

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

LUCAS DIAS MENDONÇA

EFICÁCIA DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE CONTROLE QUÍMICO EM
DOENÇAS FOLIARES DO MILHO

Uberlândia - MG

2023

LUCAS DIAS MENDONÇA

**EFICÁCIA DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE CONTROLE QUÍMICO EM
DOENÇAS FOLIARES DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso ao curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia para obtenção do título de
Engenheiro Agônomo

Orientador: Professor Doutor Césio Humberto
de Brito

Uberlândia - MG

2023

LUCAS DIAS MENDONÇA

**EFICÁCIA DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE CONTROLE QUÍMICO EM
DOENÇAS FOLIARES DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso ao curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia para obtenção do título de
Engenheiro Agônomo

Uberlândia, 26 de janeiro de 2023

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Césio Humberto de Brito
Orientador

Prof. Dr^a. Maria Teresa Gomes Lopes
Membro da Banca

MSc. Josef Gastl Filho
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, em especial meus pai Veber Donizetti Mendonça e Neire Aparecida Dias pelo suporte em todos os âmbitos durante minha formação.

À minha noiva Tatiane Mendes Faria, pelo apoio e companheirismo durante toda jornada acadêmica.

Agradeço ao Grupo Técnico de Milho (GTM) pela oportunidade e experiência única.

Ao professor Dr. Césio Humberto de Brito, pela orientação e tanto conhecimento compartilhado.

À todos amigos que contribuíram para minha formação pessoal e profissional durante o curso.

RESUMO

A manutenção da sanidade das plantas é essencial para um bom desenvolvimento da lavoura de milho, uma vez que uma pequena diminuição de área foliar pode acarretar em prejuízos na produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, na produção de grãos. Dessarte, as doenças foliares são entraves que limitam a planta de expressar o seu potencial produtivo. O controle químico através de fungicidas é essencial na redução das doenças foliares. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficácia de diferentes estratégias no controle químico de doenças foliares do milho, em condições de segunda safra. O experimento foi conduzido em Uberlândia – MG, na segunda safra do ano agrícola 2021/2022. O híbrido utilizado foi o STATUS VIP3. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em que o híbrido foi submetido a 8 tratamentos, com 12 repetições para análise de produtividade e 6 para os outros caracteres. A composição dos tratamentos contou com combinações de fungicidas dos grupos químicos triazóis, estrobilurinas, carboxamidas e isofitalonitrilas, em diferentes épocas de aplicação, além do tratamento testemunha em que não ocorreu aplicação de nenhum fungicida. As características avaliadas foram: altura de planta e de inserção de espiga, estande final, severidade de doenças foliares, área foliar verde e produtividade de grãos. Os tratamentos T7 (difenoconazol + azoxistrobina V_8 e R_2 / difenoconazol + pidiflumetofem V_T / clorotalonil R_2) e T8 (difenoconazol + azoxistrobina V_8 / difenoconazol + pidiflumetofem V_T e R_2) se demonstraram mais efetivos no controle das doenças foliares, ao obter as menores médias de severidade de doenças foliares e manter os maiores valores para área foliar verde. A terceira aplicação em R_2 também contribuiu para manutenção da sanidade das plantas. Para produtividade, apenas o T2 (difenoconazol + azoxistrobina V_8) apresentou média semelhante a testemunha. Os tratamentos T5 (difenoconazol + azoxistrobina V_8 / difenoconazol + pidiflumetofem V_T), T6 (difenoconazol + azoxistrobina V_8 , V_T e R_2 / clorotalonil V_T e R_2), T7 e T8 obtiveram as melhores médias para essa característica, não diferindo entre si. A adição de pidiflumetofem à estratégia revelou-se eficiente no controle das doenças foliares, visto que os tratamentos com uma carboxamida se sobressaíram aos com apenas um triazol e estrobilurina.

Palavras-chave: Fitopatologia. Fungicidas. Segunda safra. *Zea mays*.

ABSTRACT

Maintaining plant health is crucial for a good development of the maize crop, since a small decrease in leaf area can lead to losses in the production of photoassimilates and, consequently, in grain production. Thus, foliar diseases limits the plant to express its productive potential. Chemical control through fungicides is essential in reducing foliar diseases. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effectiveness of different chemical control strategies of maize foliar diseases, under conditions of second crop. The experiment was conducted in Uberlândia - MG, in the second crop of the 2021/2022 agricultural year. The hybrid used was STATUS VIP3. The experimental design was randomized blocks, in which the hybrid was submitted to 8 treatments. The treatments were combinations of fungicides from the chemical groups trizols, strobilurins, carboxamides and isophthalonitriles, at different times of application, in addition to the control treatment in which no fungicide was applied. The characteristics evaluated were: plant height, ear insertion height, final stand, leaf disease severity, green leaf area and grain yield. Treatments T7 (difenoconazole + azoxystrobin V₈ and R₂ / difenoconazole + pydiflumetofen V_T / chlorothalonil R₂) e T8 (difenoconazole + azoxystrobin V₈ / difenoconazole + pydiflumetofen V_T and R₂) proved to be more effective in controlling leaf diseases, by obtaining the lowest leaf disease severity averages and keeping the highest values for green leaf area. The third application in R2 also contributes to the maintenance of plant health. For productivity, only T2 (difenoconazole + azoxystrobin V₈) presented an average similar to the control. Treatments T5 (difenoconazole + azoxystrobin V₈ / difenoconazole + pydiflumetofen V_T), T6 (difenoconazole + azoxystrobin V₈, V_T and R₂ / chlorothalonil V_T and R₂), T7 and T8 obtained the best averages for this character, not differing from each other. The addition of pydiflumetofen to the strategy proved to be efficient in controlling foliar diseases, as treatments with a carboxamide were superior to those with just a triazole and strobilurin.

Keywords: Fungicides. Phytopathology. Second crop. *Zea mays*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1	Cultura do milho	9
2.2	Doenças que afetam a cultura	9
2.3	Controle químico na cultura	10
3	MATERIAL E MÉTODOS	12
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5	CONCLUSÃO	18
	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de milho é importante pela vasta forma de utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. O uso do milho em grão para alimentação animal representa grande parte desse cereal no mundo, além da participação na alimentação humana, com os diversos derivados de milho, sendo significativos na suplementação nutricional em regiões de baixa renda (CRUZ et al., 2011).

O milho de segunda safra, também conhecido como “milho safrinha” é definido como o milho cultivado entre janeiro e abril, quase sempre após soja precoce. Essa prática tem crescido consideravelmente nos últimos anos. Dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022) da safra de grãos 2021/2022 apontam uma área plantada total de milho de 21.581,9 mil ha, sendo que o milho segunda safra corresponde a uma porção de 16.378,6 mil ha. A área de milho safrinha 2021/2022 apresentou um aumento de 9,2% em relação à segunda safra do ano anterior.

Apesar do aumento da área plantada em nível nacional, no estado de Minas Gerais, precipitações abaixo das médias históricas e efeitos deletérios do enfezamento e vírus do mosaico causaram uma redução de 2% de produtividade em relação à última safra, totalizando uma média estadual de 3.893 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022).

Diversos outros fatores, além de condições climáticas adversas, contribuem para a redução da produtividade do milho, como, problemas com plantas infestantes, pragas e doenças. É possível destacar as doenças foliares como causa de sérios problemas econômicos em lavouras, podendo reduzir a produção de grãos em até 30% (CHAVAGLIA et al., 2020).

A redução de área foliar por patologias desencadeia em menores taxas fotossintéticas das plantas, reduzindo a produção e o armazenamento de fotoassimilados. Por consequência, na tentativa de suprir a demanda de açúcares no desenvolvimento e enchimento dos grãos, as reservas do caule se tornam fontes de carboidratos, podendo ocorrer o tombamento e/ou acamamento das plantas de milho por exaustão de colmo, reduzindo a produtividade da cultura pela inviabilização das colheitas mecanizadas (SILVA, 2017; SILVA et al., 2020).

Dentre as doenças foliares, as de grande importância para o milho de segunda safra na região de Uberlândia são cercosporiose, mancha branca, helmintosporiose e mancha de diplodia. A incidência dessas doenças está intimamente ligada a fatores ambientais locais e resistência do híbrido (GRIGOLLI, 2013).

A resistência genética é a principal forma de manejo por ser menos onerosa e extremamente eficiente, no entanto, também se faz necessária a utilização do controle químico, por meio de aplicação de fungicidas (SILVA, 2020). O uso do controle químico tem se tornado acessível ao agricultor e a disponibilidade de produtos para as diferentes doenças tem aumentado a eficiência da estratégia de controle. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de diferentes estratégias no controle químico de doenças foliares do milho, em condições de segunda safra em Uberlândia-MG.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do milho

O cultivo de milho recentemente alcançou a marca de maior cultura agrícola do mundo, ultrapassando 1 bilhão de toneladas produzidas, ultrapassando concorrentes antigos, como trigo e arroz (SILVA, 2021).

O milho é uma gramínea, pertencente a família Poaceae, possui metabolismo C4, que confere eficácia ao converter radiação solar em biomassa. É uma das poucas espécies nativas das Américas a serem amplamente utilizadas na agricultura. Além disso, é uma planta herbácea, anual, com ciclo completo de quatro a cinco meses, monóica com flores femininas nas axilas das folhas (espigas) e com flores masculinas na extremidade superior (panículas) (CONTINI, 2019).

O fator genético, em geral, é responsável por cerca de 50% do rendimento final de uma lavoura de milho, sendo a escolha do híbrido de acordo com as condições edafoclimáticas, pressão de doenças do local e um manejo adequado, determinantes para que se alcance o potencial produtivo (CRUZ et al., 2002; FRITSCHÉ-NETO; MORÔ, 2015). A manutenção do bem-estar das plantas é essencial para um bom desenvolvimento da lavoura, uma vez que uma pequena diminuição de área foliar pode acarretar em prejuízos na produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, na produção de grãos (ALVIM et al., 2011).

2.2 Doenças que afetam a cultura

Nesse sentido, um dos obstáculos encontrados para manutenção do bem-estar das plantas é a mancha branca. As lesões dessa doença inicialmente expressam-se por manchas verdes com aspecto encharcado, sintoma comum em lesões causadas por bactérias, e posteriormente desenvolvem-se para necróticas, com cor palha, de forma circular a alongada, onde estruturas reprodutivas fúngicas desenvolvem-se no centro (CASELA, 1998).

A mancha branca é causada por um complexo microbiano, composto por uma bactéria, *Pantoea ananatis* e os fungos *Phaeosphaeria maydis*, *Phyllosticta* sp., *Phoma sorghina* e *Sporormiella* sp. (RIBEIRO, 2019). As condições ideais para o estabelecimento da doença estão atreladas às condições climáticas geralmente encontradas em regiões localizadas acima de 600 m de altitude, que apresentam temperaturas noturnas em torno de 14 °C e umidade relativa superior à 60% (CASELA et al., 2006; JULIATTI et al., 2014; SACHS et al., 2011). Fungicidas

dos grupos químicos das estrobilurinas e ditiocarbamatos demonstraram-se razoavelmente eficientes no controle da doença (PEREIRA et al., 2005).

Além disso, os fungos *Cercospora zea-maydis* e *C. zeina* são os causadores da doença cercosporiose, uma das doenças mais importantes para a cultura do milho no mundo. Alta umidade relativa do ar, presença de orvalho e temperatura ambiente entre 22 e 30°C são condições ideais para o patógeno, que é capaz de reduzir de 20 a 60% a produção de grãos (PAUL; MUNKVOLK, 2005; WARD et al., 1999). Para controle da cercosporiose, os fungicidas a base de propiconazol, difeconazol, azoxistrobina e tebuconazol são eficientes e aumentam significativamente a produção de grãos (PINTO; DE ANGELIS; HABE, 2004).

A helmintosporiose é causada pelo patógeno *Exserohilum turcicum*, que causa lesões nas folhas de formato elíptico e alongado, variando o comprimento de 2,5 a 15,0 cm, predominantemente de cor cinza, às vezes verde-acinzentado ou pardas, sem bordos delimitados de coloração parda-avermelhada (CAMERA et al., 2019a). No Brasil, as perdas por essa doença ultrapassam 40% de produção de grãos em cultivares de milho suscetíveis, com a queima de turcicum sendo potencializada em temperaturas de 18 a 27°C e umidade relativa moderada à alta (COTA et al., 2013; SARTORI et al., 2017). O fungicida protioconazol + trifloxistrobina apresenta redução significativa na taxa de expansão da lesão de *E. turcicum* (CAMERA et al., 2019b).

Ademais, o patógeno *Bipolaris maydis* causa a doença conhecida como mancha de bipolaris. Em genótipos suscetíveis com condições quentes e úmidas, o patógeno pode reduzir a produtividade do milho em mais de 70% (FERREIRA, et al., 2022). A raça 0 apresenta lesões alongadas, delimitadas pelas nervuras com margens castanhas de formas e tamanhos variáveis. Já a raça T produz lesões de coloração marrom em forma elíptica, margens amareladas ou cloróticas. A temperatura ótima para o desenvolvimento do patógeno é entre 22 e 30°C, com umidades relativas altas também favorecendo a doença (CASELA et al., 2006).

2.3 Controle químico na cultura

Apesar da eficiência do controle genético, em algumas situações ainda se faz necessária a utilização do controle químico, através da aplicação de fungicidas foliares. Pesquisas apontam que a utilização de fungicidas auxilia o híbrido de milho a se aproximar de seu potencial produtivo através da diminuição de severidade de doenças (BRITO et al., 2012; CALGARO, 2010; MENDES et al., 2012).

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

As estrobilurinas atuam no Complexo III da cadeia transportadora de elétrons, na membrana interna da mitocôndria, e são inibidoras da quinona oxidase (QoI). Dessa forma, inibem a respiração mitocondrial nos fungos, ligando-se no sítio Qo do complexo citocromo bc1, bloqueando a transferência de elétrons que impedem a produção de ATP (FERNÁNDEZ-ORTUÑO et al., 2008).

No grupo químico das carboxamidas há o efeito inibidor da produção da enzima Succinato Desidrogenase (SDH), que atua no Complexo II da cadeia transportadora de elétrons, na membrana interna mitocondrial, impedindo a oxidação de succinato em fumarato e, consequentemente, na posterior produção de ATP (MADALOSSO et al., 2014).

Já as isoftalonitrilas, possuem um mecanismo de ação em que o fungicida se une aos grupos sulfidril e mercapto. A junção com sulfidrilas na germinação de células fúngicas interrompe o ciclo de Krebs, pois o fungicida evita a ativação da enzima gliceroaldeido-3-fosfato desidrogenase. Consequentemente, não há a produção de ATP e as células fúngicas morrem por não completarem processos vitais para sua formação (RODRIGUES, 2006).

Além do fungicida utilizado, outro fator importante a ser considerado no manejo é a época de aplicação. Moterle e Santos (2019) observaram que a aplicação de fungicida em V₈ + pré-florescimento apresentou maior produtividade quando comparado com a testemunha e aplicações separadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na segunda safra do ano agrícola de 2021/2022, no município de Uberlândia/MG, na fazenda Novo Horizonte (18°55'08" S, 48°03'45" O, a 850 m de altitude), cuja classificação do solo é Latossolo Vermelho (SANTOS et al., 2018).

Foi utilizado o híbrido simples STATUS VIP3. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em que o híbrido foi submetido a 8 tratamentos, com 12 repetições para a característica produtividade e 6 para as outras características. A composição dos tratamentos contou com fungicidas combinados de formas variadas e em diferentes épocas de aplicação, além do tratamento testemunha, em que não ocorreu aplicação de nenhum fungicida (Tabela 1).

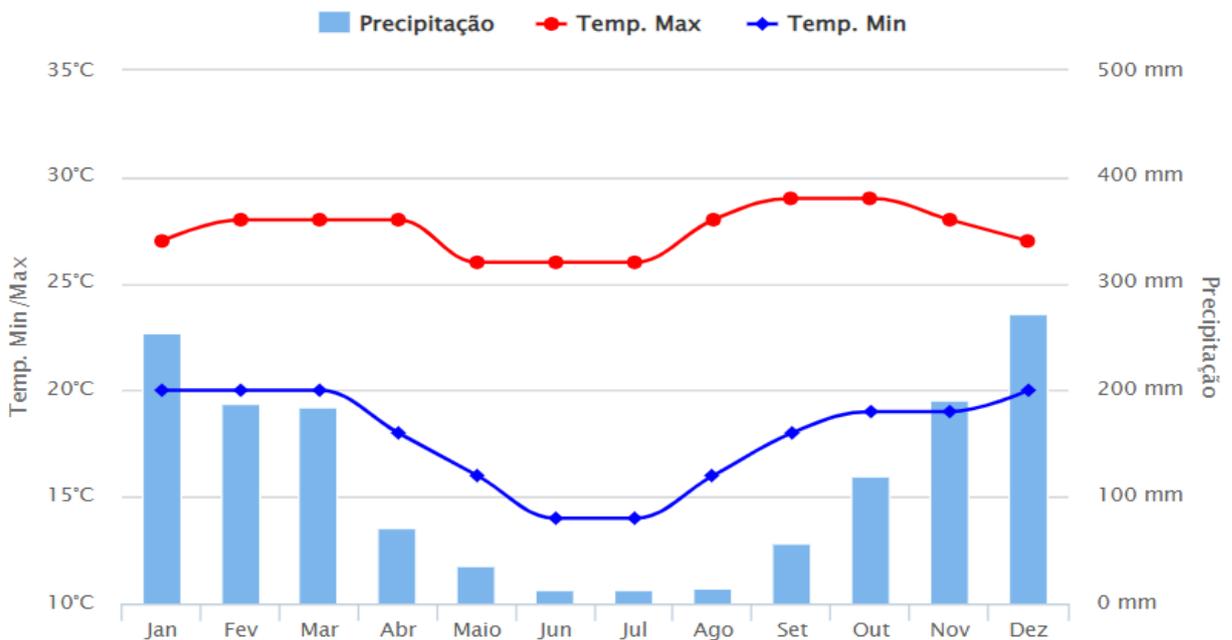
Tabela 1 – Tratamentos com diferentes estratégias de controle de doenças foliares no milho. Uberlândia – MG, segunda safra 2021/2022.

Trat.	Ingredientes Ativos dos Fungicidas	Dose de i.a. (g i.a. ha ⁻¹) ¹	Estádios fenológicos de aplicação
T1	---	---	---
T2	difenoconazol ² + azoxistrobina ³	37,5 + 60,0	V ₈
T3	difenoconazol + azoxistrobina	37,5 + 60,0	V ₈ e V _T
T4	difenoconazol + azoxistrobina clorotalonil ⁴	37,5 + 60,0 720,0	V ₈ e V _T V _T
T5	difenoconazol + azoxistrobina difenoconazol + pidiflumetofem ⁵	37,5 + 60,0 75,0 + 45,0	V ₈ V _T
T6	difenoconazol + azoxistrobina clorotalonil	37,5 + 60,0 720,0	V ₈ , V _T e R ₂ V _T e R ₂
T7	difenoconazol + azoxistrobina difenoconazol + pidiflumetofem clorotalonil	37,5 + 60,0 75,0 + 45,0 720,0	V ₈ e R ₂ V _T R ₂
T8	difenoconazol + azoxistrobina difenoconazol + pidiflumetofem	37,5 + 60,0 75,0 + 45,0	V ₈ V _T e R ₂

¹g.i.a ha⁻¹: gramas de ingrediente ativo por hectare; ²triazol; ³estrobilurina; ⁴isoflortalonitrilas; ⁵carboxamidas.

A área experimental é localizada a aproximadamente 10 km de distância da rodovia AMG 1110. Por ser um local isolado, há pouca movimentação de pessoas. Há a presença de quebra ventos no perímetro da área, composto pela cultura do milho, cultivado comercialmente por outros produtores. Os ensaios foram instalados a um raio de 200 metros de distância dessas lavouras. Segundo Alvares et al. (2014), utilizando a classificação de Köppen-Geiger (1928) para o Brasil, o clima da região é do tipo *Aw*, apresentando temperatura média de 21,5 °C e precipitação anual de 1479 mm (figura 1).

Figura 1. Pluviosidade e temperatura média¹, Uberlândia – MG.



¹Valores calculados a partir de uma série de dados observados em 30 anos; Fonte: Clima Tempo Uberlândia.

As parcelas do experimento foram constituídas por 4 linhas de 5,2 metros de comprimento, espaçadas entre si por 0,5 m, totalizando uma área útil de 10,4 m². O espaçamento entre plantas foi de aproximadamente 28,5 cm, planejado para uma população de 70.000 plantas ha⁻¹.

A semeadura foi realizada de forma mecanizada, no dia 25 de fevereiro de 2022 e, na mesma operação, foi feita a adubação em sulco na dose de 300 kg ha⁻¹ do fertilizante NPK, na formulação 08-20-20. Posteriormente, nos estádios V₄ e V₆, foi realizada uma adubação parcelada de cobertura utilizando o adubo NPK de formulação 30-00-15, na dosagem total de 300 kg ha⁻¹. Os demais tratos culturais foram realizados de forma a expressar o máximo potencial produtivo do híbrido utilizado.

As pulverizações foram feitas utilizando um pulverizador costal à combustão, regulado para aplicar a 140 L ha⁻¹. Para avaliar o efeito dos tratamentos submetidos a diferentes fungicidas, foram realizadas as avaliações altura de planta, altura de inserção de espiga, estande final, severidade de doenças foliares, área foliar verde e produtividade de grãos.

A avaliação de severidade de doenças foliares foi realizada no estágio R₄, baseado no Guia Agroceres de Sanidade (AGROCERES, 1996), utilizando-se uma escala visual de 1 a 9, correspondendo às porcentagens de 0 e 100%, respectivamente. Posteriormente, as notas foram convertidas para porcentagem.

As avaliações de altura de planta e altura de inserção de espiga foram realizadas próximo à maturidade fisiológica (R₆), utilizando-se uma mira topográfica. Foi padronizada a medição da altura de planta considerando a primeira bifurcação do pendão como o limite superior da planta e a altura de inserção de espiga foi medida a partir da inserção da espiga principal no colmo. Foram medidas 3 plantas de cada uma das duas linhas centrais da parcela, totalizando 6 plantas por parcela, iniciando a partir da terceira planta de cada linha.

Para a obtenção do estande final, no estágio R₆, contou-se o número de plantas por parcela. O número obtido foi convertido para plantas por hectare. Ainda no estágio R₆, avaliou-se a área foliar verde utilizando uma escala visual em porcentagem.

Utilizou-se uma colhedora de parcelas para obter a produtividade de grãos. A operação ocorreu no dia 28 de julho de 2022, obtendo-se o peso dos grãos de cada parcela. Posteriormente, estes valores foram transformados para kg ha⁻¹, corrigindo-se ainda a umidade para 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 0,05 de significância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância, com auxílio do programa de análises estatísticas SISVAR versão 5.8 (PENNISI et al., 2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados de avaliação de estande final de plantas (Tabela 2) foi observado que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos do híbrido testado. As parcelas apresentaram boa uniformidade de plantas, para os oito tratamentos, não revelando problemas de semeadura, falhas ou de perdas de plantas ao longo da condução da cultura. A carência de uniformidade de estande pode levar a problemas de análise e interpretação dos resultados, devido à baixa plasticidade das plantas de milho (BRANDÃO et al., 2019).

Tabela 2 – Estande final de plantas, altura de planta e de inserção de espiga, submetidos a diferentes aplicações de fungicidas foliares. Uberlândia – MG, segunda safra 2021/2022.

Tratamentos ¹	Estande de plantas (plantas.ha ⁻¹)	Altura de planta (cm planta ⁻¹)	Altura de inserção de espiga (cm planta ⁻¹)
T1	65.384 a ²	212 a	134 a
T2	65.545 a	207 a	126 a
T3	65.224 a	208 a	133 a
T4	68.589 a	206 a	130 a
T5	64.262 a	210 a	132 a
T6	67.948 a	205 a	129 a
T7	67.950 a	216 a	136 a
T8	67.307 a	211 a	129 a
CV%	4,46	3,20	5,40

1- T1: testemunha; T2: difenoconazol + azoxistrobina V₈; T3: difenoconazol + azoxistrobina V₈ e V_T; T4: difenoconazol + azoxistrobina V₈ e V_T / clorotalonil V_T; T5: difenoconazol + azoxistrobina V₈ / difenoconazol + pidiflumetofem V_T; T6: difenoconazol + azoxistrobina V₈, V_T e R₂ / clorotalonil V_T e R₂; T7: difenoconazol + azoxistrobina V₈ e R₂ / difenoconazol + pidiflumetofem V_T / clorotalonil R₂; T8: difenoconazol + azoxistrobina V₈ / difenoconazol + pidiflumetofem V_T e R₂. 2- Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Na avaliação de altura de planta e altura de inserção de espiga (Tabela 2), não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos. A altura de planta e a altura de inserção de espiga são características quantitativas que apresentam alta interferência do ambiente (CRUZ et al., 2012), tanto quando expostas a fatores abióticos, como estresses hídricos, desordens nutricionais ou fitotoxicidade de defensivos, quanto a fatores bióticos, como pragas e doenças. Assim, notou-se que as parcelas não sofreram interferência ambiental

de modo a afetar essas características, uma vez que não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. Brandão (2021) também não encontrou diferenças estatísticas significativas para estande final, altura de plantas e altura de inserção de espigas.

As doenças foliares incidiram de forma natural no experimento. Foi observado a campo, maior incidência de helmintosporiose causada pelo patógeno *Exserohilum turcicum* e mancha branca, causada pelo complexo microbiano *Pantoea ananatis*, *Phaeosphaeria maydis*, *Phyllosticta* sp., *Phoma sorghina* e *Sporormiella* sp. (RIBEIRO, 2019).

Tabela 3 – Severidade de doenças foliares, área foliar verde e produtividade, submetidos a diferentes aplicações de fungicidas foliares. Uberlândia – MG, segunda safra 2021/2022.

Tratamentos ¹	Severidade de doenças foliares (%)	Área foliar verde (%)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
T1	77,1 f ²	22,8 f	6.158 d
T2	56,6 e	36,6 e	6.548 cd
T3	39,1 d	54,1 d	6.975 bc
T4	31,6 c	63,3 c	7.063 bc
T5	27,5 c	65,8 c	7.078 abc
T6	17,5 b	79,1 b	7.365 ab
T7	15,0 ab	85,5 ab	7.541 ab
T8	10,0 a	90,5 a	7.669 a
CV%	11,16	6,27	6,72

1- T1: testemunha; T2: difenoconazol + azoxistrobina V₈; T3: difenoconazol + azoxistrobina V₈ e V_T; T4: difenoconazol + azoxistrobina V₈ e V_T / clorotalonil V_T; T5: difenoconazol + azoxistrobina V₈ / difenoconazol + pidiflumetofem V_T; T6: difenoconazol + azoxistrobina V₈, V_T e R₂ / clorotalonil V_T e R₂; T7: difenoconazol + azoxistrobina V₈ e R₂ / difenoconazol + pidiflumetofem V_T / clorotalonil R₂; T8: difenoconazol + azoxistrobina V₈ / difenoconazol + pidiflumetofem V_T e R₂. 2- Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Para severidade de doenças foliares, o tratamento T1 (Testemunha) apresentou maior média e, concomitantemente, menor média para área foliar verde, seguido do tratamento T2 (difenoconazol + azoxistrobina V₈) e T3 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ e V_T). Isso ressalta a importância da aplicação de fungicidas, visto que o híbrido respondeu de forma positiva a aplicações de triazol e estrobilurina em V₈ e V_T, corroborando com resultados obtidos no trabalho de Moterle e Santos (2019).

Os tratamentos T4 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ e V_T / clorotalonil V_T) e T5 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ / difenoconazol + pidiflumetofem V_T), que possuíam a

adição de clorotalonil e pidiflumetofen apresentaram valores menores que os anteriores para severidade de doenças foliares e, concomitantemente, valores maiores para área foliar verde, porém semelhantes entre si para ambos caracteres.

Com adição da aplicação em R₂, os tratamentos T6 (difenoconazol + azoxistrobina V₈, V_T e R₂/ clorotalonil V_T e R₂) e T7 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ e R₂/ difenoconazol + pidiflumetofem V_T/ clorotalonil R₂) obtiveram médias semelhantes entre si, porém menores que os tratamentos anteriores, para severidade de doenças foliares e, concomitantemente, médias maiores para área foliar verde. Koguishii (2011) obteve menores valores de severidade de doenças quando realizada três aplicações de fungicidas, em V₈, V₁₆ e R₂ no milho.

Os tratamentos T7 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ e R₂ / difenoconazol + pidiflumetofem V_T/ clorotalonil R₂) e T8 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ / difenoconazol + pidiflumetofem V_T e R₂) apresentaram as menores médias para severidade de doenças e, concomitantemente, as maiores para área foliar verde, porém não diferiram entre si. Rezende (2014) observou que a utilização de fungicidas é importante na manutenção da sanidade da planta durante todo o ciclo, para que essa expresse o seu potencial produtivo.

Com relação a produtividade, apenas T2 (difenoconazol + azoxistrobina V₈) não obteve incremento de produtividade em relação a testemunha. Os tratamentos T2, T3 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ e V_T), T4 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ e V_T / clorotalonil V_T) e T5 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ / difenoconazol + pidiflumetofem V_T) foram estatisticamente semelhantes.

Os tratamentos T3 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ e V_T), T4 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ e V_T / clorotalonil V_T), T5 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ / difenoconazol + pidiflumetofem V_T), T6 (difenoconazol + azoxistrobina V₈, V_T e R₂/ clorotalonil V_T e R₂) e T7 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ e R₂/ difenoconazol + pidiflumetofem V_T/ clorotalonil R₂) não diferiram estatisticamente entre si. Por fim, com a adição de uma carboxamida e uma terceira aplicação, os tratamentos T5, T6, T7 e T8 (difenoconazol + azoxistrobina V₈ / difenoconazol + pidiflumetofem V_T e R₂) apresentaram as melhores médias para produtividade, não diferindo entre si para esta característica. De modo geral, utilização de combinações de fungicidas com carboxamidas proporcionam a manutenção da área verde e aumento de produtividade (COELHO, 2020; SILVA, 2018).

O híbrido respondeu positivamente as aplicações de fungicidas, visto que somente a produtividade do tratamento T2 (difenoconazol + azoxistrobina V₈) não diferiu estatisticamente da testemunha. Brito et al. (2013) observou que a aplicação de fungicidas foi eficiente no controle de doenças foliares, além de aumentar a produtividade em relação ao grupo controle.

5 CONCLUSÃO

Os tratamentos T7 e T8 são mais efetivos no controle das doenças foliares, por permitir a obtenção de menores médias de severidade de doenças foliares e manter os maiores valores para área foliar verde. A terceira aplicação em R₂ também contribui para manutenção da sanidade das plantas. Para produtividade, apenas o T2 foi semelhante a testemunha. Os tratamentos T5, T6, T7 e T8 obtiveram as melhores médias para essa característica.

A adição de uma carboxamida ou isofitalonitrila à estratégia revela-se eficiente no controle das doenças foliares, visto que os tratamentos contendo essas moléculas foram superiores aos com apenas uma mistura de triazol e estrobilurina.

REFERÊNCIAS

- AGROCERES. **Guia Agroceres de sanidade**. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72p.
- ALVARES, C. A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift 22, 711–728, 2014.
- ALVIM, K.R.T. et al. 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: Clico de Seminários de Agronomia UFU, 12., 2019, Uberlândia. **Anais...** p. 170 – 174.
- BRANDÃO, L. M. Desempenho de híbridos de milho em função da aplicação de fungicidas foliares. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.
- BRITO, A. H. et al. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho. **Brazilian Journal of Maize and Sorghum**, v. 11, n. 1, p. 49-59, 2012.
- BRITO, A. H. et al. Controle químico da Cercosporiose, Mancha-Branca e dos Grãos Ardidos em milho. **Revista Ceres**, v. 60, n. 5, p. 629-635, 2013.
- CALGARO, F.; MENDES, Marcelo Cruz. Avaliação da eficiência de fungicidas no controle de mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*) na cultura do milho. **Encontro Anual de Iniciação Científica**, v. 19, 2010.
- CAMERA, J. N. et al. Reação de híbridos de milho a helmintosporiose e ferrugem comum, e controle químico de helmintosporiose. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, 2019a.
- CAMERA, J. N. et al. Aplicação preventiva e curativa de fungicidas para controle da helmintosporiose em milho. **HOLOS**, v. 2, p. 1-10, 2019b.
- CASELA, C. R. The *Phaeosphaeria* leaf spot. In: CASELA, R.C.; REFRO, R.; KRATTIGER, A. eds **Diagnosing mayze diseases in Latin American**. Ithaca: ISAAA/ Brasília: EMBRAPA, 1998. p 15-17.
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. da S.; PINTO, N. F. J. de A. Doenças na cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2006.
- CHAVAGLIA, A. C. et al. Genetic dissimilarity for resistance to foliar diseases associated with the agronomic potential in maize. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 936-944, 2020.
- COELHO, R. A. Estratégias de controle químico da mancha branca na cultura do milho. 2020. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

CONAB, **Acompanhamento safra brasileira de grãos**, v. 19 – Safra 2021/2022 – Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-88, setembro de 2022.

CONTINI, E. et al. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. **Brasília: Embrapa.(Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2)**, 2019.

COTA, L. V.; DA SILVA, D. D.; DA COSTA, R. V. Helmintosporiose causada por *Exserohilum turcicum* na cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2013.

CRUZ, J. C. et al. Cultivo do milho – Cultivares. **Embrapa Milho e Sorgo-Comunicado Técnico**, 55, 2002.

CRUZ, J. C. et al. Produção de Milho na Agricultura Familiar. **Embrapa**, Sete Lagoas, p. 1-3, 2011.

DA SILVA, D. et al. Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e12310313172-e12310313172, 2021.

FERNÁNDEZ-ORTUÑO, D. et al. 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.

FERREIRA, C. M. et al. Characterization of the *Bipolaris maydis*: symptoms and pathogenicity in popcorn genotypes (*Zea mays* L.). **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, 2022.

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.

GRIGOLLI, J. F. J. Doenças do milho safrinha. **Tecnologia e produção: Milho safrinha e culturas de inverno. Mato Grosso do Sul: Fundação MS**, p. 121-133, 2013.

HEUSINKVELD, H. et al. Azole Fungicides Disturb Intracellular Ca²⁺ 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. et al. Eficácia da associação de fungicidas e antibióticos no manejo da mancha branca do milho e seu efeito na produtividade. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 30, n. 6, p. 1622–1630, 2014.

KOGUISHI, Lincom. Aplicação de fungicidas em diferentes estádios fenológicos da cultura do milho (*Zea mays*) no controle de doenças. 2011. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2011.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

MADALOSSO, M. G. et al. Fatores Que Interferem na Fitotoxicidade. **CULTIVAR: Grandes culturas**, v. 179, n. 1, p. 14-17, 2014.

- MENDES, M. C. et al. Efeito da Época de Aplicação de Fungicida no Controle de Doenças na Cultura do Milho. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo (Abms). p. 0600-0606, 2012.
- MOTERLE, L. M.; DOS SANTOS, R. F. Época de aplicação de fungicida na cultura do milho segunda safra. **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 61–71, 2019. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2531>. Acesso em: 31 jan. 2023.
- PAUL, P.A.; MUNKVOLD, G. P. Influence of temperature and relative humidity on sporulation of *Cercospora zae-maydis* and expansion of grayleaf spot lesions on maize leaves. **Plant Dis** 89:624-630, 2005.
- PENNISI, P. R. C; BRANDÃO, L. M.; PENNISI FILHO, R. R. Metodologia científica e planejamento aplicados em ensaios no campo. **Idea (Uberlândia)**, Uberlândia, v. 11, n. 1, p. 19-34, ago. 2020.
- PEREIRA, O. A. P; Carvalho, R. V.; Camargo, L. E. A. Doenças do milho (*Zea mays* L.). In: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A. (Eds). **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p.477-488, 2005.
- PINTO, N. F. J. A. Controle químico de doenças foliares em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p.134-138, 2004.
- REZENDE, W. S. Implicações da desfolha precoce e da proteção química à mancha branca na cultura do milho. 2014. 36f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, 2014.
- RIBEIRO, G. D. F. R. Uso de fungicidas para o controle de mancha branca em milho. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.
- RODRIGUES, M. A. T. Classificação de fungicidas de acordo com mecanismo de ação proposto pelo FRAC. Botucatu, SP. UNESP, 2006. 249p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).
- SACHS, P. J. D. et al. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha branca em milho. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 4, p. 202-204, 2011.
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SARTORI, M. et al. Efficacy of epiphytic bacteria to prevent northern leaf blight caused by *Exserohilum turcicum* in maize. **Revista Argentina de microbiologia**, v. 49, n. 1, p. 75-82, 2017.
- SILVA, D. D. D.; COTA, L. V.; COSTA, R. V. D. Como manejar doenças foliares em milho. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2020.

SILVA, M. F. Influência de fungicidas na integridade de colmo e produtividade na cultura do milho. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

SILVA, M. F. et al. Corn stalk integrity is improved by fungicide combinations containing carboxamide. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 42, n. 5, p. 484-490, set. 2018. Bimestral.

SILVA, R. S. et al. Danos na cultura do milho em função da redução de área foliar por desfolha artificial e por doenças. **Summa Phytopathologica**, v.46, n.4, p.313-319, 2020.

WARD, J. M. J. et al. Gray leaf spot: a disease of global importance in maize production. **Plant disease**, v. 83, n. 10, p. 884-895, 1999.