



VINÍCIUS OLIVEIRA FERNANDES

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO
SOB EFEITO DE BIOESTIMULANTE**

LAVRAS – MG

2021

VINÍCIUS OLIVEIRA FERNANDES

**DESEMPENHO AGRONÔMICO EM HÍBRIDOS DE MILHO SOB EFEITO DE
BIOESTIMULANTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do curso de Agronomia, para obtenção
do título de Bacharel

Professor Dr. Everson Reis Carvalho
Orientador

Ms. Jhonata Cantuária Medeiros
Coorientador

**LAVRAS – MG
2021**

VINÍCIUS OLIVEIRA FERNANDES

**DESEMPENHO AGRONÔMICO EM HÍBRIDOS DE MILHO SOB EFEITO DE
BIOESTIMULANTE**

**AGRONOMIC PERFORMANCE IN CORN HYBRIDS UNDER THE EFFECT OF
BIOSTIMULANT**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do curso de Agronomia, para
obtenção do título de Bacharel.

APROVADA EM 05/11/2021

Prof. Dr. Everson Reis Carvalho

Ms. Jhonata Cantuária Medeiros

Dr. Filipe Almendagna Rodrigues

Dr. Giuliana Rayane Barbosa Duarte

Professor Dr. Everson Reis Carvalho
Orientador

Ms. Jhonata Cantuária Medeiros
Coorientador

LAVRAS – MG

2021

Dedico este compilado de dados e informações científicas, aos olhos de meu pai Jamiro, que por um momento esteve apoiado em lentes cuja haste quebrara, sendo fixada com fita, numa clara demonstração de esforço para sustentar àquele que longe estudava. À minha mãe Maria, que com o compasso de coração amoroso e virtuoso, não desamparou, tampouco mediu esforços, do começo ao final desta minha graduação. A vocês minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Neste espaço honroso de agradecimentos, venho manifestar minha gratidão a Deus, pelo dom da vida e através dela confiar em mim os seus dons, depositar as doses diárias de saúde, fé, perseverança e amor.

Continuo a Ele agradecendo, pois recebi como pais terrenos os dedicados e honrados Jamiro e Maria, pela saúde e força, fé e amor, que dedicaram a mim por todos esses meus 31 anos de existência. Vocês sempre serão para mim, fonte de inspiração para superação, de coragem e de amor.

Ao meu irmão Fabrício, pelo olhar de irmão mais velho, pela sabedoria própria que lhe cabe, sendo muito bem utilizada em todos os momentos de alegria e aflição.

À minha namorada Mariana, que soubera me ouvir, aconselhar e direcionar nos momentos mais oportunos, na mais sublime forma de amor.

Manifesto minha gratidão à esta escola, denominada Escola de Ciências Agrárias de Lavras - ESAL – Universidade Federal de Lavras - UFLA, por todo acolhimento desde os idos de 2016 até a presente data, que pertenço e orgulhosamente farei parte pela eternidade.

A todos os professores da Universidade Federal de Lavras, que labutam incansavelmente pela ciência e pela prática, que não desviam seus olhares pelo bem de uma universidade e de uma nação inteira. Meu desejo de dias melhores a todos esses profissionais.

Em especial meu agradecimento ao professor Dr. Everson Carvalho, pela presteza, agilidade, disposição e aconselhamento.

Ao coorientador Ms. Jhonata Medeiros, por toda a dedicação, ajuda e correções para que este trabalho fosse finalizado.

Aos meus amigos, que partilharam cada instante dessa etapa comigo, nas longas semanas e noites de estudos, por toda a perseverança, atitudes e gestos de irmãos verdadeiros, em especial, Pedro, Luiz, Gustavo, Sampaio e Danilo

Manifesto minha gratidão aos núcleos de estudo pelos quais dediquei grande parte de minha graduação, o Núcleo de Estudo em Sistema de Plantio Direto - NESPD e ao Núcleo de Estudo de Estudo em Milho e Sorgo – G-MILHO, a todos os seus membros que auxiliaram na condução desse experimento desde o princípio. De modo muito particular aos incansáveis esforços de Luís Augusto, Robson Júnior, Gabriela Mengez e Giuliana Duarte.

À banca examinadora, quero externar minha gratidão por dispensar toda atenção neste trabalho.

Um dia é preciso parar de sonhar e, de algum modo, partir. (Amyr Klink)

RESUMO

O milho é a segunda cultura agrícola mais produzida no Brasil. A boa nutrição da lavoura aliada à novas técnicas de tratamentos e manejo tem proporcionado nos últimos anos ganhos em produtividade. Dentre essas técnicas, destacam-se o uso de bioestimulantes enriquecidos com micronutrientes, como zinco, boro e molibdênio. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação do bioestimulante no sulco de semeadura sobre a produtividade e o comportamento dos componentes em híbridos de milho. O experimento foi conduzido em campo experimental do Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras no período de dezembro de 2020 a maio de 2021. Foi utilizado o bioestimulante BINOVA GRA[®] via sulco de plantio em dois híbridos de milho (BM 880 e BM 970). Após 151 dias, foram avaliados os componentes de produção: massa de mil grãos; teor de água; diâmetro de espiga; diâmetro de sabugo; diâmetro de colmo; altura de inserção de espiga; altura de pendão; número de fileira de grãos; comprimento de espiga e produtividade. O delineamento experimental foi blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial duplo 2X2, constituídos por dois híbridos aliados à presença e ausência de bioestimulante. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. O bioestimulante não afetou a produtividade final de grãos, com influência apenas no número de fileiras de grãos no híbrido BM 970. Dessa forma, conclui-se que nas condições edafoclimáticas do trabalho, o híbrido BM 880 apresentou maior produtividade de grãos em relação ao BM 970. O bioestimulante não afetou a produtividade final de grãos no híbrido BM 970.

Palavras-chave: fisiológico; manejo de produção; produtividade; zinco; boro; molibdênio.

ABSTRACT

Corn is the second most produced agricultural crop in Brazil. Good crop nutrition combined with new treatment and management techniques has provided gains in productivity in recent years. Among these techniques, the use of biostimulants enriched with micronutrients, such as zinc, boron and molybdenum, stand out. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of the application of the biostimulant in the sowing furrow on the productivity and behavior of the components in maize hybrids. The experiment was carried out in an experimental field of the Horticulture Sector of the Federal University of Lavras from December 2020 to May 2021. The biostimulant BINOVA GRA® was used via the planting furrow in two corn hybrids (BM 880 and BM 970). After 151 days, the production components were evaluated: mass of a thousand grains; water content); ear diameter; cob diameter; stem diameter; spike insertion height; tassel height; grain row number; ear length and productivity. The experimental design was randomized blocks (DBC), in a 2X2 double factorial scheme, consisting of two hybrids combined with the presence and absence of biostimulant. The data obtained were subjected to analysis of variance and treatment means were compared by Tukey's test at 5% probability. The biostimulant did not affect the final grain yield, only influencing the number of grain rows in the BM 970 hybrid. Thus, it was concluded that under the edaphoclimatic conditions of the work, the BM 880 hybrid presented higher grain yield in relation to the BM 970. The biostimulant did not affect the final grain yield in hybrid BM 970.

Keywords: physiological; production management; productivity; zinc; boron; molybdenum.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
1.1 A cultura do milho	13
1.2 Nutrição Mineral	14
1.3 Micronutrientes na cultura do milho	14
1.4 Zinco	15
1.5 Boro.....	15
1.6 Molibdênio	16
1.7 Bioestimulante	16
MATERIAL E MÉTODOS.....	18
1.8 Localização, clima, híbridos de milho e tratamentos.....	18
1.9 Delineamento experimental e análise estatística.....	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
CONCLUSÕES.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados climatológicos do período de 19/12/2020 a 21/05/2021, precipitação, temperaturas máximas, mínimas e média em °C.	18
Figura 2 - Área experimental	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes de interpretação da disponibilidade para os micronutrientes.....	15
Tabela 2 - Resultado da análise química do solo, nas camadas de 0 a 20 cm de profundidade, amostrada em período anterior à instalação do experimento.....	19

Tabela 4 - Resumo da análise de variância dos dados relativos ao teor de água (TA), massa de mil grãos (MMG), diâmetro de espiga (DE), diâmetro de sabugo (DS), diâmetro de colmo (DC), número de fileiras NF e produtividade (P).	23
Tabela 5 - Massa de mil grãos (g) de híbridos de milho com e sem bioestimulante no sulco de semeadura.	24
Tabela 6 - Diâmetro de espiga (cm) de híbridos de milho com e sem bioestimulante no sulco de semeadura.	24
Tabela 7 - Diâmetro de sabugo (mm) de híbridos de milho com e sem bioestimulante no sulco de semeadura.	24
Tabela 8 - Diâmetro de colmo (cm) de híbridos de milho com e sem bioestimulante no sulco de semeadura.	26
Tabela 9 - Número de fileiras por espiga de híbridos de milho com e sem bioestimulante no sulco de semeadura.	26
Tabela 10 - Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho com e sem bioestimulante no sulco de semeadura.	27

INTRODUÇÃO

A cultura do milho tem sido estudada e melhorada com o intuito de aumentar a sua produtividade, devido a importância nutricional para alimentação humana e animal. Para isso, o agricultor conta com inúmeros materiais genéticos de híbridos de milho, que aliados as boas práticas de manejo e novas tecnologias proporcionam produtividades cada vez maiores.

Portanto, é crescente o emprego de pacotes tecnológicos, como uso sementes de alta qualidade, manejo do solo, nutricional, controle de pragas e patógenos de modo a extrair o máximo potencial da cultura. No entanto, fenômenos climáticos, como invernos acentuados e secas prolongadas, ameaçam a manutenção dessas lavouras bem como expansão de áreas e por consequência, reduzem os percentuais de retorno sobre o investimento.

Com isso, novas técnicas, aliadas ao tratamento de sementes com aplicação ou inoculação de produtos químicos, biológicos e bioestimulantes, têm ganhado destaque por proporcionar benefícios em diferentes culturas. A praticidade de manejo dos bioestimulantes, do ponto de vista de posicionamento, favorece sua aplicação, seja o tratamento de sementes, sulco de plantio ou ainda no estágio vegetativo por pulverização. Este benefício atende desde os produtores rurais com menor nível tecnológico para implantação e manutenção da lavoura, até aos mais sofisticados, que usam da tecnologia de seus equipamentos para a realização das atividades rotineiras de campo.

Dessa forma, tem-se verificado que o uso de bioestimulantes na cultura da soja pode promover maior engalhamento e enchimento de grãos, resultando em maior produtividade. Para a cotonicultura, foi relatado em ensaios recentes que o seu uso pode favorecer a germinação de sementes e aumento no crescimento radicular. No cultivo do milho, os bioestimulantes, enriquecidos com micronutrientes, quando aplicado no tratamento de sementes ou no sulco de plantio, tem mostrado eficiência para o estabelecimento da cultura, uma vez que proporciona nutrição adequada às plantas no seu estágio inicial com melhor enraizamento, o que pode refletir no desenvolvimento das plantas. Todavia, pesquisas são necessárias para avaliar as diversas formulações e sistemas de produção.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônomico de híbridos de milho submetidos à aplicação de bioestimulante via sulco de plantio, em condição de campo.

REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 A cultura do milho

O milho tem sua origem na América Central, onde se encontram seus parentes selvagens mais próximos, o teosinto e o *Tripsacum*. Ao longo desse período, os nativos foram selecionando plantas com maior aptidão às suas necessidades, selecionando características agronômicas de interesse até culminar nos genótipos conhecidos atualmente (MÔRO; NETO, 2017).

A planta de milho é uma gramínea e pertencente à família Poaceae. É uma planta alógama, ou seja, que realiza polinização preferencialmente cruzada. Isso ocorre quando uma planta da mesma espécie poliniza o estigma de outra planta. Possui metabolismo C4, muito eficiente no uso da radiação solar, com fácil adaptação a diversos ambientes e clima. Sua divisão morfológica pode ser classificada em duas etapas, baseadas em seu ciclo fenológico, a primeira etapa, localizada abaixo da superfície do solo, composta por seu sistema radicular e outra acima do nível do solo. A planta é composta por sistema radicular, caule, espiga folha e pendão (PINHO; SANTO; PINHO, 2017).

A composição do grão de milho pode ser dividida em quatro partes: pedicelo, pericarpo, endosperma e embrião. O pedicelo é a estrutura de sustentação do grão junto ao sabugo. Pericarpo é o nome dado à camada externa do grão, que tem a função de proteção, como queda, ataque de pragas e contaminações. A parte interior do grão de milho é composta pelas outras duas estruturas. O endosperma é composto por aleurona, subaleurona e endosperma farináceo e vítreo. Por fim, o embrião é composto por coleótilo, hipocótilo, plúmula e radícula (PINHO; SANTO; PINHO, 2017).

O ciclo fenológico da cultura do milho pode ser dividido entre as fases vegetativas e reprodutivas. As fases vegetativas são representadas pela letra V e seu número de folhas. Esta última, determinada pela formação do colar na inserção da bainha com o colmo. Já as fases reprodutivas são representadas pela letra R, e seu início é marcado pela fase do embonecamento (MAGALHÃES; DURAES, 2006), o que permite realizar inferências quanto ao seu desenvolvimento e interações com ambiente e clima (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

A variabilidade dos materiais de milho se dá desde seu aspecto de dureza, tipo de grão e cor. O grão de milho é classificado quanto à sua classe em doce, farináceo, pipoca, dentado e duro (PAES, 2006).

O milho é o segundo grão mais produzido no Brasil, com produção inferior apenas a de soja, que em 2020/2021 foram produzidas 139 milhões toneladas, enquanto a safra de milho estimada em 2020/2021 foi de 85,7 milhões toneladas. A área plantada de milho na safra de 2020/2021 foi de 19,8 milhões de hectares, um aumento de 7% em relação ao ano-safra 2019/2020. O milho conhecido como segunda safra, ou ainda, safrinha, é responsável por 14.872,3 mil hectares. Já o milho verão, somado ao milho terceira safra, perfazem o total de 4.981,6 mil hectares. Segundo dados da CONAB (2021, entre os anos de 2019 e 2020 foram exportados 23,5 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2021).

A alimentação animal é a principal responsável pelo consumo da produção, com 53 milhões de toneladas do grão entre os anos de 2020 e 2021, e crescimento de 4,33% acumulados nos últimos 12 meses (ABIMILHO, 2021). Além disso, sua utilização também é bastante diversificada na alimentação humana através da extração de amido, farinhas, cozido, em conserva, pipocas entre outros (MÔRO; NETO, 2017).

1.2 Nutrição Mineral

A qualidade do cereal, bem como a produtividade, podem ser características diretamente ligadas a genética das plantas. No entanto, deve-se levar em consideração a interação solo x planta x ambiente. Com isso, as características químicas do solo na fase inicial da planta influenciam na cor, formato, qualidade biológica e aparência da planta e espigas. Visto que os nutrientes desempenham função estrutural, ativação enzimática e constituição celulares (FAQUIN, 2005).

Os elementos considerados essenciais para as plantas são compostos por dezesseis nutrientes distintos, sendo C, O e H orgânicos e outros treze minerais, classificados entre macro e micronutrientes. Os macronutrientes são representados pelo N, P, K, Ca, Mg e S e os micronutrientes B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn (FAQUIN, 2005).

1.3 Micronutrientes na cultura do milho

Os níveis críticos de nutrientes no solo podem ser entendidos como valor de concentração do nutriente, cuja quantidade disponível atende aos requisitos a obtenção de produção de máxima eficiência econômica quando outros nutrientes estão em concentrações adequadas (TABELA 1) (PEREIRA; 1998).

Tabela 1 - Classes de interpretação da disponibilidade para os micronutrientes.

Micronutriente	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio ^{1/} (mg dm ⁻³) ^{2/}	Bom	Muito bom
Zinco disponível ^{3/}	≤ 0,4	0,5 – 0,9	1,0 – 1,5	1,6 – 2,2	> 2,2
Manganês disponível ^{3/}	≤ 2,0	3,0 – 5,0	6,0 – 8,0	9,0 – 12	> 12
Ferro disponível ^{3/}	≤ 8,0	9,0 – 18	19 – 30	31 – 45	> 45
Cobre disponível ^{3/}	≤ 0,3	0,4 – 0,7	0,8 – 1,2	1,3 – 1,8	> 1,8
Boro disponível ^{4/}	≤ 0,15	0,16 – 0,35	0,36 – 0,60	0,61 – 0,9	> 0,90

^{1/} O limite superior desta classe indica o nível crítico. ^{2/} mg dm⁻³ = ppm (m v⁻¹). ^{3/} Método Mehlich⁻¹. ^{4/} Método água quente.

Fonte: Alvarez e Ribeiro (1999).

Em função dos altos níveis de produção que são almejados na atualidade, muito se estuda sobre os micronutrientes e suas funções metabólicas, que embora a necessidade requerida seja baixa são fundamentais pois, sua deficiência compromete o desenvolvimento das plantas, e entre os micronutrientes pesquisados estão o zinco, boro e o molibdênio (COELHO, 2006).

1.4 Zinco

O zinco está disponível nos solos brasileiros principalmente na forma de silicatos, óxidos e carbonatos, e pode ser encontrado na matéria orgânica e solução do solo (SOUZA; FERREIRA, 1991). O zinco é o micronutriente com menor disponibilidade nos solos brasileiros (COELHO, 2006). Apesar disso, pelo fato da quantidade de zinco em área total exigida ser baixa, sua aplicação tem sido negligenciada. Contudo, para que se possa atingir o teor ideal desse micronutriente pode-se realizar o tratamento de sementes ou a aplicação em sulcos de plantio (PRADO *et al.*, 2007). No caso da cultura do milho tem-se observado alta sensibilidade à deficiência de zinco.

1.5 Boro

O boro pode ocorrer no solo de diversas formas, como nos minerais turmalina, adsorvido nas argilas, na matéria orgânica, no hidróxido e na solução do solo (SHORRROCKS, 1997).

O boro está associado a divisão e crescimento celular do sistema radicular, onde o boro é intensamente demandado devido ao seu papel fisiológico na lignificação e transporte de açúcares (TRAUTMAN *et al.*, 2014). Além disso, estudos apontam que a adubação de base com boro pode refletir em aumento na produtividade em culturas como a soja (RAIMUNDI *et al.*, 2013).

1.6 Molibdênio

O molibdênio está presente nos solos brasileiros predominantemente de duas formas, como ânions MoO_4^{2-} e HMoO_4^- (SUPPI *et al.*, 2021). O molibdênio é um micronutriente requerido pelas plantas, atuando na redutase do nitrato de modo a melhorar a absorção de nitrogênio (TAIZ; ZEIGER, 2008). Dessa forma, o uso do molibdênio, tem sido associado à cultura do milho visando o suprimento da demanda de nutrientes nitrogenados, ganho de produtividade e melhor aproveitamento do pacote tecnológico de sementes (ALVIM *et al.*, 2010).

1.7 Bioestimulante

Os bioestimulantes são substâncias naturais ou ainda microrganismos que associados a uma espécie promovem melhor desempenho e eficiência nutricional, ocasionando assim, em maior adaptação a ambientes, além de reduzir fatores de estresses abióticos (CASTRO; CAMPOS; CARVALHO, 2019). Os reguladores vegetais podem ser substâncias sintéticas que desencadeiam ações congêneres aos hormônios vegetais. Essas substâncias atuam no crescimento vegetativo, tanto aérea quanto radicular. Também auxiliam na formação de novos ramos, nas fases reprodutivas, bem como frutos, flores e sementes. Na cultura da soja, tem sido utilizado bioestimulantes de modo abundante na tentativa de incremento de produtividade. Já na cultura do milho, os bioestimulantes possibilitaram a melhoria dos componentes de produtividade, como número de fileira de grãos, diâmetro de colmo e número de grãos por espiga (DOURADO, 2014).

Estudos relatam ainda que quando utilizado bioestimulantes em associação aos micronutrientes no tratamento de sementes ou a aplicação em sulco de plantio podem proporcionar às sementes a condição ideal do ponto de vista químico do solo e conseqüentemente favorecer o estabelecimento das plântulas no campo (SILVA *et al.*, 2015).

Cabe salientar que os resultados que se espera obter com o uso de bioestimulantes não são observados quando o plantio é realizado de modo irregular, como por exemplo a profundidade incorreta de semeadura, distribuição desuniforme de sementes e temperatura e umidade do solo muito altas ou muito baixas, uma vez que a resposta sobre a aplicação está ainda muito atrelada às espécies e condições de solo (KOLLING *et al.* 2016).

O uso de bioestimulantes tem refletido positivamente em materiais expostos as condições de estresse hídrico e altas temperaturas, bem como na influência na germinação e vigor de plantas de milho. Contudo, com efeitos inconstantes para diferentes híbridos (CARMO *et al.*, 2021)

MATERIAL E MÉTODOS

1.8 Localização, clima, híbridos de milho e tratamentos

O experimento foi conduzido em campo experimental do Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais (21° 13' 18" de latitude e 44° 58' 7" W de longitude, altitude de 919 metros e topografia declivosa).

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é definido como Cwa, clima temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, subtropical (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002). As condições climatológicas de precipitação, temperatura máxima, mínima e média da área foram monitoradas diariamente por meio da estação meteorológica (Figura 1).

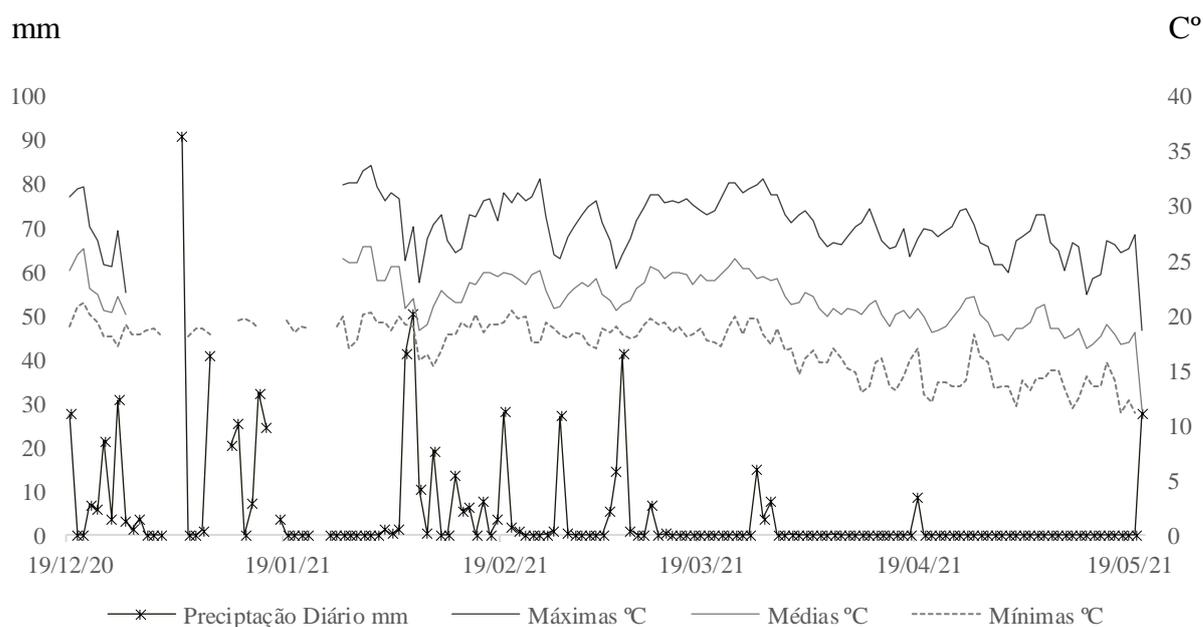


Figura 1 - Dados climatológicos do período de 19/12/2020 a 21/05/2021, precipitação, temperaturas máximas, mínimas e média em °C.

Fonte: Estação meteorológica da Universidade Federal de Lavras (2021).

A área experimental foi preparada, instalada dia 19 de dezembro de 2020 e realizada a análise de solo (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultado da análise química do solo, nas camadas de 0 a 20 cm de profundidade, amostrada em período anterior à instalação do experimento.

pH	P rem	P disp.	K	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al
H ₂ O	mg/L	mg/dm ³			cmol/dm ³				
6.0	24.9	5.9	77.2	7.6	0.2	3.4	1.5	0.1	1.7
Bom	Muito Bom	Baixo	Bom	Médio		Bom	Bom	Muito Baixo	Baixo
V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn	CTC (t)	CTC (T)	SB
	%			mg/dm ³				cmol/dm ³	
75.04	1.92	0.09	0.7	42.7	27.2	2.4	5.21	6.81	5.1
Bom	Muito Baixo	Bom	Baixo	Bom	Alto	Alto	Bom	Médio	Bom

Fonte: do Autor (2020).

No dia 19 de dezembro de 2020, utilizou-se na adubação de base 430 kg ha⁻¹ do formulado de NPK 08-28-16. O adubo foi revolvido com o uso de enxadas e sachos. Logo após a primeira etapa, as sementes foram distribuídas junto ao sulco de plantio com o auxílio de semeadora manual, com espaçamento pré-determinado entre linhas de 0,5 m, e população de 3,75 plantas por metro linear, totalizando 75.000 plantas por hectare de ambos os híbridos de milho, de acordo as características dos materiais segundo a empresa sementeira. A adubação de cobertura foi realizada com ureia agrícola (46% de N), 300 kg ha⁻¹, sendo parcelada em duas vezes, aos 30 e 45 dias após a emergência (Figura 2).

Figura 2 - Área experimental, plantio, manejo e desenvolvimento.



Fonte: Do autor (2020 e 2021).

Sementes de dois híbridos de milho (BM 880 PRO3 e BM 970 VIP3) oriundas da Empresa Biomatrix® foram submetidas ao tratamento de sementes industrial com clorotraniliprole (62,5%) (Dermacor®) no volume de 72 mL por 60.000 sementes.

Posteriormente, as sementes foram tratadas com bioestimulante BINOVA GRA®, constituído por aminoácidos, bioflavonoides e micronutrientes (Zn 3,5%, Mo 3,4% e B 0,1 %). A dose aplicada do bioestimulante foi equivalente à 20 kg de sementes dos híbridos por hectare, perfazendo o volume de 40 mL do produto comercial. O volume total de calda aplicado junto ao sulco de semeadura foi de 2 L. A aplicação foi realizada utilizando bomba costal adaptada de jato dirigido.

Durante a condução do experimento foram realizadas visitas para a diagnose visual das plantas daninhas na área, na qual constatou-se a necessidade de controle químico. Além disso, foi realizado o levantamento fitossociológico para analisar quais espécies estavam presentes no ensaio, sendo realizada duas aplicações após o plantio, três dias e 50 dias. Para isso, quatro ingredientes ativos foram utilizados: tembotriona, mesotriona, atrazina e glifosato.

Avaliações de pragas e doenças, com base na fenologia do milho e na época de susceptibilidade a doenças, também foram realizadas. Como forma de prevenção, foi realizada a aplicação de fungicidas contendo dois ingredientes ativos, ciproconazol e picoxistrobina (Approach Power®) 0,8 L do produto comercial por hectare, de modo a evitar a infecção por mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*).

A aplicação dos defensivos foi realizada via drone, modelo Agras MG 1P®, de fabricação da DJI®. O volume de calda utilizado foi de 10 L ha⁻¹.

O período entre semeadura e colheita foram de 151 dias. A colheita do experimento foi realizada dia 19 de maio de 2021. Durante esse período foram avaliadas as seguintes características:

- *Massa de mil grãos (MMG)*: foi retirada uma amostra de cada parcela contendo 1.000 unidades de sementes, as mesmas foram identificadas e pesadas;

- *Teor de água (TA)*: foi retirada uma amostra de cada parcela, com 240 g e com o auxílio de um aparelho medidor de umidade por tipo de grão, foi realizada a aferição da umidade das amostras de milho;

- *Diâmetro de espiga (DE)* e diâmetro de sabugo (DS): com 10 espigas de cada parcela, foi determinado através da medição do ponto correspondente ao meio da espiga com um paquímetro;

- *Diâmetro de colmo (DC)* foi realizado a medição em 10 plantas de cada parcela a 1,10 m, a partir da superfície do solo através de um paquímetro e uma trena;

- *Altura de inserção de espiga (AE)* foi realizado a medição em 10 plantas de cada parcela, através de uma trena, partindo da superfície do solo até a base da espiga;

- *Altura de pendão (AP)*, foi realizado a medição desde a superfície do solo até o princípio da inserção do mesmo através de uma trena em 10 plantas de cada parcela;

- As avaliações de altura de inserção de espiga, altura de pendão e diâmetro de colmo foram realizadas em condições de campo.

- *Número de fileiras (NF)* foram retiradas 10 amostras de cada parcela e contadas o número de fileiras ao centro da espiga;

- *Comprimento de espiga (CE)* foi medida a espiga desde a base até o topo superior com uma régua, dez amostras de cada parcela;

- *Produtividade (P)* foi aferida através da pesagem dos grãos colhidos nas parcelas úteis corrigidas para o teor de água de 13% e convertido para kg/ha (REPKE *et al.*, 2012).

1.9 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) em fatorial 2X2, sendo dois híbridos e presença e ausência de bioestimulante, contendo cinco blocos. As parcelas foram compostas por 4 linhas de plantio com espaçamento entre linhas de 0,5 m e 5 m de comprimento, totalizando 10 m². A parcela útil colhida foi de 2 linhas com espaçamento de 0,5 x 5 m, perfazendo 5 m².

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade com o auxílio do software estatístico R. 3.5.1 (R Core Team, 2018)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa para altura de inserção de espiga, altura de pendão, comprimento de espiga e teor de água. Diferença significativa entre os híbridos foi observada para o diâmetro de colmo, diâmetro de espiga, diâmetro de sabugo, massa de mil grãos e produtividade. Interação significativa entre híbridos e bioestimulantes ocorreu para o número de fileiras (Tabela 4).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância dos dados relativos ao teor de água (TA), massa de mil grãos (MMG), diâmetro de espiga (DE), diâmetro de sabugo (DS), diâmetro de colmo (DC), número de fileiras NF e produtividade (P).

FV	GL	Quadrado médio					
		MMG	DE	DS	DC	NF	P
Bloco	4	305*	0,06353	2,4692*	0,121750*	0,75500*	896468
Híbrido (H)	1	46987*	0,178605*	3,6125*	0,180500*	1,15200*	15183274*
Bioestimulante (B)	1	54	0,021125	0,6845	0,0125	0,51200*	3277
HxB	1	157	0,08978	0,2205	0,0605	1,80000*	58320
Resíduo	12	95	0,031153	0,5696	0,024083	0,04967	396308
Total	19						
CV (%)		3,48	4,07	3,55	5,34	1,54	8,7

*significativo a 5% de probabilidade. Legenda: FV - fontes de variação e GL - graus de liberdade.

Fonte: Do autor (2021).

Diferença significativa entre os híbridos foi observada para a massa de mil grãos. A massa do BM 880 (328,5 g) foi 96,9 g superior ao híbrido BM 970, com massa média de 231,6 g (Tabela 5). A massa de mil grãos é um componente de produção muito importante, pois dá solidez à produtividade e está relacionada à eficiência de deposição de açúcares nos grãos e adaptação do híbrido às condições edafoclimáticas (CARVALHO *et al.*, 2014). O que pode estar relacionado a melhor adaptação do híbrido BM 880 as condições edafoclimáticas do experimento. Assim como a menor MMG do BM 970 pode ter sido influenciada pela maior suscetibilidade ao veranico observado durante o desenvolvimento de grãos (Figura 1). Vale salientar que a massa de mil grãos é uma característica com elevado controle genético. Materiais híbridos de milho herdam a capacidade de produção de biomassa devido ao controle genético. Contudo, sua eficiência é influenciada por condições climáticas (HAO *et al.*, 2015).

Como na fase R4 (de 29/03/2021 a 12/04/2021) o volume acumulado de chuvas foi de 7,9 mm, e a planta de milho é altamente sensível as condições de estresse hídrico, principalmente no florescimento e maturação, isso pode então refletir em menor potencial produtivo, como a massa de grãos (SILVA *et al.*, 2021).

Tabela 5 - Massa (g) de mil grãos de híbridos de milho com e sem bioestimulante no sulco de semeadura.

Híbrido	Média
BM 880	328,5 a
BM 970	231,6 b

CV (%) = 3,48

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0.05$).

Diferenças foram observadas para o entre os híbridos em relação ao diâmetro de espiga. A cultivar BM 880 apresentou valor médio de diâmetro de espiga em 4,5 cm, enquanto a cultivar BM 970 obteve 4,3 cm, diferença de 0,2 cm (Tabela 6). O diâmetro de espiga é importante, pois está normalmente associado ao tamanho e densidade do grão, bem como o número de fileiras, o que pode afetar diretamente a produção (BRACHTVOGEL *et al.*, 2009).

Tabela 6 - Diâmetro de espiga (cm) de híbridos de milho com e sem bioestimulante no sulco de semeadura.

Híbrido	Média
BM 880	4,5 a
BM 970	4,3 b

CV (%) = 4,07

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Maior diâmetro de sabugo ocorreu no híbrido BM970 (21,7 mm), enquanto o híbrido BM 880 obteve 20,9 mm (Tabela 7). Essa diferença pode ter ocorrer em função dos materiais híbridos, pois o diâmetro de sabugo é influenciado pela genética do material e manejo empregado na variabilidade das populações (RIZZARDO *et al.*, 2017).

Tabela 7 - Diâmetro de sabugo (mm) de híbridos de milho com e sem bioestimulante no sulco de semeadura.

Híbrido	Média
BM 880	20,9 b
BM 970	21,7 a

CV (%) = 3,55

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Maior diâmetro de colmo foi observado na cultivar BM 970 (3,0 cm) em comparação com o híbrido BM 880 (2,9 cm) (Tabela 8). O diâmetro de colmo é uma característica fundamental nas plantas de milho, pois sua função extrapola a condição de estrutura de sustentação, atuando diretamente na condição de armazenagem de sólidos solúveis que serão translocados para a deposição de açúcares dos grãos na fase reprodutiva (BRITO *et al.*, 2014).

Tabela 8 - Diâmetro decolmo (cm) de híbridos de milho com e sem bioestimulante no sulco de semeadura.

Híbrido	Média
BM 880	2,9 b
BM 970	3,0 a

CV (%) = 5,34

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Em relação ao número de fileiras por espiga, o híbrido BM 970 apresentou resultado positivo quando tratado com bioestimulante, obtendo em média 14,7 fileiras por espiga. O mesmo híbrido sem o tratamento apresentou em média 13,8 grãos por fileira em cada espiga (Tabela 9).

Tabela 9 - Número de fileiras por espiga de híbridos de milho com e sem bioestimulante no sulco de semeadura.

Híbrido	Bioestimulante	
	Com	Sem
BM 880	14,6 Aa	14,9 Aa
BM 970	14,8 Aa	13,8 Bb
Média	14,7	14,4

CV (%) = 1,54

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). Letras maiúsculas na linha comparam as médias com e sem bioestimulante, e minúscula na coluna comparam as médias entre os híbridos.

O número de fileiras de grãos por espiga é estabelecido no estágio V8, contudo a viabilidade desses grãos só ocorrerá no estágio V17, essa fase é tida como o momento principal para a definição da produtividade, e estresse hídrico nesse período pode comprometer o desenvolvimento da lavoura (WEISMANN, 2007). Condição essa, observada durante o experimento de acordo com os dados climatológicos coletados na estação meteorológica, que indicaram entre os dias 06 de fevereiro de 2021 e 06 de março de 2021, período que abrangeu as fases V8 até início da R2, o volume total precipitado de 181,6 mm, volume médio diário de 5,86 mm. Esse valor é inferior ao demandado pela cultura no período reprodutivo que pode ultrapassar os 7 mm por dia de evapotranspiração (BARBIERI *et al.*, 2020).

Bento *et al.* (2016) utilizaram inoculantes a base de microrganismos rizosféricos junto a adubação fosfatada de 80 kg ha⁻¹ e verificaram maior número de fileiras por espiga. A utilização de inoculante, assim como do bioestimulante, podem auxiliar a promover o crescimento de massa seca da parte radicular e aérea o que pode ter contribuído para o melhor desenvolvimento da cultura e, como consequência, melhoria dos componentes de produção. Visto que aparentemente no presente estudo o híbrido BM 970 demonstrou ser mais sensível

que o BM 880 a estresse hídrico, o que nesse caso a utilização do bioestimulante pode ter contribuído para o melhor estabelecimento do número de fileiras de grãos.

A produtividade é influenciada pelo componente de produtividade número de fileira por espiga, sendo atualmente um dos principais fatores a ser levado em consideração na escolha do híbrido para atingir altas produtividades (Ribeiro et al., 2020).

A produtividade diferiu entre os híbridos BM880 e BM 970. A média para o híbrido BM 880 foi de 8.105,7 kg ha⁻¹. Já a média do híbrido BM 970 foi de 6.363 kg ha⁻¹, diferença de 1.742,7 kg ha⁻¹, ou seja 29,04 sacas a menos por hectare quando comparadas ao híbrido BM 880 (Tabela 10). Apesar do híbrido BM970 apresentar alguns componentes de produtividade superiores ao BM 880, o híbrido BM 880 obteve produtividade superior, além das variáveis MMG e NFE de alta relevância para a produtividade superiores. Isso se deve provavelmente a maior adaptação do genótipo as condições edafoclimáticas e ao sistema de produção utilizado.

Tabela 4 - Médias para produtividade de híbridos de milho com e sem bioestimulante no sulco de semeadura (kg/ha).

Híbrido	Média
BM 880	8.105,7 a
BM 970	6.363,0 b

CV (%) = 8,7

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05).

Uma vez atendida as condições de fertilidade do solo para o cultivo do milho, a resposta esperada com a aplicação do bioestimulante seria o incremento de produtividade, no entanto isso não ocorreu. Resultados semelhantes foram observados por Dourado *et al.* (2014), onde o número de fileiras de grãos e diâmetro de colmo foram afetados com a aplicação de bioestimulante na cultura do milho. Contudo, essas características não refletiram em incremento de produtividade. Por isso, estudos em diferentes condições edafoclimáticas, genótipos e sistemas de produção são relevantes no entendimento do uso de bioestimulantes na agricultura.

CONCLUSÕES

O híbrido BM 880 apresentou maior produtividade de grãos em relação ao BM 970.

O bioestimulante não afetou a produtividade final de grãos, mas sim o número de fileira de grãos no híbrido BM970.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, V. V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

ALVIM, K. R. T.; BRITO, C. H.; GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; LOPES, M. T. G. **Efeito da aplicação foliar de cobalto e molibdênio na produtividade e qualidade de grãos da cultura do milho**. In: Congresso nacional de milho e sorgo, 28. Goiânia. Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MILHO (ABIMILHO) **Estatísticas do Milho**. Publicado em: 01 de junho de 2021. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatisticas> - Acesso: 31 de agosto de 2021.

BARBIERI, J. D. *et al.* **Cobertura do solo, evapotranspiração e produtividade do milho safrinha**. In: Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.29, n.1, p.76-91, 2020.

BENTO R. U. *et al.* **Contribuição de bioestimulantes contendo microrganismos rizosféricos na absorção de fósforo pelo milho**. In: Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.15, n.3, p. 573-582, 2016.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. Fenologia do Milho. In: BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. p. 10 – 19.

BRACHTVOGEL, E. *et al.* **Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas**. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.8, p.2334-2339, 2009.

BRITO, C.; FONSECA, V.; BEBÉ, F.; SANTOS, L. G. **Desenvolvimento inicial do milho submetido a doses de esterco bovino**. Revista Verde, V. 9, n. 3, p. 244 - 250, 2014.

CARMO, M. A. P. C.; CARVALHO, M. L. M.; SANTOS, H. O.; ROCHA, D. K.; OLIVEIRA, J. A.; SOUZA, V. F.; GUARALDO, M. M. S.; MESQUITA, C. A. M.; **Bioestimulantes aplicados em sementes e plantas de milho doces sob condições de estresse abiótico**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.3, p.31727-31741, 2021.

CARVALHO, I. R. *et al.* **Desempenho agrônômico de híbridos de milho em ambiente irrigado e sequeiro**. In: Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2014.

CASTRO, P.; CAMPOS, G.; CARVALHO, M. Bioestimulantes. In: CASTRO, P.; CAMPOS, G.; CARVALHO, M. **Biorreguladores e bioestimulantes agrícolas**. Piracicaba: ESALQ. 2019. p. 25 – 74.

COELHO, A. **Nutrição e Adubação do Milho**. Sete Lagoas, MG. Milho e Sorgo. 2006. EMBRAPA. 2006 10 p. (EMBRAPA Milho e Sorgo. Circular Técnica 78). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490410/1/Circ78.pdf>. Acesso em: 18 de setembro de 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos**. V11 – Safra 2020-2021. Publicado em: agosto de 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos> - Acesso: 31 de agosto de 2021.

DOURADO NETO, D. *et al.* Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. Ju 2014, p. 371-379, 2014. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18110/14549> >. Acesso em: 02 de setembro de 2021.

FAQUIN, V. Efeito dos nutrientes na qualidade dos produtos agrícolas. In: **Nutrição Mineral de Plantas** / Valdemar Faquin. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. p.: il. - Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. P. 157 – 172.

HAO, B.; XUE, Q.; MAREK, T. H.; JESSUP, K. E.; HOU, X.; XU, W.; BYNUM, E. D.; BEAN, B. W. **Soil water extraction, water use, and grain yield by drought-tolerant maize on the Texas High Plains**. *Agricultural Water Management*, v. 155, p. 11–21, 2015.

KOLLING, D.F.; SANGOI, L.; SOUZA, C.A.; SCHENATTO, D.E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C.M. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. *Ciência Rural*, v.46, n.2, p.248-253, 2016.

MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA Milho e Sorgo. 2006. 10 p. (EMBRAPA Milho e Sorgo. Circular Técnica 76). Disponível em: <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/busca-de-publicacoes>. Acesso em: 31 de agosto de 2021.

MÔRO, G. NETO, R. Importância e usos do milho no Brasil. In: BORÉM, Aluísio; GALVÃO, João; PIMENTEL, Marco. (Ed.) **Milho do plantio à colheita**. 2. ed. Viçosa. UFV, 2017. p. 13 – 24.

PAES, M. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas, MG. Milho e Sorgo. 2006. EMBRAPA. 2006 06 p. (EMBRAPA Milho e Sorgo. Circular Técnica 75). Disponível em: <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/busca-de-publicacoes>. Acesso em: 31 de agosto de 2021.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PEREIRA, J.; GOMES, T. **Níveis críticos de fósforo disponível para alguns solos do Acre**. Pesquisa em andamento, n° 138, dezembro, 1998, p. 1-2. Disponível em: <http://iquiri.cpfac.embrapa.br/pdf/pesquisa139.pdf> . Acesso em: 18 setembro 2021. doi: 10.1590/S1413-70542008000300021.

PINHO, R. V.; SANTO, A.; PINHO, I. Botânica. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J.; PIMENTEL, M. (Ed.) **Milho do plantio à colheita**. 2. ed. UFV, Viçosa. 2017. p. 25 - 47.

PRADO, R.; NATALE, W.; MOURO, M. **Fontes de zinco aplicado via semente na nutrição e crescimento inicial do milho**. In: *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 16-24, 2007.

R Core Team (2018) R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. RAIMUNDI, D. L.; MOREIRA, G. C.; TURRI, L. T. **Modos de aplicação de boro na cultura da soja**. In: *Revista cultivando saber*, Cascavel, v.6, n.2, p.112-121, 2013.

REPKE, A.R.; CRUZ, S. J.S.; MARTINS, B.M.; SENA, S.; FELIPE, S.J.; DUARTE, P.A.; BICUDO, J.S. **Altura de planta, altura de inserção de espiga e número de plantas acamadas de cinco híbridos de milho**. In: XXIX Congresso Nacional de Milho e sorgo, p.2, 2012.

RIBEIRO, B. S. M. R. *et al.* **Ecofisiologia do milho visando altas produtividades**. Santa Maria, RS: Palloti SM, 230 p. 2020.

RIZZARDO, A.; MACHADO, B.O.; SLAVIERO, C.; SLAVIERO, M.G.; SILVA, K.; BISPO, N.B. **Caracterização morfológica em espigas de populações de milho crioulo cultivadas na região Norte do Rio Grande do Sul.** 62ª Reunião técnica anual da pesquisa do milho. ABMS, 2017

SILVA, M. L.; TREVIZAM, A. **Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas.** In: International Plant Nutrition Institute - IPNI. Informações Agronômicas. nº149, p. 10 – 16, 2015.

SILVA, S. *et al.* **Parâmetros produtivos do milho sob déficit hídrico em diferentes fases fenológicas no semiárido brasileiro.** In: Irriga, Botucatu, Edição Especial –Nordeste, v. 1, n. 1, p. 30-41, maio, 2021.

SOUZA, E.C.A.; FERREIRA, M.E. Micronutrientes no solo: zinco. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Eds.) Micronutrientes na agricultura. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p.219-242.

SUPPI, I. *et al.* **Teores de vanádio, molibdênio e antimônio em solos de diferentes litologias em santa catarina.** In: Quim. Nova, V. 44, n. 8, 947-953, 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Nutrição Mineral.** In: Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

TRAUTMAN, R. R.; LANA, M. C.; GUIMARÃES, V. F.; JUNIOR, A. C. G. **Potencial de água do solo e adubação com boro no crescimento e absorção do nutriente pela cultura da soja.** In: Revista Brasileira de Ciências do Solo, V. 38, 2014.

WEISMANN, M. Fases de desenvolvimento da cultura do milho. **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno.** Fundação MS, Maracaju, 2007. p 31-38.