

EFICÁCIA DE DIFERENTES MISTURAS PRONTAS DE FUNGICIDAS DOS GRUPOS QUÍMICOS DAS CARBOXAMIDAS, ESTROBILURINAS E TRIAZÓIS NO MANEJO DE DOENÇAS NA CULTURA DO MILHO

SILVA, Paulo Afonso Della Matta¹; ZANETTI, Rossana Bertaglia¹; MENDONÇA, Lucas Dias¹; FREITAS, Luís Gustavo da Cruz¹; OLIVEIRA, Nicole Albino Miguel¹; FERREIRA, Victória Cristina¹; FREITAS, Leandro de Souza¹; LEÃO, Luiz Cosme¹; BRANDÃO, Leonardo Martins¹; FERNANDES, Gustavo Machado¹; BRITO, Césio Humberto de²; LOPES, Maria Teresa Gomes³

¹ Graduando em Agronomia-UFU/Uberlândia; ²Doutor, Professor – Universidade Federal de Uberlândia-UFU; ³Doutora, Professora – Universidade Federal do Amazonas-UFAM.
e-mail: pauloadms2016@gmail.com

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais cultivados no Brasil e no mundo, apresenta elevada importância socioeconômica, pela geração de empregos e o complexo industrial que gira em torno de seu cultivo. Independente da tecnologia aplicada, os fatores bióticos e abióticos podem contribuir para a incidência e severidade de doenças, causando redução da produtividade na cultura. O controle químico é uma das principais alternativas para o controle dessas doenças. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do tratamento de misturas prontas de fungicidas dos grupos químicos das carboxamidas, estrobilurinas e triazóis no manejo de doenças na cultura do milho. O experimento foi instalado em Uberlândia/MG, no período da safra, no ano agrícola 2020/2021. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos, sendo uma testemunha, sem aplicação de fungicidas, e os demais tratamentos com variadas combinações de fungicidas foliares. Foram avaliadas altura de planta, altura de inserção de espiga, estande final e produtividade. Foram realizadas análise de variância e teste de Tukey, com o uso do *software* estatístico R. Todos tratamentos submetidos às diferentes aplicações de fungicidas foram eficientes para o aumento da produtividade. O tratamento T3 (trifloxistrobina + tebuconazol V₈ / bixafem + prothioconazol + trifloxistrobina V_T - R₂) apresentou numericamente maior produtividade.

Palavras-Chave: *Zea mays* L.; controle químico; doenças foliares

1. INTRODUÇÃO

O milho é uma das principais culturas agrícolas no Brasil e no mundo, apresentando elevada importância socioeconômica, pela geração de empregos e o complexo industrial que gira em torno de seu cultivo. O Brasil ocupa a terceira colocação na produção deste cereal, ficando atrás dos EUA e China (CONAB, 2021).

A cultura do milho está sujeita a uma série de fatores abióticos e bióticos, que afetam a fisiologia e morfologia da planta, de forma a reduzir o rendimento e qualidade da produção. Dentre os fatores abióticos, destacam-se a temperatura, deficiência nutricional, fitotoxidez causada por herbicidas, fertilizantes, estresse hídrico, entre outros. Quanto aos fatores bióticos, enquadram-se as doenças infecciosas, causadas por fungos, bactérias, vírus, micoplasmas e nematóides, exigindo a adoção de medidas de controle (SILVA et al., 2001). Dessa maneira, o rendimento de uma lavoura de milho é resultado do potencial genético em conjunto com as condições edafoclimáticas do local do plantio, além do manejo.

A escolha do híbrido é determinante e deve considerar toda informação disponível, pois as doenças podem ocorrer de forma epidêmica, atingindo até 100% das plantas na lavoura

(FRITSCHÉ-NETO; MÔRO, 2015). Assim, em áreas de plantio direto, os problemas podem ser agravados, principalmente com cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e podridões do colmo e espiga, pois a cultura permanece no campo, praticamente, todo ano (FRITSCHÉ-NETO; MÔRO, 2015). É importante manter a sanidade das plantas, uma vez que toda área foliar em milho tem a sua participação na produção de fotoassimilados, que são convertidos em produção de grãos (ALVIM et al., 2011).

Com o advento do sistema de plantios consecutivos, o uso indiscriminado de híbridos suscetíveis e a utilização incorreta de alta tecnologia, associados à ocorrência de clima favorável ao desenvolvimento de epidemias, contribuem para o aumento da importância de doenças, conseqüentemente, o uso de fungicidas (FERNANDES; OLIVEIRA, 1997; FANTIN, 1994; JULIATTI et al., 2004). Além disso, a ocorrência de doenças do milho é limitante ao aumento da produtividade.

Atualmente, tem se tornado economicamente viável o uso de fungicidas do grupo químico dos triazóis e suas misturas com estrobilurinas (DUARTE et al., 2009). As carboxamidas também estão sendo associadas a esses grupos químicos (SILVA, 2017).

Os fungicidas do grupo químico dos triazóis são inibidores da demetilação, ligando-se à enzima CYP51 (lanosterol 14 α -demetilase), inibindo a biossíntese do ergosterol, que leva ao esgotamento do ergosterol, um componente vital da parede celular do fungo (HEUSINKVELD et al., 2013).

As estrobilurinas atuam no Complexo III da cadeia transportadora de elétrons, na mitocôndria. Dessa forma, são inibidoras da quinona oxidase (QoI), que inibem a respiração mitocondrial nos fungos, ligando-se ao sítio quinona oxidase (Qo) do complexo citocromo b e c1, bloqueando a transferência de elétrons que impedem a produção de ATP (FERNÁNDES-ORTUÑO et al., 2008).

Já o grupo químico das carboxamidas apresenta efeito inibidor sobre a produção da enzima Succinato Desidrogenase (SDH), atuando no Complexo II da cadeia de transporte de elétrons, na mitocôndria do fungo, de modo a impedir a oxidação de succinato em fumarato (MADALOSSO; BALARDIN, 2014). Desse modo, faz-se importante a utilização de misturas de fungicidas com distintos grupos químicos e modo de ação, aumentando o espectro e o controle dos patógenos envolvidos (CAMERA et al., 2019).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do tratamento de misturas prontas de fungicidas dos grupos químicos das carboxamidas, estrobilurinas e triazóis no manejo de doenças na cultura do milho.

2. METODOLOGIA

O experimento foi instalado e conduzido no ano agrícola de 2020/2021, no período da safra verão, no município de Uberlândia/MG (850 m de altitude), cujo solo é classificado em Latossolo Vermelho. O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC), com 4 tratamentos, contendo 6 repetições, utilizando o híbrido comercial NS73 VIP3.

Os tratamentos foram compostos por aplicações de diferentes fungicidas, dos grupos químicos dos triazóis, estrobilurinas e carboxamidas, que foram aplicados em diferentes épocas (Tabela 1) e um tratamento testemunha, sem aplicação de fungicida.

Tabela 1. Composição dos tratamentos e épocas de aplicação dos fungicidas. Uberlândia – MG, 2020/2021.

Tratamentos	Composição dos tratamentos	Dose de ingrediente ativo (g i.a ha ⁻¹) ⁴	Épocas de aplicação ⁵
-------------	----------------------------	--	----------------------------------

T1	-	-	-
T2	azoxistrobina ¹ + ciproconazol ² propiconazol ² + difenoconazol ²	(80 + 32) (75 + 75)	V ₈ -V _T -R ₂
T3	trifloxistrobina ¹ + tebuconazol ² bixafem ³ + protioconazol ² + trifloxistrobina	(60 + 120) (62,5 + 87,5 + 75)	V ₈ V _T -R ₂
T4	piraclostrobina ¹ + epoxiconazol ² fluxapiroxade ³ + piraclostrobina	(78 + 48) (50,1 + 99,9)	V ₈ V _T -R ₂

¹fungicida do grupo químico das estrobilurinas; ²fungicida do grupo químico dos triazóis; ³fungicida do grupo químico das carboxamidas; ⁴g.i.a ha⁻¹: grama de ingrediente ativo por hectare; ⁵Épocas de aplicação: V₈: estágio vegetativo com oito folhas completamente expandidas, V_T: pendoamento e R₂: grãos bolha d'água.

A semeadura foi realizada de forma mecanizada, no dia 27 de novembro de 2020. Foi feita adubação na semeadura de 500 kg ha⁻¹ com fertilizante NPK de formulação 08-20-20 e, posteriormente, duas adubações de cobertura (V₄ e V₆), aplicadas manualmente nas entrelinhas das parcelas, com fertilizante NPK de formulação 30-00-15 e dose de 300 kg ha⁻¹.

As parcelas do experimento foram constituídas por 4 linhas de 5,2 metros de comprimento, totalizando uma área útil de 10,4 m², com espaçamento entre as linhas de 0,5 metros e espaçamento entre plantas de, aproximadamente, 28 cm, esperando-se um estande inicial de, aproximadamente, 71.000 plantas ha⁻¹.

Os tratamentos foram aplicados por pulverizador costal à combustão e o volume de calda utilizado foi de 120 L ha⁻¹. Foram também realizados outros tratos culturais de forma que o híbrido utilizado expressasse seu potencial produtivo.

As avaliações realizadas foram estande final, altura de planta, altura de inserção de espiga e produtividade.

No estágio R₆ (maturidade fisiológica), determinou-se o estande final, contando-se o número de plantas por parcela e convertendo para plantas por hectare.

As avaliações de altura de planta e altura de inserção de espiga foram realizadas em pré-colheita (maturidade fisiológica), utilizando-se miras topográficas. Foram medidas três plantas de cada uma das duas linhas centrais, excluindo sempre as duas primeiras de cada linha, obtendo-se um total de seis plantas por parcela. A inserção da primeira ramificação do pendão foi considerada o limite superior da altura. Já, para realizar a avaliação de altura de inserção de espiga, foi medida a altura da inserção da espiga principal no colmo.

A colheita foi feita de forma mecanizada no dia 17 de abril de 2021, utilizando uma colhedora de parcelas. A produtividade foi obtida por meio dos pesos dos grãos das parcelas, posteriormente, transformados para kg ha⁻¹ e a umidade dos grãos foi corrigida para 13%.

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F a 0,05 de significância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância pelo *software* estatístico R (R Core Team, 2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado para o estande final das plantas pode ser observado na Tabela 2. Verificou-se que não existe diferença estatística significativa entre os tratamentos estudados com uso de fungicidas e a testemunha, tratamento controle. As parcelas apresentaram boa uniformidade de plantas para os quatro tratamentos testados, não revelando problemas de semeadura ou falhas e de perdas de plantas ao longo da condução do ensaio.

Para as avaliações de altura de planta e altura de inserção de espiga (Tabela 2), não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos no híbrido utilizado.

Normalmente, essas variáveis não apresentam diferença estatística entre os tratamentos, a menos que haja interferência de fatores abióticos, como estresse hídrico, fitotoxicidade, adubações desuniformes ou algum problema ambiental.

Em um estudo de desenvolvimento de estratégias de controle químico para doenças na cultura do milho com a aplicação de diferentes fungicidas, também não foi encontrada diferença estatística significativa entre os tratamentos para a avaliação do estande final de plantas (COELHO et al., 2019). A deficiência de uniformidade de estande pode levar a problemas de análise e interpretação dos resultados (BRANDÃO et al., 2019).

Altura de inserção de espiga em milho é uma característica de natureza quantitativa e diretamente relacionada com a tolerância ao acamamento (REPKE et al., 2012). Em milho, existe correlação entre as características de altura de planta e altura de inserção de espiga, sendo alta e positiva, o que indica que a estatura da planta aumenta concomitantemente com a altura de inserção de espiga (SANTOS et al., 2002).

Tabela 2. Estande final (plantas ha⁻¹), altura de planta (cm) e altura de inserção de espiga (cm), do híbrido, submetido a diferentes fungicidas foliares. Uberlândia – MG, 2020/2021.

Tratamentos ¹	Estande Final (plantas ha ⁻¹)	Altura de Planta (cm)	Altura de Inserção de Espiga (cm)
T1	68.987 a ²	293 a	159 a
T2	70.192 a	296 a	161 a
T3	70.673 a	295 a	160 a
T4	66.987 a	304 a	168 a
C.V (%)	3,30	2,76	5,31

¹T1: Testemunha; T2: azoxistrobina + ciproconazol V₈-V_T-R₂ / propiconazol + difenoconazol V₈-V_T-R₂; T3: trifloxistrobina + tebuconazol V₈ / bixafem + protioconazol + trifloxistrobina V_T-R₂; T4: piraclostrobina + epoxiconazol V₈ / fluxapiraxade + piraclostrobina V_T-R₂; ² Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Em relação à produtividade de grãos, foi possível observar diferença estatística significativa entre os tratamentos com aplicação de fungicidas e a testemunha, tratamento controle, com 10.269,7 kg ha⁻¹. Os tratamentos T2 (azoxistrobina + ciproconazol V₈-V_T-R₂ / propiconazol + difenoconazol V₈-V_T-R₂), com 11.513,2 kg ha⁻¹, T3 (trifloxistrobina + tebuconazol V₈ / bixafem + protioconazol + trifloxistrobina V_T-R₂), com 12.103,1 kg ha⁻¹, e T4 (piraclostrobina + epoxiconazol V₈ / fluxapiraxade + piraclostrobina V_T-R₂), com 11.741 kg ha⁻¹, não diferiram estatisticamente entre si, apenas do tratamento T1 (Testemunha).

Tabela 3 – Produtividade, em kg ha⁻¹, do híbrido, submetido a diferentes fungicidas foliares. Uberlândia – MG, 2020/2021.

Tratamentos ¹	Produtividade (kg ha ⁻¹)
T1	10.269,7 b ²
T2	11.513,2 a
T3	12.103,1 a
T4	11.741,1 a
C.V (%)	5,31



¹T1: Testemunha; T2: azoxistrobina + ciproconazol V₈-V_{T-R₂} / propiconazol + difenoconazol V₈-V_{T-R₂}; T3: trifloxistrobina + tebuconazol V₈ / bixafem + protioconazol + trifloxistrobina V_{T-R₂}; T4: piraclostrobina + epoxiconazol V₈ / fluxapiraxade + piraclostrobina V_{T-R₂}; ²Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Os tratamentos que obtiveram as maiores médias de produtividade foram aqueles em que ocorreu a aplicação de fungicidas, sendo o T3 (trifloxistrobina + tebuconazol V₈ / bixafem + protioconazol + trifloxistrobina V_{T-R₂}) o que apresentou, numericamente, a maior média de produtividade. A aplicação de fungicidas promove menores índices de severidade, consequentemente, maior manutenção da área fotossinteticamente ativa, resultando em um melhor desempenho em relação à produtividade (RIBEIRO, 2019).

4 CONCLUSÕES

Todos os tratamentos com a combinação de fungicidas dos grupos químicos das carboxamidas, estrobilurinas e triazóis foram eficientes para aumento da produtividade em milho.

O tratamento T3 (trifloxistrobina + tebuconazol V₈ / bixafem + protioconazol + trifloxistrobina V_{T-R₂}) foi o que apresentou, numericamente, a maior média de produtividade.

REFERÊNCIAS

ALVIM, K.R.T.; BRITO, C.H.; BRANDÃO, A.M.; GOMES, L.S.; LOPES, M.T.G. Redução da área foliar em plantas de milho na fase reprodutiva. **Revista Ceres**, v. 58, n. 4, p. 413-418, 2011.

BRANDÃO, L. M. et al. Desempenho da cultura do milho submetida a diferentes fungicidas para o controle da mancha branca. In: Ciclo de Seminários de Agronomia UFU, 12., 2019, Uberlândia. **Anais do evento PET Agronomia UFU**, p. 170-174.

CAMERA, J. N. et al. APLICAÇÃO PREVENTIVA E CURATIVA DE FUNGICIDAS PARA CONTROLE DA HELMINTOSPORIOSE EM MILHO. **HOLOS**, v. 2, p. 1-10, 2019

COELHO, R. A. et al. Desempenho da cultura do milho submetida a diferentes fungicidas para o controle da mancha branca. In: Ciclo de Seminários de Agronomia UFU, 12., 2019, Uberlândia. **Anais do evento PET Agronomia UFU**, p. 447-451.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 8, oitavo levantamento, maio. 2021.

DUARTE, R. P.; JULIATTI, F. C.; DE FREITAS, P. T. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 4, 2009.

FANTIN, G. M. Mancha de *Phaeosphaeria*, doença do milho que vem aumentando a sua importância. **O Biológico**, v. 56, n. 1/2, p. 39, 1994.

FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. **Principais doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. 80 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular técnica, 26), 1997.

FERNÁNDEZ-ORTUÑO, D.; TORÉS, J. A.; DE VICENTE, A.; PÉREZ-GARCÍA A. Mechanisms of resistance to QoI fungicides in phytopathogenic fungi. **International**



Microbiology: the Official Journal of the Spanish Society for Microbiology, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2008.

FRITSCHÉ-NETO, R.; MÔRO, G. V. Escolha do cultivar é determinante e deve considerar toda informação disponível. **Visão Agrícola - USP/Esalq**, Piracicaba, v. 13, p. 12-15, 2015.

HEUSINKVELD, H.; MOLENDIJK, J.; BERG, M.; WESTERINK, R. Azole Fungicides Disturb Intracellular Ca^{2+} in an Additive Manner in Dopaminergic PC12 Cells. **Toxicological sciences: an official journal of the Society of Toxicology**, v. 134, n. 2, p. 374-381, 2013.

JULIATTI, F. C.; BRITO, C. H.; GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; HAMAWAKI, O. T.; MELO, B. Controle da feosféria, ferrugem comum e cercosporiose pelo uso da resistência genética, fungicidas e épocas de aplicação na cultura do milho. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 3, 2004.

MADALOSSO, M.; BALARDIN, R. (2014). Mecanismo e modo de ação do grupo químico das Carboxamidas [Inibidores da enzima Succinato Desidrogenase (SDHI)], 2014.

R Core Team (2021). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. Accessed on October 26, 2021.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; MARTINS, M. B.; SENNA, M. S.; FELIPE, J. da S.; DUARTE, A. P.; BICUDO, S. J. Altura de planta, altura de inserção de espiga e número de plantas acamadas de cinco híbridos de milho. In: **CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, 29., 2012, Águas de Lindóia, p. 1940-1943.

RIBEIRO, G. de F. R. Uso de fungicidas para controle da mancha branca em milho. 2019. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

SANTOS, P. G.; JULIATTI, F.C.; BUIATTI, A.L.; HAMAWAKI, O.T. Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v.37, n.5, 2002.

SILVA, H. P. da et al. Manejo integrado de doenças na cultura do milho de safrinha. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6.; CONFERÊNCIA NACIONAL DE PÓS-COLHEITA, 2.; SIMPÓSIO EM ARMAZENAGEM DE GRÃOS DO MERCOSUL, 2., 2001, Londrina. Valorização da produção e conservação de grãos no Mercosul: resumos e palestras. Londrina: FAPEAGRO: IAPAR, 2001. p. 113-144., 2001.

SILVA, M.F. Influência de fungicidas na integridade de colmo e produtividade na cultura do milho. 2017. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.