

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
BACHARELADO EM AGRONOMIA
WY TALO DE OLIVEIRA LOPES

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MILHO CULTIVADO COM FONTES E DOSES
DE BORO**

CERES – GO
2022

WYTALO DE OLIVEIRA LOPES

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MILHO CULTIVADO COM FONTES E DOSES
DE BORO**

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
2022**

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

L864d Lopes, Wytalo de Oliveira
Desempenho agrônômico de milho cultivado com fontes e doses de boro / Wytalo de Oliveira Lopes; orientador Wilian Henrique Diniz Buso. -- Ceres, 2022.
15 p.

TCC (Graduação em Bacharelado em Agronomia) -- Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2022.

1. Zea mays. 2. Micronutriente. 3. Produtividade.
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: Wytalo de Oliveira Lopes
 Matrícula: 2017103200270342
 Título do Trabalho: Desempenho agrônomo de milho cultivado com fontes e doses de boro

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /
 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;
- cumprir 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.

Goia - GO 14/12/22
Local Data

Wytalo de Oliveira Lopes
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

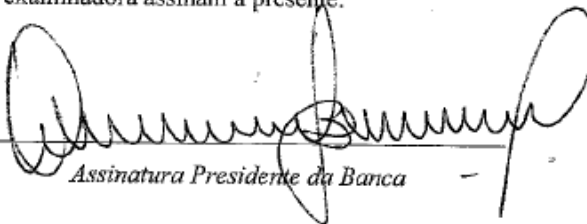
[Assinatura]
Assinatura do(a) orientador(a)

ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

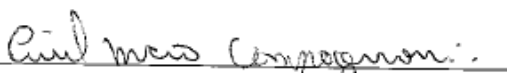
Ao(s) 25 dia(s) do mês de novembro ano de dois mil e dois realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Wytalo de Oliveira Lopes do Curso de Bacharelado em Agronomia matrícula 2017103100210342 cujo título é "Desempenho agrônomo de milho cultivado com fontes e doses deboro". A defesa iniciou-se às 13 horas e 04 minutos, finalizando-se às 14 horas e 53 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho aprovado com média 7,1 no trabalho escrito, média 7,6 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 7,4 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 – 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

AGRADECIMENTOS

A Deus por me permitir alcançar este objetivo.

À minha família por sempre me apoiar ao longo do curso.

Ao meu orientador Dr. Wilian Henrique Diniz Buso pelos ensinamentos e orientações, e pelo auxílio na realização deste trabalho.

Aos membros da banca avaliadora pela disponibilidade e sugestões no aperfeiçoamento do trabalho.

A todos os meus colegas discentes pelos momentos e ensinamentos compartilhados.

“Tente mover o mundo. O primeiro passo será mover a si mesmo”.

Platão

RESUMO

O milho é uma cultura de grande importância socioeconômica, devido seu alto valor energético e utilização na alimentação humana e animal. Objetivou-se neste trabalho avaliar as características agronômicas da cultura do milho cultivada com fontes e doses de B. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, esquema fatorial 3x4 com três fontes de B (ácido bórico, bórax e ulexita) e quatro doses (0; 1,5; 3,0 e 4,5 kg ha⁻¹), com quatro repetições por tratamento. O experimento foi realizado em 2 safras consecutivas. As variáveis analisadas foram: Altura de planta, Altura de inserção da primeira espiga, Comprimento da espiga, Número de fileiras de grãos por espiga, Número de grãos por fileira, Massa de mil grãos e Produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Para Comprimento da espiga houve interação entre os fatores no primeiro ano, na Dose de 1,5 kg ha⁻¹ o Ácido Bórico foi superior às demais Fontes, e utilizando o Ácido Bórico, a Dose de 1,5 kg ha⁻¹ foi superior às demais para esta variável. Para Produtividade houve diferença entre as Fontes e Doses nas 2 safras, onde a Ulexita foi superior às demais Fontes nas duas ocasiões. Com relação às Doses, de acordo com a análise de regressão a Dose de 1,6 kg ha⁻¹ apresentou maior Produtividade na primeira safra, e a Dose de 2,03 kg ha⁻¹ na segunda safra. Para Altura de Planta, Altura de inserção da primeira espiga, Número de Fileiras de grãos, Número de Grãos por fileira e Massa de 1000 grãos não houve diferença entre as Fontes e Doses de B.

Palavras-chave: *Zea mays*, Micronutriente, Produtividade.

ABSTRACT

Corn is a crop of great socioeconomic importance, due to its high energy value and use in human and animal food. The objective of this work was to evaluate the agronomic characteristics of maize cultivated with sources and doses of B. The experimental design was in randomized blocks, factorial 3x4 with three sources of B (boric acid, borax and ulexite) and four doses (0; 1,5; 3,0 and 4,5 kg ha⁻¹), with four replications per treatment. The experiment was carried out in 2 consecutive harvests. The analyzed variables were: Plant height, Height of insertion of the first ear, Length of the ear, Number of rows of grains per ear, Number of grains per row, Mass of a thousand grains and Productivity. Data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey's test at 5% significance. For Ear Length there was interaction between the factors in the first year, at the Dose of 1,5 kg ha⁻¹ Boric Acid was superior to the other Sources, and using Boric Acid, the Dose of 1,5 kg ha⁻¹ was superior to the others for this variable. For Productivity there was a difference between Sources and Doses in the 2 harvests, where Ulexite was superior to the other Sources in both occasions. With regard to Doses, according to the regression analysis, the Dose of 1,6 kg ha⁻¹ showed the highest productivity in the first harvest, and the Dose of 2,03 kg ha⁻¹ in the second harvest. For Plant Height, Height of insertion of the first ear, Number of Rows of grains, Number of Grains per row and Mass of 1000 grains, there was no difference between the Sources and Doses of B.

Keywords: *Zea mays*, Micronutrient, Productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Análise de regressão do Comprimento da espiga em função das doses de B aplicadas, safra 2019/2020	08
Figura 2 – Produtividade de grãos (kg ha^{-1}), em função das doses de B aplicadas (kg ha^{-1}), para a safra 2019/2020	11
Figura 3 – Produtividade de grãos (kg ha^{-1}), em função das doses de B aplicadas (kg ha^{-1}), para a safra 2020/2021	12

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadrados médios das variáveis analisadas, referente às safras 2019/2020 e 2020/2021 do experimento	04
Tabela 2 – Valores médios para as variáveis analisadas, referente às safras 2019/2020 e 2020/2021 do trabalho.....	06
Tabela 3 – Desdobramento das interações entre os fatores Fonte e Dose, e valores médios para a variável Comprimento da espiga (mm), referentes à safra 2019/2020	07

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. MATERIAL E MÉTODOS	3
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	4
4. CONCLUSÃO	12
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MILHO CULTIVADO COM FONTES E DOSES DE BORO

Wytalo de Oliveira Lopes¹, Wilian Henrique Diniz Buso¹

¹Instituto Federal Goiano Campus Ceres, Ceres, Goiás, Brasil. E-mail: wytalooliveira.agro@outlook.com, wilian.buso@ifgoiano.edu.br

RESUMO: O milho é uma cultura de grande importância socioeconômica, devido seu alto valor energético e utilização na alimentação humana e animal. Objetivou-se neste trabalho avaliar as características agronômicas da cultura do milho cultivada com fontes e doses de B. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, esquema fatorial 3x4 com três fontes de B (ácido bórico, bórax e ulexita) e quatro doses (0; 1,5; 3,0 e 4,5 kg ha⁻¹), com quatro repetições por tratamento. O experimento foi realizado em 2 safras consecutivas. As variáveis analisadas foram: Altura de planta, Altura de inserção da primeira espiga, Comprimento da espiga, Número de fileiras de grãos por espiga, Número de grãos por fileira, Massa de mil grãos e Produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Para Comprimento da espiga houve interação entre os fatores no primeiro ano, na Dose de 1,5 kg ha⁻¹ o Ácido Bórico foi superior às demais Fontes, e utilizando o Ácido Bórico, a Dose de 1,5 kg ha⁻¹ foi superior às demais para esta variável. Para Produtividade houve diferença entre as Fontes e Doses nas 2 safras, onde a Ulexita foi superior às demais Fontes nas duas ocasiões. Com relação às Doses, de acordo com a análise de regressão a Dose de 1,6 kg ha⁻¹ apresentou maior Produtividade na primeira safra, e a Dose de 2,03 kg ha⁻¹ na segunda safra. Para Altura de Planta, Altura de inserção da primeira espiga, Número de Fileiras de grãos, Número de Grãos por fileira e Massa de 1000 grãos não houve diferença entre as Fontes e Doses de B.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, Micronutriente, Produtividade

ABSTRACT: Corn is a crop of great socioeconomic importance, due to its high energy value and use in human and animal food. The objective of this work was to evaluate the agronomic characteristics of maize cultivated with sources and doses of B. The experimental design was in randomized blocks, factorial 3x4 with three sources of B (boric acid, borax and ulexite) and four doses (0; 1,5; 3,0 and 4,5 kg ha⁻¹), with four replications per treatment. The experiment was carried out in 2 consecutive harvests. The analyzed variables were: Plant height, Height of insertion of the first ear, Length of the ear, Number of rows of grains per ear, Number of grains per row, Mass of a thousand grains and Productivity. Data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey's test at 5% significance. For Ear Length there was interaction between the factors in the first year, at the Dose of 1,5 kg ha⁻¹ Boric Acid was superior to the other Sources, and using Boric Acid, the Dose of 1,5 kg ha⁻¹ was superior to the others for this variable. For

Productivity there was a difference between Sources and Doses in the 2 harvests, where Ulexite was superior to the other Sources in both occasions. With regard to Doses, according to the regression analysis, the Dose of 1,6 kg ha⁻¹ showed the highest productivity in the first harvest, and the Dose of 2,03 kg ha⁻¹ in the second harvest. For Plant Height, Height of insertion of the first ear, Number of Rows of grains, Number of Grains per row and Mass of 1000 grains, there was no difference between the Sources and Doses of B.

KEYWORDS: *Zea mays*, Micronutrient, Productivity.

1. Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de grande importância socioeconômica na agricultura mundial, devido seu alto valor energético e utilização na alimentação humana e animal (TAVARES et al., 2015). O cultivo de milho no Brasil tem crescido a cada ano, e se consolidado como elemento importante para o setor agropecuário, sendo o segundo grão mais exportado no país (SOUZA et al., 2018).

Segundo CONAB (2022), a área total para cultivo de milho no Brasil na safra 2021/2022 cresceu para 21,58 milhões de hectares, um acréscimo de aproximadamente 8,2% em relação à temporada anterior, apresentando uma safra total, considerando as três safras, em torno de 113,27 milhões de toneladas do grão (30,1% superior à safra anterior).

A cultura no Brasil, tem apresentado aumentos de produtividade a cada ano, devido principalmente, às tecnologias implementadas no sistema de cultivo, como a rotação de culturas, plantio direto, manejo da fertilidade do solo, bem como adubação adequada com macro e micronutrientes (TEIXEIRA et al., 2015). Segundo Souza et al. (2011) solos tropicais normalmente apresentam pH baixo, e devido à elevada acidez é comum a deficiência de Boro (B) nesses solos.

O B é um importante nutriente para as plantas. Evidências sugerem que ele esteja relacionado com o crescimento meristemático, formação de raízes, síntese da parede celular, funcionamento de membranas, respostas hormonais, e regulação do ciclo celular (ARAÚJO e SILVA, 2012). Além disso, é um nutriente fundamental para a germinação do grão de pólen e desenvolvimento do tubo polínico (JAVORSKI et al., 2014). A deficiência de B na planta prejudica seu desenvolvimento e reduz o potencial produtivo (SILVA et al., 2014), além de gerar distúrbios nos processos fisiológicos dependentes deste elemento (BRUNES et al., 2015).

Kumar et al. (2019) avaliando diferentes aplicações de B na cultura do milho (via foliar e via solo), observaram em seus estudos ganhos no rendimento de grãos com a aplicação de 0,5 kg ha⁻¹ de B no sulco de semeadura, totalizando um aumento de 25% em relação à testemunha.

A partir disto o presente trabalho teve por objetivo avaliar as características agronômicas da cultura do milho cultivada com fontes e doses de B.

2. Material e métodos

O experimento foi realizado no setor experimental de culturas anuais do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres - GO (S 15° 21' 00''; W 49° 35' 57'') com altitude de 564 metros. O trabalho se deu ao longo de duas safras consecutivas na mesma área, sendo a primeira no ano safra 2019/2020, e posteriormente replicado na safra 2020/2021. O clima na região é Aw, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seco na temporada de inverno.

A dessecação da área foi realizada mediante aplicação mecanizada de Glifosato na dose de 3,0 l ha⁻¹. O controle de plantas invasoras no período de cultivo, foi realizado com aplicação do pré-emergente Dual Gold na dose de 1,2 l ha⁻¹.

A semeadura foi executada no dia 10/12/2019 e 04/12/2020 para o primeiro e segundo ano de cultivo respectivamente, no período que apresentou condições ideais para a germinação da cultura. Foi empregado semeadura mecanizada (semeadura direta), com espaçamento entre linhas de 0,85 m e visando obter uma população de 61.000 plantas ha⁻¹. No primeiro ano a área havia ficado em pousio antes de receber a semeadura do trabalho, enquanto na segunda safra o cultivo foi feito sobre a palhada do primeiro ano de estudo, não havendo safrinha na área. O híbrido de milho utilizado foi o Feroz VIP 3, híbrido duplo com tecnologia RR e Viptera.

A adubação de base foi feita com 38 kg ha⁻¹ de N, 144 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 48 kg ha⁻¹ de K₂O em ambas as safras. As sementes foram tratadas com o inseticida sistêmico Imidacloprido + Tiodicarb e o fungicida Tiram, nas doses de 0,5 L e 200 mL para cada 100 kg de sementes, respectivamente. Os demais tratamentos culturais para controle de insetos e plantas invasoras durante o experimento seguiram as recomendações técnicas para a cultura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 3x4, sendo, três fontes de B: ácido bórico (17,48%); bórax (11,3%) e ulexita (10%) e quatro doses (0; 1,5; 3,0 e 4,5 kg ha⁻¹), com quatro repetições por tratamento. Cada parcela constituiu-

se de quatro linhas de 5 metros, espaçadas de 0,85 m, considerando-se como área útil as duas linhas centrais, desprezando 0,85 m nas extremidades como bordadura. A aplicação dos tratamentos foi feita manualmente e na linha de plantio logo após a semeadura.

A colheita do experimento foi realizada de forma manual, com a remoção de todas as espigas de cada parcela e identificação, sendo posteriormente debulhadas e pesadas para se estimar a Produtividade. A colheita ocorreu no dia 12/05/2020 e 06/05/2021 na primeira e segunda safra do experimento, respectivamente, e a umidade foi corrigida para 13%.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: Altura de planta (m), Altura de inserção da primeira espiga (m), Comprimento da espiga (mm), Número de fileiras de grãos por espiga, Número de grãos por fileira, Massa de mil grãos (g) e Produtividade de grãos (kg ha⁻¹).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância. Realizou-se análise de regressão das variáveis analisadas em função das doses de B aplicadas. As análises foram realizadas com o auxílio do software estatístico R.

3. Resultados e discussão

Os resultados da análise de variância são apresentados na Tabela 1 para os 2 anos do experimento. Analisando os efeitos isolados de cada fator, observa-se que a Fonte mostrou efeito sobre a variável Produtividade nos dois anos. De forma semelhante, também foi observado efeito da Dose para a Produtividade nas duas ocasiões.

Tabela 1. Quadrados médios das variáveis analisadas, referente às safras 2019/2020 e 2020/2021 do experimento.

Variáveis	Safra 2019/2020				
	Quadrado médio do erro ¹			Regressão	
	Fonte	Dose	F x D	Linear	Quadrática
AP	0,0206 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	0,0170 ^{ns}	0,007348 ^{ns}	0,00009 ^{ns}
APE	0,0105 ^{ns}	0,0079 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	0,02208 ^{ns}	0,00090 ^{ns}
CE	1,6204 ^{ns}	102,0568 ^{ns}	119,3645 [*]	165,315 [*]	212,664 [*]
NFG	1,7510 ^{ns}	1,0467 ^{ns}	0,5650 ^{ns}	2,81840 ^{ns}	0,23102 ^{ns}
NGF	7,9220 ^{ns}	2,2495 ^{ns}	6,2384 ^{ns}	0,3629 ^{ns}	5,7852 ^{ns}

M1000	2788,201 ^{ns}	1600,266 ^{ns}	1762,481 ^{ns}	2584,2 ^{ns}	2088,6 ^{ns}
PROD	516980,3 [*]	174905,7 [*]	1154054,3 ^{ns}	2407205 ^{ns}	2826581 [*]
GL	2	3	6	-	-
Safra 2020/2021					
Variáveis	Quadrado médio do erro ¹			Regressão	
	Fonte	Dose	F x D	Linear	Quadrática
AP	0,0113 ^{ns}	0,0222 ^{ns}	0,0094 ^{ns}	0,026062 ^{ns}	0,0172 ^{ns}
APE	0,0029 ^{ns}	0,0025 ^{ns}	0,0023 ^{ns}	0,001037 ^{ns}	0,00312 ^{ns}
CE	22,7981 ^{ns}	79,6426 ^{ns}	81,7369 ^{ns}	198,024 ^{ns}	34,456 ^{ns}
NFG	2,0347 ^{ns}	0,9257 ^{ns}	0,1015 ^{ns}	0,90418 ^{ns}	1,80692 ^{ns}
NGF	4,1526 ^{ns}	3,4578 ^{ns}	4,8470 ^{ns}	3,6423 ^{ns}	0,8274 ^{ns}
M1000	2288,459 ^{ns}	3213,332 ^{ns}	2179,297 ^{ns}	8830,502 ^{ns}	2088,6 ^{ns}
PROD	2314800,0 [*]	1234341,7 [*]	993800,0 ^{ns}	357282 ^{ns}	3297008 [*]
GL	2	3	6	-	-

ns = não significativo, * significativo a 5% pelo teste de Tukey.

GL= graus de liberdade; AP = Altura de planta (m); APE = Altura de inserção da primeira espiga (m); CE = Comprimento da espiga (mm); NFG = Número de fileiras de grãos por espiga; NGF= Número de grãos por fileira; M1000= Massa de mil grãos (g); PROD= Produtividade (kg ha⁻¹).

Com relação às interações entre os fatores Fonte e Dose (Tabela 1), observou-se interação significativa entre os fatores para a variável Comprimento da espiga no primeiro ano de cultivo. Já no segundo ano, não houve interação entre os fatores em nenhuma das variáveis estudadas.

A análise de regressão realizada em função das Doses de B mostrou-se significativa para a variável Comprimento da espiga, na primeira safra, ajustando-se ao modelo linear quando se utilizou Bórxax como Fonte de B. Devido a interação observada entre as Fontes e Doses estudadas, quando se utilizou Ácido Bórico como Fonte de B, os resultados da regressão mostraram que esta se ajustou ao modelo quadrático, alterando o comportamento dos dados de acordo com a Fonte utilizada. A análise de regressão também mostrou-se significativa para a variável Produtividade nos dois anos de cultivo, ajustando-se ao modelo quadrático nas duas ocasiões.

As médias comparadas das variáveis são apresentadas nas Tabelas 2 e 3 para os 2 anos do estudo. Para Altura de planta (AP) foi possível observar que não houve diferença entre as Fontes e Doses de aplicação de B nas duas safras. De forma semelhante, a Altura de inserção da primeira espiga (APE) (Tabela 2) não apresentou diferença entre as Fontes e Doses nos dois anos do estudo.

Tabela 2. Valores médios para as variáveis analisadas, referente às safras 2019/2020 e 2020/2021 do trabalho.

Safra 2019/2020						
Fonte	AP (m)	APE (m)	NFG	NGF	M1000 (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Bórax	2,31 a	1,31 a	15,33 a	34,62 a	288,00 a	8830,50 b
Ac. Bórico	2,35 a	1,30 a	15,83 a	35,48 a	299,86 a	8681,00 b
Ulexita	2,38 a	1,35 a	15,21 a	36,02 a	314,36 a	9731,75 a
Dose (kg ha ⁻¹)						
0	2,33	1,28	15,22	34,86	303,26	9146,33
1,5	2,33	1,32	15,22	35,83	312,81	9401,50
3,0	2,36	1,33	15,56	35,61	301,86	9246,00
4,5	2,35	1,35	15,83	35,19	285,03	8530,50
CV (%)	3,68	7,10	7,27	6,64	10,71	9,84
Safra 2020/2021						
Fonte	AP (m)	APE (m)	NFG	NGF	M1000 (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Bórax	1,87 a	1,02 a	14,79 a	33,21a	290,13 a	6363,75 b
Ac. Bórico	1,91 a	1,02 a	14,08 a	32,71a	297,62 a	6468,75 ab
Ulexita	1,85 a	1,04 a	14,37 a	33,73a	313,55 a	7068,75 a
Dose (kg ha ⁻¹)						
0	1,94	1,03	14,44	32,56	308,78	6501,67
1,5	1,84	1,03	14,11	33,69	314,35	6891,67
3,0	1,88	1,05	14,33	33,00	301,38	6900,00

4,5	1,86	1,01	14,78	33,61	277,22	6241,67
CV (%)	6,08	8,32	7,43	12,58	16,58	11,0

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

AP = Altura de planta; APE = Altura de inserção da primeira espiga; NFG = Número de fileiras de grãos por espiga; NGF= Número de grãos por fileira; M1000= Massa de mil grãos; PROD= Produtividade (kg ha⁻¹).

Jamami et al. (2006) avaliando diferentes doses de B na adubação de milho, relatam que o aumento das doses de B (0, 1 e 2 kg ha⁻¹) não proporcionou incrementos na variável Altura de planta, resultado semelhante ao observado neste trabalho.

Para o Comprimento da espiga houve interação significativa entre os fatores Fonte e Dose no primeiro ano de cultivo, o desdobramento da interação para esta variável é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Desdobramento das interações entre os fatores Fonte e Dose, e valores médios para a variável Comprimento da espiga (mm), referentes à safra 2019/2020.

Dose (kg ha ⁻¹)	Fonte		
	Bórax	Ac. Bórico	Ulexita
0	153,75 Aa	150,83 Ab	156,25 Aab
1,5	154,58 ABa	165,42 Aa	152,92 Bb
3,0	159,58 Aa	156,25 Aab	166,25 Aa
4,5	161,67 Aa	156,25 Aab	155,83 Aab
CV (%)	4,36%		

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

Analisando a média das Fontes comparadas dentro de cada nível de Dose avaliada (Tabela 3), foi possível observar que as Fontes foram iguais dentro de cada Dose, exceto quando se aplicou 1,5 kg ha⁻¹ de B. Neste cenário, houve diferença entre as médias dependendo da Fonte utilizada, onde o Ácido Bórico apresentou resultado superior às demais Fontes ao se aplicar esta dosagem.

A velocidade de liberação do B é diferente entre as Fontes analisadas. O Ácido Bórico é a Fonte que libera o nutriente mais rápido no solo, seguida do Bórax, e a Ulexita, pois

disponibiliza B na mesma forma em que ele é absorvido pela planta (H_3BO_3) (MOURA et al., 2021). Dessa forma, é provável que o Ácido Bórico tenha disponibilizado B mais rapidamente após a semeadura, antes da planta definir o Comprimento da espiga, melhorando o estado nutricional das plântulas, e conseqüentemente a formação e crescimento das espigas, sendo que o B exerce papel importante na divisão celular da planta (TOMICIOLI et al., 2021).

Analisando a média das Doses comparadas dentro de cada nível das Fontes avaliadas (Tabela 3), é possível observar que não houve diferença entre as Doses para Comprimento da espiga quando se utilizou Bórax como Fonte de B.

Ao se utilizar o Ácido Bórico, houve diferença entre as Doses, com aumento do Comprimento de espiga até a Dose de $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$, que se sobressaiu em relação às demais, sendo 9,67% maior que a testemunha. Este fato pode indicar que o Ácido Bórico seja mais eficiente no fornecimento de Doses pequenas de B, até próximo de $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$, devendo-se buscar outras Fontes de B ao se trabalhar com Doses mais elevadas, como mostra a Figura 1.

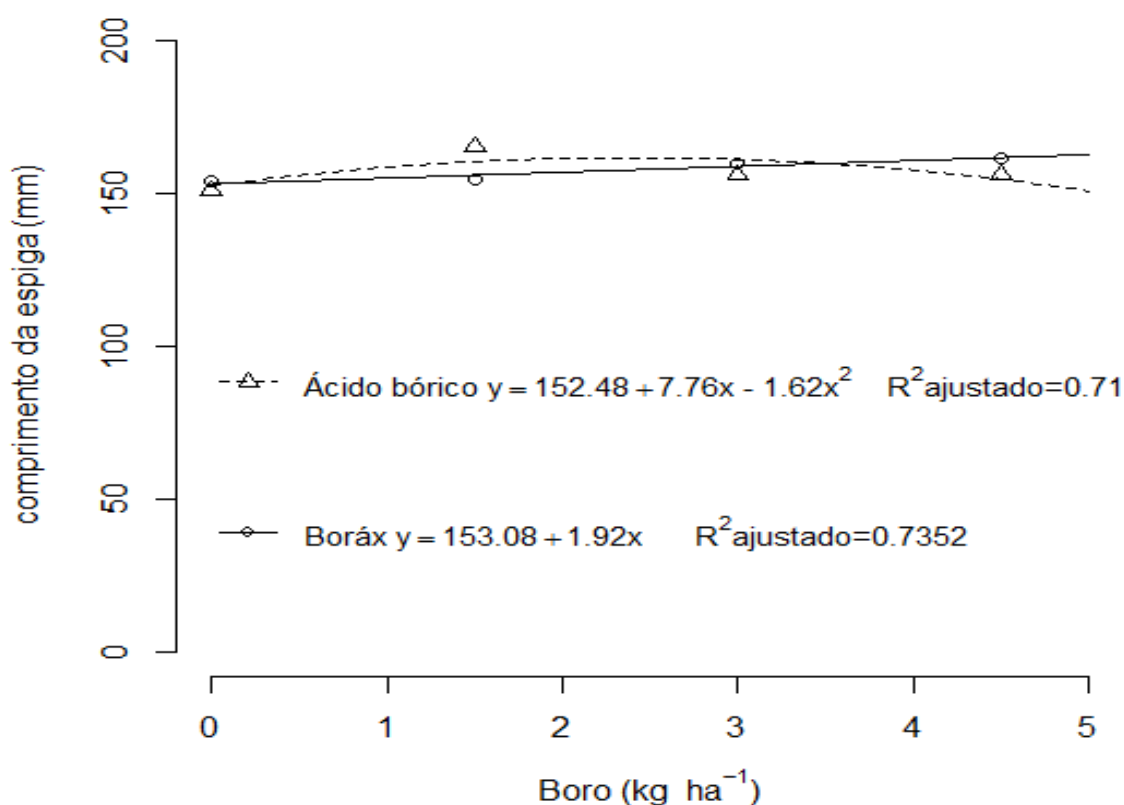


Figura 1. Análise de regressão do Comprimento da espiga em função das Doses de B aplicadas, safra 2019/2020.

Na Figura 1, tem-se uma diferença no comportamento da variável conforme a Fonte de B utilizada. Quando se utilizou Bórax, observa-se que o Comprimento da espiga aumentou na mesma proporção que a Dose de B aplicada, entretanto, ao se utilizar o Ácido Bórico no fornecimento do nutriente, nota-se um aumento do Comprimento de espiga até a Dose de 2,4 kg ha⁻¹, com posterior decréscimo à medida que se elevou a Dose de B.

Na comparação do uso da Ulexita dentro de todas as Doses estudadas (Tabela 3), houve diferença entre as Doses para esta Fonte, entretanto, nota-se um resultado mais inconstante neste caso, onde o valor do Comprimento da espiga oscilou à medida que se aumentou a Dose.

Jamami et al. (2006), estudando a aplicação de Doses de B na cultura do milho, também observaram diferença entre as Doses para o Comprimento da espiga, onde a aplicação de até 2,0 kg ha⁻¹ do nutriente apresentou espigas maiores (151,0 mm).

Já Cruz et al. (2022) trabalhando com Doses de B via solo (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; e 5,0 kg ha⁻¹ de B) na cultura do milho, relatam em seus estudos que não observaram efeito das Doses de B sobre o Comprimento de espiga.

Analisando os resultados para o Comprimento da espiga na safra 2020/2021, diferente do observado no primeiro ano de cultivo, não houve diferença entre as Fontes e Doses analisadas, no qual Bórax, Ácido Bórico e Ulexita apresentaram espigas com comprimento de 147,08 mm; 148,69 mm e 146,35 mm, respectivamente.

Para o Número de fileiras de grãos por espiga (Tabela 2), não houve diferença entre as Fontes e entre as Doses estudadas nos dois anos do experimento. A variável Número de grãos por fileira (Tabela 2) também não diferiu entre as Fontes e Doses nas duas safras estudadas. Dourado Neto et al. (2004), avaliando aplicação de B na cultura do milho, também não observaram diferenças sobre o Número de fileiras de grãos da espiga. Estes autores relatam, ainda, que a aplicação de B proporcionou aumento no Número de grãos por fileira apenas quando se aplicou 8,0 kg ha⁻¹ de B, refletindo o resultado encontrado neste trabalho, uma vez que as doses aqui estudadas foram inferiores a 8,0 kg ha⁻¹ de B.

De acordo com a Tabela 2, a variável Massa de mil grãos não apresentou diferença entre as Fontes e Doses de aplicação do B em ambas as safras do trabalho. Contrariando estes resultados, Anjum et al. (2017) estudando milho submetido à aplicação de B via solo e via foliar observaram um aumento na Massa de mil grãos em relação à testemunha com a aplicação de 3,0 kg ha⁻¹ de B no solo.

A variável Produtividade (Tabela 2) diferiu para as Fontes de B nas duas safras do trabalho. No primeiro ano a Ulexita se sobressaiu em relação às demais, garantindo aumento de 10,2% e 12,1% na Produtividade em relação ao Bórax e Ácido Bórico, respectivamente. Na segunda safra a Ulexita foi novamente superior às outras Fontes, resultando em um aumento de 11,08% e 9,27% comparado ao Bórax e Ácido Bórico, respectivamente.

Com relação às Doses para a Produtividade, houve diferença entre as Doses no primeiro ano, onde a aplicação de 1,5 kg ha⁻¹ de B foi superior, apresentando um aumento de 2,8 % na Produtividade em relação à testemunha. Resultados semelhantes foram encontrados por Cruz et al. (2022), que trabalhando com Doses de B via solo na cultura do milho, relatam em seus estudos diferença entre as Doses de B, tendo a aplicação de 3,0 kg ha⁻¹ apresentado maior Produtividade de grãos (19,29% a mais que a testemunha). No segundo ano safra, para Produtividade as Doses de 0; 1,5 e 3,0 kg ha⁻¹ não diferiram uma da outra, enquanto a Dose de 4,5 kg ha⁻¹ apresentou resultado inferior às demais, sendo 4,00% menor que a testemunha. Já Nogueira et al. (2019) avaliando doses de B (0, 1, 2, 3, e 4 kg ha⁻¹) na cultura do milho aplicadas no solo não observaram efeito das Doses de B sobre a Produtividade de grãos.

O efeito negativo observado neste estudo para as Doses acima que 3,0 kg ha⁻¹ pode ser explicado pelo fato de o milho ser uma cultura sensível ao excesso de B, apresentando um estreito limite entre exigência e toxidez pelo nutriente, sendo possível observar efeitos negativos de fitotoxicidade quando a quantidade no solo está acima da exigida pela cultura (JAVORSKI et al., 2014).

Aplicando-se o teste de regressão para a variável Produtividade na primeira safra, houve um ajuste à uma equação quadrática, onde a Dose de 1,6 kg ha⁻¹ de B demonstrou a maior Produtividade de grãos, como mostra a Figura 2. Para o segundo ano do experimento, de forma semelhante, a análise de regressão se ajustou ao modelo quadrático para a Produtividade, onde a aplicação de 2,03 kg ha⁻¹ propiciou a maior Produtividade de grãos (Figura 3).

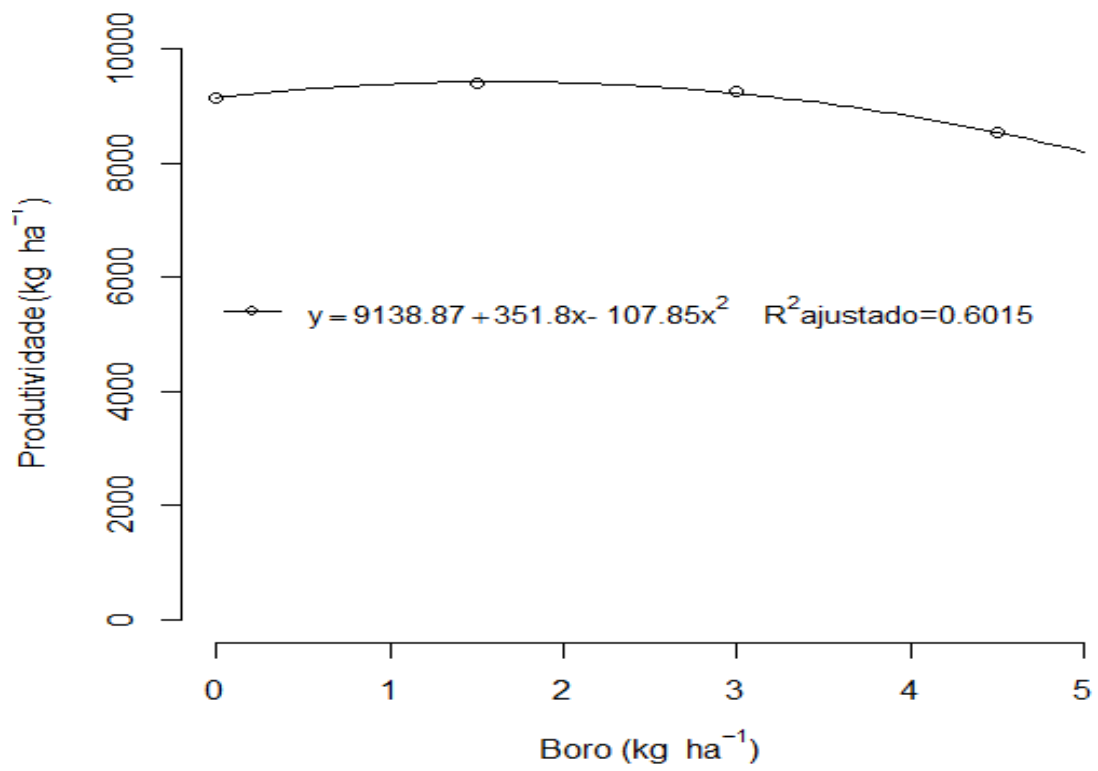


Figura 2. Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) em função das Doses de B aplicadas (kg ha⁻¹) para a safra 2019/2020.

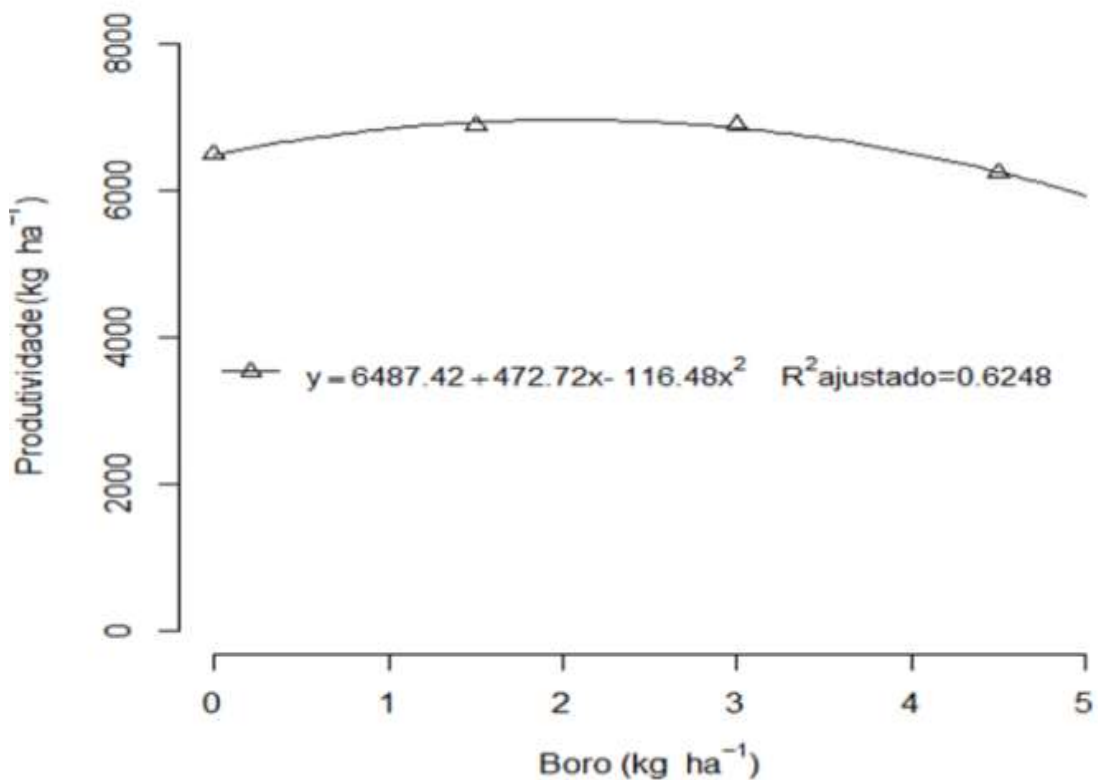


Figura 3. Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) em função das Doses de B aplicadas (kg ha⁻¹), para a safra 2020/2021.

Analisando os resultados da regressão para Produtividade, observou-se que na primeira safra houve um aumento da Produtividade até a Dose de 1,6 kg ha⁻¹, com posterior decréscimo na variável à medida que se aumentou a Dose, e na segunda safra um aumento até a Dose de 2,03 kg ha⁻¹ diminuindo posteriormente conforme se aumentou a dosagem de B.

A necessidade de B pela cultura de milho, varia de acordo com as condições do ambiente, entretanto sabe-se que para cada tonelada de grãos produzida, o milho exporta cerca de 13 gramas de B, e normalmente, as doses de B recomendadas para a cultura são em torno de 0,5 a 1,0 kg ha⁻¹ (JAVORSKI et al., 2015), valores próximos aos encontrados neste trabalho.

4. Conclusão

A aplicação de 2,4 kg ha⁻¹ de B na forma de Ácido Bórico propiciou o maior Comprimento da espiga no primeiro ano.

Nos dois anos de estudo, a Ulexita como Fonte de B garantiu maior Produtividade de grãos.

A aplicação de 1,6 kg ha⁻¹ de B apresentou a maior Produtividade de grãos no primeiro ano de estudo, e a dose de 2,03 kg ha⁻¹ no segundo ano.

Contribuição dos autores

Wytalo de Oliveira Lopes contribuiu com a implementação do experimento, avaliações e coleta de dados, tabulação dos dados e escrita do manuscrito. Wilian Henrique Diniz Buso auxiliou na instalação e condução do experimento, realizou as correções dos dados e da escrita do manuscrito, realizou a análise dos dados e confecção dos gráficos e orientou o primeiro autor do manuscrito.

5. Referências bibliográficas

Anjum, S.A., Saleem, M.F., Shahid, M., Shakoore, A., Safeer, M., Khan, I., Nazir, U. 2017. Dynamics of Soil and Foliar Applied Boron and Zinc to Improve Maize Productivity and Profitability. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 30(3), 294-302. DOI: [dx.doi.org/10.17582/journal.pjar/2017.30.3.294.302](https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2017.30.3.294.302)

Araújo, E.O., Silva, M.A.C. 2012. Efeito de doses de boro e zinco na absorção de nitrogênio e fósforo pelo algodoeiro em cultivo hidropônico. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7(4), 574-579. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v7i4a1731>

Brunes, A.P., Oliveira, S.D., Lemes, E.S., Tavares, L.C., Gehling, V.M., Dias, L., Villela, F.A. 2015. Adubação boratada e produção de sementes de trigo. *Ciência Rural*, 45(1), 1572-1578. <https://www.scielo.br/j/cr/a/WQJrmYDBsCdMQbWxQQVykBc/?lang=pt> (acessado em: 02 de setembro de 2022).

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2022. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acompanhamento de Safra Brasileira de Grãos, Safra 2021/2022. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 50 p. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos> (acessado em: 14 de setembro de 2022).

Cruz, S.J.S., Costa Júnior, J.R., Oliveira, S.S.C., Ponciano, V.D.F.G., Valicheski, R.R. 2022. Adubação com boro e zinco no cultivo de milho em neossolo litólico distrófico. *Revista Caatinga*, 35(4), 848-856. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252022v35n412r>

Dourado Neto, D., Favarin, J.L., Manfron, P.A., Pilau, F.G., Soares, M.A., Bonnacarrère, R.A.G., Ohse, S. 2004. Efeito de boro e nitrogênio na cultura do milho. *INSULA Revista de*

Botânica, 33(1), 51-67. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/insula/article/view/20435> (acessado em: 14 de setembro de 2022. (acessado em: 14 de setembro de 2022).

Jamami, N., Büll, L.T., Corrêa, J.C., Rodrigues, J.D. 2006. Resposta da cultura do milho (*Zea mays* L.) à aplicação de boro e de zinco no solo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 28(1), 99-105. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v28i1.1683>

Javorski, M., Rinaldi, L.K., Javorski, D., Simonetti, A.P.M., Moreira, G. C. 2014. Qualidade de sementes de milho produzidas com diferentes doses de cálcio e boro. *Revista Cultivando o Saber*, 7(3), 41-51. <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/605> (acessado em: 20 de setembro de 2022).

Javorski, M., Rinaldi, L.K., Miranda, J., Simonetti, A.P.M., Moreira, G.C. 2015. Rendimento de sementes de milho em função da adubação foliar com cálcio e boro no estágio fenológico (V6). *Revista Cultivando o Saber*, 8(2), 8-18. <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/635> (acessado em: 20 de setembro de 2022).

Kumar, M., Singh, S., Singh, V., Singh, K., Khanna, R. 2019. Effect of zinc and boron on growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *Progressive Research-An International Journal*, 14(3), 215-221. https://www.researchgate.net/profile/Satybhan-Singh/publication/338392731_Effect_of_Zinc_and_Boron_on_Growth_and_Yield_of_Maize_Zea_mays_L/links/5e11860692851c8364b0d3ab/Effect-of-Zinc-and-Boron-on-Growth-and-Yield-of-Maize-Zea-mays-L.pdf (acessado em: 28 de outubro de 2022).

Moura, J.C., Valicheski, R.R., Cruz, S.J.S., Oliveira, S.S.C., Stürmer, S.L.K. 2021. Aplicação foliar com boro de 4º geração (Manni-Plex B-Moly) em campos de produção de sementes de milho híbrido. *Research, Society and Development*, 10(3), e32810313498. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13498>

Nogueira, L.M., Teixeira Filho, M.C.M., Megda, M.M, Galindo, F.S., Buzetti, S., Alves, C.J. 2019. Corn nutrition and yield as a function of boron rates and zinc fertilization. *Semina: Ciências Agrárias*, 40(6), 2545-2560. DOI: 10.5433/1679-0359.2019v40n6p2545

Silva, I.F., Barbosa, A.M., Tiritam, C.S., Catuchi, T.A. 2014. Adubação boratada na cultura do arroz em solos de cerrado de baixa fertilidade. *Colloquium Agrariae*, 10(1), 1-8. DOI: 10.5747/ca.2014.v10.nesp.000130

Somavila, J., Dalastra, G.M., Coutinho, P.W.R., Souto, M.S., Pereira, C. 2022. Influência da aplicação de boro em sulco de plantio na cultura da soja Influence of boron application in planting furrow in soybean crop. *Brazilian Journal of Development*, 8(3), 21950-21960. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv8n3-408>

Sousa, D.M.G., Lobato, E. 2004. Cerrado: correção do solo e adubação. 2 ed. Brasília: Embrapa Cerrados. 416 p.

Souza, A.E., Reis, J.G.M., Raymundo, J.C., Pinto, R.S. 2018. Estudo da produção do milho no Brasil. *South American Development Society Journal*, 4(11), 182-194. DOI: <http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v4i11p182-194>

Souza, H.A., Natale, W., Rozane, D.E., Hernandez, A., Romualdo, L.M. 2011. Calagem e adubação boratada na produção de feijoeiro. *Revista Ciência Agronômica*, 42(2), 249-257. DOI: doi.org/10.1590/S1806-66902011000200001

Tavares, L.C., Oliveira, S., Lemes, E.S., Meneghello, G.E. 2015. Qualidade fisiológica e crescimento inicial de sementes de milho recobertas com micronutrientes. *Brazilian journal of agriculture-revista de agricultura*, 90(2), 156-167. https://web.archive.org/web/20180410212145id_/http://www.fealq.org.br/ojs/index.php/revistadeagricultura/article/viewFile/129/pdf_365 (acessado em: 01 de outubro de 2022).

Teixeira, A.J., Silveira, E.O., Silva, R.L., Carvalho, D.M.G. 2015. Produção de matéria seca total de duas cultivares de milho submetido à adubação mineral e orgânica. *Revista Eletrônica Ciência e Desenvolvimento*, 1(2), 12-21. https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/ciencia_e_desenvolvimento/article/view/2247 (acessado em: 20 de setembro de 2022).

Tomicioli, R.M., Leal, F.T., Coelho, A.P. 2021. Limitação da produtividade pela deficiência de boro nas culturas da soja, milho, feijão e café. *South American Sciences ISSN 2675-7222*, 2(1), e:21100. DOI: <https://doi.org/10.17648/sas.v2i1.100>