

**APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE FOLIAR MANNI-PLEX® B-MOLY EM CAMPO
DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE MILHO HÍBRIDO**

por

JEAN CARLOS MOURA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde – GO

Setembro - 2020

**APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE FOLIAR MANNI-PLEX® B-MOLY EM CAMPO
DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE MILHO HÍBRIDO**

por

JEAN CARLOS MOURA

Comitê de Orientação:

Orientador: Prof. Dr. Romano Roberto Valicheski – IF GOIANO

Coorientador: Prof. Dr. Sihelio Júlio Silva Cruz – IF GOIANO

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

MJ43a Moura, Jean Carlos
 Aplicação de fertilizante foliar Manni Plax B-Moly
em campo de produção de semente de milho híbrido /
Jean Carlos Moura; orientador Romano Roberto
Valicheski; co-orientador Sihélio Julio Silva Cruz. -
- Rio Verde, 2020.
 40 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em
Bioenergia e Grãos - PPGBG) -- Instituto Federal
Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

1. Linhagem. 2. Boro. 3. Sementes. 4. Viabilidade
financeira. I. Valicheski, Romano Roberto, orient.
II. Cruz, Sihélio Julio Silva, co-orient. III. 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 checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Jean Carlos Moura

Matrícula: 2018202331540056

Título do Trabalho: APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE FOLIAR MANNI-PLEX® B-MOLY EM CAMPO DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE MILHO HÍBRIDO

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 15/11/2020

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 inclusos 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.

Goianésia
Local

08 / 11 / 2020
Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Romano Roberto Valichetti

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 47/2020 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE FOLIAR MANNI-PLEX B-MOLY EM CAMPO DE PRODUÇÃO DE
SEMENTES DE MILHO HÍBRIDO

Autor: Jean Carlos Moura
Orientador: Romano Roberto Valicheski

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de concentração Agroenergia.

APROVADO em 30 de setembro de 2020.

Prof. Dr. Sidinei Leandro Klocner
Stürmer
Avaliador externo
IF Catarinense - Campus Rio do Sul

Prof.^a Dr.^a Silvia Sanielle Costa de
Oliveira
Avaliadora interna
IF Goiano - Campus Iporá

Prof. Dr. Romano Roberto Valicheski
Presidente da Banca
IF Goiano - Campus Iporá

Documento assinado eletronicamente por:

- Sidinei Leandro Klöckner Stürmer, Sidinei Leandro Klöckner Stürmer - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Catarinense (1), em 05/10/2020 15:57:23.
- Silvia Sanielle Costa de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/09/2020 11:48:39.
- Romano Roberto Valicheski, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - UEPTNM-IP, em 30/09/2020 11:07:52.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 18/09/2020. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 188929
Código de Autenticação: 1ac353aa82



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

DEDICATÓRIA

Primeiramente dedico a minha esposa Patrícia M. C. Fleury Moura, exemplo de mãe, mulher, profissional, companheira e amiga de todas as horas e minha maior incentivadora, sempre me dando forças para buscar meus sonhos. Dedico aos meus filhos Lis C. Fleury Moura e João Batista de Moura Neto, que são os maiores tesouros que Deus me deu, eles são os motivos de sonhar e buscar sempre o crescimento para dar o melhor a eles.

Dedico aos meus Pais João Batista de Moura e Judite Maria de Moura, exemplos de vida, dignidade, honestidade, força de vontade e trabalho e acima de tudo exemplo de fé. Dedico ao meu irmão João Paulo de Moura um grande exemplo, amigo e grande incentivador também, assim como toda minha família e aos meus sobrinhos(as).

Dedico também a todos os professores que fizeram parte de forma direta ou indiretamente ao longo de toda minha trajetória até aqui, em especial, em nome de todos os professores, minha mãe Judite Maria de Moura que foi, minha primeira professora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que me proporcionou esta oportunidade dando saúde e sabedoria para vencer mais esta etapa, agradeço em especial à minha família, sem eles eu não teria conseguido esta conquista.

Quero agradecer de maneira especial a Brandt® do Brasil, empresa detentora da tecnologia Manni-Plex® objeto deste estudo, fornecendo todas as ferramentas para a realização deste trabalho, empresa na qual tenho o maior orgulho de representar e fazer parte. Obrigado por mais esta oportunidade e por proporcionar cada dia mais o crescimento profissional.

Agradeço também ao Instituto Federal Goiano responsável pelo grande crescimento intelectual que será muito valioso em minha vida pessoal e profissional, agradeço em nome do Professor Romano Roberto Valichski, todos os profissionais e professores do instituto que dedicam suas vidas para agregar conhecimento a milhares de alunos que buscam realização profissional.

Gostaria de agradecer a Limagrain® LG sementes, em nome de Rayner de Paula, responsável pelos campos de produção de sementes de milho sendo grande parceiro neste projeto disponibilizando as áreas para as experimentações, assim, como todos os técnicos de campo em nome de Guido, Davi e Augusto

Agradeço a todos os colegas que fizeram parte desta trajetória e desejo muito sucesso a cada um, em especial ao meu amigo Me. Thalles Caetano, que me ajudou de várias formas.

Deixo aqui a todos vocês o meu Muito Obrigado.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Produção de milho no mundo.....	5
2.2 Cultivo do milho no Brasil.....	6
2.3. Produção de sementes de milho.....	7
2.4. A importância da adubação foliar com micronutrientes.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1. Instalação e condução dos campos de produção de sementes.....	11
3.2 Tratamentos	12
3.3. Delineamento experimental.....	13
3.4. Variáveis avaliadas.....	13
3.5. Análises estatísticas.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
5. CONCLUSÃO.....	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE FOLIAR MANNI-PLEX[®] B-MOLY EM CAMPO DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE MILHO HÍBRIDO.

por

JEAN CARLOS MOURA

(Sob orientação do Professor Dr. Romano Roberto Valicheski, IF Goiano-Campus Iporá)

RESUMO

Considerando a importância da cultura no agronegócio, empresas produtoras de sementes têm buscado novas tecnologias para melhorar a qualidade e a produção de sementes. Neste cenário, a nutrição de plantas tem se destacado, principalmente quanto ao fornecimento de micronutrientes. O boro possui baixa mobilidade via floema, sua deficiência pode afetar o processo de fecundação, reduzindo a produtividade e a qualidade das sementes. Neste sentido, objetivou-se avaliar a resposta de linhagens de milho para produção dos híbridos H1 (áreas 1 e 3), e H2 (áreas 2 e 4), à aplicação de fertilizante foliar com a tecnologia Brandt[®] Manni-Plex[®] B-Moly, bem como a viabilidade financeira do uso deste produto. O trabalho foi conduzido em 4 áreas comerciais de produção de sementes da Limagrain Brasil S.A. localizadas no Centro Norte de Goiás. Aplicou-se a dosagem de 1,5 L ha⁻¹ nos estádios V7 e VT. Como controle, utilizou-se o tratamento padrão da empresa (3 aplicações de 0,5 kg ha⁻¹ de fertilizante foliar com boro nos estádios de V4, V10 e VT). Os tratamentos foram implantados em faixas, considerando um delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Para o peso de 1000 sementes, número de sementes por espiga e produto final acabado (sc 60.000 sementes ha⁻¹), o uso do fertilizante foliar Manni-Plex[®] 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 em incremento médio de 8,6% na taxa de lucratividade no H1 e em 2,0% no H2, indicando que a tecnologia Manni-Plex[®] B-Moly foi eficiente em melhorar os componentes de produção, e consequentemente, a viabilidade financeira garantindo melhor custo benefício para cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Linhagem, Boro, Sementes, Viabilidade financeira.

FOLIAR FERTILIZER APPLICATION WITH MANNI-PLEX® B-MOLY IN HYBRID CORN SEEDS PRODUCTION.

by

JEAN CARLOS MOURA

(Under the guidance of Professor Romano Roberto Valicheski, Ph.D., IF Goiano -Campus Iporá)

ABSTRACT

Considering the importance of culture in agribusiness, seed producing companies have been looking for new technologies to improve seed quality and production. In this scenario, the adequate nutrition of plants has stood out, mainly regarding the micronutrients supply. Boron has low mobility by phloem, its deficiency can affect the fertilization process, reducing productivity and seed quality. In this regard, the aim was to evaluate the response of corn seeds strains for hybrids H1 (areas 1 and 3), and H2 (areas 2 and 4) production, to the application of foliar fertilizer with the Brandt® Manni-Plex® B-Moly technology, as well as the financial viability of using this product. The work was carried out in 4 commercial seed production areas of Limagrain® Brazil Business Corporation, located in the North Center of Goiás (State of Brazil). The hybrid H1 (areas 1 and 3) and hybrid H2 (areas 2 and 4) were tested, with the application of Manni-Plex® B-Moly in the dosage of 1.5 liters per hectare, in stages V7 and VT. As a control, it was used the company's standard treatment (3 applications of 0.5 kilograms per hectare of foliar fertilizer with boron in the stages of V4, V10 and VT). The treatments were implanted in bands, considering a completely randomized design, with four replications. For the weight of 1000 seeds, number of seeds 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 the productions components and consequently the financial viability guaranteeing better cost benefit for the culture.

KEY WORDS: Strain, Boron, Seeds, Financial viability.

1. INTRODUÇÃO

Cultivado em todas as regiões do país, o milho possui milhares de aplicações, sendo de grande relevância na alimentação animal e humana, utilizado na produção de biocombustíveis, bebidas entre vários outros produtos, além de ser essencial para a segurança alimentar no mundo (Miranda, 2018; Contini *et al.* 2019).

Na produção de grãos da safra 2018/2019 (recorde histórico de 242,1 milhões de toneladas), o milho com 99,98 milhões de toneladas, foi um dos principais responsáveis para que este recorde fosse atingido. Atualmente, o Brasil é o 3º maior produtor e o 2º maior exportador de milho, com elevado consumo interno, uma vez que é um dos principais produtores de proteína animal do mundo (CONAB, 2019).

Segundo projeções recentes, a demanda mundial para exportação de milho para a safra 2027/28 será de 188,8 milhões de toneladas, sendo que o Brasil deverá responder por 23,7% deste volume (aproximadamente 44,8 milhões de toneladas), ficando atrás apenas dos Estados Unidos, com 29,6% do valor total (USDA, 2018). Neste sentido, um diagnóstico dos problemas e a potencialidade da cadeia produtiva do milho no Brasil foi elaborado com o intuito de contribuir para o aumento da produção de forma sustentável, e aumentar a participação no comércio internacional, mediante a crescente demanda mundial pelo cereal (Miranda *et al.* 2014).

Mesmo diante de tantos avanços alcançados pela cultura do milho no mercado brasileiro, ainda são grandes os obstáculos que precisam ser superados, a fim de solucionar gargalos que impedem maior dinamismo do mercado. Assim como a baixa produtividade observada na maioria das regiões brasileiras, há formação de preços sem clareza; pouco acesso aos financiamentos privados e dificuldades na comercialização e no processo de escoamento da produção (Contini *et al.* 2019).

Dentre os fatores fundamentais para alavancar a produção na cadeia produtiva do milho pode se mencionar a abertura de novas áreas; inserção de áreas com potencial de plantio safrinha; restauração de pastagens degradadas e Integração Lavoura-Pecuária (ILP); além do adequado fornecimento de nutrientes para as plantas (Miranda *et al.* 2014).

Nos campos de produção de sementes de milho, um dos problemas frequentemente enfrentado é a baixa granação das espigas pela má polinização, associada muitas vezes a

deficiência de nutrientes como boro e molibdênio, essenciais na fase vegetativa e reprodutiva das culturas.

O molibdênio é um dos elementos 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).

Como estes elementos são considerados praticamente imóveis dentro das plantas (Malavolta *et al.* 2002), nas áreas de produção de sementes, caso as aplicações foliares forem realizadas precocemente, mesmo aplicando dosagens recomendadas, pode ocorrer deficiências nas plantas.

A empresa norte americana BRANDT[®], especializada em nutrição vegetal possui uma tecnologia chamada Brandt[®] Manni-Plex[®], que permite o transporte de nutrientes de forma eficiente para os pontos metabólicos ativos das plantas via floema, capaz de retranslocar até mesmo os nutrientes praticamente imóveis nas plantas tais como o cálcio, magnésio, zinco e o boro.

Devido esta tecnologia o fertilizante foliar Manni-Plex[®] B-Moly, permite na planta o transporte de nutrientes via floema (mesmo os pouco móveis como o boro), de maneira rápida proporcionando plantas bem nutridas, mais saudáveis e produtivas.

Aplicados simultaneamente, boro e molibdênio há melhor efeito nutricional nas plantas, com isso o Manni-Plex[®] B-Moly, que possui estes dois elementos em sua composição, favorece a formação e a integridade estrutural das paredes celulares, formação de novos tecidos e produção de pólen com maior viabilidade. Além disso, também contribui na translocação de açúcares originários das folhas para as raízes, tecidos e sementes, flores e frutos.

Diante desta nova tecnologia em nutrição vegetal, objetivou-se com este estudo avaliar a resposta à aplicação foliar de Manni-Plex[®] B-Moly na 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 produto, buscando identificar tecnologias eficientes que venham a contribuir na cadeia produtiva do milho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Produção de milho no mundo

Considerando a demanda mundial por milho, projeções apontam acréscimo de 46% (386 milhões de toneladas) para ano de 2020, quando comparado com a demanda existente em 2010. Maior parte desta demanda está concentrada na China (182 milhões de toneladas) e EUA (44 milhões toneladas), os quais utilizam o milho para produção de etanol (Miranda *et al.* 2014). Neste cenário, o Brasil tem expressiva contribuição, uma vez que exportou na última safra aproximadamente 34 milhões de toneladas, representando 19,9% do mercado internacional do milho (CONAB, 2020a).

Segundo Contini *et al.* (2019), a produção mundial de milho passou de 591 milhões de toneladas colhidas na safra 2000/01 para 1,076 bilhão de toneladas na safra 2017/18. Este crescimento está diretamente relacionado ao consumo de milho na alimentação animal, principalmente para a produção de frangos e suínos. Toda a produção mundial se concentra em poucos países, com destaque para os Estados Unidos - maior produtor, com 34,5% da produção mundial (371 milhões de toneladas), seguido da China, com 24,5% da produção (263 milhões de toneladas). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho com mais de 100 milhões de toneladas, alcançadas na safra 2018/2019. Estes países, somados com União Europeia, Argentina e Ucrânia foram responsáveis por 78% (872 milhões de toneladas) de toda a produção de milho do planeta na safra 2018/2019, quando a produção mundial de milho estimada foi de 1,118 bilhão de toneladas, com consumo de 1,132 bilhão, representando incremento de 3,8% em relação à safra anterior (CONAB, 2018).

2.2. Cultivo do milho no Brasil

Cultura estratégica dentro da agricultura brasileira, o milho é uma das bases que compõe diferentes sistemas de cultivo, seja em sucessão a soja, consorciado com gramíneas ou forrageiras no Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), bem como parte no sistema de rotação de culturas no Sistema de Plantio Direto-SPD (Contini *et al.* 2019).

A produção brasileira de milho que vem crescendo ano após ano, teve uma colheita recorde na safra de 2016/17 com 97,8 milhões de toneladas, já na safra 2017/18 a produção ficou abaixo do esperado. O principal produtor nacional é o estado do Mato Grosso, seguido do Paraná, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, os quais em conjunto, representaram na safra 2016/2017 74,2% da produção nacional. Na safra 2018/2019 o milho voltou a alcançar números expressivos, como novo recorde de produção (99,98 milhões de toneladas), tornando o Brasil 2º maior exportador mundial e o 3º maior produtor deste cereal (CONAB, 2018). Estimativas apontam que na próxima década o país possa atingir produções entre 121,4 e 182,7 milhões de toneladas de milho (Gasques *et al.* 2018).

É a cultura mais cultivada na segunda safra em todas as regiões produtoras de grãos no Brasil, sendo a área de milho safrinha superior área da safra principal. Na safra 2008/2009, a safra principal foi responsável por 66% da produção total de milho, enquanto a safrinha respondeu por apenas 34%, realidade que foi sendo modificada no decorrer do tempo, uma vez que na safra 2018/2019, o milho safrinha representou mais de 70% da produção total do cereal (Miranda, *et al.* 2019).

Para a atual safra, estimativas apontam uma produção nacional superior a 100 milhões de toneladas, com incremento de 0,5% em relação à safra anterior. Problemas climáticos que atingiram a região Sul do país prejudicaram o potencial produtivo das lavouras na primeira safra, reduzindo a produtividade média em 3,2% em relação à última safra. Os aspectos climáticos também interferiram negativamente na segunda safra, e a maioria das lavouras não conseguiram expressar todo o seu potencial produtivo. No entanto, devido ao incremento na área plantada em 6,3%, apesar dos rendimentos abaixo dos esperados, a produção deve ser 0,5% maior que a da última safra (CONAB, 2020a).

Segundo o décimo primeiro levantamento agrícola, a produção de milho no Brasil nesta safra 2019/2020 pode chegar ao total de 102 milhões de toneladas, das quais 34,5 milhões de toneladas, devem ser destinadas à exportação. Considerando uma tendência de altas nas exportações e nos preços, e que nos portos, o valor supere os R\$ 50,00 por saca de 60 quilos, caso este quantitativo de milho exportado se confirmar, vai representar o total de quase 30 bilhões de reais para a economia do país, influenciando significativamente o agronegócio brasileiro (CONAB, 2020b).

Seguindo as projeções quase todas as regiões do país devem ter crescimento na produção de grãos nesta safra 2019/2020. O Centro-Oeste (maior produtor de grãos), pode ter aumento de 5,8%, podendo chegar a 118,0 milhões de toneladas de grão produzidos, seguido do Sul

(segundo maior produtor), que deve produzir em a cerca de 74,3 milhões de toneladas (IBGE, 2020).

Este dinamismo do mercado brasileiro sob a oferta de grãos, principalmente para o milho, está diretamente relacionado com as tecnologias empregadas nas diferentes regiões produtoras deste cereal, impactando diretamente na produção e nos preços desta commodity agrícola (Contini *et al.* 2019).

2.3. Produção de sementes de milho

Da área total cultivada com milho no Brasil, em aproximadamente 90% dela se utiliza sementes de materiais genéticos híbridos, movimentando por ano, um montante estimado de três bilhões de reais com a venda de 13,5 milhões de sacas sementes de milho (Peske, 2014).

Para o milho, a produção de semente é dividida em híbrido simples, triplos e duplos. Um híbrido simples é o resultado do cruzamento de duas linhagens puras, o duplo é o resultado do cruzamento de dois híbridos simples e os triplos resultam do cruzamento de um híbrido simples e uma linhagem pura. Durante o processo produtivo destas sementes, para que seu potencial genético e sua qualidade superior chegue até o produtor, tem-se enfrentado grandes desafios, uma vez que as áreas de produção estão expostas a uma série de intempéries e fatores que interfere na qualidade das sementes, podendo em determinadas situações levar até a perda de todo potencial genético (Peske *et al.* 2006).

Com as novas tecnologias que chegam aos produtores via sementes, com destaque ao milho transgênico (Bt) e (RR), liberados para plantio comercial no ano de 2007, houve aumento considerável na produção de grãos. Na safra 2017/2018 cerca de 72% das sementes disponíveis para comercialização das lavouras de milho foram de híbridos simples, destes, 54% apresentam alguma transgenia em seu material genético, que hoje responde por aproximadamente 84% de todo o mercado de sementes de milho. Mesmo com diversas vantagens dos materiais de milho híbrido, devido ao elevado custo das sementes, ainda é comum por alguns produtores, a prática de separar parte de sua produção para utilizar na safra seguinte como semente (Peske *et al.* 2006; Pereira Filho & Borghi, 2018; Miranda *et al.* 2019).

Quanto aos produtores de sementes de milho, estes podem ser classificados como individuais, empresas produtoras e cooperantes, dos quais, muitos são altamente tecnificados e organizados. Neste segmento, aproximadamente 80% da produção de sementes melhoradas são produzidas por cooperantes, que exercem um papel cada vez mais relevante, pois possibilitam que as empresas de sementes possam expandir sua produção para atendimento da demanda, mesmo não dispondo de terras próprias para esta finalidade (Peske *et al.* 2006).

A qualidade fisiológica das sementes é indispensável, sendo tema de muitos trabalhos de pesquisa, uma vez que a utilização de sementes de qualidade se torna a base para obtenção de alta produtividade. Assim, a mesma caracteriza pela % de vigor e germinação, dos quais o vigor representa o potencial para germinar, emergir e se estabelecer rapidamente como plântulas normais; até mesmo em condições adversas (Marcos Filho, 2005; Souza *et al.* 2005; Freitas & Nascimento, 2006).

2.4. Importância da adubação foliar com micronutrientes

Nas últimas sete décadas houve crescimento de 3,86 vezes na área cultivada de milho, sendo que a produção total de grãos de milho, teve incremento de mais de 14 vezes, evidenciando que o avanço tecnológico proporcionou incrementos relevantes em produtividade (Galvão *et al.* 2014). Com os avanços das tecnologias agrícolas, a adubação foliar se tornou uma opção para o fornecimento adequado de nutrientes às plantas (principalmente micronutrientes), uma vez que possibilita corrigir deficiências dentro de um mesmo ciclo da cultura, suprimindo a falta de um ou mais nutrientes, minimizando perdas de produtividade e aumentando os rendimentos das culturas (Staut, 2006).

Os micronutrientes são essenciais ao desenvolvimento das culturas tão quanto os macronutrientes, desempenhando funções vitais, pois fazem parte de compostos diretamente ligados aos processos metabólicos, além de atuar como ativadores enzimáticos, sem os quais as plantas não completariam seu ciclo (Vitti *et al.* 2011).

Amplamente utilizadas nos campos de produção, as pulverizações foliares podem evitar ou corrigir sintomas de deficiência de micronutriente nas culturas. No entanto, a aplicação foliar, dependendo da fonte utilizada ou do nutriente aplicado pode ter baixa eficiência, uma vez que determinados nutrientes possuem baixa mobilidade via floema, assim como a maioria dos micronutrientes, e, algumas fontes são praticamente insolúveis em água, como é o caso dos carbonatos e óxidos (Marschner, 2012).

Nas plantas todos os nutrientes são móveis via xilema, contrariamente, a maioria dos micronutrientes possuem 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_3BO_3), sendo de extrema carência nos solos tropicais, principalmente nos de textura mais arenosa. Associado a este baixo teor de B no solo, o frequente uso de calcário e de adubos fosfatados nas

áreas de produção tem contribuído para indisponibilizar este elemento, bem como outros micronutrientes para as plantas, 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 (Mocellin, 2004, 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). Conforme estes autores, o incremento do conteúdo relativo de água nas plantas que receberam a aplicação foliar destes elementos reduziu o efeito do estresse hídrico que ocorreu durante o ciclo da cultura, proporcionando melhores condições para o desenvolvimento das plantas, incrementando a produtividade do milho.

Sahin (2012), relata que o fornecimento de boro melhorou a absorção de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas plantas, incrementando a produção de matéria seca e de silagem em diferentes materiais genéticos de milho. Contrariamente Nogueira *et al.* (2019), não observaram efeito significativo da aplicação isolada de boro via solo com doses de até 4,0 kg.ha⁻¹ nos teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre no milho cultivado na safra principal, bem como no milho safrinha. Porém, quando associado ao fornecimento de zinco, observaram incremento nos teores foliares de cálcio, magnésio, cobre e manganês. No entanto, independente do micronutriente em questão, não foi observado efeito significativo de sua aplicação no rendimento de grãos em ambas as safras avaliadas.

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. 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.

O adequado suprimento de boro nas plantas também proporciona maior alongamento das raízes em solos ácidos e com elevado teor de alumínio, estando associado a neutralização dos

efeitos tóxicos do Al em dicotiledôneas (Blevins & Luskaszewski, 1998). Para estes autores, o boro também afeta as vias metabólicas da planta, ligando-se a grupos de proteínas de parede celular e de membranas, influenciando em diversos processos fisiológicos da plantas, dentre estes, o balanço protônico celular e as reações enzimáticas dependentes de manganês, podendo em situações de deficiência, afetar de forma expressiva o desempenho produtivo das culturas.

Este elemento é essencial durante todo o ciclo das culturas, possui também papel fundamental nos processos de fecundação das plantas, atuando no desenvolvimento das flores, na construção do tubo polínico e na germinação dos grãos pólen (Javorski *et al.* 2015). Assim sua deficiência pode resultar em abortamento floral, atraso na formação do tubo polínico, diminuição na viabilidade dos grãos de pólen pela 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). Conforme estes autores, para o milho sua deficiência 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. Quanto aos aspectos reprodutivos, relatam que nas flores femininas há a formação de múltiplo espigamento, com emissão de espigas com poucos ou nenhum estilo-estigma para recebimento dos grãos de pólen. Já na inflorescência masculina, há a redução do tamanho das anteras, que apresentam aspecto enrugado e com baixa a ausente produção de grãos de pólen. 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. Mesmo com este incremento na produção de pólen, para cultura do milho os autores consideram que a deficiência de B afeta de forma mais severa as flores femininas do que as masculinas.

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.

Este fato reforça a importância de utilizar estratégias de manejo nutricional e fertilizantes foliares que venham a proporcionar adequando fornecimento de micronutrientes para o milho, possibilitando assim que as sementes híbridas tenham condições nutricionais adequadas para expressar todo o seu potencial produtivo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em parceria com as Multinacionais Brandt[®] do Brasil e LG Sementes – Limagrain[®] Brasil S.A. A Brandt[®] foi responsável pelo fornecimento do fertilizante foliar com a tecnologia Manni-Plex[®] B-Moly e a LG Sementes – Limagrain[®], em ceder 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) para implantação dos experimentos. Estes campos foram implantados na 2^o safra 2019/2020 em sucessão a soja, em áreas com irrigação por pivô central e conduzidas por cooperados parceiros da empresa.

3.1. Instalação e condução dos campos de produção de sementes

Os quatro campos de produção de sementes estão situados em uma região representativa do cerrado para a produção de milho no Centro-Oeste de Goiás, possuindo características climáticas e de solo semelhantes. O clima da região segundo Koppen (1931), 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 “os veranicos”.

Um dos campos de produção de sementes (denominado de Área 1) está localizado no município de Itapaci/GO, latitude de 14° 57' 03" S, longitude de 49° 32' 58" W, e altitude de 557m. Os campos denominados de Área 2 e Área 4, estão localizados no município de Padre Bernardo/GO, latitude de 15° 09' 37" S, longitude de 48° 17' 02" W e altitude de 629m. Já o campo denominado de Área 3, localiza-se no município de Nova Gloria/GO, latitude de 15° 08' 35" S, longitude de 49° 34' 16" W e altitude de 562m. Todos estes campos de produção de sementes estão situados próximos ao município de Goianésia-GO, onde a Limagrain – LG Sementes possui sua principal planta de Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS).

A implantação dos materiais genéticos de milho nestas áreas foi definida de acordo com cronograma de contratações dos campos e a necessidade de produção de sementes pela empresa. Assim, cultivou-se linhagens progenitoras para os cruzamentos visando a produção de sementes de dois híbridos simples de milho denominados de híbrido H1, implantado nas Áreas 1 e 3, e híbrido H2, implantando nas Áreas 2 e 4, sendo para cada híbrido cultivado uma linhagem feminina e uma masculina. Como estes materiais genéticos fazem parte do banco genético da

empresa Limagrain[®], esta codificação de H1 e H2 foi necessária para atendimento da política de segurança intelectual da empresa.

Em todos os campos de produção de sementes as lavouras foram semeadas no esquema 4 x 2 (4 linhas de linhagem fêmea x 2 linhas de linhagem macho), utilizando-se o espaçamento de 0,65m entre linhas e estande inicial de 90.000 plantas.ha⁻¹. 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⁻¹ nitrogênio, 140 Kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 140 Kg.ha⁻¹ de K₂O.

Quanto aos tratamentos fitossanitários, estes foram padronizados para todas as áreas, sendo realizados com a aplicação inseticida quando necessário, além de 5 aplicações de fungicida. Por ocasião do início da emissão do pendão floral nas plantas fêmeas, realizou-se o desponde das mesmas, evitando assim a autofecundação.

3.2. Tratamentos

Os tratamentos avaliados neste trabalho correspondem na utilização de dois fertilizantes foliares aplicados nos quatro campos de produção de sementes de milho, sendo:

- Tratamento 1 – Aplicação do produto comercial Manni-Plex[®] B-Moly, que possui a tecnologia Manni-Plex[®] e composição química contendo 5 % de nitrogênio total (N), 3,3 % de boro (B) e 0,5 % de molibdênio (Mo). Nas áreas 1, 2 e 3 utilizou-se dosagem total de 3 L.ha⁻¹, dividido em duas aplicações de 1,5 L.ha⁻¹ cada, equivalendo ao total 175,5 g.ha⁻¹ de N, 115,8 g.ha⁻¹ de B e 17,5 g.ha⁻¹ de Mo. A primeira aplicação do produto foi realizada quando as plantas fêmeas se encontravam no estágio V7 (sétima folha desenvolvida), com ampla área foliar para melhor absorção do produto. Já a segunda aplicação, foi realizada no estágio VT (início a emissão do pendão floral), 5 dias antes do despendoamento das progenitoras fêmeas, fase que a planta finaliza a definição do tamanho das espigas. Na área 4, efetuou-se apenas uma única aplicação no estágio V7 com a dosagem de 1,5 L.ha⁻¹, equivalendo ao total 87,7 g.ha⁻¹ de N, 57,9 g.ha⁻¹ de B e 8,77 g.ha⁻¹ de Mo.
- Tratamento 2 – Protocolo padrão da empresa, sendo aplicado fertilizante foliar, que contém em sua composição 4,3 % de magnésio (Mg), 5,6 % de enxofre (S), 10,0 % de boro e 0,1% de molibdênio, na dosagem de 1,5 kg.ha⁻¹ do produto comercial, dividido em três aplicações de 0,5 Kg.ha⁻¹ cada, realizadas nos estádios V4, V10 e VT. Neste tratamento o total de nutrientes aplicado foi equivalente a 64,5 g.ha⁻¹ de Mg, 84,0 g.ha⁻¹ de S, 150,0 g.ha⁻¹ de B e 1,5 g.ha⁻¹ de Mo.

3.3. Delineamento experimental

Os tratamentos foram realizados em faixas, considerando como um delineamento inteiramente ao acaso (DIC) com 4 repetições (Tabela 1). As faixas de aplicação foram proporcionais ao tamanho da área total de cada campo. Nas áreas 1 e 3, cada faixa tinha 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.

Por ocasião da maturação fisiológica das plantas, realizou-se a coleta para determinação dos componentes de produção e 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.

Tabela 1 – Distribuição dos tratamentos avaliados e dos híbridos nas quatro áreas de produção de sementes de milho.

Área	Faixa	Tratamentos		Híbrido	Área	Faixa	Tratamentos		Híbrido
1	1	Com B-Moly	Protoc. padrão	H1	3	1	Com B-Moly	Protoc. padrão	H1
	2	Com B-Moly	Protoc. padrão			2	Com B-Moly	Protoc. padrão	
	3	Com B-Moly	Protoc. padrão			3	Com B-Moly	Protoc. padrão	
	4	Com B-Moly	Protoc. padrão			4	Com B-Moly	Protoc. padrão	
Área	Faixa	Tratamentos		Híbrido	Área	Faixa	Tratamentos		Híbrido
2	1	Com B-Moly	Protoc. padrão	H2	4	1	Com B-Moly	Protoc. padrão	H2
	2	Com B-Moly	Protoc. padrão			2	Com B-Moly	Protoc. padrão	
	3	Com B-Moly	Protoc. padrão			3	Com B-Moly	Protoc. padrão	
	4	Com B-Moly	Protoc. padrão			4	Com B-Moly	Protoc. padrão	

3.4. Variáveis avaliadas

Após a coleta das espigas, efetuou-se manualmente a remoção da palha, sendo as espigas armazenadas em saco de polietileno até o momento da avaliação, determinando-se os seguintes parâmetros:

- Número médio de sementes por espiga: realizado manual, com a contagem do número de sementes por espigas, os quais foram somados, sendo o total dividido pelo quantitativo de espigas coletadas.
- Peso de mil sementes (PMS): Após a secagem das espigas em ambiente sombreado e o teor de água nos grãos chegar a 11%, realizou-se a debulha manual

das mesmas. Assim, da massa de sementes existente, separou-se 8 subamostras de 100 sementes cada, sendo estas subamostras pesadas individualmente em balança de precisão, para obtenção do peso de mil sementes (Brasil, 2009).

- c) Produto Acabado (PA) – Foi estimado através da Equação 1, utilizada na UBS da Limagrain – LG Sementes, em seus procedimentos interno considerando o histórico de rendimento de cada material genético de milho utilizado, bem como os dados obtidos a campo, sendo:

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

Equação 1

Em que:

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.

- d) Germinação – Conforme os procedimentos utilizados pela empresa Limagrain, para o teste de germinação utilizou-se quatro repetições de 100 sementes por tratamento, sendo este realizado com papel filtro, previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. As sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel previamente umedecidas, cobrindo-as com uma terceira folha. Na sequência, após a confecção dos rolos, as sementes foram mantidas por 8 dias em germinador do tipo Mangelsdorf com temperatura constante de 25°C. As avaliações foram efetuadas no oitavo dia após o início do teste, sendo os resultados expressos em porcentagem (Brasil 2009).
- e) Vigor - Procurando simular condições desfavoráveis conforme procedimento padrão da empresa Limagrain, efetuou-se o teste a frio em rolo de papel com terra, em que foram distribuídas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, sobre duas folhas de papel filtro (“germitest”) previamente umedecidas com água, na proporção de três vezes o peso específico do papel. Utilizou-se 60g de solo para cada repetição, distribuído uniformemente sobre as sementes. Em seguida, cada conjunto foi coberto com uma terceira folha de papel, enrolado e identificado. Na sequência, os rolos foram acondicionados em containers hermeticamente fechados, posteriormente levados há câmara fria com

temperatura de 10°C, e foram mantidos pelo período de 7 dias. Em seguida as sementes foram colocadas na sala de germinação, com temperatura de 25 a 30°C pelo período de 6 dias. Transcorrido este período, efetuou-se a contagem das plântulas normais, sendo os resultados expressos em porcentagem (Brasil 2009).

- f) Viabilidade econômica - Nos fluxos de caixas, para cálculo dos indicadores econômicos, considerou-se como despesa o valor pago (R\$ 12.750,00) pela empresa aos cooperantes por hectare de milho semente cultivado. Também se considerou o custo individualizado do fertilizante foliar padrão da empresa e do Manni-Plex[®] B-Moly. Já como receita total, considerou-se a produtividade média do produto final acabado-PA (sc 60.000 sementes) obtida em cada tratamento, multiplicando-se este quantitativo pelo preço médio de sementes de milho híbrido estimado para última safra. Tratando-se de uma avaliação comparativa entre diferentes fertilizantes foliares, utilizou-se uma metodologia de fácil mensuração e compreensão. Neste sentido, a taxa de rentabilidade é medida na condição de avaliação do lucro líquido sob o custo do investimento total, e a taxa de lucratividade, condicionada a medir o percentual do lucro líquido sobre a receita total de cada tratamento. Esta metodologia de avaliação financeira, apesar de ser relativamente simplória, serve para verificar como foi o desempenho financeiro dos híbridos de milho após a aplicação dos fertilizantes foliares utilizados, permitindo assim identificar qual dos produtos proporciona melhor retorno econômico sob o capital investido.

3.5 Análise estatística

Após tabulação dos dados, foi aplicado o Teste de Shapiro-wilk. Em seguida, utilizando o programa SASM-Agri (Canteri *et al.* 2001), os mesmos foram submetidos a análise de variância com 5% de probabilidade de erro para verificar se houve ou não efeito dos tratamentos. Quando detectado efeito significativo, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do fertilizante foliar Manni-Plex[®] B-Moly afetou de forma positiva os componentes de produção do milho (Tabela 2). Ao analisar de forma isolada cada área de cultivo, observou-se que para a variável número de grãos por espiga (NGE), o uso deste fertilizante foliar teve efeito significativo ($P < 0,05$) nas áreas 1, 2 e 3 e altamente significativo ($P < 0,01$) na Área 4. 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. Para as variáveis germinação (GER.) e vigor das sementes (VIG.), não houve diferença significativa entre os fertilizantes foliares testados (Tabela 2).

Tabela 2 – 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.

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

NGE = número de grãos por espiga; PMS = peso de mil sementes; PA = produto total acabado (sc 60.000 sementes.ha⁻¹); GER. = Germinação, VIG = Vigor, C.V.= Coeficiente de Variação; A.C. = Análise Conjunta das áreas; *=significativo a 5%; **=significativo a 1%; ^{ns}=não significativo.

Ao considerar a análise conjunta (A.C.) das áreas 1 e 3 nas quais se produziu o híbrido H1, a aplicação do fertilizante com a tecnologia Manni-Plex[®] resultou em efeito significativo apenas para o peso de 1000 sementes. Para o PA e NGE nesta condição e para este híbrido de milho, a ausência de efeito significativo se deve ao elevado coeficiente de variação nestas variáveis, resultante da baixa produção de grãos de pólen pelo progenitor macho na Área 1, que independente do fertilizante aplicado, ocasionou baixa polinização das plantas, nesta área de

cultivo (Anexo 1). Já para o híbrido H2, a análise conjunta dos dados das áreas 2 e 4, revelou que houve efeito altamente significativo entre os fertilizantes testados para as variáveis NGE e PA, e, significativo para o PMS.

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

Tabela 3 – Efeito da aplicação dos fertilizantes foliares nas variáveis peso de mil sementes (PMS), germinação (GER.) e vigor (VIG.) nas sementes de milho nos campos de produção avaliados. Goiás, 2020.

Área	Trat.	PMS (g)	GER. (%)	VIG. (%)
Híbrido H1				
Área 1	Manni Plex B-Moly	350,0 ± 7,74 a	93,7 ± 0,83 a	94,2 ± 1,09 a
	Protoc. Padrão	348,0 ± 7,48 a	95,0 ± 0,71 a	94,2 ± 0,83 a
Área 3	Manni Plex B-Moly	355,0 ± 6,85 a	97,0 ± 0,82 a	97,5 ± 0,51 a
	Protoc. Padrão	333,0 ± 4,16 b	96,3 ± 0,47 a	97,2 ± 0,83 a
A.C.	Manni Plex B-Moly	352,5 ± 7,99 a	95,6 ± 2,11 a	95,8 ± 1,83 a
	Protoc. Padrão	340,5 ± 7,45 b	95,5 ± 0,86 a	95,7 ± 1,71 a
Híbrido H2				
Área 2	Manni Plex B-Moly	302,0 ± 4,01 a	97,0 ± 0,71 a	97,2 ± 0,43 a
	Protoc. Padrão	298,0 ± 8,71 a	97,0 ± 0,71 a	97,2 ± 0,82 a
Área 4	Manni Plex B-Moly	291,0 ± 7,01 a	97,2 ± 0,83 a	98,0 ± 0,71 a
	Protoc. Padrão	276,0 ± 6,63 b	96,7 ± 0,82 a	97,2 ± 0,83 a
A.C.	Manni Plex B-Moly	296,5 ± 4,01 a	97,1 ± 0,78 a	97,6 ± 0,69 a
	Protoc. Padrão	287,0 ± 8,72 b	96,8 ± 0,76 a	97,5 ± 0,86 a

Valores seguidos da mesma letra dentro de cada campo de produção (Área 1, 2, 3 e 4) e análise conjunta (A.C.) indicam ausência de diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5,0 de probabilidade.

Este resultado é um indicativo que a tecnologia Manni-Plex® é eficiente para proporcionar melhor fornecimento de boro às plantas, principalmente na fase reprodutiva, uma vez que este elemento é responsável pelo crescimento do tubo polínico e tem função importante na atividade hormonal da planta (Novais *et al.* 2007), e contribuiu para o melhor estado nutricional, e conseqüentemente, para melhor granação das espigas (Anexos 1,2, 3 e 4), e maior peso de mil sementes. Além disso, o fato do boro atuar 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), favoreceu para que as plantas com melhor suprimento deste elemento, tivessem grãos mais pesados.

Considerando que o Boro está diretamente relacionado com a fase reprodutiva de todas as culturas, resultados semelhantes aos deste trabalho foram publicados por Bevilaqua *et al.* (2002)

para a soja, os autores observaram que, a aplicação foliar de boro na fase de floração ocasionou incremento significativo no número de vagens e na massa de sementes por planta. Este resultado foi associado ao 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[®] B-Moly. Por outro lado, Jamami *et al.* (2006) não encontrou efeito significativo da interação do boro com o zinco aplicados via solo, ou mesmo do efeito individual para a produção de grãos, assim como Calonego *et al.* (2011), relatam que o peso dos grãos e o número de grãos por vagem da soja não foram afetados pela adubação foliar com boro.

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 ao grau de intemperismo sofrido pelo solo. Em locais onde predominam solos altamente intemperizados, como na região do Cerrado brasileiro, há maior probabilidade de resposta aplicação destes fertilizantes, uma vez que nestes solos, os teores deste elemento são geralmente inferior a 0,2 mg/dm³, considerados como baixo (Souza e Lobato, 2004), e levando as plantas a apresentar melhor desenvolvimento e produtividade quando há a aplicação de fertilizantes foliares.

Comercializadas anteriormente por sacas de 20 kg, as sementes de milho atualmente são vendidas por quantidade (60.000 sementes por saca), e o peso por saco pode variar conforme o PMS de cada híbrido. Assim sementes com maior PMS, por possuírem mais reservas nutricionais, podem resistir a condições adversas para germinação por período de tempo mais prolongando, contribuindo para o estabelecimento de melhor estande de plantas, influenciando diretamente na produtividade da cultura (Vazquez *et al.* 2012). Para produção de sementes o PMS hoje não é fator relevante, porém quando se considera as áreas comerciais de grãos, esta variável se torna de grande importância, uma vez que quanto maior for o PMS, maior será a produtividade, e conseqüentemente, a rentabilidade dos produtores.

Quanto a germinação e vigor, independente do fertilizante foliar utilizado os valores médios obtidos para os Híbridos H1 e H2 foram elevados (>95,5%), e remete a elevada qualidade das sementes produzidas. No entanto, considerando 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 nesta variável 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) em trabalho testando fertilizante foliar contendo boro e cálcio 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 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.

Em relação ao número de grãos por espiga, independente material genético de milho, a aplicação do fertilizante Manni-Plex[®] B-Moly quando comparado com o tratamento padrão, contribuiu para o incremento desta variável (Figura 1). Assim, nas áreas 1 e 3, o uso deste fertilizante proporcionou incremento respectivamente de 35,2 e 15,1% na quantidade de grãos por espiga. Já para as áreas 2 e 4, este incremento foi de 13,5 e 6,8 %. Considerando a análise conjunta das áreas (A.C.) para o Híbrido H1, apesar de que, pela má polinização que ocorreu na Área 1, não se observou diferença significativa entre os tratamentos, o uso deste fertilizante resultou no incremento de 20,5 % no número de grãos por espiga. Já para o híbrido H2, foi de 10,0 %.

Considerando que a dose total de boro por hectare nas parcelas que receberam a aplicação do Manni-Plex[®] B-Moly foi inferior que a fornecida pelo tratamento padrão, o incremento no número de grãos por espiga sugere melhor eficiência da tecnologia Manni-Plex[®] 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). 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 menor granação das espigas. Assim, em situações em que há deficiente polinização (com a que ocorreu na Área 1), quando associado ao menor suprimento de boro na planta, o efeito da aplicação deste fertilizante foliar foi mais expressivo.

Além disso, outros fatores que podem ter contribuído para o incremento de grãos nas áreas tratadas com Manni-Plex[®] B-Moly foi 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 maior teor de água nas plantas (Wasaya *et al.* 2017), pode ter facilitado a translocação de fotoassimilados para formação das sementes, contribuindo para a 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 adequando 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 (Tabela 2) e no número de grãos por espiga (Figura 1), o uso do

fertilizante foliar Manni-Plex® B-Moly pode ser uma alternativa viável para aumentar a produtividade nas áreas produtoras de milho grão, e consequentemente, melhorar a viabilidade econômica desta cultura para os produtores.

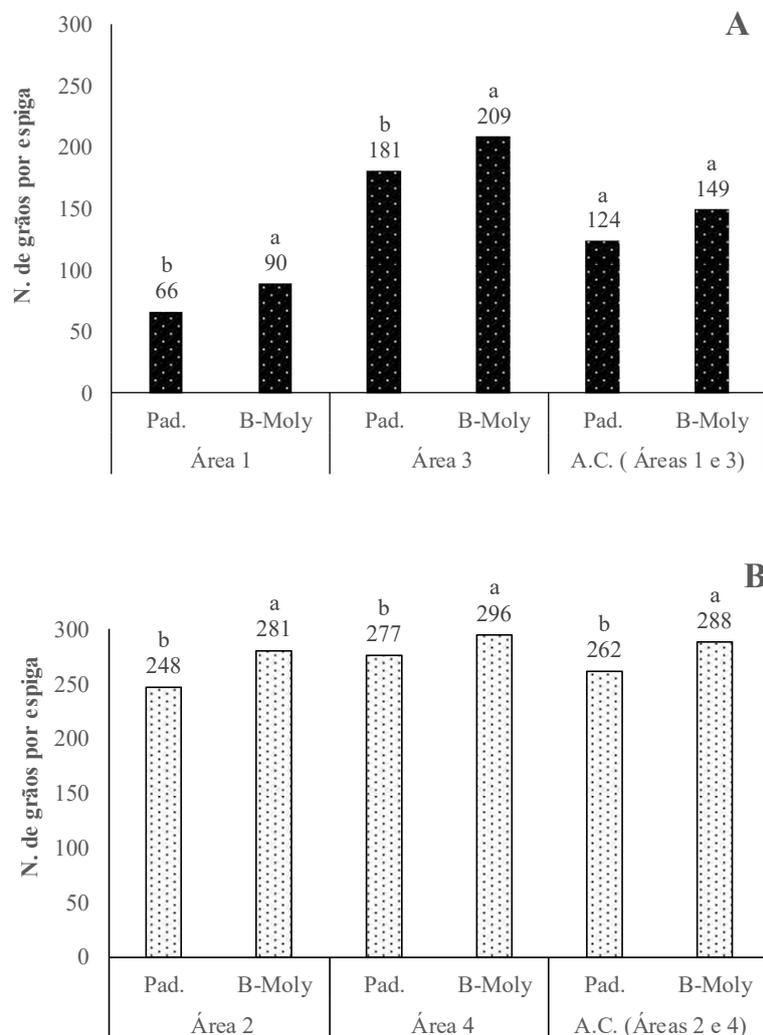


Figura 1 – Número de grãos por espiga para o híbrido H1 (A) e híbrido H2 (B) em função da aplicação do fertilizante foliar padrão da empresa (Pad.) e do fertilizante Manni-Plex® B Moly (B-Moly), analisado isoladamente por campo de produção (Área 1, 2, 3 e 4) e de forma conjunta por material genético de milho cultivado (A.C.). Goiás, 2020.

Além das condições de cultivo, a resposta da aplicação de fertilizante foliar contendo boro pode ser variável conforme a cultura. Assim Nogueira *et al.* (2019), não observaram resposta 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 respectivamente as Áreas 1 e 3. Já para a Área 2, este incremento foi de 13,6%, e para a Área 4 (com apenas uma aplicação), de 6,8%. Quando as áreas são analisadas conjuntamente (A.C.), com a aplicação deste fertilizante, houve 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, uma vez que é 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 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 (Figura 2), no número de sementes por espiga (Figura 1) e no peso de mil sementes (Tabela 2), 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 a maior formação de grãos de pólen nas anteras, bem como estilo-estigma na flores femininas do milho (Lordekaew *et al.* 2010), levando a melhor fecundação, e conseqüentemente, menor quantidade de falhas nas espigas das plantas que receberam o fertilizante com tecnologia Manni-Plex[®] (Anexos 1, 2, 3 e 4), resultando em incremento na produção de sementes e no produto final acabado.

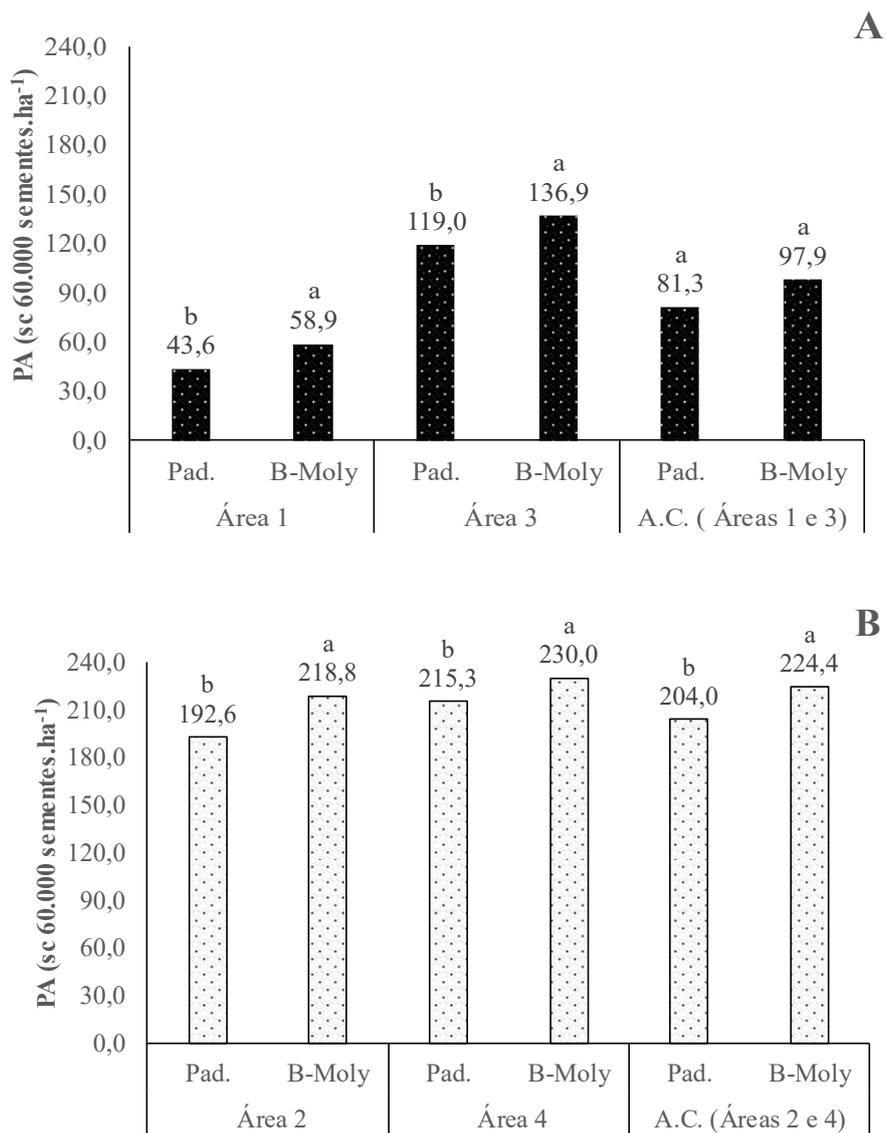


Figura 2 – Produto final acabado (sacos de 60.000 sementes.ha⁻¹) para o híbrido H1 (A) e híbrido H2 (B) em função da aplicação do fertilizante foliar padrão da empresa (Pad.) e do fertilizante Manni-Plex[®] B-Moly (B-Moly), analisado isoladamente por campo de produção (Área 1, 2, 3 e 4) e de forma conjunta por material genético de milho cultivado (A.C.). Goiás, 2020.

Quanto aos aspectos econômicos e financeiros (Tabela 4), apesar do fertilizante foliar com a tecnologia Manni-Plex[®] 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 utilizar o 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 em conjunto 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.

Tabela 4 – 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.). Goiás, 2020.

Híbrido H1						
Descrição de Operações de Produção	Área 1		Área 3		A.C. (1 e 3)	
	Padrão	B-Moly	Padrão	B-Moly	Padrão	B-Moly
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 ⁻¹)	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
8 - Lucro Operacional (R\$/ha)	312,0	4.815,0	22.932,0	28.215,0	11.622,0	16.515,0
9 - Taxa de Rentabilidade Invest./ha	2,4%	37,5%	179,6%	219,5%	91,0%	128,5%
10 - Taxa de Lucratividade do Invest./ (ha)	2,1%	27,2%	64,2%	68,7%	47,6%	56,2%
11 - Ponto de Equilíbrio sc 60.000 sem./ha)	42,56	42,85	42,56	42,85	42,56	42,85
Híbrido H2						
Descrição de Operações de Produção	Área 2		Área 4		A.C. (2 e 4)	
	Padrão	B-Moly	Padrão	B-Moly	Padrão	B-Moly
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 ⁻¹)	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
8 - Lucro Operacional (R\$/ha)	45.012,0	52.785,0	51.795,0	56.198,0	48.390,0	54.491,0
9 - Taxa de Rentabilidade Invest.(ha)	352,5%	410,6%	404,8%	439,0%	378,2%	424,8%
10 - Taxa de Lucratividade do Invest.(ha)	77,9%	80,4%	80,2	81,5%	79,1%	81,1%
11 - Ponto de Equilíbrio (sc 60.000 sem./ha)	42,56	42,85	42,56	42,67	42,56	42,76

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. Assim, quando comparado com o fertilizante padrão da empresa, a análise conjunta dos dados (A.C.), revelou para estes parâmetros econômicos incrementos de 37,5 e 8,6% para o híbrido H1 e de 46,6 e 2,0% para o híbrido H2, 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.

Quanto ao ponto de equilíbrio, que se refere à produtividade mínima necessária (em sacos de 60.000 sementes) para pagamento dos custos de produção, considerando o valor médio estimado pago na última safra e os fertilizantes foliares testados, este foi de 42,56 sc.ha⁻¹ para os híbridos H1 e H2 quando aplicado tratamento padrão da empresa, e de 42,85 sc.ha⁻¹ (para o híbrido H1) e 42,67 sc.ha⁻¹ (para o híbrido H2), quando aplicado o fertilizante foliar Manni-Plex[®] B-Moly.

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 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 4^o geração - tecnologia Manni-Plex[®], este lucro operacional foi de R\$ 4.815,00 por hectare.

Para as demais áreas, os altos valores do produto final acabado elevou o lucro operacional em ambos os fertilizantes foliares testados, porém, considerando 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, e indica a viabilidade econômica da utilização deste produto.

5. CONCLUSÃO

A aplicação do fertilizante foliar com tecnologia Brandt[®] Manni-Plex[®] B-Moly proporcionou melhores condições para o aproveitamento dos nutrientes pelas plantas de milho, resultando na formação de espigas com melhor granação e com menos falhas.

O uso da tecnologia Brandt[®] 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 melhor retorno econômico nas áreas de produção de semente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEVILAQUA, G.A.P., P.M. SILVA FILHO & J.C. POSSENTI, 2002.** Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. *Ciência Rural*, 32: 31-34.
- BLEVINS, D.G. & K.M. LUKASZEWSKI, 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. 395p.
- CALONEGO, J.C., K.P. OCANI, M.P. OCANI & C.H. SANTOS, 2011.** Adubação boratada foliar na cultura da soja. *Colloquium Agrariae*, 6: 20-26.
- CANTERI, M.G., R.A. ALTHAUS, J.S. VIRGENS FILHO, E.A. GIGLIOTI, & C.V. GODOY, 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.
- CONAB. 2018.** Companhia Nacional de Abastecimento. *Perspectiva Agropecuária*, Brasília, 6: 68p. ISSN 2318-3241 68-112.
- CONAB. 2019.** Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos – safra 2018/2019. 6: 81p.
- CONAB. 2020a.** Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos – safra 2019/2020. 7: 13p.
- CONAB. 2020b.** Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos – safra 2019/2020. 7: 27p.
- CONTINI, E., M.M. MOTA, R. MARRA, E. BORGHI, R.A. MIRANDA, A.F. SILVA, D.D. SILVA, J.R. MACHADO, L.V. COTA, R.V. COSTA, & S.M. MENDES, 2019.** Milho: caracterização e desafios tecnológicos. Embrapa, Brasília, DF. 45p.
- FREITAS, R.A. & NASCIMENTO, W.M. 2006.** Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. *Revista Brasileira de Sementes*. 28, 3: 59-63.
- GALVÃO, J.C.C., G.V. MIRANDA, E. TROGELLO, & R. FRITSCHÉ-NETO, 2014.** Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. *Revista Ceres*. 61: 819-828.
- GASQUES, J.G., G.S.E. SOUZA, & E.T. BASTOS, 2018.** Tendências do agronegócio brasileiro para 2017-2030. In: RODIGUES, R. (Org.). *Agro é paz: análises e propostas para o Brasil alimentar o mundo*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, p.31-68.

IBGE. 2020. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola - Estimativa de julho eleva recorde da safra para 250,5 milhões de toneladas em 2020. Disponível em < <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28556-estimativa-de-julho-eleva-recorde-da-safra-para-250-5-milhoes-de-toneladas-em-2020>> Acesso em 18 de agosto.

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., L.K. RINALDI, D. JAVORSKI, A.P.M. SIMONETTI, & G.C. MOREIRA, 2014. Qualidade de sementes de milho produzidas com diferentes doses de cálcio e boro. *Revista Cultivando o Saber*. 7: 267–277.

JAVORSKI, M., L.K. RINALDI, J. MIRANDA, A.P.M. SIMONETTI, & G.C. MOREIRA, 2015. Rendimento de sementes de milho em função da adubação foliar com cálcio e boro no estágio fenológico (V6). *Revista Cultivando o Saber*. 8: 132-142.

KÖPPEN, W.P. 1931. *Grundriss der Klimakunde*. Berlin, Walter de Gruyter.

LEITE, C.F.R., B.O.L. SCHUCH, S.A. AMARAL, & C.L. TAVARES, 2011. Rendimento e qualidade de sementes de arroz irrigado em função da adubação com boro. *Revista Brasileira de Sementes*, 33: 785-791.

LORDKAEW, S., B. DELL, S. JAMJOD & B. RERKASEM, 2010. Boron deficiency in maize. *Plant Soil*. DOI 10.1007/s11104-010-0685-7.

MALAVOLTA, E., G.F. PIMENTEL, & J.C. ALCARDE, 2002. *Adubos e adubações*. Editora Nobel, São Paulo.p.13-15.

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

MARSCHNER, H. 2012. *Mineral nutrition of higher plants*. 3 nd ed. London: Academic Press, 651p.

MARCOS FILHO, J. 2005. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq, 425p.

MIRANDA, R., F. DURÃES, J.C. GARCIA, S. PARENTONI, D.P. SANTANA, A.A. PURCINO & E. ALVES, 2019. *Tecnologia brasileira e supersafra de milho*. EMBRAPA. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45213254/artigo---tecnologia-brasileira-e-supersafra-de-milho>>. Acesso em: 02 fevereiro.

MIRANDA, R.A. 2018. Uma história de sucesso da civilização. *A Granja*, 74: 24-27.

MIRANDA, R.A., A.M.A. LÍCIO, A.A.C. PURCINO, A. PAULINELLI, S.N. PARENTONI, J.O. DUARTE, M.M. GONTIJO NETO, E.C. LANDAU, V.A.V.

- QUEIROZ & I.R. OLIVEIRA, 2014.** Diagnóstico dos problemas e potencialidades da cadeia produtiva do milho no Brasil. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Documentos, 168, 102p.
- MOCELLIN, R.S.P. 2004.** Princípios da adubação foliar. Coletânea de dados e revisão bibliográfica. Canoas/RS: Omega Fertilizantes, 83p.
- NOGUEIRA, L.M., M.C.M. TEIXEIRA FILHO, M.M. MEGDA, F.S. GALINDO, S. BUZETTI & C.J. ALVES, 2019.** Corn nutrition and yield as a function of boron rates and zinc fertilization. Semina: Ciências Agrárias, 40: 2545-2560.
- NOVAIS, R.F., V.H. ALVAREZ, N.F. BARROS, R.L.F. FONTES, R.B. CANTARUTTI, & J.C.L. NEVES, 2007.** Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, 1ª ed., 1017p.
- PEREIRA FILHO. I.A. & BORGHI E. 2018.** Sementes de milho no Brasil: a dominância dos transgênicos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 13p.
- PESKE, S.T., O.A. LUCCA FILHO & A.C.S.A. BARROS, 2006.** Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos 2.ed. ver. ampl. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel. 573p.
- PESKE, T.S. 2014.** Sementes de Milho. Reportagem capa. Seed News.
- 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: 501-505.
- SOUZA, D.M.G & E. LOBATO, 2004.** Cerrado: correção do solo e adubação. 2º Ed. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica. 416p.
- SOUZA, L.C.D; CARVALHO, M.A.C; BRAGA, L.F.; SOUZA, M.P. 2005.** Qualidade fisiológica de sementes de arroz da região de Matupá - MT. Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, 3: 110-116.
- STAUT, L.A. 2006.** Adubação foliar com macro e micronutrientes na cultura da soja. In: Reunião brasileira de biologia do solo, 6. Bonito, MS. A busca das raízes: Anais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 82).
- USDA. 2019.** United States Department of Agriculture. USDA Agricultural projections to 2027. 2018. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/projections/>>. Acesso em: 09 outubro.
- VAZQUEZ, G.H., O. ARF, B.A. SARGI & A.C.O. PESSOA, 2012.** Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e a produtividade de grãos. Bioscience Journal. 28: 16-24.
- VITTI, G.C., F.E.C. QUEIROZ & T.A. QUINTINO, 2020.** Micronutrientes na cana-de-açúcar-mitos e realidades. 2011. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Anais_Godofredo_Cesar_Vitti_000fizug9hp02wyiv802hvm3j0am3m2k.pdf>. Acesso em: 20 de julho.

WASAYA, A., M.S. SHABIR, M. HUSSAIN, M. ANSAR, A. AZIZ, W. HASSAN & I. AHMAD, 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: 33-45.

ANEXO I



Anexo 1 – Espigas do milho híbrido H1 com a aplicação de Manni-Plex[®] B-Moly (A) e de fertilizante foliar padrão (B), coletadas em uma das repetições avaliadas na Área 1.

ANEXO II



Anexo 2 – Espigas do milho híbrido H1 no momento da colheita com a aplicação de Manni-Plex[®] B-Moly (A) e de fertilizante foliar padrão (B), coletadas em uma das repetições avaliadas na Área 3.

ANEXO III



Anexo 3 – Espigas do milho híbrido H2 no momento da colheita com a aplicação de Manni-Plex[®] B-Moly (A) e de fertilizante foliar padrão (B), coletadas em uma das repetições avaliadas na Área 2.

ANEXO IV



Anexo 4 – Espigas do milho híbrido H2 no momento da colheita com a aplicação de Manni-Plex[®] B-Moly (A) e de fertilizante foliar padrão (B), coletadas em uma das repetições avaliadas na Área 4.