

USO DE INDUTOR DE RESISTÊNCIA ASSOCIADO A FUNGICIDA NA CULTURA DO MILHO

APPLICATION OF RESISTANCE INDUCERS COMBINED WITH FUNGICIDES IN MAIZE CULTIVATION

WINNIE MARTINS AMARO GOMES

Graduando em Agronomia do Instituto Federal Goiano, Ceres (GO)
winnie.martins2@gmail.com

WILIAN HENRIQUE DINIZ BUSO

Professor do Instituto Federal Goiano, Ceres (GO)
wilian.buso@ifgoiano.edu.br

Resumo: O milho é uma das culturas mais importantes do Brasil, caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Objetivou com a pesquisa avaliar as características agrônomicas e produtivas da cultura do milho submetida ao uso de indutor de resistência e fungicida, no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso composto por 6 tratamentos (T1: Testemunha, T2: 1 aplicação do indutor ($0,8 \text{ L ha}^{-1}$), T3: 1 aplicação do fungicida ($0,8 \text{ L ha}^{-1}$), T4: 1 aplicação do indutor ($0,8 \text{ L ha}^{-1}$) com fungicida ($0,8 \text{ L ha}^{-1}$), T5: 2 aplicações do indutor ($0,8 \text{ L ha}^{-1} + 0,8 \text{ L ha}^{-1}$) com fungicida ($0,8 \text{ L ha}^{-1} + 0,8 \text{ L ha}^{-1}$), T6: 2 aplicações do indutor ($0,8 \text{ L ha}^{-1} + 0,8 \text{ L ha}^{-1}$) com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de quatro linhas de cinco metros com espaçamento de 0,50 m, considerando-se como área útil as duas linhas centrais, desprezando-se 0,50 m de bordadura nas extremidades. As variáveis analisadas foram: Altura de planta (AP); altura da espiga (AE); comprimento da espiga (CE); número de fileiras de grãos por espiga (NFGE); número de grãos por fileira; massa de mil grãos e a produtividade. Os resultados obtidos não apresentaram diferença estatística. O tratamento 5 (2 aplicações do indutor com fungicida) teve produtividade de $5192,5 \text{ kg ha}^{-1}$, produziu 24,92% a mais em relação a testemunha, com $4156,5 \text{ kg ha}^{-1}$, mostrando ser assim a melhor opção de uso do indutor de resistência para as condições que a pesquisa foi realizada.

Palavras-chave: *Zea mays*. Produtividade. Fitossanidade.

Abstract: Corn is one of the most important crops in Brazil, characterized by its various uses, ranging from animal feed to high-tech industry applications. This study aimed to evaluate the agronomic and productive characteristics of corn subjected to the use of resistance inducers and fungicides at the Instituto Federal Goiano – Ceres Campus. The experimental design was a randomized block design with 6 treatments (T1: Control, T2: 1 application of the inducer (0.8 L ha^{-1}), T3: 1 application of the fungicide (0.8 L ha^{-1}), T4: 1 application of the inducer (0.8 L ha^{-1}) with fungicide (0.8 L ha^{-1}), T5: 2 applications of the inducer ($0.8 \text{ L ha}^{-1} + 0.8 \text{ L ha}^{-1}$) with fungicide ($0.8 \text{ L ha}^{-1} + 0.8 \text{ L ha}^{-1}$), T6: 2 applications of the inducer ($0.8 \text{ L ha}^{-1} + 0.8 \text{ L ha}^{-1}$) with four replications. The plots consisted of four rows of five meters with a spacing of 0.50 m, with the two central rows considered as the useful area, excluding 0.50 m of border at the ends. The analyzed variables were: Plant Height (PH); Ear Height (EH); Ear Length (EL); Number of Rows of Kernels per Ear (NRKE); Number of Kernels per Row (NKR); Thousand-Kernel Weight (TKW); and Yield. The results showed no statistical difference. Treatment 5 (2 applications of the inducer with fungicide) had a productivity of $5192.5 \text{ kg ha}^{-1}$, showing 24.92% more than the control, with $4156.5 \text{ kg ha}^{-1}$, thus proving to be the best treatment.

Keywords: *Zea mays*. Yield. Phytosanitar

Introdução

O milho (*Zea mays*) tem uma grande importância no mercado brasileiro, por ser uma das principais fontes de nutrição animal, ressalta-se a relevância que o milho apresenta nos custos de produção de ração na economia brasileira. A Embrapa (2022) relata que o milho na nutrição animal foi responsável por 72,4% do índice de custo de produção de frango e por 79,6% do índice de produção de suíno. O milho é utilizado como principal fonte de energia na formulação de dietas para aves e suínos, participando em até 80% do volume da composição das dietas.

O Brasil conta com uma área destinada à produção de milho de 20.863.000 hectares, e produção de 115.859.000 toneladas. Para o ano de 2024, a produtividade estimada de milho no Brasil é de 5.553 kg ha⁻¹ (CONAB, 2024).

Em culturas de grãos como milho, arroz e sorgo, a sílica é depositada na forma de corpos silicosos, principalmente nas células epidérmicas, que são siliciosas e buliformes, e nos estômatos e tricomas foliares (CURRIE; PERRY, 2007). De acordo com Kaya et al. (2006), a adição de silício aumentou a tolerância ao estresse hídrico em mudas de milho, mantendo a permeabilidade da membrana.

Diante da crescente escassez hídrica, é fundamental buscar e adotar estratégias que sejam capazes de aumentar a eficiência do uso da água na produção agrícola. Por exemplo, o silício, elemento não essencial às plantas, está associado a diversos efeitos benéficos, pois sua presença no tecido vegetal, principalmente quando submetido a algum tipo de estresse, pode aumentar a eficiência do uso da água por formar uma dupla camada de sílica cuticular que reduz a perda de água pela transpiração devido ao acúmulo de Si nos órgãos, podendo ser de grande importância em regiões onde o período de seca é longo e severo (CHAVES et al., 2013; LIMA et al., 2011). Além disso, pesquisas mostram que a aplicação foliar de silício pode estimular a absorção do silício e de outros nutrientes (MIRANDA et al., 2018).

O milho é suscetível a incidência de doenças causadas por fungos, tais quais dependem de vários fatores como região onde foi cultivado, época do ano, tipo de clima, temperatura, entre outros. A incidência dessas doenças na cultura do milho pode gerar

perdas para o produtor, fazendo-se necessário o controle químico no manejo dessas doenças, possibilitando suprimir as perdas e mantendo a qualidade do produto colhido. Entre as principais medidas de controle estão à utilização de cultivares resistentes, a eliminação de plantas hospedeiras e evitar plantios em épocas desfavoráveis, quando as condições climáticas são altamente favoráveis ao desenvolvimento da doença (BALMER; PEREIRA, 1987).

A maioria dos programas de melhoramento tem como principal foco a criação de linhagens resistentes, sendo o método mais eficaz e econômico de controle de doenças, principalmente se aliado à resistência a parâmetros agrônômicos de importância econômica (PEREIRA et al., 1985). Os resultados geralmente são vistos como aumento de produtividade em comparação com áreas não pulverizadas (PINTO, 2004). O uso de fungicidas dos grupos químicos como triazóis e estrobilurinas tem sido importante para o manejo de doenças em híbridos de milho (DUARTE et al., 2009).

Diante do exposto, objetivou com essa pesquisa avaliar as características agrônômicas e produtivas da cultura do milho submetida ao uso de indutor de resistência associado ou não com fungicida.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, coordenadas latitude S 15°21'12.7", longitude W 49°36'18.7" e altitude de 564 m, no município de Ceres, GO, Brasil, na safreinha 2024. O clima na região é Aw, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seco na temporada de inverno.

Para a avaliação da fertilidade do solo foi feita coleta de amostras de solo na profundidade, de 0 - 20 cm, para análises físico-químicas, tendo a análise apresentado os seguintes resultados: Ca = 3,3 (cmolc dm⁻³); Mg = 1,8 (cmolc dm⁻³); Al = 0,1 (cmolc dm⁻³); H+Al 1,3 (cmolc dm⁻³); P = 15,4 (mg dm⁻³); K = 182,5 (mg dm⁻³); pH = 6,5 (CaCl₂); saturação por bases 81,04 % e M.O. = 15,2 g dm⁻³; argila 42,3 %.

A área foi dessecada com 3 L ha⁻¹ de glifosato cinco dias antes da semeadura,

que foi realizada em 14/02/2024. A semeadura foi mecanizada, em sistema de plantio direto, com espaçamento de 0,50 m, utilizando-se três sementes por metro linear da cultivar P3601 PWU, com sementes tratadas industrialmente. Na adubação de base foram aplicados 16 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação de cobertura ocorreu em 7/03/2024, com a aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de K₂O. O controle fitossanitário para insetos para condução do experimento seguiu as recomendações técnicas para a cultura do milho. Para controle de plantas daninhas aplicou 3 L ha⁻¹ do herbicida Glifosato em V2.

O delineamento foi em blocos ao acaso composto por seis tratamentos com aplicação de Indutor de Resistência à base de Silício (Scudero: Silício 2,75%) e fungicida (Nativo: trifloxistrobina 10% + tebuconazol 20%), com quatro repetições, os tratamentos estão descritos na Tabela 1. Foram realizadas duas aplicações, sendo a primeira no dia 05/03/2024 no estágio fenológico V3 e a segunda no dia 26/03/2024, no estágio V6.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos utilizados com aplicação de Indutor de Resistência e Fungicida na cultura do milho em Ceres – GO, 2024.

Tratamento	Descrição dos tratamentos
T1	Testemunha
T2	Uma aplicação do indutor (0,8 L ha ⁻¹)
T3	Uma aplicação do fungicida (0,8 L ha ⁻¹)
T4	Uma aplicação do indutor com fungicida (0,8 L ha ⁻¹ + 0,8 L ha ⁻¹)
T5	Duas aplicações do indutor com fungicida (0,8 L ha ⁻¹ + 0,8 L ha ⁻¹)
T6	Duas aplicações do indutor (0,8 L ha ⁻¹ + 0,8 L ha ⁻¹)

Fonte: Os autores

As parcelas foram constituídas de quatro linhas de cinco metros com espaçamento de 0,50 m, considerando-se como área útil as duas linhas centrais, desprezando-se 0,50 m de bordadura nas extremidades.

As variáveis analisadas foram: Altura de planta (AP); altura da espiga (AE); comprimento da espiga (CE); número de fileiras de grãos por espiga (NFGE); número de grãos por fileira (NGF); massa de mil grãos (M1000). Para tanto, foram colhidas três plantas aleatórias no dia anterior a colheita. Para a variável produtividade (kg ha⁻¹) foi realizado colheita manual das espigas no dia 25/06/2024, debulhada em debulhador

tratorizado e a massa de grãos foi pesado em balança de precisão para então ser feito o cálculo da produtividade. A umidade dos grãos foi corrigida para 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância. As análises foram realizadas com auxílio do software estatístico R, versão 4.2.0.

Resultados e discussão

O resumo da ANOVA está representado pelo quadrado médio na Tabela 2, pelos dados observa que não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos. O Coeficiente de Variação (CV), é uma medida de precisão do experimento, no qual podem apresentar alta precisão (<10%), precisão moderada (>10% <20%), e acima de 20% indicam baixa precisão (MONTGOMERY et al., 2014). Para as variáveis M1000 e PROD, notou-se variabilidade moderada, o que pode sugerir que as medições podem ter sido influenciadas por fatores não controlados ou variabilidade intrínseca na produtividade do milho. De modo geral pode-se considerar que a precisão experimental foi alta, pois, 71,42% dos caracteres agrônômicos determinados apresentaram CV inferior a 10%, conforme proposta de classificação da precisão experimental descrita em Scarpim et al. (1995).

A Altura de Planta (AP) se destacou com 1,96% de acréscimo (T6: duas aplicações do indutor, com 2,6 m) em relação à testemunha, que foi de 2,55 m. Altura de Espiga (AE) variou entre 2% (T2: 1 aplicação do indutor, com 1,01 m) e 10% (T5: 2 aplicações do indutor com fungicida, apresentando 1,09 m) em relação à testemunha. Tais resultados foram estatisticamente iguais (Tabela 3), e estão de acordo com vários dados de pesquisas, corroborando com Almeida (2020), que ao avaliar a indução de resistência em milho por acibenzolar-S-metílico não observou incrementos significativos nos tratamentos aplicados para AP e AE. A AP e a AE são características morfoagronômicas relevantes para a produtividade, estando diretamente relacionadas à resistência ao acamamento. Quando há uma relação desproporcional entre altura da planta e altura de inserção da espiga, o centro de gravidade se eleva, favorecendo o acamamento (LIU et al., 2021).

Nesse sentido, os autores destacam que a avaliação da AP e AE em híbridos de

milho é fundamental, pois esses atributos influenciam diretamente o índice de acamamento e as perdas de grãos durante a colheita.

Tabela 2: Quadrados médios das variáveis analisadas, altura de planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento da espiga (CE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), número grãos por fileira (NGF), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de milho com aplicação de indutor de resistência associado a fungicida na safra 2024.

Variáveis	Safrinha 2024			CV (%)
	Quadrado Médio (Análise de Variância)			
	Tratamento	Bloco	Resíduo	
AP	0,0016 ^{ns}	0,0016	0,0069	3,23
AE	0,0043 ^{ns}	0,0368	0,0093	9,38
CE	89,8722 ^{ns}	82,6289	86,6288	4,86
NFGE	0,9809 ^{ns}	0,0897	0,4327	3,87
NGF	2,5318 ^{ns}	0,5224	2,365	3,93
M1000	1569,7695 ^{ns}	4299,6199	668,4653	10,64
PROD	511421,9 ^{ns}	1061235,8	596497	16,89
GL	5	3	15	-

ns = não significativo, * significativo a 5% pelo teste de Tukey. GL= grau de liberdade. Fonte: Os autores.

Tabela 3: Valores médios para altura de planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento da espiga (CE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), número grãos por fileira (NGF), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de milho com aplicação de indutor de resistência associado a fungicida na safra 2024.

Tratamento	Safrinha 2024 – Milho						
	Características Agronômicas e de Produtividade						
	AP (m)	AE (m)	CE (mm)	NFGE	NGF	M1000 (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
T1	2,55 a	0,99 a	187,74 a	17,33 a	38,74 a	238,88 a	4156,5 a
T2	2,58 a	1,01 a	198,24 a	16,99 a	40,41 a	245,15 a	4388,5 a
T3	2,56 a	1,03 a	193,99 a	16,33 a	39,66 a	270,50 a	4656,5 a
T4	2,58 a	1,02 a	184,99 a	16,99 a	38,58 a	218,18 a	4388,5 a
T5	2,55 a	1,09 a	193,58 a	16,66 a	39,07 a	225,62 a	5192,5 a
T6	2,60 a	1,03 a	191,32 a	17,74 a	38,24 a	259,32 a	4656,5 a
CV (%)	3,23	9,38	4,86	3,87	3,93	10,64	16,89

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. T1: Testemunha, T2: 1 aplicação do indutor (0,8 L ha⁻¹), T3: 1 aplicação do fungicida (0,8 L ha⁻¹), T4: 1 aplicação do indutor com fungicida (0,8 L ha⁻¹ + 0,8 L ha⁻¹), T5: 2 aplicações do indutor com fungicida (0,8 L ha⁻¹ + 0,8 L ha⁻¹), T6: 2 aplicações do indutor (0,8 L ha⁻¹ + 0,8 L ha⁻¹). Fonte: Os autores.

Para a variável Comprimento da Espiga (CE), a testemunha apresentou o valor médio de 187,74 mm. No Tratamento 2 (T:2 uma aplicação do indutor) apresentou acréscimo de 3,10% em relação à testemunha, com 198,24 mm (Tabela 3). Este acréscimo pode ser atribuído à aplicação de silício, que, ao ser absorvido pela planta, deposita-se na parede celular, formando uma camada de sílica que contribui para o enrijecimento das estruturas vegetais, aumentando sua resistência a estresses bióticos e abióticos (JORGE; MARTINS, 2020; AGROLINK, 2022). Essa precipitação está ligada ao aumento da resistência da parede celular, resistência das plantas à incidência de doenças e pragas, regulação da evapotranspiração, aumento da rigidez estrutural, melhoria na arquitetura da planta, menor sombreamento de folhas eretas, aumento da taxa fotossintética, tolerância a elementos tóxicos, e por fim, aumento da produtividade (VILELA, 2009). Assim, o aumento percentual no CE pode ser resultado da melhor sanidade da planta proporcionada pela

O Número de Fileiras de Grãos por Espiga (NFGE) apresentou média de 17,33 fileiras no T1 (Testemunha). No tratamento T6 (2 aplicações do indutor) média de 17,74 fileiras, um acréscimo de 2,31% em relação a testemunha (Tabela 3). Todos os demais tratamentos houve decréscimo na média do NFGE em relação a testemunha, entre 1 a 6%. A produtividade de grãos de milho é determinada pelo número médio de fileiras de grãos por espiga, número médio de grãos por fileira, densidade de plantas, prolificidade, e massa média do grão (BALBINOT JR et al., 2004).

Na Tabela 3, observa-se que os valores médios de NGF variaram entre 38,24 e 40,41 grãos por fileira, demonstrando que os diferentes tratamentos aplicados promovem incrementos percentuais no valores médios de NGF, refletindo os efeitos das práticas adotadas durante esse estágio do desenvolvimento da cultura. A planta de milho começa a definir o NGF no estágio V5 e, dependendo do ciclo de crescimento, essa definição pode se estender até o estágio V12, sendo normalmente concluída por volta do estágio V8 (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

Os resultados apresentados para massa de mil grãos (M1000), embora similares estatisticamente, mostram variação entre 2 e 14% em relação a testemunha, com exceção

do T4 (1 aplicação do indutor com fungicida) e T6 (2 aplicações do indutor com fungicida), que decresceram em 8,66% e 5,55%, respectivamente. O T3 (1 aplicação do fungicida) apresentou 270,5 g, cujo resultado foi de 13,23% a mais que a testemunha, com 238,8 g. Gonçalves et al. (2012) relataram que o uso de fungicida (piraclostrobina + epoxiconazole) proporcionou aumento da M1000 na safrinha. Já Vilela et al. (2012) não encontraram diferença para M1000 com a aplicação foliar dos fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol e azoxistrobina + ciproconazol no pré-pendoamento do milho.

A produtividade (PROD) no tratamento T5 (2 aplicações do indutor com fungicida), apresentou média de 5192,5 kg ha⁻¹, resultando em um acréscimo de 24,92%, em relação a testemunha, que teve produtividade de 4156,5 kg ha⁻¹ (Tabela 3). A redistribuição de fotoassimilados beneficia a planta pela síntese de proteínas (enzimas) relacionadas à defesa contra patógenos, como quitinases e peroxidases (CAVALCANTI et al. 2006, ISHIDA et al. 2008). No entanto, isso pode iniciar um processo de competição pelo custo energético com outras proteínas essenciais para o metabolismo primário e o crescimento e desenvolvimento normais da planta (Barros, 2011), o que pode não impactar a produtividade. Em experimentos de campo, Neumann et al. (2016) aplicaram o indutor de resistência acibenzolar-S-methyl (ASM) via foliar em plantas de milho e observaram a redução de doenças fúngicas foliares, como helmintosporiose e mancha branca, sem, no entanto, aumentar o rendimento de grãos. No presente estudo, notou-se que a presença de indutores de resistência, combinados ou não com fungicidas, não aumentou estatisticamente a produtividade, contudo apresentou variação positiva entre 5 e 25% a mais de rendimento de grãos em relação a testemunha. Isso indica o potencial dos indutores de resistência, quando associados com fungicidas, para potencializar processos fisiológicos e/ou bioquímicos da planta, resultando em incremento na produtividade.

Do ponto de vista estatístico os tratamentos não apresentaram diferença significativa, porém, o uso de indutor de resistência combinado com fungicida tende a melhorar a tolerância da planta a ação de patógenos e assim, contribuir com incrementos no rendimento de grãos (CACIQUE et al., 2020).

Considerando o valor do indutor a base de silício, em Goiás, de R\$ 49,20 reais ha⁻¹

¹ e fungicida de R\$ 82,40 reais ha⁻¹ cada aplicação, no T5 (duas aplicações do indutor com fungicida), o custo dos produtos nas duas aplicações somadas foi de R\$ 263,20 reais ha⁻¹. Tendo em vista o potencial de retorno em produtividade que o citado manejo apresentou para as condições de cultivo do presente trabalho e o valor médio da saca de milho grão no mês de julho de 2024, em Goiás, estava em torno de R\$ 44,40 (CONAB, 2024). Obteve uma receita bruta de R\$ 766,78 reais ha⁻¹. Descontando os custos dos produtos, a receita líquida foi de R\$ 503,58 reais ha⁻¹.

Conclusão

Sob as condições experimentais deste estudo, a aplicação de indutor de resistência, isoladamente ou em combinação com fungicida, não resultou em melhorias estatísticas significativas.

O melhor tratamento para a variável produtividade foi o T5 (2 aplicações do indutor com fungicida), resultando em acréscimo de 24,92% em relação a testemunha.

Referências

ALMEIDA, C. A. **Efeito do Acibenzolar-S-metílico e filtrado da suspensão de células de *Streptomyces scabies* na indução de resistência de plantas de milho ao enfazamento vermelho causado por fitoplasma.** 2020. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-12012021-091341/>. Acesso em: 1 jun. 2025.

BALBINOT JR, A. A.; BACKES, R. L.; ALVES, A. C.; OGLIARI, J. B.; FONSECA, J. A. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Revista brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.2, p.161-166, 2004.

BALMER, E.; PEREIRA O.A.P. **Doenças do milho.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.595-634

BARROS, R. Estudo sobre a aplicação foliar de acibenzolar-S-metil para indução de resistência à ferrugem asiática em soja e cercosporiose em milho. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.78, n.4, p.519-528, 2011.

CACIQUE, I.S., PINTO, L.F.C.C., AUCIQUE-PÉREZ, C.E., WORDELL, J.A., RODRIGUES, F.A. Physiological and biochemical insights into the basal level of resistance of two maize hybrids in response to *Fusarium verticillioides* infection. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.152, p.194-210, 2020.

CAVALCANTI, F.R., RESENDE, M.L.V., ZACARONI, A.B., RIBEIRO JÚNIOR, P.M., COSTA, J.C.B., SOUZA, R.M. Acibenzolar-S-metil e Ecolifena indução de respostas de defesa do tomateiro contra a mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, p.372-380, 2006.

CHAVES, L.H.G.; DANTAS NETO, j.; Fernandes, J.D. Adubação silicatada e lâminas de irrigação no crescimento e produção da cana-de-açúcar. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.6, n.3, p.67-78, 2013.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim de Monitoramento Agrícola**, Brasília, DF, v. 13, n. 07, julho 2024.

CURRIE H.A.; PERRY, C.C. Silica in plants: Biological, biochemical and chemical studies. **Annals of Botany**, Londres, v.100, p.1383-1389, 2007.

DUARTE, R.P.; JULIATTI, F.C.; FEITAS, P.T. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.25, n.4, p.101- 111, 2009.

EMBRAPA, Aves e Suínos – **Central de Inteligência de Aves e Suínos (CIAS)**. (2023) Disponível em <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias>> Acesso em 10/07/2024.

GONÇALVES, M.E.M.P.; GONÇALVES, J. D.; SILVA, A.G.; CAMPOS, H.D.; SIMON, G.A.; SANTOS, C.J.L.; SOUSA, M.A. Viabilidade do controle químico de doenças foliares em híbridos de milho no plantio de safrinha. **Revista Nucleus**, Ituverava, v.9, n.1, p.49-62, 2012.

ISHIDA, A.K.N.; SOUZA, R.M.; RESENDE, M.L.V.; CAVALCANTI, F.R.; OLIVEIRA, D.L.; POZZA, E.A. Rhizobacterium and acibenzolar-S-methyl (ASM) in resistance induction against bacterial blight and expression of defense responses in cotton. **Tropical Plant Pathology**, v.33, p.27-37, 2008

JORGE, T. C.; MARTINS, A. C. **Importância do silício para sua lavoura**. *Revista Campo & Negócios*, 2020. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/importancia-do-silicio-para-sua-lavoura/>. Acesso em: 1 jun. 2025.

KAYA, C.; TUNA, L.; HIGG, S.D. Effects of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water-stress conditions. **Journal of Plant Nutrition**, Londres, v.29, n.8, p.1469-1480, 2006.

LIMA, M.A.; CASTRO, V.F.; VIDAL, J.B.; ENEAS FILHO, J. Aplicação de silício em milho e feijão-de corda sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.2, p.398-403, 2011.

LIU, D.; YAN, Z.; CHEN, Y.; JIA, X.; LI, H.; WANG, Q. Effects of elevated temperature on maize stem growth, lodging resistance characters and yield. **Scientia Agricultura Sinica**, Beijing, v.54, n.17, p.3609–3622, 2021. Disponível em: <https://www.chinaagrisci.com/EN/abstract/abstract21751.shtml>. Acesso em: 1 jun. 2025.

MAGALHÃES, P.C., DURÃES, F.O.M. **Fisiologia da produção de milho. Embrapa Milho e Sorgo**. Circular Técnica 76, 2006. 10p.

MIRANDA, P.S.; MORAES, T.R.; SANTOS, J.R.E.; CARVALHO, F.D.; VIANA, J.P.; PEREZ-MALUF, R. Aplicação de silício na cultura do milho. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v.16, n.1, p.1-6, 2018.

MONTGOMERY, D. C. RUNGER, G. C. Applied Statistics and Probability for Engineers. **John Wiley & Sons**, New Jersey, v.5, p.98–115, 2014.

PEREIRA, A.A.; ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M. Melhoramento visando a resistência a doenças. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.122, p.82-92, 1985.

PINTO, N.F.J.A. Controle químico de doenças foliares em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, n.1, p.134-138, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v3n01p%25p> Acesso em 09/07/2024

United States Department of Agriculture – USDA. **Foreign Agricultural Service – FAS**. Foreign Agricultural Service – FAS. (2023). Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> Acesso em 09/07/2024.

VILELA, H. As fontes de silício (silicatos). *Agronomia: Artigos Científicos*, 2009. Disponível em: http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_fontes_silicio_brasil.htm Acesso em 12/08/2024.

VILELA, R.G.; ARF, O.; KAPPES, C.; KANEKO, F.H.; GITTI, D.C.; FERREIRA, J.P. Desempenho agronômico de híbridos de milho em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.1, p.25-33, 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/11672/8229>. Acesso em 13/08/2024.