

## Aplicação foliar com boro de 4<sup>o</sup> geração (Manni-Plex B-Moly) em campos de produção de sementes de milho híbrido

Foliar application with 4<sup>th</sup> generation boron (Manni-Plex B-Moly) in the production field of hybrid corn seeds

Aplicación foliar con boro de 4<sup>o</sup> generación (Manni-Plex B-Moly) en el campo de producción de semillas de maíz híbrido

Recebido: 03/03/2021 | Revisado: 07/03/2021 | Aceito: 09/03/2021 | Publicado: 17/03/2021

**Jean Carlos Moura**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1937-3352>  
BRANDT do Brasil – AS, Brasil  
E-mail: [jean.sollagro@gmail.com](mailto:jean.sollagro@gmail.com)

**Romano Roberto Valicheski**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9623-1385>  
Instituto Federal Goiano, Brasil  
E-mail: [romano.roberto@ifgoiano.edu.br](mailto:romano.roberto@ifgoiano.edu.br)

**Sihélio Julio da Silva Cruz**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1602-5312>  
Instituto Federal Goiano, Brasil  
E-mail: [sihelio.cruz@ifgoiano.edu.br](mailto:sihelio.cruz@ifgoiano.edu.br)

**Silvia Sanielle Costa de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3476-1807>  
Instituto Federal Goiano, Brasil  
E-mail: [silvia.oliveira@ifgoiano.edu.br](mailto:silvia.oliveira@ifgoiano.edu.br)

**Sidinei Leandro Klockner Stürmer**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0165-4228>  
Instituto Federal Catarinense, Brasil  
E-mail: [sidineileandro@ifc-riodosul.edu.br](mailto:sidineileandro@ifc-riodosul.edu.br)

### Resumo

Considerando a importância do milho no agronegócio, empresas produtoras de sementes têm buscado novas tecnologia para melhorar a qualidade e a produção de sementes, principalmente quanto ao fornecimento de boro. Neste sentido, objetivou-se avaliar a resposta de duas linhagens de milho a aplicação de fertilizante foliar com a tecnologia Brandt<sup>®</sup> Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly e a viabilidade financeira deste produto. O trabalho foi conduzido em 4 áreas comerciais de produção de sementes de milho da Limagrain Brasil S.A. Testou-se o híbrido H1 (áreas 1 e 3) e híbrido H2 (áreas 2 e 4), com a aplicação de Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly na dosagem de 1,5 L.ha<sup>-1</sup>, nos estádios V7 e VT. Como controle, utilizou-se o tratamento padrão da empresa (3 aplicações de 0,5 Kg.ha<sup>-1</sup> de fertilizante foliar com boro nos estádios de V4, V10 e VT). Em cada área os tratamentos foram implantados em faixas, considerando-se um delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições. Para o peso de 1000 sementes, número de grãos por espiga e produto final acabado (sc 60.000 sementes.ha<sup>-1</sup>), o uso do fertilizante foliar Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly, quando comparado com o tratamento padrão, proporcionou respectivamente incrementos médios de 3,5; 20,5 e 20,4% no H1, e de 3,3; 10,0 e 10,0% no H2. A melhora destes parâmetros de produção resultou o aumento médio de 8,6% na taxa de lucratividade no H1 e em 2,0% no H2, indicando que a tecnologia Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly é eficiente em melhorar os componentes de produção do milho, e consequentemente, a viabilidade financeira garantindo melhor custo benefício para cultura.

**Palavras-chave:** Linhagem; Boro; Sementes; Viabilidade financeira.

### Abstract

Considering the importance of corn in agribusiness, seed producing companies have been looking for new technologies to improve seed quality and production, mainly regarding the supply of boron. For that matter, the objective was to evaluate the response of two strains of corn to the application of foliar fertilizer with the Brandt<sup>®</sup> Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly technology and the financial viability of this product. The work was carried out in 4 commercial corn seed production areas of Limagrain<sup>®</sup> Brazil Business Corporation. The hybrid H1 (areas 1 and 3) and hybrid H2 (areas 2 and 4) were tested, with the application of Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly in the dosage of 1,5 L.ha<sup>-1</sup>, in stages V7 and VT. As a control, it was used the company's standard treatment (3 applications of 0,5 Kg.ha<sup>-1</sup> of foliar fertilizer with boron in

the stages of V4, V10 and VT). In each area the treatments were implanted in bands, considering a completely randomized design, with four repetitions. For the weight of 1000 seeds, number of grains per ear and finished product (60,000 seeds per hectare), the use of the Manni-Plex® B-Moly foliar fertilizer, when compared to the standard treatment, provided average increments of 3,5; 20,5 and 20,4% in H1, and 3,3; 10,0 and 10,0% in H2. The improvement in these production parameters resulted in an average increase of 8,6% in the profitability rate in H1 and 2,0% in H2, indicating that the Manni-Plex® B-Moly technology is efficient in improving corn production components, and consequently, the financial viability guaranteeing better cost benefit for the culture.

**Keywords:** Hybrid corn strain; Boron; Corn seeds; Financial viability.

### Resumen

Considerando la importancia del maíz en la agroindustria, las empresas productoras de semillas han estado buscando nuevas tecnologías para mejorar la calidad y producción de semillas, principalmente en cuanto al aporte de boro. En este sentido, el objetivo fue evaluar la respuesta de dos cepas de maíz a la aplicación de fertilizante foliar con la tecnología Brandt® Manni-Plex® B-Moly y la viabilidad financiera de este producto. El trabajo se realizó en 4 áreas comerciales para la producción de semillas de maíz de Limagrain Brasil SA. Se probaron el híbrido H1 (áreas 1 y 3) y el híbrido H2 (áreas 2 y 4), con la aplicación de Manni-Plex® B-Moly en 1ª dosis de 1,5 L.ha<sup>-1</sup>, en los estadios V7 y VT. Como control se utilizó el tratamiento estándar de la empresa (3 aplicaciones de 0.5 kg.ha<sup>-1</sup> de fertilizante foliar con boro en las etapas de V4, V10 y VT). En cada zona, los tratamientos se implantaron en bandas, considerando un diseño completamente al azar, con 4 repeticiones. Para el peso de 1000 semillas, número de granos por mazorca y producto terminado (sc 60,000 semillas.ha<sup>-1</sup>), el uso del fertilizante foliar Manni-Plex® B-Moly, en comparación con el tratamiento estándar, proporcionó incrementos medios respectivamente. 3,5; 20,5 y 20,4% en H1 y 3,3; 10,0 y 10,0% en H2. La mejora en estos parámetros de producción resultó en un incremento promedio del 8,6% en la tasa de rentabilidad en el H1 y del 2,0% en el H2, lo que indica que la tecnología Manni-Plex® B-Moly es eficiente en la mejora de los componentes productivos del maíz y, en consecuencia, la viabilidad financiera que garantiza una mejor relación costo-beneficio para el cultivo.

**Palabras clave:** Linaje; Boro, Semillas; Viabilidad financiera.

## 1. Introdução

Cultivado em todas as regiões do país, o milho possui relevante importância na alimentação animal e humana, na produção de biocombustíveis, bebidas, dentre outros, sendo essencial para a segurança alimentar no mundo. Para este cereal, no Brasil na safra 2018/2019 foi produzido 99,98 milhões de toneladas, tornando o país o 3º maior produtor e o 2º maior exportador de milho (CONAB, 2019).

Nos campos de produção de sementes de milho, um dos problemas frequentemente enfrentado é a baixa granação das espigas devido à má polinização, associada muitas vezes a deficiência de elementos como boro e molibdênio, essenciais na fase vegetativa e reprodutiva das culturas. O molibdênio é um dos nutrientes responsáveis pela formação do grão de pólen, sendo de grande importância na fase reprodutiva. Já o boro, tem papel especial na fecundação das plantas, atuando na construção do tubo polínico e na germinação dos grãos pólen. Sua deficiência pode ocasionar abortamento floral, atraso na formação do tubo polínico, diminuição na viabilidade dos grãos de pólen e má granação (Malavolta et al. 2002, Javorski et al. 2015).

Amplamente utilizadas nos campos de produção, as pulverizações foliares podem evitar ou corrigir sintomas de deficiência de micronutriente nas culturas (Marschner, 2012). Nas plantas todos os nutrientes são móveis via xilema, contrariamente, a maioria dos micronutrientes possuem uma baixa mobilidade via floema, dentre os quais, o boro é considerado praticamente imóvel. Sua deficiência pode ocorrer principalmente nos meristemas, assim como nas partes reprodutivas e nas raízes, pois a retranslocação deste elemento é praticamente nula na planta via floema (Marschner, 2012).

O boro, independente da fonte aplicada, é absorvido na forma de ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), sendo de extrema carência nos solos tropicais, principalmente nos de textura mais arenosa, resultando em deficiência e desbalanço nutricional (Mantovani et al. 2013). Desta forma a aplicação foliar de fertilizantes, além de ser um meio de fornecer macro e micronutrientes, principalmente os de baixa mobilidade na planta, pode estimular a absorção radicular de outros elementos presentes no solo. Assim a adubação foliar pode corrigir deficiências nutricionais quando não é possível mais a aplicação de fertilizantes via solo; melhorando o metabolismo, aumentando a taxa fotossintética e o balanço nutricional nas plantas (Marschner, 2012).

Wasaya et al. (2017), relatam que a aplicação de boro combinada com zinco na fase vegetativa do milho é eficiente em melhorar nas plantas o conteúdo relativo de água, o teor de clorofila, o índice de área foliar, a taxa de crescimento e o rendimento de grão (com incrementos de 12 a 45% quando comparado com o controle). Para Javorski et al. (2015), o boro nas plantas está ligado a diversos processos enzimáticos, participa de processos metabólicos, bem como na translocação de carboidratos. Juntamente com o cálcio, é responsável pelo desenvolvimento radicular, atua na estruturação e integridade da parede celular (Blevins & Lukaszewski, 1998). Para Novais et al. (2007), a deficiência do boro interfere no desenvolvimento e na maturação das células, assim como na síntese do ácido ribonucleico, atua na formação de ribose e síntese de proteínas, interferindo no crescimento meristemático e na resistência da parede celular.

Segundo Javorski et al. (2015), este elemento é essencial durante todo o ciclo das culturas, possui também um papel fundamental nos processos de fecundação das plantas, atuando no desenvolvimento das flores, na construção do tubo polínico e na germinação dos grãos pólen. Assim sua deficiência pode resultar em abortamento floral, atraso na formação do tubo polínico, diminuição na viabilidade dos grãos de pólen devido à redução na macho-fertilidade em função do prejuízo à microsporogênese, causando má granação dos frutos (Marschner, 2012).

A deficiência de boro pode resultar na esterilidade masculina das plantas de milho, trigo, cevada e triticale (Lordkaew et al. 2010). Para estes autores, sua deficiência no milho resulta na emissão de folhas deformadas e cloróticas, inicialmente com pequenas manchas esbranquiçadas, que ao evoluir, coalescem formando listras brancas ao longo da folha, afetando a produção de massa seca pela parte aérea e o desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Conforme dados obtidos pelos mesmos, a suplementação complementar de boro fez com que a produção de grãos pólen passasse de 1.380 unidades por antera para valores superiores a 3.000 grãos por antera.

O molibdênio similar ao boro, é outro elemento que possui grande importância na fase reprodutiva, contribuindo na formação do grão de pólen (Malavolta et al. 2002). Assim sua deficiência no milho pode, além de proporcionar má formação das flores, causar a esterilidade no macho, e conseqüentemente, resultar em menor quantidade de grãos nas espigas, reduzindo a produtividade da cultura.

Atualmente novas tecnologias em adubação foliar estão sendo lançadas no mercado, sendo uma delas o boro de 4<sup>o</sup> geração, de qual faz parte o fertilizante foliar Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly, possibilitando que ocorra de forma mais acentuada na planta o transporte de nutrientes via floema (mesmo os pouco móveis como o boro), proporcionando melhor nutrição para as plantas.

Assim, objetivou-se neste estudo avaliar a resposta à aplicação foliar de Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly quanto a produção e qualidade das sementes em dois híbridos de milho em campos de produção de sementes, bem como verificar a viabilidade econômica do uso deste fertilizante foliar, buscando identificar tecnologias eficientes e que venham a contribuir na cadeia produtiva do milho.

## 2. Metodologia

O trabalho foi desenvolvido em parceria com as empresas Brandt do Brasil e Limagrain LG Sementes, sendo os experimentos montados em quatro campos de produção de sementes de milho híbrido (Área 1, Área 2, Área 3 e Área 4), todos inscritos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) na mesorregião do Leste Goiano. A Área 1 está localizada no município de Itapaci, as Áreas 2 e 4 localizam-se no município de Padre Bernardo, e, Área 3 no município de Nova Glória, as quais possuem características climáticas e de solo semelhantes. O clima é classificado como tropical estacional (Aw), caracterizado por duas estações bem definidas (seca e chuvosa), assim como a ocorrência de períodos de estiagem durante a estação chuvosa (Koppen, 1931).

Todas as áreas foram irrigadas por pivô central e conduzidas por cooperados parceiros da empresa Limagrain LG Sementes, sendo implantadas na 2<sup>o</sup> safra 2019/2020 em sucessão a soja. Nas Áreas 1 e 3, visou-se a produção do híbrido de

milho H1 e nas Áreas 2 e 4, a produção do híbrido H2. Desta forma os campos foram semeados no esquema 4 x 2 (4 linhas da linhagem fêmea x 2 linhas da linhagem macho), utilizando-se o espaçamento de 0,65m entre linhas e estande inicial de 90.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. A semeadura foi realizado em 19/02/2020 na Área 1, em 17/02/2020 na Área 2, em 21/02/2020 na Área 3 e em 26/02/2020 na Área 4. A adubação, seguindo o protocolo da empresa, foi padronizada para todas as áreas, aplicando-se 200 Kg.ha<sup>-1</sup> nitrogênio, 140 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 140 Kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Por ocasião do início da emissão do pendão floral nas plantas fêmeas, realizou-se o desponte das mesmas, evitando-se assim a autofecundação.

Os tratamentos avaliados neste trabalho correspondem na utilização de dois fertilizantes foliares sendo:

Tratamento 1 – Aplicação do produto comercial com boro de 4<sup>o</sup> geração - tecnologia Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly, que possui em sua composição 5 % de N, 3,3 % de B e 0,5 % de Mo.

Tratamento 2 – Uso do Protocolo padrão da empresa, que consiste na aplicação de fertilizante foliar, com 4,3 % de Mg, 5,6 % de S, 10,0 % de B e 0,1% de Mo em sua composição.

Deste modo, para o produto com a tecnologia Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly, nas áreas 1, 2 e 3 utilizou-se dosagem total de 3 L.ha<sup>-1</sup>, dividido em duas aplicações de 1,5 L.ha<sup>-1</sup> cada, realizadas nos estágios V7 e VT, 5 dias antes do despendoamento. Para área 4, efetuou-se apenas uma única aplicação deste produto com a dosagem de 1,5 L.ha<sup>-1</sup> no estágio V7. Já para o produto utilizado no protocolo padrão da empresa produtora de semente, a dosagem de 1,5 kg.ha<sup>-1</sup>, dividido em três aplicações de 0,5 Kg.ha<sup>-1</sup> cada, realizadas nos estágios V4, V10 e VT.

Em cada área de produção de semente os tratamentos foram realizados em faixas, num delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições (Ferreira, 2018). Nas áreas 1 e 3, cada faixa possuía uma área total de 5 hectares. Já nas áreas 2 e 4, a área total de cada faixa foi de 20 hectares. Em todas as áreas, nas aplicações se utilizou pulverizadores autopropelidos com as mesma vazão e pressão de pulverização.

Por ser um trabalho de natureza quantitativa (Pereira et al. 2018), por ocasião da maturação fisiológica das plantas, realizou-se a coleta para determinação das variáveis associadas a produtividade. Para isso em cada área cultivada, nas quatro linhas centrais das plantas fêmeas existentes em cada faixa dos tratamentos coletou-se 7 plantas seguidas em cada linha, totalizando 28 plantas por ponto amostral, 112 plantas por tratamento e 224 plantas por campo de produção.

Após a coleta das espigas, efetuou-se manualmente a remoção da palha, sendo armazenadas em saco de polietileno até o momento da avaliação, determinando-se as seguintes variáveis quantitativas: número médio de sementes por espiga, peso de mil sementes (PMS), germinação e vigor (teste a frio). Para determinação do PMS, germinação e vigor seguiu-se os protocolos descritos nas regras para análise de sementes (Brasil, 2009). Também se determinou o produto final acabado (PA), o qual foi estimado através da equação utilizada pela UBS da Limagrain – LG Sementes, em seus procedimentos interno considerando o histórico de rendimento industrial de cada material genético de milho utilizado, conforme Equação 1:

$$PA = \frac{NMGE \times PF \times PFA \times RI}{60.000 \text{ sementes.sc}^{-1}}$$

Equação 1

**Sendo:** PA = Produto Final Acabado (sc de 60.000 sementes); NMGE = Número médio de grãos por espiga; PF = População final de plantas; PFA = Proporção de plantas fêmeas na área; RI = Rendimento industrial de cada material genético de milho.

Para análise da viabilidade econômica dos tratamentos avaliados, nos fluxos de caixas, considerou-se como despesa o valor pago pela empresa aos cooperantes por hectare de milho semente cultivado, no qual já estão inclusos os custos de todos os tratos culturais, adubações e colheita. Já para os fertilizantes foliares testados, considerou-se o custo individual de cada produto,

uma vez que possuem preços diferenciados. Para a receita total, considerou-se a produtividade média em produto final acabado (PA), multiplicando-se este quantitativo pelo preço médio de sementes de milho híbrido estimado para última safra. Assim apesar de ser uma metodologia de fácil mensuração e compreensão, é eficiente para verificar como foi o desempenho financeiro dos híbridos de milho após a aplicação dos fertilizantes foliares utilizados, permitindo identificar qual dos produtos proporciona melhor retorno econômico sob o capital investido.

Após tabulação dos dados, foi aplicado o Teste de Shapiro-wilk. Em seguida, utilizando-se o programa SASM-Agri (Canteri et al., 2001), realizou-se a análise de variância com 5 % de probabilidade de erro de forma isolada para cada área cultivada, e de forma conjunta (AC), para cada material genético de milho produzido. Quando detectado efeito significativo, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

### 3. Resultados e Discussão

Houve resposta diferenciada dos fertilizantes foliares nos componentes produtivos para os materiais genéticos de milho. Assim ao se analisar de forma isolada cada área de cultivo, observou-se para a variável número de grãos por espiga (NGE), efeito significativo ( $P < 0,05$ ) nas áreas 1, 2 e 3 e altamente significativo ( $P < 0,01$ ) na Área 4 (Tabela 1). Efeito semelhante a este também foi observado para o produto final acabado (PA) em todas as áreas cultivadas. Quanto ao peso de 1000 sementes (PMS), houve efeito altamente significativo nas áreas 3 e 4. Por outro lado, para as variáveis germinação (GER.) e vigor das sementes (VIG.), não houve diferença significativa entre os fertilizantes foliares testados.

Ao se realizar a análise conjunta (A.C.) das áreas 2 e 4 nas quais foi produzido o híbrido H2, houve efeito altamente significativo dos fertilizantes testados para as variáveis NGE e PA, e, significativo para o PMS (Tabela 1). Por outro lado, na análise conjunta das áreas 1 e 3 (onde se produziu o híbrido H1), houve efeito significativo apenas para o peso de 1000 sementes. Na área 1, independente do fertilizante foliar aplicado, houve uma reduzida produção de grãos de pólen pelo progenitor macho, resultando em baixa polinização das espigas, o que elevou o coeficiente de variação dos dados nesta condição, e consequentemente, resultou na ausência de efeito nas variáveis PA e NGE.

**Tabela 1** – Valores de F e nível de significância para as variáveis relacionadas a produção e qualidade germinativa das sementes de milho para os Híbridos H1 e H2 em função da aplicação dos fertilizantes foliares testados.

<b>Híbrido H1</b>					
Área	NGE	PMS	PA	GER.	VIG.
Área 1	7,00*	0,31 <sup>ns</sup>	6,98*	3,94 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
CV (%)	16,02	2,31	16,03	0,94	1,19
Área 3	13,77*	61,54**	13,74*	1,00 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
CV (%)	6,81	1,75	6,81	0,84	0,81
A.C.	0,78 <sup>ns</sup>	17,82**	0,77 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
CV (%)	48,41	2,59	47,98	1,81	1,98
<b>Híbrido H2</b>					
Área 2	10,53*	1,56 <sup>ns</sup>	10,54*	0,02 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>
CV (%)	5,53	2,38	5,54	0,84	0,78
Área 4	14,84**	21,77**	14,87**	0,54 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>
CV (%)	2,43	2,54	2,43	0,99	0,91
A.C.	10,49**	7,03*	10,51**	0,35 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>
CV (%)	5,90	3,88	5,89	0,86	8,87

OBS: NGE = número de grãos por espiga; PMS = peso de mil sementes; PA = produto total acabado (sc 60.000 sementes.ha<sup>-1</sup>); GER. = Germinação, VIG = Vigor, C.V.= Coeficiente de Variação; A.C. = Análise Conjunta das áreas; \*=significativo a 5%; \*\*=significativo a 1%; <sup>ns</sup>=não significativo. Fonte: Jean Carlos Moura – Goiás (2020). Fonte: Autores.

Quanto ao peso de mil sementes, mesmo não sendo observado efeito significativo dos tratamentos nas Área 1 e 2, ao se analisar conjuntamente os dados das áreas para cada material híbrido de milho, quando comparado com o tratamento padrão, a aplicação do fertilizante Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly proporcionou incremento de 3,52 % no PMS para o híbrido H1 e de 3,31 % para o híbrido H2.

Este resultado é um indicativo de que a tecnologia Manni-Plex<sup>®</sup> foi eficiente em proporcionar melhor fornecimento de boro para às plantas, principalmente na fase reprodutiva, uma vez que este elemento é responsável pelo crescimento do tubo polínico e tem funções importantes na atividade hormonal da planta (Novais *et al.* 2007), o que pode ter contribuído para um melhor estado nutricional das plantas, e conseqüentemente, resultou em melhor granação das espigas, e maior peso de mil sementes. Além disso, considerando que o boro atua em vários processos enzimáticos, bem como na translocação de açúcares e fotoassimilados para os grãos (Blevins & Lukaszewski, 1998, Novais, *et al.* 2007, Lordkaew *et al.* 2010), pode ter favorecido para que as plantas tivesse um melhor suprimento deste elemento, resultando em grãos mais pesados.

O Boro é um dos elementos que está diretamente relacionado com a fase reprodutiva de todas as culturas, porém sabe-se que estas respondem de forma diferenciada dependendo das condições de cultivo. Assim resultados semelhantes aos deste trabalho foram publicados por Bevilaqua *et al.* (2002) para a soja, no qual os autores observaram que, a aplicação foliar de boro na fase de floração ocasionou um incremento significativo no número de vagens e na massa de sementes por planta. Estes autores associaram este resultado a um melhor fornecimento de boro às plantas, principalmente no estágio reprodutivo, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho para os híbridos H1 e H2 com a aplicação do fertilizante Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly. Por outro lado, Jamami *et al.* (2006) não observaram efeito significativo da interação do boro com o zinco aplicados via solo, ou

mesmo do efeito individual para a produção de grãos no milho, bem como Calonego et al. (2011), para o peso dos grãos e o número de grãos por vagem da soja.

Apesar de culturas diferentes, esta divergência de resposta a aplicação foliar de fertilizante contendo boro possivelmente está associada as fontes utilizadas, ao teor dos nutrientes no solo, bem como o grau de intemperismo sofrido pelo solo. Em locais onde predominam solos altamente intemperizados, como na região do Cerrado brasileiro, há uma maior probabilidade de resposta aplicação de fertilizantes foliares contendo boro, uma vez que nestes solos, os teores deste elemento são geralmente inferior a  $0,2 \text{ mg/dm}^3$ , considerados como baixo (Souza e Lobato, 2004).

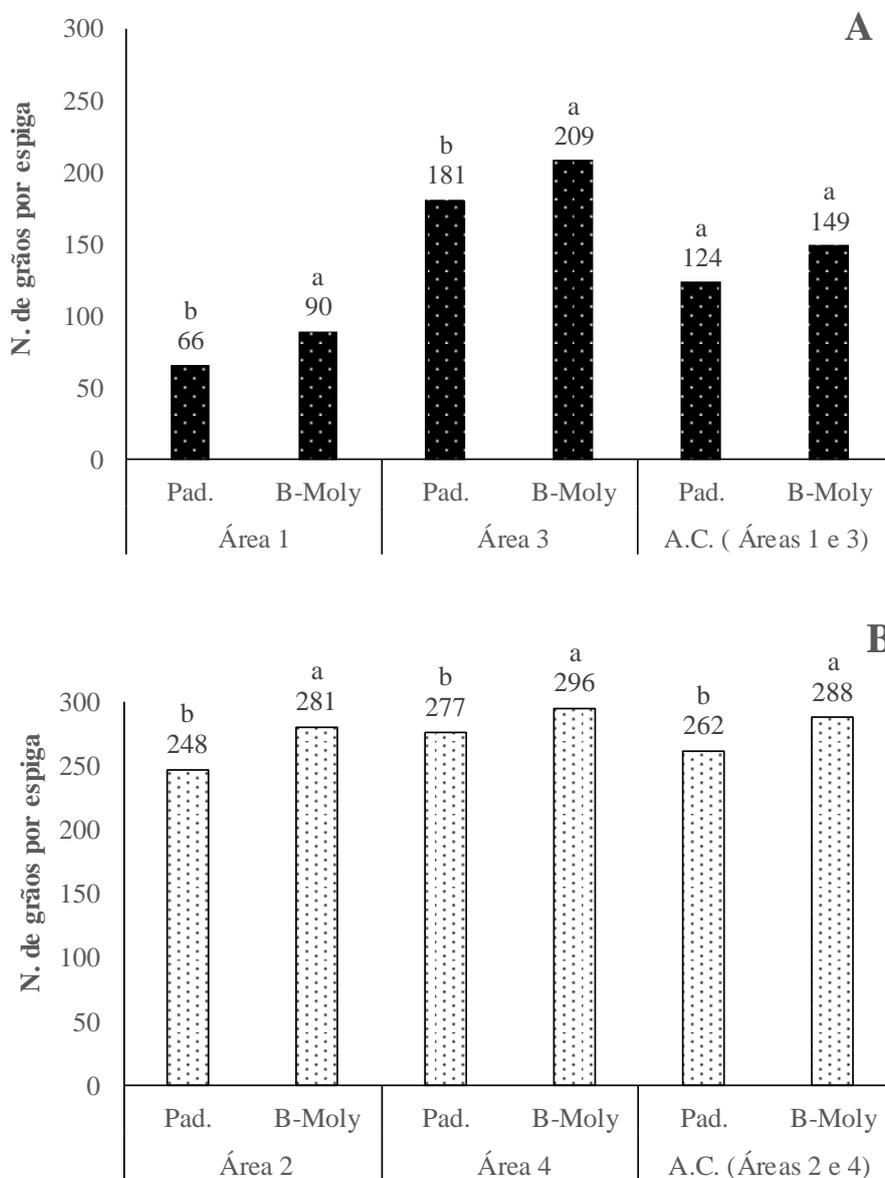
Sementes com maior PMS, por possuírem mais reservas nutricionais, podem resistir a condições adversas para germinação por um período de tempo mais prolongando, contribuindo para o estabelecimento de um melhor estande de plantas, influenciando diretamente na produtividade da cultura (Vazquez et al. 2012). O PMS, mesmo não sendo um fator relevante quando se visa a produção de sementes, torna-se de grande importância quando se objetiva a produção de milho grão, uma vez que quanto maior for seu valor, maior será a produtividade, e consequentemente, a rentabilidade dos produtores.

Para a germinação e vigor, independente do fertilizante foliar utilizado os valores médios obtidos para os Híbridos H1 e H2 foram elevados ( $>95,5\%$ ), o que remete a adequada qualidade das sementes produzidas. Porém, considerando-se que com o passar do tempo de armazenamento as sementes tendem perder sua viabilidade, um dos fatores que possivelmente contribuiu para ausência de resposta dos tratamentos foi a realização dos testes logo após a colheita, momento em que as sementes de milho tendem a expressar o seu maior potencial germinativo. Resultados semelhantes a estes foram publicados por Bevilaqua et al. (2002) e Werner et al. (2020) em trabalho testando fertilizante foliar contendo boro na soja, os quais não verificaram diferença significativa na germinação das sementes. Por outro lado, Javorski et al. (2014) relatam que para o milho, o uso de adubos foliares demonstrou ser uma boa ferramenta para aumentar a qualidade de sementes, porém ressaltam que há necessidade de mais estudos sobre sua atuação e relação com as sementes produzidas.

Quanto ao número de grãos por espiga, independente material genético de milho, quando comparado com o tratamento padrão, o fertilizante foliar Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly contribuiu para houvesse um incremento nesta variável (Figura 1). Assim para as áreas 1 e 3, sua aplicação proporcionou incrementos de respectivamente 35,2 e 15,1%. Já para as áreas 2 e 4, este incremento foi de 13,5 e 6,8 %. Considerando a análise conjunta das áreas, para o Híbrido H1, mesmo com a má polinização que ocorreu na Área 1, o uso deste fertilizante resultou no incremento de 20,5 % no número de grãos por espiga. Já para o híbrido H2, este incremento foi de 10,0 %, diferindo estatisticamente do tratamento padrão.

Considerando que a dose total de boro por hectare nas parcelas que receberam a aplicação do fertilizante foliar contendo boro de 4ª geração foi inferior que a fornecida pelo tratamento padrão, o incremento no número de grãos por espiga sugere uma melhor eficiência da tecnologia Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly em suprir a demanda de B das plantas, possibilitando assim condições mais favoráveis para germinação dos grãos de pólen (Lordkaew et al. 2010), bem como a construção do tubo polínico e a fecundação (Javorski et al. 2015).

**Figura 1** – Número de grãos por espiga para o híbrido H1 (A) e híbrido H2 (B) em função da aplicação do fertilizante foliar padrão da empresa (Pad.) e do fertilizante Manni-Plex® B Moly (B-Moly), analisado isoladamente por campo de produção (Área 1, 2, 3 e 4) e de forma conjunta por material genético de milho cultivado (A.C.).



Fonte: Jean Carlos Moura – Goiás (2020).

Para Marschner (2012), plantas deficientes em boro podem apresentar maior abortamento floral, atraso na formação do tubo polínico, diminuição na viabilidade dos grãos de pólen, levando a uma menor granação das espigas. Assim em situações em que há deficiente polinização (com a que ocorreu na Área 1), associada a um menor suprimento de boro na planta, o efeito da aplicação deste fertilizante foliar foi mais expressiva.

Além disso, outros fatores que podem ter contribuído para o incremento de grãos nas áreas tratadas com Manni-Plex® B-Moly foi um melhor suprimento de molibdênio para as plantas, que similar ao boro, é de suma importância na fase reprodutiva, atuando na formação do grão de pólen (Malavolta et al. 2002). Também por favorecer um maior teor de água nas plantas (Wasaya et al. 2017), o melhor suprimento de B pode ter facilitado a translocação de fotoassimilados para formação das sementes, contribuindo para uma melhor absorção de macronutrientes pelas plantas (Sahin, 2012).

Tratando-se de melhorar a produtividade do milho, os resultados obtidos neste trabalho reforçam a importância de se utilizar estratégias de manejo nutricional que venham a proporcionar um adequado fornecimento destes elementos para as plantas, possibilitando que as sementes híbridas tenham condições nutricionais adequadas para expressar todo o seu potencial produtivo, uma vez que possuem elevado custo de aquisição. Neste sentido, considerando o incremento observado no PMS e no número de grãos por espiga, o uso do fertilizante foliar Manni-Plex® B-Moly pode ser uma alternativa viável para de aumentar a produtividade nas áreas produtoras de milho grão, e conseqüentemente, melhorar a viabilidade econômica desta cultura para os produtores.

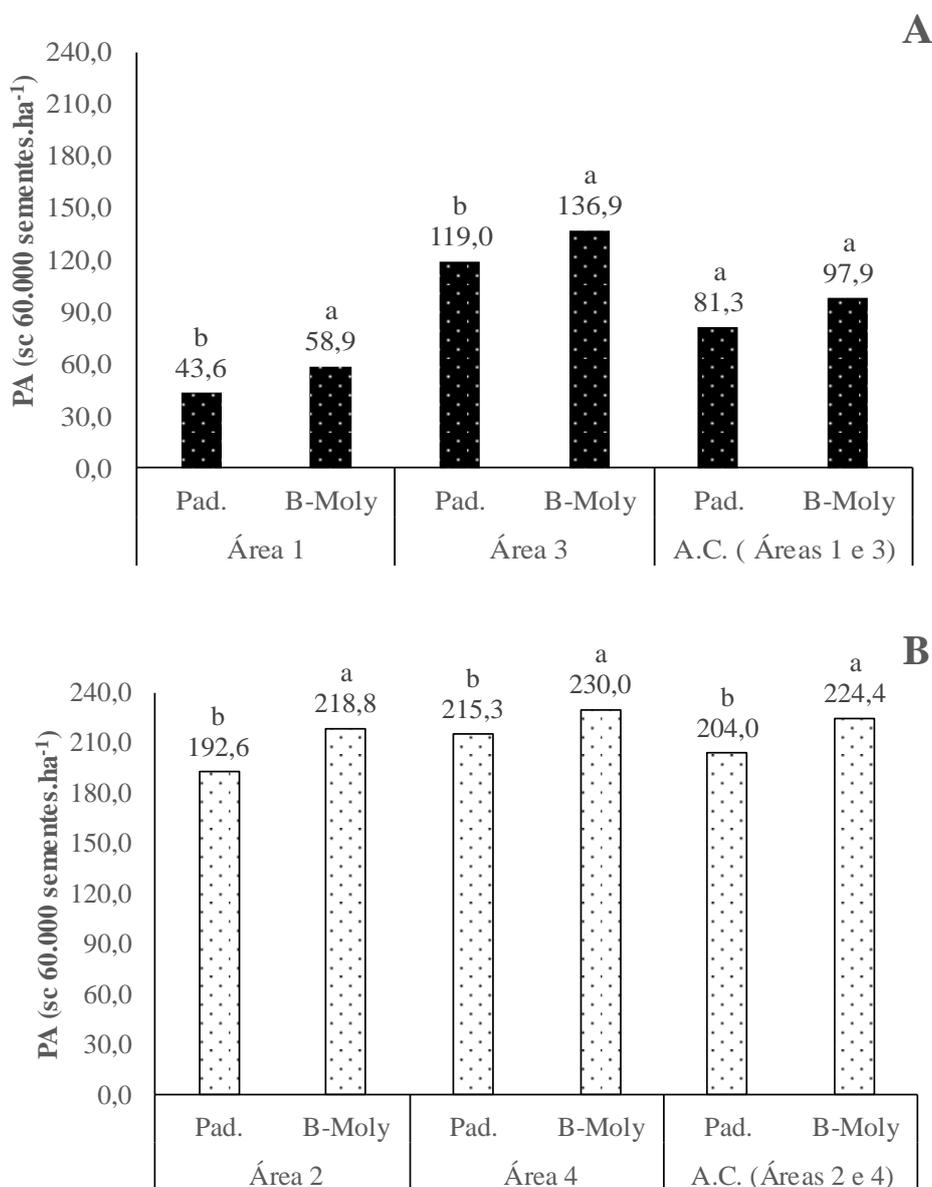
Além das condições de cultivo, a resposta da aplicação de fertilizante foliar contendo boro é variável conforme a cultura. Assim Nogueira et al. (2019), não observaram efeito da aplicação de boro via solo na produtividade do milho cultivado na safra e na safrinha. Mantovani et al. (2013), relatam que não houve efeito significativo do fornecimento de boro para o número de grãos por vagem no amendoim. Calonego et al. (2011), mencionam que seu uso não afetou os componentes de produção na soja. Leite et al. (2011), verificaram que sua aplicação não influenciou o número de grãos, nem tampouco a qualidade fisiológica das sementes do arroz irrigado.

O maior número de sementes por espiga observado nas plantas que foram tratadas com fertilizante Manni-Plex® B-Moly afetou conseqüentemente o produto final acabado (Figura 2). Quando comparado com o tratamento padrão, a aplicação do fertilizante foliar com tecnologia Manni-Plex® B-Moly proporcionou incrementos de 35,1 e 15,0% no PA, para as Áreas 1 e 3, respectivamente. Já para a Área 2, este incremento foi de 13,6%, e para a Área 4 de 6,8% (com apenas uma aplicação). Quando as áreas são analisadas conjuntamente, com a aplicação deste fertilizante, houve um incremento de 20,4% no PA para o híbrido H1 (Figura 2A), e de 10,0 % para o híbrido H2 (Figura 2B).

Considerando que as sementes de milho são comercializadas em sacos com 60.000 sementes, para as empresas produtoras de sementes o produto final acabado é uma das principais variáveis a serem mensuradas, sendo diretamente afetada pelas condições de manejo adotado nas áreas de produção. Neste sentido, conforme já abordado que um adequado suprimento de boro proporciona às plantas um maior número de grãos por espigas (Malavolta et al. 2002, Sahin 2012, Marschner 2012, Wasaya et al. 2017), o incremento observado no produto final acabado, no número de sementes por espiga e no peso de mil sementes, é um indicativo de que o uso do Manni-Plex® B-Moly foi eficiente, proporcionando melhores condições de desenvolvimento das plantas, quando comparado com o tratamento padrão.

Um melhor fornecimento de B para as plantas na fase reprodutiva, associado a uma planta com estado nutricional equilibrado pode ter contribuído para uma maior formação de grãos de pólen nas anteras, bem como estilo-estigma na flores femininas do milho (Lordekaew et al. 2010), levando a uma melhor fecundação, e conseqüentemente, menor quantidade de falhas nas espigas das plantas que receberam o fertilizante com tecnologia Manni-Plex®, resultando em incremento na produção de sementes e no produto final acabado.

**Figura 2** – Produto final acabado (sacos de 60.000 sementes.ha<sup>-1</sup>) para o híbrido H1 (A) e híbrido H2 (B) em função da aplicação do fertilizante foliar padrão da empresa (Pad.) e do fertilizante Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly (B-Moly), analisado isoladamente por campo de produção (Área 1, 2, 3 e 4) e de forma conjunta por material genético de milho cultivado (A.C.).



Fonte: Jean Carlos Moura – Goiás (2020).

Quanto aos aspectos econômicos e financeiros (Quadro 1), apesar do fertilizante foliar com a tecnologia Manni-Plex<sup>®</sup> B-Moly ter seu custo de aquisição 5,8 vezes superior ao do fertilizante foliar padrão utilizado pela empresa, elevando os custos de produção, o valor adicional de 87,00 reais gasto por utilizá-lo equivale a 0,68 % do valor total gasto por hectare. No entanto, apesar deste acréscimo no custo total de produção, o uso deste fertilizante aumentou a produção de sementes em todas as áreas cultivadas, proporcionando incrementos no PA de 35,1; 15,0; 13,6 e 6,8%, para as áreas 1, 3, 2 e 4, respectivamente. Quando analisado conjuntamente as áreas, este incremento no PA, acabou acarretando na redução do custo de produção por saco com 60.000 sementes em R\$ 25,70 para o híbrido H1 e em R\$ 5,3 para o híbrido H2, quando comparado ao tratamento padrão.

**Quadro 1** – Análise econômico-financeira da aplicação do fertilizante foliar padrão utilizado pela empresa e do Manni-Plex® B-Moly para o híbrido H1 (áreas 1 e 3) e híbrido H2 (áreas 2 e 4) de forma individual por campo de produção de semente e análise conjunta das áreas (A.C.).

<b>Híbrido H1</b>						
<b>Descrição de Operações de Produção</b>	<b>Área 1</b>		<b>Área 3</b>		<b>A.C. (1 e 3)</b>	
	<b>Padrão</b>	<b>B-Moly</b>	<b>Padrão</b>	<b>B-Moly</b>	<b>Padrão</b>	<b>B-Moly</b>
1 - Custo Padrão por área (R\$/ha)	12.750,0	12.750,0	12.750,0	12.750,0	12.750,0	12.750,0
2 - Fertilizante Foliar com Boro (R\$/ha)	18,0	105,0	18,0	105,0	18,0	105,0
3 - Custo Total por área (R\$/ha)	12.768,0	12.855,0	12.768,0	12.855,0	12.768,0	12.855,0
4 - Valor Médio Venda (R\$/ sc 60.000 sem.)	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0
5 – Produto acabado (sc 60.000 sem.ha <sup>-1</sup> )	43,6	58,9	119	136,9	81,3	97,9
6 - Receita Méd. Venda (R\$/ha)	13.080,0	17.670,0	35.700,0	41.070,0	24.390,0	29.370,0
7 - Custo de produção (R\$/ sc 60.000 sem.)	292,8	218,2	107,3	93,9	157,0	131,3
<b>8 - Lucro Operacional (R\$/ha)</b>	<b>312,0</b>	<b>4.815,0</b>	<b>22.932,0</b>	<b>28.215,0</b>	<b>11.622,0</b>	<b>16.515,0</b>
<b>9 - Taxa de Rentabilidade Invest./ha</b>	<b>2,4%</b>	<b>37,5%</b>	<b>179,6%</b>	<b>219,5%</b>	<b>91,0%</b>	<b>128,5%</b>
<b>10 - Taxa de Lucratividade do Invest./ (ha)</b>	<b>2,1%</b>	<b>27,2%</b>	<b>64,2%</b>	<b>68,7%</b>	<b>47,6%</b>	<b>56,2%</b>
<b>11 - Ponto de Equilíbrio sc 60.000 sem./ha)</b>	<b>42,56</b>	<b>42,85</b>	<b>42,56</b>	<b>42,85</b>	<b>42,56</b>	<b>42,85</b>
<b>Híbrido H2</b>						
<b>Descrição de Operações de Produção</b>	<b>Área 2</b>		<b>Área 4</b>		<b>A.C. (2 e 4)</b>	
	<b>Padrão</b>	<b>B-Moly</b>	<b>Padrão</b>	<b>B-Moly</b>	<b>Padrão</b>	<b>B-Moly</b>
1 - Custo Padrão por área (R\$/ha)	12.750,0	12.750,0	12.750,0	12.750,0	12.750,0	12.750,0
2 - Fertilizante Foliar com Boro (R\$/ha)	18,0	105,0	18,0	52,5	18,0	79,0
3 - Custo Total por área (R\$/ha)	12.768,0	12.855,0	12.768,0	12.803,0	12.768,0	12.829,0
4 - Valor Médio Venda (R\$/ sc 60.000 sem.)	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0
5 – Produto acabado (sc 60.000 sem.ha <sup>-1</sup> )	192,6	218,8	215,3	230,0	204,0	224,0
6 - Receita Méd. Venda (R\$/ (ha)	57.780,0	65.640,0	64.590,0	69.000,0	61.200,0	67.200,0
7 - Custo de produção (R\$/ sc 60.000 sem.)	66,3	58,7	59,3	55,7	62,6	57,3
<b>8 - Lucro Operacional (R\$/ha)</b>	<b>45.012,0</b>	<b>52.785,0</b>	<b>51.795,0</b>	<b>56.198,0</b>	<b>48.390,0</b>	<b>54.491,0</b>
<b>9 - Taxa de Rentabilidade Invest.(ha)</b>	<b>352,5%</b>	<b>410,6%</b>	<b>404,8%</b>	<b>439,0%</b>	<b>378,2%</b>	<b>424,8%</b>
<b>10 - Taxa de Lucratividade do Invest.(ha)</b>	<b>77,9%</b>	<b>80,4%</b>	<b>80,2</b>	<b>81,5%</b>	<b>79,1%</b>	<b>81,1%</b>
<b>11 - Ponto de Equilíbrio (sc 60.000 sem./ha)</b>	<b>42,56</b>	<b>42,85</b>	<b>42,56</b>	<b>42,67</b>	<b>42,56</b>	<b>42,76</b>

Fonte: Jean Carlos Moura – Goiás (2020).

Neste contexto, observa-se que independente do campo de produção de semente ou do híbrido utilizado, quando aplicado o fertilizante Manni-Plex® B-Moly, apesar do maior investimento inicial, houve melhoria nos resultados econômicos e financeiros, os quais foram impulsionados pelo incremento do produto acabado (PA). A utilização de Manni-Plex® B-Moly também melhorou a taxa de rentabilidade e a taxa de lucratividade em todas as áreas de produção de sementes avaliadas.

Quando comparado com o fertilizante padrão da empresa, a análise conjunta dos dados para cada material genético de milho revelou que a aplicação do B de 4ª geração proporcionou para o híbrido H1 incremento de 37,5% para taxa de rentabilidade e de 8,6% para taxa de lucratividade. Já para o híbrido H2, o incremento para estas variáveis foi de respectivamente 46,6 e 2,0%,

o que o torna dentre os fertilizantes foliares avaliados, o mais atrativo para os produtores de sementes em termos de rentabilidade sob o capital investido.

Deste modo, considerando o ponto de equilíbrio, percebe-se que para a área 1, devido à baixa produção em P.A., a comercialização das sementes praticamente cobre os custos de produção, resultando em um lucro operacional de apenas R\$ 312,00 por hectare quando aplicado o tratamento padrão da empresa. Já com a aplicação do fertilizante contendo boro de 4º geração - tecnologia Manni-Plex®, este lucro operacional foi de R\$ 4.815,00 por hectare.

Para as demais áreas, os altos valores de produto final acabado elevou o lucro operacional em ambos os fertilizantes foliares testados, porém considerando-se a análise conjunta das áreas, com a aplicação do fertilizante foliar Manni-Plex® B-Moly, quando comparado como o tratamento padrão, este foi superior em R\$ 4.893,00 para o híbrido H1 e R\$ 6.101,00 para o híbrido H2, o que indica a viabilidade econômica da utilização deste produto.

#### 4. Conclusão

Houve resposta diferenciada do milho quanto ao uso dos fertilizantes foliares testados, onde boro de 4º geração - Manni-Plex® B-Moly proporcionou melhor granação das espigas.

O uso da tecnologia Manni-Plex® B-Moly aumentou o peso de mil sementes (PMS), o número de sementes por espiga (NGE) e o produto acabado (PA), sendo uma alternativa viável para incrementar a produção de sementes e grãos.

Financeiramente, a aplicação do fertilizante Manni-Plex® B-Moly é uma alternativa atrativa para os produtores de semente de milho, proporcionando um melhor retorno econômico nas áreas de produção de semente.

Sugere-se o desenvolvimento de futuros trabalhos testando esta nova tecnologia de fertilizante foliar em sistemas integrados de produção como a integração lavoura-pecuária, para verificar qual a contribuição de sua utilização quanto aos aspectos produtivos e econômicos nas culturas envolvidas.

#### Referências

- Bevilaqua, G. A. P., Silva Filho, P. M., & Posenti, J. C. (2002). Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. *Ciência Rural*, 32(1): 31-34.
- Blevins, D. G. & Lukaszewski, K. M. (1998). Boron in plant structure e function. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49, 481–500.
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*, Brasília, DF: MAPA/ACS.
- Calonego, J. C., Ocani, K. P., Ocani, M. P., & Santos, C. H. (2011). Adubação boratada foliar na cultura da soja. *Colloquium Agrariae*, 6(1): 20-26.
- CONAB. (2019). Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos – safra 2018/2019. 6, 81 p..
- Canteri, M. G., Althaus, R. A., Virgens Filho, J. S., Giglioti, E. A., & Godoy, C. V. (2001). SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação*, (1): 18-24.
- Ferreira, P. V. (2018). *Estatística experimental aplicada a ciência agrária*. Editora UFV, 1ª Edição. 588 p.
- Jamami, N., Büll, L. T., Corulli C. J., & Domingos, R. J. (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.
- 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(1): 267–277.
- 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(1): 132-142.
- Leite, C. F. R., Schuch, B. O. L., Amaral, S. A., & Tavares, C. L. (2011). Rendimento e qualidade de sementes de arroz irrigado em função da adubação com boro. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(1): 785-791.
- Lordkaew, S., Dell, B., Jamjod, S., & Rerkasem, B. (2010). Boron deficiency in maize. *Plant Soil*, 10.1007/s11104-010-0685-7.
- Malavolta, E., Pimentel, G. F., & Alcarde, J. C. (2002). *Adubos e adubações*. Editora Nobel. p. 13-15.

- Mantovani, J. P. M., Calonego, J. C., & Foloni, J. S. S. (2013). Adubação foliar de boro em diferentes estádios fenológicos da cultura do amendoim. *Revista Ceres*, 60(2): 270-278.
- Marschner, H. (2012). *Mineral nutrition of higher plants*. (3a ed.), Academic Press, 651p.
- 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(1): 2545-2560.
- Novais, R. F., Alvarez, V. H., Barros, N. F., Fontes, R. L. F., Cantarutti, R. B., & Neves, J. C. L. (2007). *Fertilidade do solo*, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, 1ª ed., 1017p.
- Pereira A.S., Shitsuka, D. M., Pereira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM.
- Sahin, S. (2012). Effects of boron fertilization on productivity of silage maize genotypes and NPK and B contents of the plant. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 10(1): 501-505.
- Souza, D. M. G., & Lobato, E. (2004). *Cerrado: correção do solo e adubação*. (2a ed.), Embrapa Informação Tecnológica. 416p.
- Vazquez, G. H., Arf, O., Sargi, B. A., & Pessoa, A. C. O. (2012). Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e a produtividade de grãos. *Bioscience Journal*, 28(1): 16-24.
- Wasaya, A., Shabir, M. S., Hussain, M., Ansar, M., Aziz, A., Hassan, W., & Ahmad, I. (2017). Foliar application of Zinc and Boron improved the productivity and net returns of maize grown under rainfed conditions of Pothwar plateau. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(1): 33-45.
- Werner, H. A., Esteves, M. P. C., Martinelli Lima, B., Valcácio, T. L., Castro, W. C. P., & Barros, S. C. S. (2020). Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycyne max* L. Merrill) tratadas com micronutrientes. *Research, Society and Development*, 9(9): e 787997761.