52 kg ha⁻¹ apresentaram resultados superiores às demais doses avaliadas para massa de mil grãos.

A dose de 2 kg ha⁻¹ para o ano de 2018 e de 2,1 kg ha⁻¹ para o ano de 2019 proporcionaram maiores produtividades em seus respectivos anos, independente da fonte de boro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COKKIZGIN, A. Boron (H₃BO₃) toxicity in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germination. **Annual Research & Review in Biology**, v. 4, n. 1, p. 325-336, 2014.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v. 7, safra 2019/20, outubro 2019. Brasília: CONAB, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos>. Acesso em 23 de outubro de 2019.

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

DOS REIS, C. J.; SORATTO, R. P.; BISCARO, G. A.; KULCZYNSKI, S. M.; FERNANDES, D. S. Doses e modos de aplicação de boro na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão em solo de cerrado. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 4, p. 258-264, 2009.

FAGERIA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de boro na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 57-62, 2000.

FAGERIA, N. K.; CARVALHO, M. C. S.; OLIVEIRA, I. P. Calagem e Adubação. In: GONZAGA, A. C. O. (ed. Tec.). **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: EMBRAPA, 2014. 247 p. il. Disponível em: <http://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000030-ebook-pdf.pdf>. Acesso em 23 de setembro de 2019.

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. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 59-65, 2008.

FLORES, R. A.; RODRIGUES, R. A.; CUNHA, P. P.; DAMIN, V.; ARRUDA, E. M.; ABDALA, K. O.; DONEGÁ, M. C. Grain field of *Phaseolus vulgaris* in a function of application of boron in soil. **Journal of Soil Science and Plan Nutrition**, Temuco, v. 18, n. 1, p. 144-156, 2018.

GALINDO, F. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; BOLETA, E. H. M.; RODRIGUES, W. L.; ROSA, A. R. M. Do the application forms and doses of boron affect wheat crops? **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 9, p. 597-603, 2018.

LACERDA, M. C.; NASCENTE, A. S.; PEREIRA, E. T. L. Adubação nitrogenada afeta a produtividade e a qualidade comercial de grãos do feijoeiro em sistema de plantio direto. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 2, p. 71-80, 2019.

LIMA, M. L.; SILVA, G. C.; SILVA, I. L.; LISBOA, C. F.; SILVA, D. D. A.; FRANÇA, E. E.; TEIXEIRA, I. R.; PELÁ, A. Boron sources and levels on the nutrition and production of commom bean intercropped with castor. **Journal of Agriculture Science**, Ontario, v. 10, n. 7, p. 218-229, 2018.

MANTOVANI, J. P. M.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Adubação foliar de boro em diferentes estádios fenológicos na cultura do amendoim. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 2, p. 270-278, 2013.

MARIANO, E. D.; FACHIM, V.; FURTINI NETO, A. E.; MARIANO, I. O. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. C. Boro em solos de várzea do sul de minas gerais e a cultura do feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 04, p. 1051-1058, 1999.

NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; COBUCCI, T.; OLIVEIRA, P. Adubação de cultivares de feijoeiro comum em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 407-415, 2012.

OLIANI, D.; TEIXEIRA, C. M.; BONILHA, M. A. F. M.; CÁSSIA, M. T. Adubação foliar com boro e manganês na cultura do feijão. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 8, p. 9-14, 2011.

POZA-VIEJO, L.; ABREU, I.; GONZÁLES-GARCÍA, M. P.; ALLAUCA, P.; BONILLA, I.; BOLAÑOS, L.; RUGUERA, M. Boron deficiency inhibits root growth by controlling meristem activity under cytokinin regulation. **Plant Science**, v. 270, p. 176-189, 2018.

RAHMAN, I. U.; AFZAL, A.; IQBAL, Z.; IJAZ, F.; SHAD, S.; MANAN, S.; AFZAL, M. Response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to basal applied and foliar feeding of different nutrients application. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science**, v. 14, n. 9, p. 851-854, 2014.

SILVA, R. C. D. S.; SILVA JÚNIOR, G. S.; SILVA, C. S.; SANTOS, C. T.; PELÁ, A. Nutrição com boro na soja em função da disponibilidade de água no solo. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, n. 4, p. 155-165, 2017a.

SILVA, M. S.; OLIVEIRA, G. R. F.; BOSSOLANI, J. W.; PROENÇA, S. L.; SOARES, D. A.; ROCHA, E. N.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; SÁ, M. E. Fertilização nitrogenada e boratada associada à inoculação com *Bacillus subtilis* no desempenho agrônômico do feijoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 11, n. 2, p. 116-124, 2017b.

SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; BÍSCARO, T.; LEMOS, L. B. Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 46-52, 2006.

SILVEIRA, P. M.; DYNIA, J. F.; ZIMMERMANN, F. J. P. Resposta do feijoeiro irrigado a boro, zinco e molibdênio. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 198-204, 1996.

TRAUTMANN, R. R.; LANA, M. C.; GUIMARÃES, V. F.; GONÇALVES JÚNIOR, A. F.; STEINER, F. Potencial de água no solo e adubação com boro no crescimento e absorção de nutriente pela cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 240-251, 2014.

WIMMER, M. A.; EICHERT, T. Review: mechanisms for boron deficiency-mediated changes in plant water relations. **Plant Science**, v.203-204, p. 25-32, 2013.