

Desempenho agronômico de milho submetido a aplicação de fungicida e bioestimulante

Agronomic performance of corn subjected to fungicide and biostimulant application

Cássio do Prado Borges¹, Deise Kelle Barbosa Ferreira², Aracy Camilla Tardin Pinheiro Bezerra³, Carlos Gabriel Oliveira Mattos⁴, Edésio Fialho dos Reis⁵, Antônio Paulino da Costa Netto⁶

RESUMO: A aplicação de fungicidas ou bioestimulantes tem o potencial de desencadear efeitos fisiológicos nas culturas agrícolas, influenciando diretamente a produtividade. No entanto, a escassez de informações acerca da aplicação simultânea dessas moléculas impede a compreensão dos impactos conjuntos dessas substâncias nas plantas. Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação, isolada ou combinada, de fungicidas e bioestimulantes, em diferentes épocas de aplicação, sobre caracteres agronômicos do milho cultivado em primeira e segunda safra, durante o ano agrícola 2016/2017, em Jataí, Goiás. Os tratamentos consistiram na aplicação foliar de fungicidas e bioestimulantes, isoladamente ou em conjunto, nos estágios fenológicos V4 e VT. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com três repetições. Os caracteres agronômicos avaliados incluíram: altura de planta e de inserção de espiga, número de fileiras de grãos por espiga e de grãos por fileira e produtividade. Os resultados revelaram que não houve efeito, na primeira safra, da aplicação de fungicida e a combinação com bioestimulante. Entretanto, na segunda safra, a aplicação resultou em melhorias em todos os caracteres agronômicos. Esses resultados realçam a importância da análise da aplicação combinada de fungicidas e bioestimulantes para otimizar o desempenho agronômico, destacando a relevância dessa abordagem em diferentes fases do desenvolvimento da cultura.

Palavras-chave: Fitorreguladores; Produtividade de grãos; *Zea mays* L.

ABSTRACT: The application of fungicides or biostimulants has the potential to trigger physiological effects in agricultural crops, directly influencing productivity. However, the scarcity of information regarding the simultaneous application of these molecules impedes the understanding of the combined impacts of these substances on plants. Thus, the objective was to evaluate the effects of the application, isolated or combined, of fungicides and biostimulants, at different application times, on agronomic traits of maize cultivated in the first and second crops during the 2016/2017 agricultural year in Jataí, Goiás. The treatments consisted of foliar application of fungicides and biostimulants, alone or in combination, at the V4 and VT phenological stages. The experimental design adopted was randomized complete blocks, with three replications. The agronomic traits evaluated included plant height, ear insertion height, number of rows per ear, number of grains per row, and yield. The results revealed that there was no effect, in the first crop, of fungicide application alone or in combination with biostimulant. However, in the second crop, the application resulted in improvements in all agronomic traits. These results highlight the importance of analyzing the combined application of fungicides and biostimulants to optimize agronomic performance, emphasizing the relevance of this approach at different stages of crop development.

Keywords: Grain yield; Plant growth regulators; *Zea mays* L.

Autor correspondente: Antônio Paulino da Costa Netto
E-mail: apcnetto@ufj.edu.br

Recebido em: 2024-04-17
Aceito em: 2025-12-02

¹ Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Jataí (GO), Brasil.

² Mestra em Agronomia pela Universidade Federal de Jataí (UFJ), Jataí (GO), Brasil.

³ Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG), Brasil.

⁴ Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Jataí (UFJ), Jataí (GO), Brasil.

⁵ Doutor em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor Titular da Universidade Federal de Jataí (UFJ), Jataí (GO), Brasil.

⁶ Doutor em Biologia Funcional e Molecular pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor Associado da Universidade Federal de Jataí (UFJ), Jataí (GO), Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O melhoramento genético vegetal e a implementação de práticas agronômicas inovadoras têm desempenhado um papel fundamental na otimização da produtividade das culturas agrícolas. Em particular, o cultivo de híbridos de milho representa uma estratégia crucial para atender à crescente demanda por alimentos (Neto; Boscaini, 2019). Contudo, desafios associados à presença de patógenos e a necessidade de maximizar a eficiência produtiva têm instigado pesquisas sobre novas abordagens de manejo (Martins *et al.*, 2022; Guamán-Sarango *et al.*, 2023).

A introdução de espécies, até então não cultivadas em determinadas regiões, e a prolongada permanência das culturas no campo devido ao monocultivo têm gerado preocupações quanto à incidência de patógenos, impactando diretamente a produtividade e a qualidade dos produtos obtidos (Neto; Boscaini, 2019). O enfrentamento desses desafios exige estratégias eficazes. Apesar da adoção de híbridos resistentes ou tolerantes ser empregada como controle preventivo, o controle químico via tratamento de sementes e aplicação foliar de fungicidas atua como medida mais utilizada por ser altamente eficiente e economicamente viável (Sukenski; Gheller, 2023).

Dentre os grupos de fungicidas destacam-se os princípios ativos triazol e estrobilurinas (Reis *et al.*, 2016; Neto; Boscaini; Da Costa, 2020). Além do controle direto de patógenos, evidências recentes apontam que essas moléculas podem desencadear alterações fisiológicas nas plantas (Reis *et al.*, 2016). Diversos estudos ressaltam mudanças como o aumento no teor de clorofila, maior assimilação de nitrogênio por meio da atividade da enzima nitrato redutase, incremento na taxa fotossintética, aumento da atividade de enzimas antioxidantes, e da tolerância a estresses (Reis *et al.* 2016; Guamán-Sarango *et al.*, 2023). Em paralelo, a agricultura moderna tem testemunhado uma crescente adoção de novas tecnologias para maximizar a produtividade e qualidade dos cultivos.

Neste cenário, a utilização de bioestimulantes surge como uma prática inovadora e promissora no manejo das culturas agrícolas. Estas substâncias, caracterizadas por sua capacidade de regular o crescimento vegetal, induzem a expressão do potencial genético das plantas por meio de alterações metabólicas proporcionadas por um equilíbrio hormonal adequado ao crescimento vegetal (Bontempo *et al.*, 2016; El Boukhari *et al.*, 2020).

A combinação da aplicação de fungicidas e bioestimulantes representa um campo de pesquisa emergente, visando otimizar o desempenho agronômico do milho. Diante desse contexto, objetivou-se o presente estudo avaliar o desempenho agronômico de milho submetido à aplicação, isolada ou combinada, de fungicidas e bioestimulantes em diferentes épocas de aplicação, cultivado em primeira e segunda safras, em Jataí-GO.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Jataí, durante a primeira e a segunda safra do ano agrícola 2016/2017. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (Embrapa, 2018). O clima da região é classificado

pelo método de Thornthwaite como B2rB'4a' mesotérmico úmido, onde apresenta cinco meses de deficiência hídrica nos meses de maio a setembro, e excedente hídrico nos meses de novembro a abril (Oliveira, 2021). Os dados de precipitação e temperaturas máximas e mínimas nas duas safras são apresentados na Figura 1.

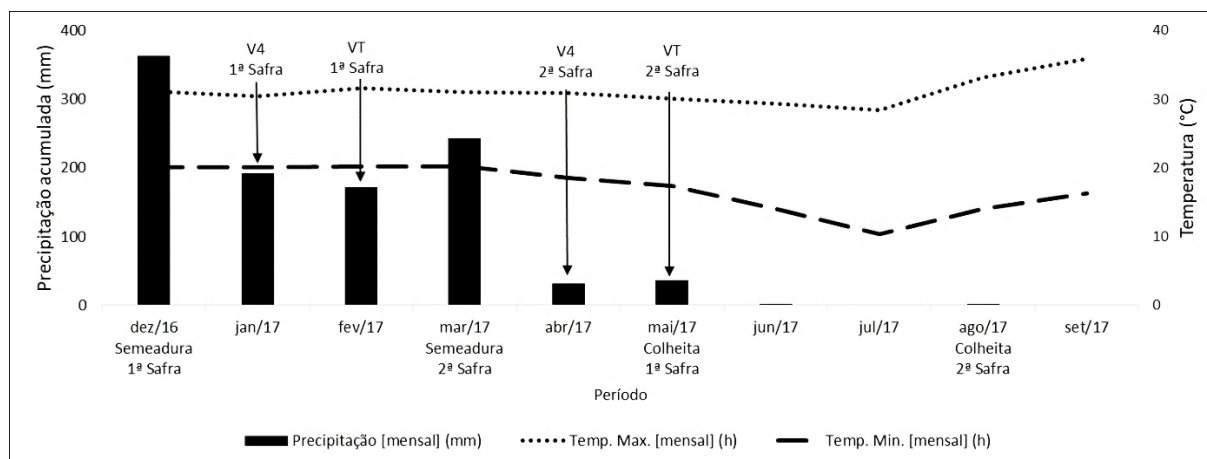


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas máximas e mínimas (°C) da área experimental, primeira safra, no período de 13/12/2016 a 06/05/2017, e segunda safra, no período de 08/03/2017 a 18/08/2017, ano agrícola 2016/2017, no município de Jataí-GO. Barras representam a somatória da precipitação ao longo do período de 30 dias

A semeadura dos experimentos foi realizada sob o sistema de plantio direto. Em ambas as safras foi utilizado o híbrido LG 6036. A semeadura ocorreu de duas formas, manualmente para a testemunha e mecanicamente (semeadora pneumática) para os demais tratamentos. A diferença do método de semeadura foi devido à ausência do tratamento de sementes para a testemunha, de modo a evitar contaminação com os produtos utilizados nos demais tratamentos.

Para o tratamento de sementes, foi utilizado produto constituído pela combinação de fungicida + inseticida, Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil, na dose 200 ml p.c./100 kg de sementes, de acordo com a recomendação do fabricante.

Utilizou-se como adubação de base o formulado 08-28-16, acrescido com monoamônio fosfato (MAP), na dose de 365 kg ha⁻¹. A adubação de cobertura foi realizada no estágio fenológico V₄ (30 dias após a semeadura), na dose de 140 kg ha⁻¹ de nitrogênio, sendo utilizada como fonte ureia encapsulada com inibidor de urease NBPT sobre a superfície do solo, na entrelinha de plantio.

Para o controle de plantas daninhas, aos 40 dias após a emergência, foi realizada aplicação de glifosato, na dose de 3 L ha⁻¹. Para o controle de insetos foram realizadas duas aplicações de 0,3 L ha⁻¹ de Clofenapir, nos estádios fenológicos V₃ e V₅, posteriormente realizou-se a aplicação de 0,5 L ha⁻¹ de Acetamiprido + Alfa cipermetrina no estágio V₈.

Os tratamentos utilizados neste trabalho foram constituídos por aplicações, isolada ou combinada, de fungicidas e bioestimulantes, aplicados via foliar nos estádios fenológicos V₄ e V_T, sendo estes descritos na Tabela 1. As doses dos produtos utilizados neste estudo e que constituíram os tratamentos estudados são descritos na Tabela 2.

Nas aplicações de herbicidas, fungicidas, inseticidas e dos demais tratamentos, utilizou-se pulverizador costal, dotado de cilindro CO₂ e barra de 4 bicos espaçados a 0,5

m e pontas TJ – 60 11002VS. Todas as aplicações foram realizadas seguindo as condições recomendadas pelos fabricantes.

As unidades experimentais foram constituídas por 6 linhas de 6 metros, com espaçamento de 0,45 m entre si, apresentando uma área total de 16,2 m². Foi considerado como área útil da parcela cinco metros das quatro linhas centrais, totalizando 9 m². O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições por tratamento.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento de milho, híbrido LG 6036, primeira e segunda safra, ano agrícola 2016/2017, município de Jataí-GO

Tratamentos	Combinações e épocas de aplicação
Testemunha	Somente adubação de plantio + herbicidas + inseticidas
T1	TS ¹ + fungicida (V ₄) ² + fungicida (V _T) ³
T2	TS ¹ + fungicida (V ₄) ² + Agrumax (V ₄) ⁴ + Nova (V ₄) ⁵
T3	TS ¹ + fungicida (V ₄) ² + Agrumax (V ₄) ⁴ + Nova (V ₄) ⁵ + Phosfik (V ₄) ⁶
T4	TS ¹ + fungicida (V ₄) ² + Agrumax (V ₄) ⁴ + Nova (V ₄) ⁵ + Phosfik (V ₄) ⁶ + Nova (V _T) ⁴
T5	TS ¹ + fungicida (V ₄) ² + Agrumax (V ₄) ⁴ + Nova (V ₄) ⁵ + Phosfik (V ₄) ⁶ + Nova (V _T) ⁵ + Phosfik (V _T) ⁶
T6	TS ¹ + fungicida (V ₄) ² + Agrumax (V ₄) ⁴ + Nova (V ₄) ⁵ + Phosfik (V ₄) ⁶ + Nova (V _T) ⁵ + Phosfik (V _T) ⁶ + K-Bomber (V _T) ⁷
T7	TS ¹ + fungicida (V ₄) ² + Agrumax (V ₄) ⁴ + Nova (V ₄) ⁵ + Phosfik (V ₄) ⁶ + Nova (V _T) ⁴ + Phosfik (V _T) ⁶ + Spray Dunger (V _T) ⁸

¹ TS = tratamento de sementes, realizado com Standak Top®.

² Abacus® HC: Fungicida, grupo químico: Estrobilurina e Triazol.

³ Ativum®: Fungicida, grupo químico: Triazol, Carboxamida e Estrobilurina.

⁴ Agrumax MZ: Fertilizante foliar composto por micronutrientes e N.

⁵ Nov@®: Bioestimulante a base de algas marinhas rico em fitosaponinas, glicina/betaína, polisacarídeos, aminoácidos, vitaminas e oligoelementos quelatados.

⁶ Phosfik Cu 4: Protetor foliar composto por 11% de N, 22% de P₂O₅ e 4% de Cu.

⁷ K-Bomber: Fertilizante foliar composto por 5% de P e 55% de K₂O.

⁸ Spray Dunger 124: Fertilizante foliar baseado em NPK e micronutrientes.

Tabela 2. Doses dos produtos utilizados na formação dos tratamentos no experimento de milho, híbrido LG 6036, apresentados na tabela 1, primeira e segunda safra, ano agrícola 2016 / 2017, município de Jataí-GO

Produtos	Dose	Tratamentos aplicados
¹ Abacus® HC	0,25 L ha ⁻¹	Todos
² Ativum®	800 mL p.c.* ha ⁻¹	Somente tratamento 2
³ Nov@®	1,0 L ha ⁻¹	Todos, exceto tratamento 1
⁴ Phosfik Cu 4	0,5 L ha ⁻¹	Todos, exceto tratamentos 1 e 2
⁵ Agrumax MZ	1,0 kg ha ⁻¹	Tratamentos 4, 5, 6 e 7
Agrumax MZ	2,0 kg ha ⁻¹	Tratamentos 2 e 3
⁶ K bomber	1,0 kg ha ⁻¹	Tratamento 6
⁷ Spray Dunger 124	1,0 kg ha ⁻¹	Tratamento 7

*p.c.: produto comercial

A colheita de ambos os experimentos foi realizada manualmente. Após a colheita foi realizada a debulha das espigas contidas nas três linhas centrais pelo uso de trilhadora estacionária. A massa de grãos obtida foi utilizada para a determinação da produtividade. Para a determinação da produtividade foi realizada a correção de estande por meio do

método da covariância de estande ideal, utilizando o número de espigas e a massa de grãos obtidas das três linhas centrais, corrigida para 13 % de umidade e posteriormente extrapoladas para kg ha⁻¹ (Brasil, 2009).

A quarta linha central foi utilizada para a determinação de altura de planta, altura de inserção de espiga e colheita de espigas para a determinação de número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira, sendo utilizadas 10 plantas aleatórias. Para a determinação de altura de planta (medida do nível do solo até a inserção da última folha) e altura de inserção de espiga (medida do nível do solo até a inserção da primeira espiga) foi utilizada uma régua graduada em centímetros. O número de fileiras de grãos foi obtido por meio da contagem de todas as fileiras de cada espiga e o número de grãos por fileira por meio da contagem de todos os grãos de uma fileira escolhida ao acaso.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e de homocedasticidade e posteriormente a análise de variância. As variáveis que apresentaram significância a 5% pelo teste F foram submetidas a desdobramentos por meio de contrastes ortogonais, com auxílio do software SISVAR (Ferreira, 2011). Foram analisados os seguintes contrastes ortogonais:

Y1 = Testemunha x Demais tratamentos (T1+T2+T3+T4+T5+T6+T7);

Y2 = Fungicida (T1) x Bioestimulantes (T2+T3+T4+T5+T6+T7);

Y3 = Bioestimulante somente em V₄ (T2 + T3) x Bioestimulante em V₄ e V_T (T4 + T5 + T6 + T7);

Y4 = Bioestimulante em V₄ sem fosfito de cobre (T2) x Bioestimulante em V₄ com fosfito de cobre (T3);

Y5 = Um bioestimulante em V_T (T4 + T5) x Dois bioestimulantes em V_T (T6 + T7);

Y6 = Um bioestimulante em V_T sem fosfito de cobre (T4) x Um bioestimulante em V_T com fosfito de cobre (T5);

Y7 = Dois bioestimulantes sem fosfito de cobre (T6) x Dois bioestimulantes em V_T com fosfito de cobre (T7).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 são apresentadas as condições climáticas para os dois experimentos avaliados neste estudo. No primeiro experimento, cultivado em primeira safra, houve precipitações regulares ao longo de todo o período do experimento, favorecendo o crescimento das plantas de milho. Para o segundo experimento, cultivado em segunda safra, houve irregularidades na ocorrência de precipitações ao longo do período de condução do experimento, total acumulado de 316,90 mm, considerado como baixo para o cultivo do milho destinado à produção de grãos secos, que requer uma quantidade de água entre 400 a 700 mm ao longo de seu ciclo de crescimento (Quintas, 2022).

Em função do baixo volume das precipitações, 66 dias após a semeadura foi necessária a realização de irrigação em área total, pois a insuficiência na disponibilidade de água ativa o fechamento estomático, limitando a fotossíntese. Além disso, reduz a atividade enzimática e estimula o acúmulo de moléculas oxidantes (Cruz *et al.*, 2023).

Em primeira safra, as aplicações isoladas ou combinadas de fungicida e bioestimulante não promoveram efeitos significativos para nenhum dos caracteres

avaliados no cultivo do milho. Devido à falta de significância para os caracteres avaliados, foram apresentadas as médias de cada tratamento (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de altura de planta (ALTP), altura de inserção de espiga (ALTIN), número de fileiras de grãos por espiga (NFESP), número de grãos por fileira (NGFIL) e produtividade (PRODUT) para híbrido de milho LG 6036 submetido a aplicações isoladas ou combinadas de fungicida, bioestimulante e fertilizante foliar, cultivado em primeira safra, ano agrícola 2016/2017, Jataí-GO

Tratamentos	ALTP (m)	ALTIN (m)	NFESP	NGFIL	PRODUT (kg ha ⁻¹)
Testemunha	2,43	1,38	16,50	26,50	5961,09
T1	2,40	1,36	16,93	28,93	7573,37
T2	2,35	1,38	16,56	28,77	6878,43
T3	2,37	1,36	17,13	29,06	7067,10
T4	2,39	1,36	16,46	30,37	7183,87
T5	2,35	1,35	16,60	31,27	7817,30
T6	2,37	1,35	16,10	31,00	7707,02
T7	2,42	1,37	16,87	29,03	7399,37
*MG	2,39	1,36	16,64	29,37	7198,44
**CV (%)	0,12	2,57	4,99	7,54	9,33

CV: coeficiente de variação.

Cavalcante *et al.* (2020), em experimento conduzido com bioestimulantes na soja, constataram que os efeitos dessas substâncias foram mais expressivos quando as plantas foram submetidas à estresse hídrico. As ponderações de Bontempo *et al.* (2016) em experimento conduzido com aplicações de bioestimulantes em feijão, soja e milho, corroboram com esse entendimento, pois os autores explicam que o potencial efeito dos bioestimulantes pode não ser atingido devido as condições climáticas favoráveis ocorridas no período de cultivo, justificando-se a ausência de respostas significativas.

Na Tabela 4 são apresentados os valores dos quadrados médios para os caracteres agrônômicos avaliados em segunda safra. Para Y1 (Tabela 4) houve diferença significativa para todos os caracteres avaliados, demonstrando que a aplicação isolada ou combinada de fungicida e bioestimulante resultou em incrementos sobre os caracteres agrônômicos de milho cultivado em segunda safra.

Nos contrastes Y2 e Y5 não houve efeitos significativos. Para os demais, o efeito variou em função do caractere avaliado. Em seguida são apresentadas as estimativas dos contrastes ortogonais significativos para os caracteres agrônômicos avaliados em segunda safra (Tabela 5).

Outras pesquisas também constataram o efeito benéfico da aplicação dessas substâncias nos estádios vegetativos da planta, como observado pelo resultado do contraste Y1 (Tabela 5). Santos *et al.* (2013) observaram que a aplicação de bioestimulante a base de extrato de algas, no tratamento de sementes e em estágio V₃ na cultura do milho, resultou em incrementos ao longo do tempo em características morfológicas como: altura de plantas, diâmetro de caule, área foliar, massa seca de folhas, caule e raízes. Guamán-Sarango *et al.* (2023) constataram o favorecimento do efeito de fungicidas sistêmicos sobre parâmetros agrônômicos quando o cultivo se dá em tratamentos com as mesmas condições de semente, densidade de semeadura e adubação.

Tabela 4. Valores dos quadrados médios obtidos dos contrastes ortogonais para altura de planta (ALTP), altura de inserção de espiga (ALTINS), número de fileiras de grãos por espiga (NFESP), número de grãos por fileira (NGFIL) e produtividade (PRODUT) para híbrido de milho LG 6036 submetido a aplicações isoladas ou combinadas de fungicida e bioestimulante, cultivado em segunda safra, ano agrícola 2016/2017, Jataí-GO

Contrastes	ALTP	ALTINS	NFESP	NGFIL	PRODUT
Y1	0,16*	0,07*	3,90*	90,05*	2571871,57*
Y2	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,35 ^{ns}	3,43 ^{ns}	8065,6 ^{ns}
Y3	0,04 ^{ns}	0,03*	1,00 ^{ns}	32,87 ^{ns}	86328,23 ^{ns}
Y4	0,03*	0,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}	41,61 ^{ns}	1975708,17*
Y5	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,05 ^{ns}	15,41 ^{ns}	96786,44 ^{ns}
Y6	0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}	3,84*	6,00 ^{ns}	585687,53 ^{ns}
Y7	0,05*	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	9,13 ^{ns}	176,04 ^{ns}

ns: não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade; *Significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade. Y1 = Testemunha x Demais tratamentos (T1+T2+T3+T4+T5+T6+T7); Y2 = Fungicida (T1) x Bioestimulantes (T2+T3+T4+T5+T6+T7); Y3 = Bioestimulante somente em V4 (T2 + T3) x Bioestimulante em V4 e VT (T4 + T5 + T6 + T7); Y4 = Bioestimulante em V4 sem fosfito de cobre (T2) x Bioestimulante em V4 com fosfito (T3); Y5 = Um bioestimulante em VT (T4 + T5) x Dois bioestimulantes em VT (T6 + T7); Y6 = Um bioestimulante em VT sem fosfito (T4) x Um bioestimulante em VT com fosfito (T5); Y7 = Dois bioestimulantes sem fosfito de cobre (T6) x Dois bioestimulantes em VT com fosfito (T7).

Tabela 5. Estimativas dos contrastes ortogonais significativos para altura de planta (ALTP), altura de inserção de espiga (ALTINS), número de fileiras de grãos por espiga (NFESP), número de grãos por fileira (NGFIL), e produtividade (PRODUT) para híbrido de milho LG 6036, submetido a aplicações isoladas ou combinadas de fungicida e bioestimulante, cultivado em segunda safra, ano agrícola 2016 / 2017, Jataí-GO

Contrastes	ALTP (m)	ALTIN (m)	NFESP	NGFIL	PRODUT (kg ha ⁻¹)
Y1	-0,24	-0,17	-1,21	-5,86	-989,83
Y3	-	0,08	-	-	-
Y4	0,14	-	-	-	1147,67
Y6	-	-	1,60	-	-
Y7	-0,17	-	-	-	-

Em relação ao Y2, a aplicação de somente fungicida não diferiu estatisticamente da aplicação combinada com bioestimulante para todos os caracteres avaliados (Tabela 4). Ambas as moléculas são capazes de promoverem efeitos fisiológicos sobre os vegetais, e neste estudo a aplicação de bioestimulante combinado com fungicida não promoveu incrementos em relação à aplicação apenas do fungicida. Semelhante ao resultado do contraste Y2 sobre a ação do bioestimulante, Francischini *et al.* (2018) relataram que não houve incrementos no peso de espiga quando aplicado em conjunto, dois bioestimulantes e um fungicida na cultura do milho verde. Segundo esses mesmos autores, aplicações sucessivas dessas substâncias podem resultar em fitotoxicidade nas células causada pelo excesso de substâncias aplicadas, diminuindo o efeito destes no metabolismo vegetal.

O Y3 apresentou significância somente para a altura de inserção de espiga (Tabela 4), sendo que aplicação combinada de fungicida e bioestimulante somente em V₄ proporcionou maiores médias para esta variável (Tabela 5), o que pode ser devido ao fornecimento de fitohormônios promovidos pelos tratamentos aplicados em V₄ ocorrer em uma fase de intenso crescimento. Segundo Ferreira *et al.* (2022), aumentar as

quantidades de fitohormônios tem um limite no estímulo ao crescimento. Quando esse limite é ultrapassado, com o aumento das concentrações, podem ocorrer efeitos compensatórios ao desenvolvimento das plantas, provavelmente devido a um desequilíbrio hormonal, o que pode justificar a ausência de efeito de duas aplicações de bioestimulantes, o que reforça a hipótese para o resultado deste contraste.

Resultados semelhantes ao Y3, quanto ao uso de bioestimulantes em VT foram relatados por Galindo *et al.* (2015), que avaliando a aplicação de bioestimulantes a base de *Egeria densa* e *Ascophyllum nodosum* em estágio VT e R2 na cultura do milho, não verificaram influência na aplicação de VT em comparação com aplicação de VT + R2 sobre altura de plantas, inserção de espiga, número de fileiras de grãos por espiga, grãos por fileira e massa de mil grãos.

Para o contraste Y4 houve efeitos significativos para a altura de planta e produtividade (Tabela 4). A aplicação de bioestimulante em estágio V₄ sem fosfito de cobre foi superior ao tratamento em que houve a aplicação (Tabela 5). O fosfito de cobre promove resistência a patógenos por meio de alterações no metabolismo vegetal, tais como aumento da espessura da parede celular, o que dificulta a penetração de patógenos e acúmulo de substâncias tóxicas ao patógeno, como fitoalexinas ou proteínas relacionadas a processos de defesa contra os patógenos, como peroxidases, quitinases e β -1,3-glucanases (Eshraghi *et al.*, 2011). Entretanto, a síntese dessas moléculas com ação defensiva promove desvios nas rotas metabólicas responsáveis pela produção de ATP, reduzindo a capacidade de geração de energia, podendo promover redução nos caracteres agronômicos, como observado neste contraste (Tabelas 4 e 5).

O contraste Y5 não apresentou significância para nenhum dos caracteres agronômicos, demonstrando que aplicações adicionais de bioestimulante em estágio VT, para as condições ambientais deste experimento, não geram efeitos fisiológicos nas plantas de milho de forma a promover incrementos nos caracteres agronômicos. Tal resultado pode ser devido ao milho demonstrar uma notável capacidade de absorção antecipada de nutrientes, o que impulsiona o rápido crescimento das plantas e a definição do potencial produtivo no início do ciclo. Até o estágio de pendoamento, VT, mais de 60% da absorção total da maioria dos nutrientes pode ter ocorrido, tornando-se crucial satisfazer as necessidades nutricionais da cultura durante a fase vegetativa (De Resende *et al.*, 2020)

Em relação ao contraste Y6, houve efeito significativo para o número de fileiras de grãos por espiga (Tabela 4), sendo que aplicação de bioestimulante sem adição de fosfito de cobre em VT apresentou maior média para este caractere (Tabela 5). Este resultado pode ser justificado, uma vez que além da influência genética, a variável número de fileiras de grãos também é sensível às condições de cultivo, incluindo estresse hídrico, deficiência nutricional, compactação do solo e danos causados à cultura (Ramadhan, 2021). E em condições climáticas adversas de cultivo, como ocorreu no experimento segunda safra, o efeito da aplicação de somente bioestimulante sem fosfito em V₄ pode ter sido o suficiente para as necessidades nutricionais, uma vez que ação protetora do fosfito de cobre tem um “custo” energético para a planta através da ativação de rotas metabólicas (Borin *et al.*, 2019).

O contraste Y7 apresentou significância somente para altura de plantas (Tabela 4), onde a aplicação adicional de fosfito de cobre promoveu maior média para esta

característica (Tabela 5). A ação protetora do fosfito de cobre é independente da ação do bioestimulante, de maneira que as duas moléculas podem exercer efeitos fisiológicos em diferentes estádios, refletindo de diferentes formas sobre os caracteres agrônômicos, o que pode justificar os resultados para Y6 e Y7 (Tabela 4). Visto que em Y6 houve maior incremento para a variável NFESP sem fosfito e, de modo inverso, em Y7 foi observada maior ALTP em VT com a aplicação de fosfito (Tabela 5). Dessa forma, a combinação e o momento de aplicação dos produtos influenciaram positivamente vários aspectos do crescimento e desenvolvimento do milho, sob estresse na segunda safra.

4 CONCLUSÃO

Aplicações isoladas ou combinadas de fungicida e bioestimulante, nos estádios fenológicos V4 e VT, não promoveram efeitos sobre nenhum dos caracteres agrônômicos de milho em primeira safra cultivado sob condições climáticas favoráveis.

A aplicação isolada ou combinada de fungicidas e bioestimulantes resultou em melhorias significativas nos caracteres agrônômicos do milho na segunda safra. Entretanto, a aplicação apenas de fungicida não diferiu estatisticamente da aplicação de fungicida combinada com bioestimulante.

A aplicação combinada de fungicida e bioestimulante na fase V4 proporcionou maior altura de inserção de espiga. Entretanto, aplicações adicionais de bioestimulante em estágio VT não geraram efeitos fisiológicos significativos.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de mestrado ao segundo e quarto autores, e pela concessão de bolsa de pós-doutorado à terceira autora.

REFERÊNCIAS

- BONTEMPO, A. F.; ALVES, F. M.; CARNEIRO, G. D. O. P.; MACHADO, L. G.; SILVA, L. O. D.; AQUINO, L. A. Influência de bioestimulantes e nutrientes na emergência e no crescimento inicial de feijão, soja e milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 1, p. 86–93, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n1p86-93>.
- BORIN, R. C.; POSSENTI, J. C.; DOS SANTOS REY, M.; MAZARO, S. M.; BERNARDI, C.; DEUNER, C.; & SABURO, R. S. S. Desempenho fisiológico e indução de resistência de sementes de milho tratadas com fungicidas associados a fertilizantes a base de fosfitos. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 5, n. 12, p. 33321–33338, 2019. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n12-378>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009.

CAVALCANTE, W. S. S.; DA SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; CABRAL FILHO, F. R.; NASCIMENTO, P. E. R.; CORRÊA, F. R. Eficiência dos bioestimulantes no manejo do déficit hídrico na cultura da soja. **Irriga**, v. 25, n. 4, p. 754–763, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2020v25n4p754-763>.

CRUZ, N. T.; PORTO, E. M. V.; RAMOS, B. L. P.; SANTOS, H. P.; SEIXAS, A. A.; SANTOS, A. P. S. Estresse hídrico em plantas forrageiras: uma breve revisão. **Revista Científica Rural**, v. 25, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.29327/246831.25.1-14>.

DE RESENDE, A. V.; GIEHL, J.; GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; COELHO, A. M.; DOS SANTOS, F. C.; ABREU, S. C. Manejo da fertilidade do solo e adubação do milho na Região Centro Oeste. **Revista Plantio Direto** - Edição Especial Centro-Oeste. p. 22, 2020.

ELSHRAGI, L.; ANDERSON, J.; ARYAMANESH, N.; MCCOMB, J.; HARDY, G. E. J.; O'BRIEN, P. A. Phosphite primed defence responses and enhanced expression of defence genes in *Arabidopsis thaliana* infected with *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, v. 60, n. 6, p. 1086-1095, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2011.02471>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. **Embrapa Informação Tecnológica**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

FERREIRA, D. K. B., DIAS, L. L. L., SILVA, L. A. S., NETTO, A. P. D. C., KUSTER, V. C., & ROCHA, D. I. CYTOKININ AND FLASK SEALING AFFECT SHOOT PROLIFERATION AND *In Vitro* DEVELOPMENT OF *Jacaranda cuspidifolia* MART. MICROCUTTINGS. **Revista Árvore**, v. 46, p. e4633, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-908820220000033>.

FRANCISCHINI, R.; DA SILVA, A. G.; TESSMANN, D. J. Eficiência de bioestimulantes e fungicida nos caracteres agrônômicos e econômicos na cultura do milho verde. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 2, p. 274–286, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v17n2p274-286>.

GALINDO, F. S.; NOGUEIRA, L. M.; BELLOTE, J. L. M.; GAZOLA, R.N.; ALVES, C. J.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Desempenho agrônômico de milho em função da aplicação de bioestimulantes à base de extrato de algas. **Tecnologia e Ciência e Agropecuária**, v. 9, n. 1, p. 13-19, 2015.

GUAMÁN-SARANGO, V. M., ESTRADA-MIGUEZ, J. E., NIETO-CAÑARTE, C. A., SINCHI-RIVAS, C. A., & BOSQUEZ-MESTANZA, A. L. Evaluación de la eficacia de distintas soluciones fungicidas para el control de enfermedades foliares del cultivo de Maíz: Avaliação da eficácia de diferentes soluções fungicidas para o controle de doenças foliares na cultura do milho. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 6, n. 4, p. 3388–3402, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n4-024>.

MARTINS, P. F. C.; ALVES, R. T. B.; GABE, J. T.; GAMA, D. B. F.; LIMA, R. O.; DA SILVA, P. S.; MATEUS, R. G. Recuperação de pastagens degradadas com utilização de bio-sólido e Moringa Oleifera: Revisão. **Pubvet**, Campo Grande, v. 16, n. 2, p. 1-17, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n02a1031.1-17>.

NETO, J. R. C.; BOSCAINI, R.; DA COSTA, I. F. D. Sensibilidade de *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp. a diferentes concentrações de fungicidas. **Agri-environmental Sciences**, v. 6, p. 15, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36725/agries.v6i0.1647>.

OLIVEIRA, J. A. M. DE. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Jataí-GO. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 17, n. 3, p. 119–124, 2021. DOI: <https://doi.org/10.30969/acsa.v17i3.1243>.

QUINTAS, L. J. Necessidade hídrica para o desenvolvimento da cultura do milho em diferentes etapas do seu crescimento: Water requirement for the development of the corn crop at different stages of its growth. **Brazilian Applied Science Review**, v. 6, n. 4, p. 1395-1401, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34115/basrv6n4-013>.

RAMADHAN, M.N. Yield and yield components of maize and soil physical properties as affected by tillage practices and organic mulching. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, p. 7152–7159, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.005>.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; CARMONA, M. A. **Manual de fungicidas**: Guia para o controle químico racional de doenças de plantas. 7. ed. Gráfica e Editora Berthier, 2016.

SUKENSKI, C. E. A.; GHELLER, J. A. Uso de promotor de defesa e fungicidas contra doenças foliares em milho. **Revista Cultivando o Saber**, p. 20-29, 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed. 2017.