

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES**  
**BACHARELADO EM AGRONOMIA**  
**ÂNGELA OLIVEIRA SILVA**

**APLICAÇÃO DE DIFERENTES FONTES E DOSES DE BORO NA CULTURA DO  
MILHO**

**CERES – GO**  
**2019**

**ÂNGELA OLIVEIRA SILVA**

**APLICAÇÃO DE DIFERENTES FONTES E DOSES DE BORO NA CULTURA DO  
MILHO**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela 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**

S586a Silva, Ângela Oliveira  
Aplicação de diferentes fontes e doses de boro na  
cultura do Milho / Ângela Oliveira Silva; orientador  
Wiliam Henrique Diniz Buso. -- Ceres, 2019.  
13 p.

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

1. Zea mays L.. 2. nutrição mineral. 3.  
micronutriente. 4. Adubação boratada. I. Diniz Buso,  
Wiliam Henrique , 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             | <input type="checkbox"/> Educacional                    |
- e 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: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

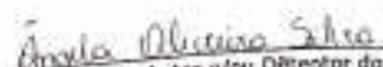
O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**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.

Local \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

  
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

  
Assinatura do orientador

ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

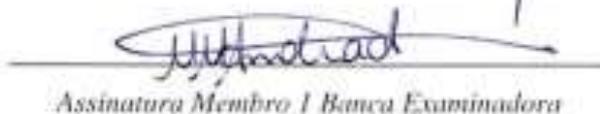
Ao(s) 22 dia(s) do mês de NOVEMBRO do ano de dois mil e DEZENOVE realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) ANGELA OLIVEIRA SILVA, do Curso de BACHARELADO EM AGRONOMIA matrícula \_\_\_\_\_, cujo título é "APLICAÇÃO DE DIFERENTES FONTES E DOSES DE BORO NA CULTURA DO MILHO". A defesa iniciou-se às 16 horas e 00 minutos, finalizando-se às 17 horas e 00 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 8,2 no trabalho escrito, média 7,6 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 7,9 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 – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

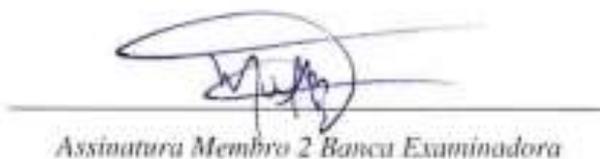
Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.



Assinatura Presidente da Banca



Assinatura Membro 1 Banca Examinadora



Assinatura Membro 2 Banca Examinadora

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me dado forças para chegar até aqui.

Aos meus pais, Antônio Manoel da Silva e Odailma Vieira de Oliveira, por todo incentivo para que eu concluísse essa etapa tão importante em minha vida.

À minha irmã, Natália Oliveira Silva, pela companhia de sempre e por ter caminhado ao meu lado também na vida acadêmica.

Ao meu orientador, Professor Dr. Wilian Buso, por todos os ensinamentos transmitidos durante o curso e apoio na elaboração do presente trabalho.

Aos membros da banca avaliadora, pela disponibilidade e sugestões para o aprimoramento do trabalho.

E finalmente, aos amigos que fiz durante a graduação, especialmente à Isabella Boareth Castro Cunha, Larissa Santos Castro, Loame Paiva Bueno, Yara Nathália Andrade Gonçalves, Gustavo Soares e Lucas Antônio, pela companhia e por compartilharem comigo tantos momentos especiais durante todos esses anos.

## RESUMO

Um dos principais problemas enfrentados na cultura do milho, especialmente em regiões de Cerrado, é a deficiência de micronutrientes. Entre os micronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, o boro (B) destaca-se por participar de uma série de processos fisiológicos. Com base nisso, o presente trabalho objetivou avaliar o desempenho do milho à adubação boratada com diferentes fontes e doses de B. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4x3, com quatro doses de B (0, 1, 2 e 3 kg ha<sup>-1</sup>) e três fontes do nutriente (ácido bórico, bórax e ulexita), aplicados em cobertura. As variáveis avaliadas foram altura de plantas (cm), diâmetro do colmo (mm), altura de inserção da primeira espiga (m), comprimento de espiga (cm), diâmetro de espiga (mm), número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos (g) e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>). Concluiu-se que as fontes e doses de B utilizadas não apresentaram diferenças estatísticas entre si nos resultados de altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, número de fileiras por espiga e produtividade. As três doses avaliadas proporcionaram acréscimos no diâmetro do colmo, sendo a dose de 2,08 kg ha<sup>-1</sup> a que obteve a melhor média. A aplicação de bórax e ulexita resulta em maior diâmetro da espiga, número de grãos por fileira e massa de mil grãos. A dose de 1,74 kg ha<sup>-1</sup> de B proporciona maior massa de mil grãos.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L. Nutrição mineral. Micronutriente. Adubação boratada.

## ABSTRACT

One of the main problems facing maize crop, especially in Cerrado regions, is micronutrient deficiency. Among the micronutrients essential for plant development, boron (B) stands out for participating in a series of physiological processes. Based on this, the present work aimed to evaluate the performance of corn to borate fertilization with different sources and doses of B. The experimental design was a randomized block design in a 4x3 factorial arrangement with four doses of B (0, 1, 2 and 3 kg ha<sup>-1</sup>) and three nutrient sources (boric acid, borax and ulexite), applied as cover. The variables evaluated were plant height (cm), stem diameter (mm), first ear insertion height (m), ear length (cm), ear diameter (mm), number of rows per ear, number of grains per row, mass of one thousand grains (g) and yield (kg ha<sup>-1</sup>). It was concluded that the sources and doses of B used did not present statistical differences among them in the results of plant height, first ear insertion height, number of rows per ear and yield. The three doses evaluated provided increases in stem diameter, with the dose of 2,08 kg ha<sup>-1</sup> obtaining the best average. The application of borax and ulexite results in larger ear diameter, number of grains per row and mass of one thousand grains. The dose of 1,74 kg of B ha<sup>-1</sup> provides greater mass of one thousand grains.

**Keywords:** *Zea mays* L. Mineral nutrition Micronutrient. Borated fertilizer.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Diâmetro do colmo de milho em função de diferentes doses de Boro.....05
- Figura 2** – Comprimento de espiga de milho em função de diferentes fontes e doses de Boro.....07
- Figura 3** – Massa de 1000 grãos de milho em função de diferentes doses de Boro....10

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1</b> – Características químicas do solo na camada de 0–0,20 m, Ceres, GO, 2019.....  | 02 |
| <b>Tabela 2</b> – Média de diâmetro de colmo (mm) de milho em função de diferentes doses de Boro. Ceres, 2019.....  | 04 |
| <b>Tabela 3</b> – Médias de comprimento de espiga (cm) de milho em função de diferentes doses e fontes de Boro. Ceres, 2019.....  | 06 |
| <b>Tabela 4</b> – Médias de diâmetro da espiga e número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade em função da aplicação de diferentes fontes de Boro em cobertura na cultura do milho. Ceres, 2019..... | 08 |
| <b>Tabela 5</b> – Médias de massa de mil grãos (g) de milho em função de diferentes doses de Boro. Ceres, 2019.....   | 09 |

## SUMÁRIO

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....               | 1  |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS.....       | 2  |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 4  |
| 4. CONCLUSÕES.....               | 11 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 12 |

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais *commodities* agrícolas, sendo utilizado principalmente para a alimentação animal, e sua demanda no mercado cresce a cada ano (CONAB, 2018). O Brasil destaca-se como o 3º maior produtor mundial desse grão, com uma produção estimada em mais de 99 milhões de toneladas na safra 2018/19. O Estado de Goiás é o 5º maior produtor nacional, e o 2º da região Centro-Oeste (CONAB, 2019).

Para alcançar níveis tão elevados de produtividade, é constante a busca por tecnologias que solucionem problemas relacionados a pragas, doenças, deficiências nutricionais e fatores climáticos (TAVARES et al., 2015). Um dos problemas enfrentados pelos produtores de milho é a deficiência de micronutrientes, causada principalmente pelo cultivo em solos de baixa fertilidade – como os do Cerrado, a exportação de nutrientes com a colheita e pela aplicação de altas doses de calcário (NOGUEIRA et al., 2019). A deficiência de boro (B) é uma das mais comuns entre os micronutrientes, ocorrendo com maior frequência em solos arenosos por meio da lixiviação do nutriente para camadas não alcançadas pelas raízes das plantas (DIAS et al., 2016).

O B está relacionado diretamente a diversos processos fisiológicos das plantas, tais como a síntese e estruturação da parede celular, o transporte de açúcares, metabolismo de carboidratos, germinação de grãos de pólen, entre outros importantes processos. Além disso, também atua indiretamente na ativação de enzimas e translocação de ácidos nucleicos, carboidrato e fitormônios (SONGKHUM et al., 2018; NOGUEIRA et al., 2019).

Apesar da importância desse nutriente, poucos estudos abordam o manejo ideal da adubação boratada na cultura do milho. Dessa forma, com o presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de milho com aplicação de diferentes doses e fontes de boro em domínio de Cerrado.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de abril e setembro de 2019, em área experimental irrigada via pivô central, no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, coordenadas geográficas 15°21'00" S 49°35'57" W, a 563 m de altitude. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é tropical úmido (Aw), com inverno seco e verão chuvoso.

Para fins de avaliação da fertilidade foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 – 20 cm para análises físico-químicas, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3 com quatro repetições, sendo quatro doses de B (0, 1, 2 e 3 kg ha<sup>-1</sup>) e três fontes: ácido bórico (17,48%), bórax (11,3%) e ulexita (10%), aplicados em cobertura, no dia 17/05/2019, quando as plantas estavam com quatro folhas completamente abertas.

**Tabela 1.** Características químicas do solo na camada de 0–0,20 m, Ceres, GO, 2019.

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

Fonte: Laboratório de análises de solo do IF Goiano Campus Ceres, 2019.

O preparo de solo foi realizado com uma gradagem pesada e uma nivelagem no dia anterior a semeadura. Utilizou-se o híbrido LG 3055 PRO3®, semeadas no dia 27/04/2019, com espaçamento de 0,5 m entre linhas, utilizando-se uma semeadora adubadora tracionada por trator. Cada parcela foi constituída por quatro linhas com 5 m de comprimento, sendo utilizadas apenas as duas linhas centrais como área útil desprezando 0,5 m nas extremidades como bordadura.

A adubação de base foi realizada com a aplicação 16 kg ha<sup>-1</sup> de N, 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, fornecidos através da formulação NPK 04-30-10, e a adubação de cobertura foi feita 20 dias após a semeadura com 135 kg ha<sup>-1</sup> de N,

fornecidos via ureia.

O controle de plantas daninhas foi feito com aplicação de S-metalachlor (1,25 L ha<sup>-1</sup>) em pré-emergência e glifosato (3 L ha<sup>-1</sup>) em pós-emergência. Realizou controle para cigarrinha do milho (*Dalbulus maydis*) com os inseticidas tiametoxam (200 g ha<sup>-1</sup>), clorpirifós (0,6 L ha<sup>-1</sup>) e piriproxifem (0,3 L ha<sup>-1</sup>), mesmo assim ocorreu alta incidência de enfezamento nas plantas.

Foram escolhidas aleatoriamente cinco plantas de cada tratamento e bloco, e as variáveis analisadas foram: Altura de plantas: com uma trena, mediu-se a altura das plantas, desde sua base até o pendão. Os resultados foram expressos em m. Diâmetro do colmo: determinado com uso de um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em mm. Altura de inserção da primeira espiga: medindo-se, com uma trena, a altura da base da planta até a sua primeira espiga. Os resultados foram expressos em m. Comprimento de espiga: determinado utilizando uma régua graduada. Os resultados foram expressos em cm. Diâmetro de espiga: determinado usando um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em mm. Número de fileiras por espiga: obtido a partir da contagem de fileiras presentes nas espigas amostradas aleatoriamente. Número de grãos por fileira: determinado a partir da contagem da quantidade de grãos presentes nas fileiras das espigas amostradas.

Massa de mil grãos: após a debulha, em uma balança digital foram pesados quatro amostras de 1000 grãos das espigas amostradas, e a partir disso fez-se o cálculo para determinação da massa de mil grãos, cujos resultados foram expressos em g.

Produtividade: as espigas das duas linhas centrais de cada parcela foram colhidas e pesadas, calculando-se a produtividade por hectare. Os resultados foram expressos em kg ha<sup>-1</sup>.

A colheita ocorreu no dia 22/09/2019, todas as espigas das duas linhas centrais foram debulhadas em trilhadora tratorizada para determinação da umidade e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>). A umidade foi corrigida para 13%.

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância, Teste de Tukey a 5% de significância para comparação de médias e análise de regressão das variáveis em função das doses de boro com auxílio do *software* estatístico R.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância dos dados de altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, número de fileiras por espiga e produtividade não foram significativos, indicando que não houveram diferenças estatísticas para as fontes e doses utilizadas, assim como não ocorreu interação significativa entre fontes x doses.

Para a variável diâmetro do colmo, não houve interação significativa entre fontes e doses de B, havendo diferença significativa apenas para as doses utilizadas. As médias dessa variável podem ser observadas nas Tabela 2. Todas as doses de B avaliadas apresentaram média de diâmetro do colmo superiores à testemunha (dose 0).

**Tabela 2.** Média de diâmetro de colmo (mm) de milho em função de diferentes doses de Boro. Ceres, 2019.

| Dose de B (kg ha <sup>-1</sup> ) | Diâmetro do colmo (mm) |
|----------------------------------|------------------------|
| 0                                | 24,99 b                |
| 1                                | 27,35 a                |
| 2                                | 27,23 a                |
| 3                                | 27,28 a                |

CV = 3,82%

CV= Coeficiente de Variação.

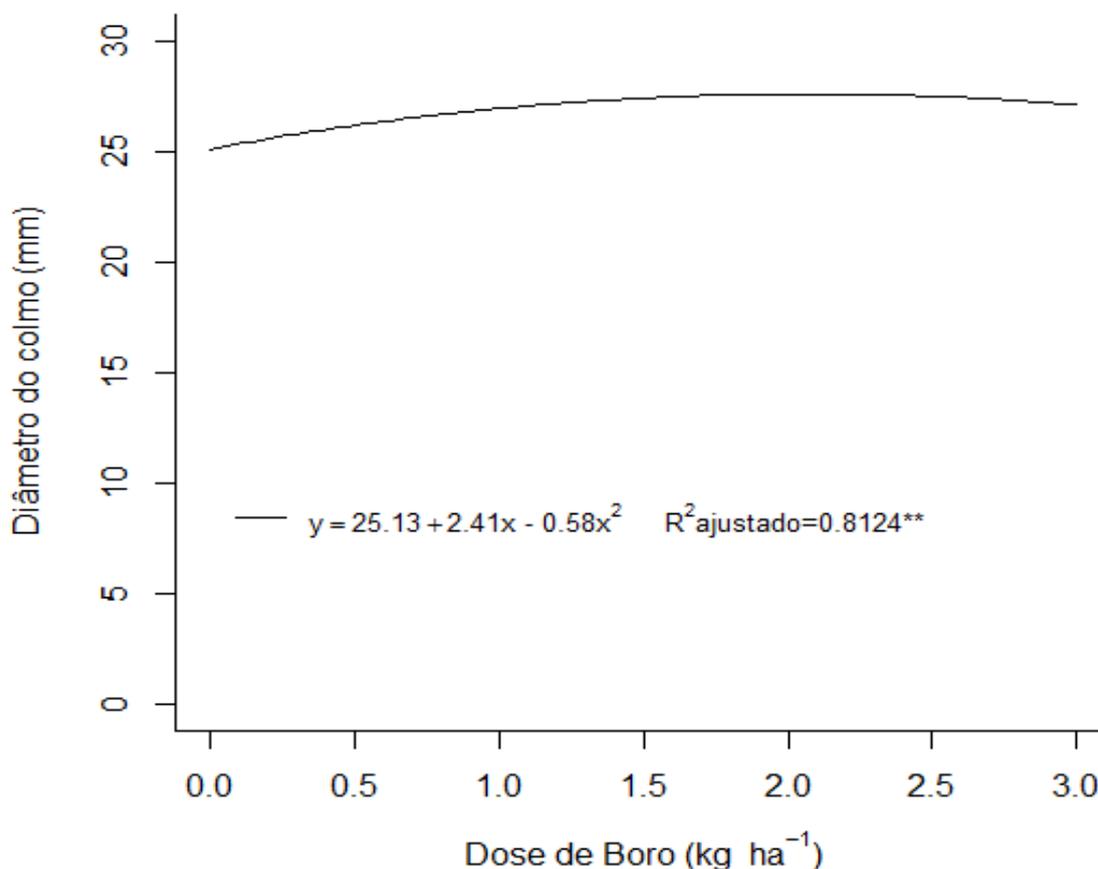
Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas são iguais estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

O diâmetro do colmo é definido durante do desenvolvimento da planta e o B é um elemento importante, participa da parede celular junto com o cálcio, assim quando a fonte de B é aplicada em cobertura, as que apresenta maior solubilidade disponibiliza esse nutriente rapidamente, quando comparado com fontes de baixa solubilidade em água. Trabalhando com a utilização da adubação boratada e água residuária na cultura do girassol, Santos Junior et al. (2011) utilizaram cinco doses de B (0, 2, 4, 6 e 8 kg ha<sup>-1</sup>), através da aplicação de ácido bórico no sulco de semeadura, e observaram que essas doses não promoveram resultados estatisticamente superiores aos do controle na variável diâmetro do caule.

As doses apresentaram resultados significativos na análise de regressão, se ajustando ao modelo quadrático, conforme ilustra a Figura 1. Assim, independente

da fonte de boro utilizada a dose que resultou em maior diâmetro foi de 2,08 kg ha<sup>-1</sup> de boro.

**Figura 1.** Diâmetro do colmo de milho em função de diferentes doses de Boro.



Conforme relata Ferreira (2012), o B é um micronutriente muito importante para o crescimento da planta, pois está relacionado à estabilidade da parede celular e crescimento dos meristemas apicais. Com base nessa afirmação, era esperado que a adubação boratada promovesse maiores incrementos no diâmetro do colmo da planta, o que não foi observado no presente trabalho quando utilizou a fonte ulexita.

Jamami et al. (2006), avaliando adubação foliar em milho com três doses de B (0, 1 e 2 kg ha<sup>-1</sup>) na forma de ácido bórico, verificaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos na variável diâmetro do colmo, que apresentou médias entre 19 e 21 mm. Soomro et al. (2011), comparando formas de aplicação de B em milho para forragem, observaram que a aplicação de 2 kg ha<sup>-1</sup> de B no sulco

de semeadura, na forma de ácido bórico, embora tenha sido superior à testemunha (dose 0) na variável circunferência do caule, apresentou resultados inferiores aos obtidos pela aplicação de B via foliar. Esses autores explicam que a aplicação foliar desse micronutriente é mais vantajosa pelo fato da planta absorvê-lo no local onde será utilizado, de forma rápida, enquanto no solo, o B pode apresentar problemas devido a sua solubilidade e lixiviação por causa da alta mobilidade deste nutriente no solo.

Para o comprimento de espiga, os resultados da análise de variância indicaram interação entre fontes e doses de B ao nível de 5% de significância (Tabela 3). Analisando os resultados das diferentes fontes, observa-se que, na dose 1, o bórax obteve a maior média de comprimento de espiga (17,46 cm), porém, não se diferenciou estatisticamente da ulexita, e ambos foram superiores ao ácido bórico. Já nas doses 2 e 3 não houve diferença significativa entre as três fontes.

**Tabela 3.** Médias de comprimento de espiga (cm) de milho em função de diferentes doses e fontes de Boro. Ceres, 2019.

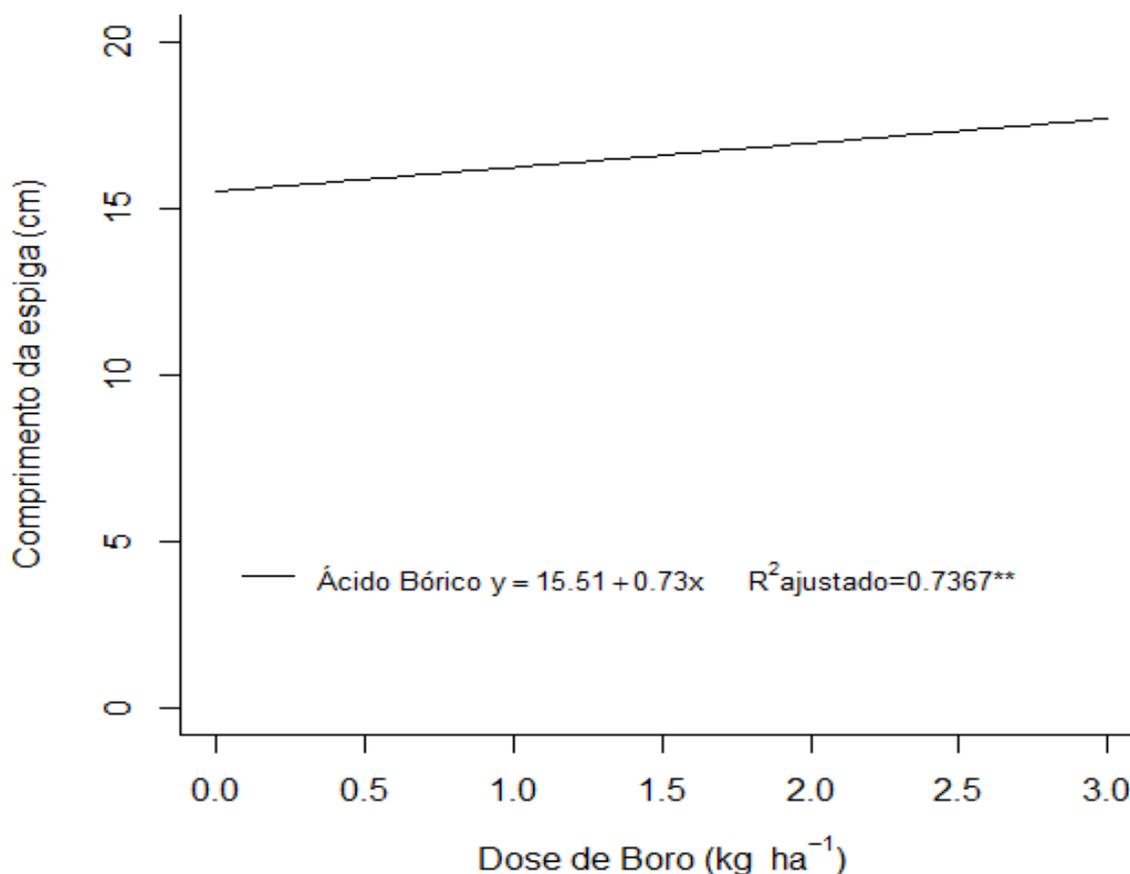
| Fonte      | Dose (kg de B ha <sup>-1</sup> ) |           |           |           |
|------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|            | 0                                | 1         | 2         | 3         |
| Ác. Bórico | 15,60 bB                         | 16,06 bB  | 16,96 aAB | 17,72 aA  |
| Bórax      | 15,60 bB                         | 17,46 aA  | 16,80 aAB | 17,03 aAB |
| Ulexita    | 17,36 aA                         | 17,36 abA | 17,44 aA  | 17,08 aA  |
| CV= 3,91%  |                                  |           |           |           |

CV= Coeficiente de Variação.

Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas são iguais estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na análise de regressão, foi constatado que os dados de ácido bórico apresentaram resultados significativos, ajustando-se ao modelo de regressão linear. Os dados obtidos pela aplicação de bórax e ulexita não se ajustaram aos modelos de regressão linear e quadrático (Figura 2). A dose de 3 kg de B ha<sup>-1</sup> resulta em maior comprimento de espiga.

**Figura 2.** Comprimento de espiga de milho em função de diferentes fontes e doses de Boro.



De acordo com Dourado Neto et al. (2004), o comprimento da espiga pode interferir diretamente no número de grãos por fileira, e conseqüentemente na produtividade de grãos. Esses autores, utilizando quatro doses diferentes de boro (0, 2, 4 e 8 kg ha<sup>-1</sup>), provenientes do ácido bórico aplicado no sulco de semeadura, observaram que as doses de B não promoveram resultados significativos no comprimento de espigas. Nesse trabalho, as médias dessa variável ficaram entre 17,2 e 18,1 cm.

Os resultados das variáveis diâmetro de espiga, número de grãos por fileira e produtividade são apresentados na Tabela 4. Para as variáveis diâmetro de espiga, número de grãos por fileira e massa de mil grãos não houve interação entre as fontes avaliadas, porém, os resultados da análise de variância indicaram diferenças significativas entre as fontes de B utilizadas, não ocorrendo ajuste aos modelos de regressão linear e quadrático em função da dose de B, independentemente da fonte.

Já a produtividade não apresentou interação entre os dois fatores avaliados, nem diferenças significativas entre fontes e doses.

**Tabela 4.** Médias de diâmetro da espiga e número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade em função da aplicação de diferentes fontes de Boro em cobertura na cultura do milho. Ceres, 2019.

| Fonte      | Diâmetro da Espiga (mm) | Grãos por Fileira | Massa de mil grãos (g) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|------------|-------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Ác. Bórico | 44,48 b                 | 24,68 b           | 365,16 b               | 3482,32 a                            |
| Bórax      | 46,12 ab                | 27,81 a           | 374,39 a               | 3517,50 a                            |
| Ulexita    | 47,52 a                 | 26,78 a           | 389,16 a               | 3787,17 a                            |
| CV=        | 4,59%                   | 7,18%             | 3,98%                  | 10,69%                               |

CV= Coeficiente de Variação.

Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas são iguais estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

As médias de diâmetro da espiga variaram entre 44,48 e 47,52 mm, sendo a maior média de diâmetro da espiga obtida com a aplicação de ulexita, que não se diferenciou estatisticamente do bórax. Já as médias de grãos por fileira variaram entre 24,68 e 27,81, sendo as maiores médias obtidas pelas adubações com bórax e ulexita (Tabela 5). Os resultados obtidos no presente trabalho para a variável diâmetro da espiga foram próximos aos descritos por Jamami et al. (2006), que encontraram médias entre 46 e 49 mm. Esses autores, no entanto, utilizaram apenas o ácido bórico como fonte do micronutriente, e também não encontraram diferenças significativas entre as doses avaliadas (0, 1 e 2 kg ha<sup>-1</sup>).

Com relação a variável número de grãos por fileira obtidos no presente trabalho, pode-se afirmar que eles foram inferiores aos descritos por Dourado Neto et al. (2004), que encontraram médias entre 34,8 e 39,1. Esses autores constataram que a dose de 8 kg ha<sup>-1</sup> de B foi a única que promoveu efeitos significativos nessa variável.

A produtividade variou entre 3582,32 e 3787,17 kg ha<sup>-1</sup>. Em publicações sobre o assunto, os efeitos do boro sobre a produtividade das culturas são controversos. Dourado Neto et al. (2004), trabalhando com doses de 0 a 8 kg ha<sup>-1</sup> de B, encontraram médias de produtividade de milho entre 7499 e 8701,8 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que as doses de B utilizadas não influenciaram a produtividade de grãos. Jamami et

al. (2006) também não encontraram diferenças entre as doses de B avaliadas em seu estudo (0, 1 e 2 kg ha<sup>-1</sup>), e obtiveram médias de produtividade entre 4318 e 4662 kg ha<sup>-1</sup>.

Silva et al. (2014), em um trabalho com adubação boratada na cultura do arroz em solo de Cerrado, utilizaram cinco doses diferentes do micronutriente (0, 0,5, 1, 1,5, 2 e 2,5 kg ha<sup>-1</sup>), fornecidas por ácido bórico, e constataram que a maior dose utilizada proporcionou incrementos na produtividade dessa cultura. Esses autores também concluíram que a resposta à adubação boratada é maior em solos com baixo teor de matéria orgânica.

Galindo et al. (2018), trabalhando com quatro doses (0, 1, 2 e 4 kg ha<sup>-1</sup>) de B na forma de ácido bórico na cultura do trigo, verificaram que a aplicação de 2 kg ha<sup>-1</sup> de B no sulco de semeadura, resultou em maior produtividade. Já Kappes et al. (2008), estudando efeitos de adubação foliar com diferentes doses de B (0, 0,1, 0,2, 0,3 e 0,4 kg ha<sup>-1</sup>) não encontraram efeitos significativos da aplicação desse micronutriente na produtividade de grãos de soja.

A massa de mil grãos variou entre 365,16 e 389,16 g em função das fontes utilizadas, sendo bórax e ulexita as que resultaram em maiores médias. Nessa variável houve diferença significativa também entre as doses avaliadas. As médias estão descritas na Tabela 5, onde é possível perceber que a dose de 1 kg de B ha<sup>-1</sup> proporcionou a maior massa de mil grãos, porém foi estatisticamente igual a dose 2.

**Tabela 5.** Médias de massa de mil grãos (g) de milho em função de diferentes doses de Boro. Ceres, 2019.

| Dose (kg de B ha <sup>-1</sup> ) | Massa de mil grãos (g) |
|----------------------------------|------------------------|
| 0                                | 339,84 c               |
| 1                                | 406,19 a               |
| 2                                | 388,91 ab              |
| 3                                | 376,66 b               |

CV= 3,98%

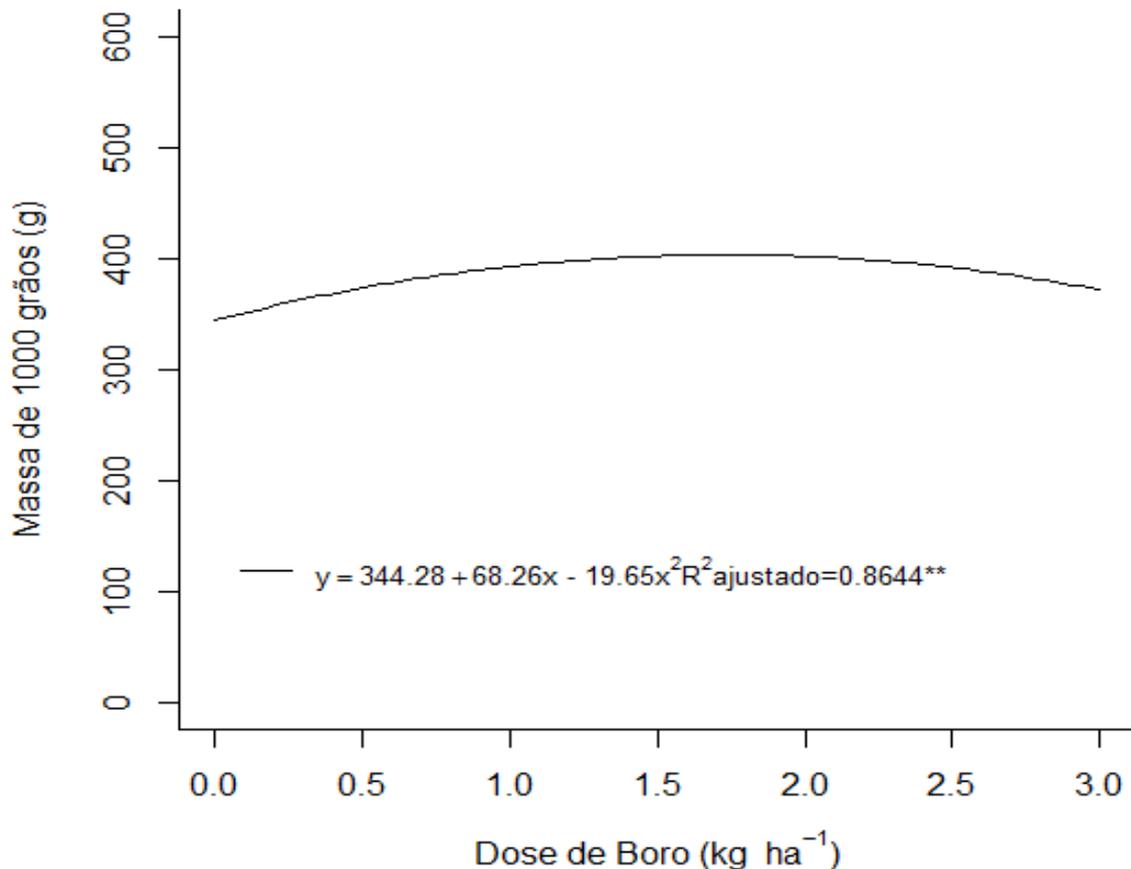
CV= Coeficiente de Variação.

Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas são iguais estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

A análise de regressão indicou efeito significativo para as doses, cujos dados se ajustaram melhor ao modelo de regressão quadrática e a dose que resultou em maior massa de mil grãos foi de 1,74 kg ha<sup>-1</sup> de B, conforme apresentado na Figura

3. Doses superiores à essa promovem declínio da massa de mil grãos, o que pode prejudicar o rendimento da cultura.

**Figura 3.** Massa de 1000 grãos de milho em função de diferentes doses de Boro.



Os resultados obtidos no presente estudo diferem dos descritos por Kappes et al. (2008), que trabalhando com aplicação de B via foliar em diferentes doses (0, 0,1, 0,2, 0,3 e 0,4 kg ha<sup>-1</sup>), não encontraram diferenças significativas para a massa de mil grãos. Nesse estudo, os autores utilizaram um fertilizante líquido com concentração de 10% de B.

Não foram encontrados trabalhos que utilizassem bórax e ulexita como fonte de B para a melhor discussão dos resultados obtidos.

#### **4. CONCLUSÕES**

As três doses avaliadas promoveram acréscimos no diâmetro do colmo do milho, sendo a dose de 2,08 kg de B ha<sup>-1</sup> a que proporciona o melhor resultado para essa variável.

A adubação boratada utilizando bórax e ulexita resulta em maior diâmetro da espiga, número de grãos por fileira e massa de mil grãos.

A dose de 1,74 kg de B ha<sup>-1</sup> proporciona maior massa de mil grãos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB. Companhia Brasileira de Abastecimento. Perspectivas para a agropecuária. Volume 6 – Safra 2018/19. Brasília: CONAB, 2018. 112 p.

CONAB. Companhia Brasileira de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Volume 6 – Safra 2018/19 – Décimo segundo levantamento, setembro 2019. Brasília: CONAB, 2019. 121 p.

DIAS, R. C.; TEIXEIRA, P. C.; POLIDORO, J. C.; GONÇALVES, R. G. M.; ZONTA, E. Efeito de fontes e doses de boro na produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes em plantas de braquiária. In: Seminário PIBIC Embrapa Solos 2015/2016. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2016. (Embrapa Solos. Documentos, 188). p. 45-48. Disponível em <  
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1063120/1/2016150.pdf> >. Acesso em 05 de outubro de 2019.

DOURADO NETO, D.; FAVARIN, J. L.; MANFRON, P. A.; PILAU, F. G.; SOARES, M. A.; BONECARRÈRE, R. A. G.; OHSE, S. Efeito de boro e nitrogênio na cultura do milho. **Insula**, v. 33, n. 1, p. 51-67, 2004.

FERREIRA, M. M. M. Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010. **Revista Agro@ambiente Online**, v. 6, n. 1, p. 74-83, 2012.

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**, v. 22, n. 9, p. 597-603, 2018.

JAMAMI, N; BÜLL, L. T.; CORRÊA, J. C.; RODRIGUES, J. D. Resposta da cultura do milho (*Zea mays* L.) à aplicação de boro e zinco no solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 1, p. 99-105, 2006.

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

NOGUEIRA, L. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; MEGDA, M. M.; GALINDO, F. S.; BUZETTI, S.; ALVES, C. J. Corn nutrition and yield as a function of boron rates and zinc fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, p. 2545-2560, 2019.

SANTOS JUNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G. Doses de boro e água residuária na produção de girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 857-864, 2011.

SILVA, I. F.; BARBOSA, A. M.; TIRITAN, C. S.; CATUCHI, T. A. Adubação boratada na cultura do arroz em solos de Cerrado de baixa fertilidade. **Colloquium Agrariae**, v. 10, n. esp., p. 01-08, 2014.

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

SONGKHUM, P.; WUTTIKHUN, T.; CHANLEK, N.; KHEMTHONG, P.; LAOHASURAYOTIN, K. Controlled release studies of boron and zinc from layered double hydroxides as the micronutrient hosts for agricultural application. **Applied Clay Science**, v. 152, p.311-322, 2018.

TAVARES, L. C.; OLIVEIRA, S.; LEMES, L. S.; MENEGHELLO, G. E. Qualidade fisiológica e crescimento inicial de sementes de milho recobertas com micronutrientes. **Revista de Agricultura**, v. 90, n. 2, p. 156-167, 2015.