

APLICAÇÃO FOLIAR DE SILÍCIO PARA INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM HÍBRIDOS DE MILHO SEGUNDA SAFRA

FOLIAR APPLICATION OF SILICON TO INDUCE RESISTANCE IN SECOND CROP CORN HYBRIDS

LUZIA HELENA DUARTE ROCHA

Bacharel em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano, Campus Ceres / GO
luziahelena2018@hotmail.com

WILIAN HENRIQUE DINIZ BUSO

Docente do Instituto Federal Goiano, Campus Ceres / GO
wilian.buso@ifgoiano.edu.br

Resumo: O milho é um dos cereais mais cultivados no Brasil, destacando-se pela importância econômica devido às suas finalidades de uso e ao impacto significativo na produção de alimentos e energia. A indução de resistência é uma estratégia destinada a ativar os mecanismos de defesa latentes em plantas hospedeiras, sejam elas suscetíveis ou moderadamente resistentes. Objetivou-se avaliar características agrônomicas e produtivas de híbridos de milho submetidos a diferentes formas de aplicação de indutor de resistência via foliar. O experimento foi realizado em Nova Glória (GO), Brasil. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2x7, dois híbridos (P 3858PWU e MG 30A37PWU) e sete formas de aplicação do indutor, sendo T1 – testemunha, T2 – uma aplicação com a primeira dose de fungicida (750 mL + 300 mL ha⁻¹), T3 – duas aplicações com fungicida (750 mL + 300 mL ha⁻¹ cada aplicação), T4 – duas aplicações com fungicida (600 mL + 300 mL ha⁻¹ cada aplicação), T5 – uma aplicação com a segunda dose de fungicida (750 mL + 300 mL ha⁻¹), T6 – uma aplicação com a primeira dose de fungicida (600 mL + 300 mL ha⁻¹) e T7 – uma aplicação com a segunda dose de fungicida (600 mL + 300 mL ha⁻¹), com quatro repetições. Os resultados mostraram diferenças significativas entre os híbridos para variáveis como altura de planta (2,37m), altura da primeira espiga (1,34m) e diâmetro da espiga (49,2mm), com o P 3858PWU apresentando maior potencial agrônomico. Uma aplicação de indutor com a segunda dose de fungicida na dose de 750 mL + 300 mL ha⁻¹, em estágio V5, promoveu incremento de 5% para a produtividade, sendo 6534,46 kg ha⁻¹. O uso de indutores pode ser estratégico em cenários de maior estresse ambiental, favorecendo a sustentabilidade da cultura do milho em segunda safra.

Palavras-chave: Características Agrônomicas. Elicidores. Micronutriente. *Zea mays* L.

Abstract: Maize is one of the most widely grown cereals in Brazil, its economic importance due to its uses and significant impact on food and energy production. Inducing resistance is a strategy aimed at activating latent defense mechanisms in host plants, whether they are susceptible or moderately resistant. The aim was to evaluate the agronomic and production characteristics of maize hybrids subjected to different forms of foliar application of a resistance inducer. The experiment was carried out in Nova Glória (GO), Brazil. The design used was randomized blocks in a 2x7 factorial scheme, two hybrids (P 3858PWU and MG 30A37PWU) and seven ways of applying the inducer, T1 - control, T2 - one application with the first dose of fungicide (750 mL + 300 mL ha⁻¹), T3 - two applications with fungicide (750 mL + 300 mL ha⁻¹ each application), T4 - two applications of fungicide (600 mL + 300 mL ha⁻¹ each application), T5 - one application of the second dose of fungicide (750 mL + 300 mL ha⁻¹), T6 - one application of the first dose of fungicide (600 mL + 300 mL ha⁻¹) and T7 - one application of the second dose of fungicide (600 mL + 300 mL ha⁻¹), with four replicates. The results showed significant differences between the hybrids for variables such as plant height (2,37m), first ear height (1,34m) and ear diameter (49,2mm), with P 3858PWU showing the greatest agronomic potential. One application of the inducer with the second of the fungicide at a dose of 750 mL + 300 mL ha⁻¹, at stage V5, promoted a 5% increase in yield, with 6534,46 kg ha⁻¹. The use of inducers can be strategic in scenarios of greater environmental stress, favoring the sustainability of the corn crop.

Keywords: Agronomic characteristics. Elicitors. Micronutrient. *Zea mays* L.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) destaca-se como uma das principais culturas cerealíferas cultivadas no Brasil e em diversas regiões do mundo, sendo essencial para a alimentação humana e animal, além de ser matéria-prima para combustíveis, polímeros e outros produtos (Pereira et al., 2024). Sua importância econômica está relacionada à versatilidade de usos e ao impacto na produção de alimentos e energia. O cereal possui ampla aplicação, desde o consumo direto até sua utilização na produção de biocombustíveis e na cadeia produtiva de proteína animal. Apesar de sua importância econômica e posição de destaque no mercado global, a produtividade brasileira ainda apresenta espaço para avanços significativos.

De acordo com dados do 12º Levantamento da safra de grãos 2023/24 realizado pela CONAB (2024), o milho apresentou uma retração significativa em comparação ao ciclo anterior, com uma área cultivada de 21.058,5 mil hectares (-5,4%), produtividade média de 5.495 kg ha⁻¹ (-7,2%) e produção total de 115.722,8 mil toneladas (-12,3%). Esses resultados refletem desafios enfrentados pelos produtores, como condições climáticas adversas e possíveis ajustes na área plantada. Para a safra de 2024/25, a Conab prevê uma produção total de milho de 122,8 milhões de toneladas, o que corresponde a um aumento de 6,15% em comparação com a safra anterior. Esse aumento reflete a recuperação da produtividade, atingindo 5.806 kg ha⁻¹ (+5,6%), mesmo com uma leve redução na área plantada, para 21.143,8 mil hectares (-0,4%). Essa recuperação, aliada à ampliação da área destinada à segunda safra, busca atender à crescente demanda interna, projetada em 87 milhões de toneladas na safra 2024/25, um crescimento de 3,5% impulsionado pelos setores industrial e agropecuário (CONAB, 2025).

Considerando a relevância para o mercado, muitos avanços tecnológicos têm sido desenvolvidos para aumentar a produtividade, com foco em fatores que afetam o desempenho das culturas, especialmente a sanidade das plantas (Brito et al., 2023). Entre esses avanços, destacam-se o uso de híbridos cada vez mais adaptados às condições climáticas de determinadas regiões e a incorporação de ferramentas biotecnológicas. O alto investimento em tecnologia na cultura do milho, também busca a seleção de cultivares resistentes a pragas e doenças, visando garantir altas produtividades de grãos (Pinheiro et al., 2021).

Segundo Melo (2021), ao longo de milhões de anos, as plantas desenvolveram mecanismos adaptativos para enfrentar diferentes tipos de estresses. Esses estresses podem ser abióticos, como seca, salinidade, temperaturas extremas e excesso de água, ou bióticos, relacionados à interação com organismos vivos, como fitopatógenos e herbívoros. Em geral, esses mecanismos de defesa, naturalmente presentes, permanecem inativos ou latentes, sendo ativados apenas diante de agentes indutores que sinalizam ameaças (Oliveira et al., 2016). Quando acionados, incluem respostas fisiológicas, bioquímicas e moleculares, como alterações metabólicas, regulação gênica e mudanças estruturais nos tecidos, garantindo a sobrevivência em ambientes adversos e contribuindo para o equilíbrio ecológico e a produtividade agrícola.

A resistência das plantas refere-se à capacidade de retardar ou impedir a entrada e a ação de um patógeno em seus tecidos. Elas contam com mecanismos de defesa pré-formados, como o espessamento da cutícula, tipos de estômatos, aumento da espessura da parede celular, produção de compostos fenólicos, saponinas, glicosídeos, proteínas e peptídeos antimicrobianos, além de fototoxinas. Já como mecanismos de defesa pós-formados, se tem o surgimento de halos, papilas, agregações citoplasmáticas, camadas de cortiça, tiloses, fitoalexinas e proteínas relacionadas à resposta patogênica (Pascholati; Dalio, 2018).

A indução de resistência é uma estratégia que busca ativar os mecanismos de defesa latentes presentes em plantas hospedeiras que sejam suscetíveis ou moderadamente resistentes. Esse processo ocorre por meio da aplicação de agentes abióticos (como compostos químicos ou condições ambientais específicas) ou bióticos (micro-organismos e substâncias derivadas de organismos vivos), conhecidos como indutores ou eliciadores. Esses agentes estimulam respostas fisiológicas e bioquímicas na planta, tornando-a mais preparada para resistir a ataques de pragas e patógenos. Essa abordagem tem se mostrado eficaz na prevenção de doenças e no controle de pragas, contribuindo para a redução do uso de pesticidas químicos e promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis (Pascholati et al., 2015).

De acordo com Martins (2019), dentre os eliciadores abióticos mais promissores, se destaca o silício (Si), uma molécula indutora que desempenha um papel significativo na ativação dos mecanismos de defesa das plantas. O silício é absorvido pelas raízes na forma de ácido monossilícico e pode se depositar nas paredes celulares, fortalecendo a barreira física contra pragas e patógenos. Além disso, o silício também atua de maneira indireta, induzindo a

síntese de compostos relacionados à defesa, como fitoalexinas, fenóis e enzimas antioxidantes, que aumentam a resistência sistêmica das plantas. Por sua eficácia e ampla aplicabilidade, o silício tem se destacado como uma alternativa sustentável para o manejo integrado de doenças e pragas, contribuindo para a redução do impacto ambiental causado pelo uso excessivo de agroquímicos (Santos et al., 2021).

Desse modo, objetivou-se avaliar as características agrônômicas e produtivas de híbridos de milho submetidos a aplicação foliar de indutor de resistência à base de silício.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural localizada no município de Nova Glória, Goiás, Brasil (S 15°00'40.2", W 49°29'46.3" e altitude de 567 m), durante a safra de 2023. A região apresenta clima tropical úmido, classificado como Aw segundo a classificação de Köppen, com uma estação chuvosa predominante no verão e um período seco no inverno.

Para avaliar a fertilidade e as necessidades de correção do solo, amostras de solo foram coletadas a uma profundidade de 0-20 cm, cujo resultados estão detalhados na Tabela 1. A soja (cultura antecessora) foi dessecada com 1,8 L ha⁻¹ de Diquat, o que permitiu a semeadura do milho safra sem competição.

Tabela 1. Características químicas do solo na camada de 0–0,20 m, Nova Glória, GO, 2023.

Areia	Silte	Argila	pH em CaCl ₂	M.O	Ca	Mg	Al
g kg ⁻¹				g dm ⁻³	cmol dm ⁻³		
650	50	300	5,2	17,6	2,89	0,89	0
H + AL		K	T*	K	P	V*	
cmol dm ⁻³				mg dm ⁻³			
3,4		0,14	7,3	55	36,5	53,7 %	

*T = CTC do solo e V = Saturação por bases.

Fonte: Laboratório de Análises Agroindustriais Exata, Jataí, Go, 2023.

A semeadura do experimento ocorreu no dia 24/02/2023, conforme o cronograma da propriedade, utilizando o sistema de semeadura direta, técnica amplamente empregada para minimizar o impacto do cultivo no solo e melhorar a eficiência no uso da água. A adubação foi

aplicada diretamente nos sulcos de semeadura, com 20 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação nitrogenada em cobertura foi com as plantas no estágio fenológico V5, com 120 kg ha⁻¹ de N, fonte ureia. O manejo das plantas daninhas pós plantio foi no estágio fenológico V4 com o herbicida Atrazina na dose de 3 L ha⁻¹.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x7, com dois híbridos de milho (P 3858PWU e MG 30A37PWU) e sete formas de aplicação do indutor de resistência (Tabela 2), com quatro repetições. A primeira aplicação do indutor de resistência foi realizada no estágio V4 (quatro folhas expandidas) no dia 17/03/2023, com o produto Scudero, que contém 2,75% de silício (44,0 g/L) como indutor de resistência. A segunda aplicação foi realizada no dia 24/03/2023 já em estágio V5 (cinco folhas expandidas), seguindo o mesmo procedimento de aplicação.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados com aplicação de indutor em híbridos de milho. Nova Glória, 2023

Tratamentos	Descrição
T1	Testemunha
T2	1 aplicação com a primeira de fungicida (750 mL + 300 mL ha ⁻¹)
T3	2 aplicações com fungicida (750 mL + 300 mL ha ⁻¹ cada aplicação)
T4	2 aplicações com fungicida (600 mL + 300 mL ha ⁻¹ cada aplicação)
T5	1 aplicação com a segunda de fungicida (750 mL + 300 mL ha ⁻¹)
T6	1 aplicação com a primeira de fungicida (600 mL + 300 mL ha ⁻¹)
T7	1 aplicação com a segunda de fungicida (600 mL + 300 mL ha ⁻¹)

Fonte: Autores, 2023.

O fungicida utilizado foi a combinação de Piraclostrobina + Epoxiconazol (Abacus® HC) na dose de 300 mL ha⁻¹, em todos os tratamentos que o envolveram. As parcelas experimentais foram compostas por quatro fileiras de cinco metros, com espaçamento de 0,50 m. Para garantir a precisão dos resultados, as duas fileiras centrais de cada parcela foram consideradas como parcela útil desprezando 0,5 m em cada extremidade.

O controle fitossanitário ao longo do experimento seguiu as recomendações técnicas específicas para a cultura do milho. Para manejo de cigarrinha usou o inseticida Expedition (Sulfloxafor + Lambda-Cialotrina), na dose de 300 mL ha⁻¹.

A colheita foi realizada no dia 19/07/2023, de todas as espigas das duas linhas centrais para as avaliações de componentes de produção e produtividade. As variáveis agronômicas analisadas foram: altura da primeira espiga (medida do solo até a inserção da primeira espiga),

altura das plantas (do solo até a folha bandeira), diâmetro da espiga, comprimento da espiga (utilizando um paquímetro digital, medido em mm) número de fileiras de grãos, número de grãos por fileira, massa de 1000 grãos e produtividade (em kg ha⁻¹). A produtividade foi determinada pela trilhagem das plantas das duas linhas centrais de cada parcela.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o software estatístico R.

Resultados e discussão

O resumo ANOVA, contendo os valores referentes aos quadrados médios das fontes de variação para os híbridos, doses e interação híbridos x doses, são apresentados na Tabela 3. Não houve interação significativa entre os fatores doses e relação híbridos x doses ($P > 0,05$) para todas as variáveis avaliadas. Dessa forma, as variáveis foram analisadas separadamente, considerando cada fator de forma independente. Para o fator híbrido, os resultados indicaram significância para altura de planta (AP), altura da primeira espiga (APE), diâmetro da espiga (DE), número de fileiras de grãos (NFG) e número de grãos por fileira (NGF), conforme descrito na Tabela 3, evidenciando que os dois híbridos avaliados apresentam comportamentos distintos nessas características agronômicas.

Em análises semelhantes, Rios et al. (2022) conduziram experimentos objetivando avaliar o desempenho agrônomo e a suscetibilidade a doenças fúngicas de plantas de milho tratadas exclusivamente com indutores de resistência e em combinação com fungicidas. Seus resultados reforçam que, em condições otimizadas, a genética dos híbridos desempenha um papel determinante no desempenho agrônomo, e, o uso de indutores, embora menos impactante nas condições estudadas, pode se tornar uma ferramenta estratégica em cenários de maior estresse, contribuindo para a sustentabilidade da cultura do milho, pois aplicação do indutor de resistência Master Protection® (0,5 L ha⁻¹) de forma exclusiva é uma alternativa para reduzir o uso de fungicidas no cultivo do milho, garantindo mesma eficácia do uso exclusivo de fungicidas.

Tabela 3. Quadrado médio dos híbridos (H), doses (D) e da interação híbridos x doses (H x D), para as variáveis Altura de Plantas (AP), Altura da Primeira Espiga (APE), Diâmetro da Espiga (DE), Comprimento da Espiga (CE), Número de Fileira de Grãos (NFG), Número de Grãos por Fileira (NG/F), Massa de Mil Grãos (M1000) e Produtividade (PROD) de híbridos de milho e doses de indutor.

Variáveis	Fontes de variação ¹		
	H	D	H x D
AP	0,4554*	0,0021 ^{ns}	0,0046 ^{ns}
APE	0,2392*	0,0031 ^{ns}	0,0015 ^{ns}
DE	197,25*	4,68 ^{ns}	1,63 ^{ns}
CE	252,24 ^{ns}	178,35 ^{ns}	95,59 ^{ns}
NFG	50,79*	0,77 ^{ns}	0,93 ^{ns}
NG/F	48,96*	10,97 ^{ns}	14,39 ^{ns}
M1000	236,16 ^{ns}	475,97 ^{ns}	380,95 ^{ns}
PROD	368486 ^{ns}	529231,2 ^{ns}	477407,7 ^{ns}

*Significativo pelo teste F (p = 0.05); ^{ns} = não significativo.

Fonte: Autores, 2023.

A variável altura de plantas (AP) diferiu entre os híbridos, destacando o P 3858PWU que atingiu, em média 2,37m, conforme Tabela 4. Dados semelhantes foram observados por Nogueira e Buso (2022), que, ao comparar dois híbridos de milho, identificaram diferença significativa na altura de plantas, com o híbrido P 4285VYHR alcançando 2,02 m. Essa característica é especialmente relevante na cultura do milho, pois, embora plantas mais altas possam indicar maior vigor vegetativo, também representam um risco aumentado de quebras e tombamentos, especialmente em condições de ventos fortes ou manejo inadequado. Esses problemas estruturais podem comprometer tanto a eficiência da colheita quanto a produtividade final da lavoura, conforme destacado por Pereira et al. (2017), que ressaltam que o equilíbrio entre altura e robustez estrutural é essencial para o manejo eficiente e a maximização do rendimento da cultura.

Para a altura de primeira espiga (APE) o híbrido P 3858PWU alcançou, em média, 1,34m, valor superior ao obtido para o híbrido MG 30A37PWU com 1,21m (Tabela 4). Essa variável é fundamental para a eficiência da colheita e o desempenho produtivo no campo, pois uma altura inadequada pode aumentar o risco de tombamento das plantas, elevando as perdas de grãos durante a colheita mecanizada. Em pesquisa conduzida por Silva et al. (2017), que

analisou o comportamento de híbridos de milho sob diferentes fontes nitrogenadas, o híbrido BG7032H destacou-se quanto à altura de inserção da primeira espiga, alcançando a melhor média, de 1,31 m. Kopper et al. (2018) reforçam que a altura de inserção da espiga está diretamente relacionada à produtividade da lavoura, sendo uma característica de grande relevância na escolha de híbridos, já que afeta tanto o manejo quanto os resultados da cultura.

Ao comparar os híbridos avaliados para a variável diâmetro de espiga (DE), o híbrido P 3858PWU destacou-se estatisticamente com média de 49,20 mm, representando um aumento de aproximadamente 8% em relação ao híbrido MG 30A37PWU (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados por Nogueira e Buso (2022), que identificou diferenças estatísticas significativas para o DE entre híbridos, com o MG 580PWU apresentando valores superiores, em torno de 45,5 mm. O diâmetro da espiga é uma característica agrônômica relevante, pois influencia diretamente o número de fileiras de grãos, contribuindo para um maior potencial produtivo, já que está positivamente relacionado à formação de grãos por espiga (Martins; Buso, 2022).

O Comprimento de Espiga (CE) não apresentou diferenças estatísticas entre os híbridos, tão pouco em função dos tratamentos que utilizaram indutor (Tabela 4). Esses resultados corroboram os encontrados de Rios et al. (2022), que também não observaram diferenças significativas para o CE ao avaliar diferentes tratamentos com indutores de resistência (Master Protection e Protótipo A) na cultura do milho. No entanto, Nogueira e Buso (2022) registrou diferenças estatísticas para o CE no híbrido P 4285VYHR, indicando que essa variável pode variar de forma expressiva entre genótipos. O comprimento da espiga é uma característica de grande importância agrônômica, pois impacta diretamente o número de grãos por fileira, refletindo na produtividade de grãos por planta e, consequentemente, no rendimento total da lavoura (Silva et al., 2019).

Tabela 4. Altura de Plantas (AP), Altura da Primeira Espiga (APE), Diâmetro da Espiga (DE), Comprimento da Espiga (CE) de híbridos de milho com doses de indutor.

Híbridos	AP (m)	APE (m)	DE (mm)	CE (mm)
P 3858PWU	2,37a	1,34a	49,20a	136,77a
MG 30A37PWU	2,19b	1,21b	45,45b	141,01a
Tratamentos	AP	APE	DE	CE
T1	2,26	1,27	45,94	133,64
T2	2,27	1,25	47,53	138,79
T3	2,26	1,24	48,10	139,74
T4	2,28	1,28	48,04	144,60
T5	2,28	1,27	47,72	145,17
T6	2,29	1,30	47,14	133,51
T7	2,30	1,29	46,83	136,79
CV (%)	2,84	4,89	3,55	6,51

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 – testemunha, T2 – uma aplicação com a primeira de fungicida (750 mL + 300 mL ha⁻¹), T3 – duas aplicações com fungicida (750 mL + 300 mL ha⁻¹ cada aplicação), T4 – duas aplicações com fungicida (600 mL + 300 mL ha⁻¹ cada aplicação), T5 – uma aplicação com a segunda de fungicida (750 mL + 300 mL ha⁻¹), T6 – uma aplicação com a primeira de fungicida (600 mL + 300 mL ha⁻¹) e T7 – uma aplicação com a segunda de fungicida (600 mL + 300 mL ha⁻¹).

Fonte: Autores, 2023.

O número de fileiras de grãos (NFG) não apresentou diferenças significativas entre as doses aplicadas, mas houve variação estatística ($P < 0,05$) entre os híbridos, com o híbrido P 3858PWU destacando-se com a maior média, de 17,08 fileiras (Tabela 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Martins e Buso (2022), que também observaram diferenças entre híbridos para a mesma variável, com o híbrido B2800VHYR apresentando a melhor média, de 16,77 fileiras. Além disso, Rios et al. (2022) identificaram diferenças significativas entre os tratamentos com indutores de resistência, destacando a aplicação exclusiva de fungicida, o indutor Master Protection na dose de 0,5 L ha⁻¹, tanto isolado quanto combinado com fungicidas, e a aplicação de Prototipo A na mesma dose (0,5 L ha⁻¹), que se mostraram mais eficientes em relação aos demais tratamentos para o NFG. No estudo de Tucker et al. (2020), sobre as famílias de meio-irmão de milho, os resultados para o número de fileiras de grãos (NFG) indicaram que a variância ambiental teve uma influência considerável sobre essa característica. A estimativa de herdabilidade para o NFG foi baixa (0,27), sugerindo que o

ambiente desempenha um papel significativo na variação observada. Isso implica que o NFG é mais sensível às condições ambientais do que à contribuição genética, limitando a eficácia de programas de melhoramento. A pesquisa de Ramadhan (2021) contribui para essa discussão ao destacar que o NFG é afetado por fatores ambientais, como estresse hídrico, deficiências nutricionais, compactação do solo e danos causados a plantas. Esses fatores podem reduzir a expressão genética do NFG, dificultando ainda mais a previsão de ganhos genéticos. Nesse contexto, Ramadhan sugere que o uso de indutores de resistência, que ajudam as plantas a superar estresses bióticos e abióticos, pode ser uma abordagem promissora para otimizar a produção de milho, minimizando as limitações ambientais e favorecendo a manutenção do NFG.

Houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os híbridos no número de grãos por fileira conforme descrito na Tabela 5, com o híbrido MG 30A37PWU se destacando ao apresentar uma média de 34,57 grãos por fileira. No estudo de Murano e Simonetti (2016), a variedade de milho MG 30A37PWU foi avaliada com relação ao número de grãos por espiga. O número de grãos por espiga foi influenciado pela aplicação de diferentes doses de K_2SiO_3 (silicato de potássio) via foliar. O tratamento que obteve o melhor desempenho foi o Tratamento 4, com a aplicação de $2,25 \text{ L ha}^{-1}$ de K_2SiO_3 nas fases de desenvolvimento V2 e V4. Nesse tratamento, o número de grãos por espiga foi superior ao dos demais tratamentos, destacando-se com 300 grãos por espiga. Portanto, a variedade MG 30A37PWU, no contexto deste estudo, demonstrou um bom desempenho em termos de número de grãos por espiga, especialmente com a aplicação da dosagem de silicato de potássio de $2,25 \text{ L ha}^{-1}$, sugerindo que o silício pode ter um impacto positivo na produtividade dessa cultivar de milho.

Em contrapartida, outros estudos como Cunha et al. (2017) não observaram diferenças estatísticas para essa variável nas cultivares de milho que avaliaram. No contexto do estudo, os autores argumentaram que o estresse, particularmente o déficit hídrico, pode afetar negativamente o número de grãos por fileira, resultando em fileiras com menos grãos ou até mesmo grãos mal-formados. Nesse contexto, Bergamaschi et al. (2004) destacaram que o número de grãos por espiga é um dos componentes da produção mais sensíveis ao estresse hídrico, o que reforça a importância de proporcionar condições de cultivo adequadas para garantir a produtividade das plantas e reduzir os impactos negativos do estresse ambiental. Os

resultados reforçam a relevância de práticas de manejo que minimizem os efeitos do estresse ambiental, como a aplicação de insumos adequados, para otimizar a produção de grãos e garantir a produtividade das cultivares de milho. O controle do estresse hídrico, portanto, emerge como um aspecto fundamental para a maximização dos rendimentos e a obtenção de resultados consistentes nas lavouras de milho.

Tabela 5. Número de Fileira de Grãos (NFG), Número de Grãos por Fileira (NGF), Massa de Mil Grãos (M1000) e Produtividade (PROD) de híbridos de milho com doses de silício.

Híbridos	NFG	NGF	M1000 (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
P 3858PWU	17,08a	32,70b	325,27a	6172,66a
MG 30A37PWU	15,18b	34,57a	321,16a	6334,90a
Tratamentos	NFG	NGF	M1000	PROD
T1	16,29	32,54	314,38	6142,23
T2	16,58	34,21	325,63	6356,46
T3	16,38	33,42	331,56	6450,26
T4	15,96	35,08	319,69	5829,67
T5	16,13	34,96	332,81	6524,46
T6	15,67	32,00	325,00	6438,70
T7	15,92	32,25	313,44	6034,69
CV%	5,23	7,50	8,38	10,85

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 – testemunha, T2 – uma aplicação com a primeira de fungicida (750 mL + 300 mL ha⁻¹), T3 – duas aplicações com fungicida (750 mL + 300 mL ha⁻¹ cada aplicação), T4 – duas aplicações com fungicida (600 mL + 300 mL ha⁻¹ cada aplicação), T5 – uma aplicação com a segunda de fungicida (750 mL + 300 mL ha⁻¹), T6 – uma aplicação com a primeira de fungicida (600 mL + 300 mL ha⁻¹) e T7 – uma aplicação com a segunda de fungicida (600 mL + 300 mL ha⁻¹).

Fonte: Autores, 2023.

Quanto às variáveis massa de mil grãos e produtividade, não foram observadas diferenças significativas entre os híbridos e as doses aplicadas (Tabela 5), embora o Tratamento 5 tenha alcançado as maiores médias para ambas as variáveis. O Tratamento 5 resultou em uma produtividade de 6.524,46 kg ha⁻¹, representando um aumento de 5% em relação ao tratamento testemunha, que obteve 6.142,23 kg ha⁻¹. Esse ganho resultou em um incremento de 382,23 kg ha⁻¹ (6,37 sacas).

Perdomo (2017) encontrou resultados semelhantes para produtividade, observando que a interação entre as doses de silício e a produtividade não foi significativa nas plantas de milho

avaliadas. A aplicação de indutores de resistência pode influenciar o metabolismo das plantas, frequentemente realocando os fotoassimilados para o sistema de defesa, o que pode reduzir a taxa líquida de assimilação de carbono, a condutância estomática ao vapor d'água e a taxa de transpiração (Cacique et al., 2020). Isso implica que, embora os indutores melhorem a defesa das plantas contra estresses, eles podem também comprometer a produtividade, pois os recursos energéticos são desviados do crescimento vegetativo para a defesa da planta.

A pesquisa de Rodrigues (2020) demonstrou que a aplicação de silício no solo aumentou o teor de silício nas folhas de milho, melhorando a resistência das plantas ao ataque da lagarta-do-cartucho, mas não teve impacto significativo em características produtivas como o peso de mil grãos, peso fresco e seco, ou produtividade. Isso pode ser atribuído às condições ideais de nutrição e disponibilidade hídrica das plantas, que minimizaram os efeitos do silício. Apesar de não observar efeitos diretos sobre a produção, o silício mostrou-se útil na resistência a pragas, sugerindo seu potencial no manejo integrado de insetos sem comprometer o rendimento da cultura.

Por outro lado, Buso et al. (2017) observaram resultados distintos em sua avaliação do desempenho agrônomo de híbridos de milho, constatando que o híbrido DKB Bi 9438 se destacou estatisticamente pela maior massa de mil grãos, atingindo 318,3 g. Esse híbrido, por apresentar grãos mais densos, conseguiu alcançar uma maior produtividade, evidenciando que características como a densidade do grão podem desempenhar um papel importante na eficiência produtiva de diferentes híbridos.

Com um custo de aproximadamente R\$ 52,50 por aplicação para o indutor Scudero na dose de 750 mL ha⁻¹, a aplicação proporcionou um retorno de R\$ 503,67 em lucratividade adicional, o que se traduziu em cerca de R\$ 451,17 de receita líquida por hectare, considerando o preço da saca de milho cotada a R\$ 79,07 (em 06 de maio de 2025). Esses resultados sugerem que, apesar da ausência de diferenças estatísticas, o uso de indutores de resistência pode trazer benefícios econômicos, com um retorno significativo sobre o investimento.

Conclusões

O híbrido P 3858PWU se destacou em número de fileiras de grãos, enquanto o MG 30A37PWU teve melhor desempenho no número de grãos por fileira, na segunda safra de milho.

O Tratamento 5 com uma aplicação de indutor com a segunda de fungicida na dose de 750 mL + 300 mL ha⁻¹, em estágio V5, promove condições favoráveis para a produtividade em híbridos de milho segunda safra.

Referências

BERGAMASCHI, H.; DAMALGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MULLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.831-839, 2004.

BRITO, R. S.; FERREIRA, J. B.; MOREIRA, J. G. V. Desenvolvimento inicial do milho em resposta a adubação complementar de rochagem. **Scientific Electronic Archives**, v.16, n.5, p.71-76 2023.

BUSO, W. H. D.; SILVA, L. B.; SILVA, S. M. C.; LEÃO JÚNIOR, L. A. Desempenho agrônomo de híbridos de milho em três épocas de semeadura no Cerrado goiano. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.4, n.4, p.46-52, 2017.

CACIQUE, I. S.; PINTO, L. F.; AUCIQUE-PÉREZ, C. E.; WORDELL FILHO, J. A.; RODRIGUES, F. A. Insights fisiológicos e bioquímicos sobre o nível basal de resistência de dois híbridos de milho em resposta à infecção por *Fusarium verticillioides*. **Plant physiology and biochemistry**, v.152, p.194-210, 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira 12º levantamento safra 2023/24 Grãos**. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 18/11/2024.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira 6º levantamento safra 2024/25 Grãos**. 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 30/03/2025.

CUNHA, A. S. S.; JESUS, J. M. I.; BUSO, W. H. D. Desempenho de milho crioulo e híbrido sob a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no cerrado. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.11, n.1, p.45-51, 2017.

KOPPER, C. V.; MEERT, L.; KRENSKI, A.; BORGHI, W. A.; OLIVEIRA NETO, A. M.; FIGUEIREDO, A. S. T. Características agrônômicas e produtividade de milho segunda safra em função da velocidade de semeadura e população de plantas. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 22, 2018.

MARTINS, J. V S. **Elicitores de resistência no manejo de *Fusarium* sp. em milho.** 2019. 51f. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso- Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, 2019.

MARTINS, M. M.; BUSO, W. H. D. Enraizadores no tratamento de sementes em híbridos de milho. **Revista Mirante**, Anápolis, v.15, n.2, p.165-175, 2022.

MELO, H. C. **Plantas: Biologia Sensorial, Comunicação, Memória e Inteligência.** Editora Appris, 2021.

MURANO, M. F.; SIMONETTI, A. P. M. M. Aplicação foliar de silício no milho 2ª safra: Influência na produtividade. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v.9, n.4, p.145–154, 2016.

NOGUEIRA, V. S.; BUSO, W. H. D. Desempenho produtivo de híbridos de milho submetidos à aplicação foliar de magnésio. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v.11, n.7, e53111730323, 2022.

OLIVEIRA, M. D. M.; VARANDA, C. M. R.; FÉLIX, M. R. F. Induced resistance during the interaction pathogen x plant and the use of resistance inducers. **Phytochemistry letters**, v. 15, p. 152-158, 2016.

PASCHOLATI, S. F.; DALIO, R. J. D. **Fisiologia do parasitismo: como as plantas se defendem dos patógenos. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos.** Tradução. Ouro Fino: Agrônômica Ceres, 2018. v. 1.

PASCHOLATI, S. F.; MELO, T. A.; DALIO, R. J. D. Indução de resistência contra patógenos: definição e perspectivas de uso. **Visão Agrícola**, v. 13. 2015.

PEREIRA, B. T. V.; LOPES, L. E.; FERREIRA, I. B. P. A.; VILAS-BOAS, J. K.; AGUILERA, J. G. Crescimento inicial do milho em resposta a aplicação de enraizadores. **Trends in Agricultural and Environmental Sciences**, p. e240012-e240012, 2024.

PEREIRA, L. B.; MACHADO, D. S.; ALVES FILHO, D. C. Características agrônômicas da planta e produtividade da silagem de milho submetido a diferentes arranjos populacionais. **Magistra**, v. 29, n. 1, p. 18-27, 2017.

PINHEIRO, L. S.; GATTI, V. C.M.; OLIVEIRA, J. T.; SILVA, J. N.; SILVA, V. F. S.; SILVA, P. A. Características agro econômicas do milho: uma revisão. **Natural Resources**, v. 11, n. 2, p. 13-21, 2021.

RAMADHAN, M. N. Produtividade e componentes de produtividade do milho e propriedades físicas do solo afetadas por práticas de cultivo e cobertura orgânica. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 12, p. 7152-7159, 2021.

RIOS, A. D. F., SANTOS, M. P. & BUSO, W. H. D. Indutores de resistência incrementam a produtividade e reduzem severidade da ferrugem na cultura do milho. **Scientific Electronic Archives**, v.15, n.7, 2022.

SANTOS, L. C.; SILVA, G. A. M.; ABRANCHES, M. O.; ROCHA, J. L. A.; SILVA, S. T. A.; RIBEIRO, M. D. S.; GOMES, V. R.; SEVERO, P. J. S.; BRILHANTE, C. L.; SOUSA, F. Q. The role of silicon in plants. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 7, p. e3810716247, 2021.

SILVA, K. C. L.; SANTOS, W. F.; AFFERI, F. S.; PELUZIO, J. M.; SODRÉ, L. F. Diversidade genética em genótipos de milho de plantio tardio sob diferentes níveis de nitrogênio no Tocantins. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 6, n. 3, p. 92-100, 2019.

SILVA, W. R.; BUSO, W. H. D.; FIRMIANO, R. S.; SILVA, J. M. G. Comportamento de híbridos de milho com diferentes fontes nitrogenadas para o vale de são patrício. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v.8, n.2, p.52-61, 2017.

TUCKER, S. L.; DOHLEMAN, F. G.; GRAPOV, D.; FLAGEL, L.; YANG, S.; WEGENER, K. M.; KOSOLA, K.; SWARUP, S.; RAPP, R. A.; BEDAIR, M.; HALLS, S. C.; GLENN, K. C.; HALL, M. A.; ALLEN, E.; RICE, E. A. Evaluating maize phenotypic variance, heritability, and yield relationships at multiple biological scales across agronomically relevant environments. **Plant, Cell & Environment**, v. 43, n. 4, p. 880-902, 200