

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

MATHEUS VICTOR GARCIA DE CARVALHO FERREIRA

**EFICÁCIA DA COMBINAÇÃO DE FUNGICIDAS QUÍMICOS COM FUNGICIDA
MICROBIOLÓGICO (*Bacillus velezensis*) EM DIFERENTES DOSES EM UM
HÍBRIDO DE MILHO EM CONDIÇÕES DE SEGUNDA SAFRA**

**Uberlândia – MG
Setembro – 2025**

MATHEUS VICTOR GARCIA DE CARVALHO FERREIRA

**EFICÁCIA DA COMBINAÇÃO DE FUNGICIDAS QUÍMICOS COM FUNGICIDA
MICROBIOLÓGICO (*Bacillus velezensis*) EM DIFERENTES DOSES EM UM
HÍBRIDO DE MILHO EM CONDIÇÕES DE SEGUNDA SAFRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do grau
de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Césio Humberto de Brito

**Uberlândia – MG
Setembro – 2025**

MATHEUS VICTOR GARCIA DE CARVALHO FERREIRA

**EFICÁCIA DA COMBINAÇÃO DE FUNGICIDAS QUÍMICOS COM FUNGICIDA
MICROBIOLÓGICO (*Bacillus velezensis*) EM DIFERENTES DOSES EM UM
HÍBRIDO DE MILHO EM CONDIÇÕES DE SEGUNDA SAFRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do grau
de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Césio Humberto de Brito

Aprovado pela banca examinadora em 10 de setembro de 2025

Prof. Dr. Césio Humberto de Brito
Orientador

Eng. Agr. Paulo Afonso Della Matta Silva
Membro da Banca

Eng. Agr. Roger Rodrigues Alves
Membro da Banca

**Uberlândia – MG
Setembro – 2025**

RESUMO

Devido à grande importância da cultura do milho, alcançar maior produtividade e garantir a qualidade dos grãos tornou-se essencial nos dias de hoje. O aumento e a severidade das doenças fúngicas nas lavouras comprometem a produtividade e a qualidade do produto, preocupando vários setores da economia. Para que os híbridos atinjam seu potencial produtivo, pesquisas têm mostrado que o uso de fungicidas auxilia na redução de patologias e, buscando alternativas complementares ao controle químico, o controle microbiológico se destaca como uma opção promissora, graças à sua capacidade de ser específico em relação ao alvo e utilizar diferentes estratégias para combatê-lo, o que reduz o risco de desenvolvimento de resistência. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do manejo com fungicidas químicos e fungicida microbiológico em diferentes doses no controle de doenças e na produtividade na cultura do milho, em condição de segunda safra. O experimento foi conduzido em Uberlândia/MG, no período da segunda safra do ano agrícola 2024. Foi utilizado o híbrido de milho Supremo Viptera3, o delineamento foi o de blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos e doze repetições, sendo uma testemunha, e os demais tratamentos com combinações entre fungicidas químicos e microbiológico em diferentes doses. Os caracteres avaliados foram estande final, altura de planta, altura de inserção de espiga, severidade de doenças foliares e produtividade de grãos. Utilizou-se o *software* estatístico SISVAR, foram feitas análise de variância e teste de Tukey. Os tratamentos T3 (Priori Xtra[®] + Previnil Max[®] + FrontierControl[®] (0,3) V₈ / Orkestra[®] + Previnil Max[®] + FrontierControl[®] (0,3) V_{T-R2}) e T4 (Priori Xtra[®] + Previnil Max[®] + FrontierControl[®] (0,5) V₈ / Orkestra[®] + Previnil Max[®] + FrontierControl[®] (0,5) V_{T-R2}), em que foram associados o fungicida microbiológico, independente da dose, apresentaram maior potencial de incremento na produtividade de grãos e menores índices de severidade de doenças em comparação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; *Bacillus velezensis*; controle químico; produtividade.

ABSTRACT

Due to the great importance of corn cultivation, achieving higher yields and ensuring grain quality has become essential nowadays. The increase and severity of fungal diseases in crops compromise both productivity and product quality, raising concerns across several sectors of the economy. In order for hybrids to reach their productive potential, research has shown that the use of fungicides helps reduce plant diseases. Moreover, as a complementary alternative to chemical control, microbiological control stands out as a promising option due to its target specificity and ability to employ multiple strategies to combat pathogens, which helps reduce the risk of resistance development. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of management with chemical fungicides and a microbiological fungicide at different doses on disease control and yield in off-season corn cultivation. The experiment was conducted in Uberlândia, Minas Gerais, during the second crop season of the 2024 agricultural year. The corn hybrid used was Supremo Viptera3, and the experimental design followed a randomized block design (RBD) with four treatments and twelve replications, including one untreated control. The other treatments consisted of different combinations of chemical and microbiological fungicides at varying doses. The evaluated parameters included final plant stand, plant height, ear insertion height, foliar disease severity, and grain yield. The SISVAR statistical software was used to perform analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test. Treatments T3 (Priori Xtra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0.3 L.ha⁻¹) at V₈ / Orkestra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0.3 L/ha) at V_{T-R2}) and T4 (Priori Xtra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0.5 L.ha⁻¹) at V₈ / Orkestra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0.5 L.ha⁻¹) at V_{T-R2}), in which the microbiological fungicide was included, regardless of dose, showed greater potential for increasing grain yield and resulted in lower foliar disease severity compared to the other treatments.

Keywords: *Zea mays* L.; *Bacillus velezensis*; chemical control; yield.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1. Cultura do milho	9
2.2. Doenças foliares.....	9
2.3. Controle	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Estande de plantas, altura de plantas, altura de inserção de espigas e severidade de doenças foliares.....	15
4.2. Produtividade.....	17
5. CONCLUSÕES.....	19
REFERÊNCIAS	20

1. INTRODUÇÃO

O milho é uma cultura cultivada em todo mundo, tendo grande importância socioeconômica caracterizada pelas diversas formas de utilização, que vão desde a nutrição animal até a indústria de alta tecnologia. O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, sendo uma das culturas mais importantes do país (Duarte; Mattoso; Garcia, 2021). Dada tamanha importância dessa cultura, prezar pela qualidade de produção é fundamental, visto que seu rendimento é afetado por fatores como a disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, população de plantas, sistema de cultivo, potencial produtivo do híbrido, manejo de plantas daninhas, pragas e doenças (Juliatti *et al.*, 2007).

De maneira geral, cerca de metade do rendimento final de uma lavoura de milho é influenciada por fatores genéticos. Dessa forma, para atingir o potencial máximo de produção, é essencial escolher híbridos que se adaptem às condições específicas do solo e clima, e adotar práticas de manejo eficazes, levando em conta o histórico de doenças locais (Cruz *et al.*, 2002; Fritsche-Neto; Morô, 2015). Ademais, promover a saúde das plantas é essencial para seu ótimo desenvolvimento, pois até mesmo uma pequena diminuição na área foliar pode acarretar perdas significativas na produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, na colheita de grãos. (Alvim *et al.*, 2011).

Ao longo dos anos, com o crescente aumento da produtividade do milho, foi constatada também uma maior incidência das doenças fúngicas nas plantas (Cota *et al.*, 2013). Dentre as principais doenças ocorrentes em condições de segunda safra e seus respectivos agentes causais da cultura, destacam-se a Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), Mancha-de-bipolaris (*Bipolaris maydis*), Cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), Mancha-branca (*Pantoea ananatis*, *Phaeosphaeria maydis*, *Phyllosticta* sp., *Phoma sorghina* e *Sporormiella*) e Ferrugem-polissora (*Puccinia polysora*) (Silva *et al.*, 2009).

Pesquisas têm mostrado que o uso de fungicidas auxilia os híbridos de milho a alcançarem seu potencial produtivo, reduzindo a severidade das doenças (Brito *et al.*, 2012; Calgaro, 2010; Mendes *et al.*, 2012). De acordo com Garcia (1999), os fungicidas são substâncias químicas utilizadas para prevenir a infecção de tecidos de plantas vivas por fungos patogênicos. Eles são empregados no combate a doenças provocadas por fungos, bactérias e algas, e, devido ao cultivo intensivo e a elevada pressão de agentes patogênicos, torna-se indispensável a utilização de métodos químicos para conter a disseminação de doenças em fases determinantes do cultivo e garantir que o potencial genético do material seja explorado.

Buscando alternativas complementares ao controle químico, o controle microbiológico

se destaca como uma opção promissora, graças à sua capacidade de ser específico em relação ao alvo e utilizar diferentes estratégias para combatê-lo, o que reduz o risco de desenvolvimento de resistência (Souza *et al.*, 2014). Segundo Monnerat *et al.* (2020), as bactérias pertencentes ao gênero *Bacillus* são amplamente utilizadas no controle microbiológico de pragas e doenças.

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do manejo com fungicidas químicos e fungicida microbiológico em diferentes doses no controle de doenças e na produtividade na cultura do milho, em condição de segunda safra.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta monocotiledônea pertencente à família *Poaceae*, amplamente cultivada em diversas regiões do mundo devido à sua importância econômica, alimentar e industrial. Sua origem é atribuída à região mesoamericana, especialmente ao sul do México, onde foi domesticado a partir do teosinto, uma gramínea silvestre, há aproximadamente 9.000 anos. Desde então, o milho passou por um intenso processo de seleção natural e artificial, tornando-se uma das principais culturas agrícolas globais (Pereira-Filho, 2015).

Considerando o cultivo e o consumo global, o milho é visto como um dos cereais mais importantes, devido ao seu alto potencial produtivo, composição química e valor nutricional (Fancelli; Dourado-Neto, 2000). Nesse cenário, o Brasil se consolida como o terceiro maior produtor, com uma área de 21,4 milhões de hectares cultivados e produtividade estimada em 128,3 milhões de toneladas na safra 2024/2025 (Conab, 2025), o que se deve a melhorias genéticas e práticas de manejo agrônômicos (Ferreira *et al.*, 2023).

2.2. Doenças foliares

Desde a década de 1990, a incidência e a severidade das doenças fúngicas foliares aumentaram significativamente, causando declínios quantitativos e qualitativos na produtividade do milho no Brasil (Costa *et al.*, 2012). Vários fatores são responsáveis por essas condições, como o sistema de plantio direto, o cultivo consecutivo de milho (em duas safras), a falta de rotação de culturas, práticas de irrigação sem embasamento técnico e o cultivo de híbridos suscetíveis, que favorecem a proliferação de patógenos e o aumento da incidência de patologias (Ribeiro, 2019; Silva *et al.*, 2020).

Dentre essas doenças, destacam-se a Ferrugem, a Helmintosporiose, a Mancha-de-bipolaris, a Cercosporiose e a Mancha-branca (Silva *et al.*, 2009). A ferrugem polissora, provocada pelo fungo *Puccinia polysora*, já foi considerada a enfermidade mais limitante do milho na região central do Brasil. Essa doença se caracteriza pela presença de pequenas pústulas circulares, variando de 0,2 a 2,0 mm de diâmetro, com coloração alaranjada, predominantemente localizadas na face superior das folhas, mas podendo também ocorrer em outros tecidos verdes da planta. As perdas causadas por essa ferrugem podem atingir até 65%

da produtividade (Machado; Cassetari-Neto, 2008), sendo que o desenvolvimento de epidemias é favorecido por temperaturas médias diurnas acima de 27 °C associadas a umidade relativa superior a 90%. Em cultivos de safrinha, especialmente sob condições de chuvas regulares e uso de híbridos suscetíveis, essas perdas tendem a ser ainda mais expressivas (Silva *et al.*, 2009).

A Helmintosporiose, provocada pelo fungo *Exserohilum turcicum*, ocorre com sintomas característicos, que são lesões necróticas elípticas, com comprimento variando entre 2,5 e 15 cm. O tecido afetado adquire coloração que pode variar entre verde-acinzentado e marrom. As lesões iniciais geralmente surgem nas folhas mais velhas e, em casos de infecção severa, pode ocorrer a necrose total das folhas, levando à queima do tecido foliar (White, 2000).

Já a Mancha-de-bipolaris, provocada pelo fungo *Bipolaris maydis*, ocorre principalmente em regiões quentes e úmidas (Brandão, 2021). Esse patógeno pode causar uma diminuição de mais de 70% na produtividade do milho sob a utilização de genótipos suscetíveis e condições favoráveis a doença (Ferreira *et al.*, 2022). A raça O produz lesões alongadas, delimitadas pelas nervuras, com margens castanhas de formas e tamanhos variáveis. A raça T, por outro lado, causa lesões de coloração marrom, com uma forma elíptica e margens amareladas ou cloróticas. Oliveira *et al.* (2006) descrevem os sintomas típicos da doença nas folhas, caracterizados por lesões de cor palha, delimitadas pelas nervuras, com dimensões de 2,5 x 0,5 cm, podendo apresentar bordas avermelhadas.

Por sua vez, a Cercosporiose é uma doença foliar relevante na cultura do milho, ocasionada principalmente pelos fungos *Cercospora zeina* e *Cercospora zea-maydis* (Neves *et al.*, 2015). Os primeiros sintomas ocorrem nos estádios V₈ a V_T, geralmente nas folhas inferiores próximas a restos culturais (Wise *et al.*, 2016). As lesões são retangulares, de cor palha ou cinza-claro, restritas pelas nervuras, podendo desenvolver halo amarelo e causar necrose em híbridos suscetíveis. A doença prevalece em condições de alta umidade, temperaturas moderadas a elevadas e noites frias (Munkvold; White, 2016).

Por fim, o “Complexo Mancha-branca” é uma doença agressiva que afeta plantações de milho em todo o Brasil, causada por um complexo de microrganismos, liderados pela bactéria *Pantoea ananatis* e acompanhado por fungos como *Phaeosphaeria maydis*, *Phyllosticta maydis*, *Phoma sorghina* e *Sporormiella* sp., com a bactéria sendo o agente inicial das lesões. Os sintomas começam com lesões encharcadas nas folhas, denominadas na fitopatologia como anasarca, que se desenvolvem para manchas necróticas de cor palha, podendo coalescer em casos graves. Em alta severidade, a doença acelera a senescência foliar, encurtando o ciclo da cultura e reduzindo a produtividade (Costa *et al.*, 2012). Os sintomas

tendem a se intensificar após o pendoamento (Borsoi *et al.*, 2018).

2.3. Controle

O uso de híbridos resistentes é indicado para diminuir a ocorrência de doenças foliares na cultura do milho (Brito *et al.*, 2011) mas, para otimizar a resistência genética no controle dessas doenças, a utilização do controle químico alternando diferentes grupos de fungicidas em épocas distintas de aplicação é imprescindível (Brandão, 2021).

Conforme pesquisas publicadas, os grupos químicos tais como triazóis, estrobilurinas, carboxamidas e isoftalonitrilas, representam alternativas eficazes no controle de patógenos foliares na cultura do milho (Pinto, 2004; Rodrigues, 2006; Costa, 2012; Donato, 2013; Finoketi *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2020).

Os fungicidas pertencentes ao grupo químico dos triazóis atuam como inibidores da desmetilação, ligando-se à enzima lanosterol 14 α -desmetilase (CYP51). Tal ligação impede a inibição da biossíntese do ergosterol, uma proteína estrutural crucial na parede celular fúngica, levando ao seu esgotamento e subsequente morte (Heusinkveld *et al.*, 2013).

As estrobilurinas agem no complexo III da cadeia de transporte de elétrons, localizado na membrana interna da mitocôndria, como inibidores da quinona oxidase (QoI). Esse processo inibe a respiração mitocondrial dos fungos, pois se ligam ao sítio Qo do complexo citocromo bc1, interrompendo a transferência de elétrons e impedindo a síntese de ATP (Fernández-Ortuño *et al.*, 2008).

O grupo químico das carboxamidas exercem um efeito inibidor sobre a enzima succinato desidrogenase (SDH), que atua no complexo II da cadeia de transporte de elétrons na membrana interna da mitocôndria. Isso levará à inibição da oxidação do succinato em fumarato e, conseqüentemente, na subsequente síntese de ATP (Madalosso *et al.*, 2014).

Por sua vez, as isoftalonitrilas apresentam um efeito sinérgico de seus constituintes que são a sulfidril e o mercapto, onde inibem a enzima gliceraldeído 3-fosfato desidrogenase, interrompendo o suprimento de glicose das células fúngicas durante a germinação, resultando na falta de formação de ATP e assim impossibilitando o pleno estabelecimento dos fungos (Rodrigues, 2006).

A rotação de fungicidas com diferentes modos de ação e multissítios deve ser sempre priorizada. Há também a necessidade de ter disponível novas moléculas de fungicidas sítio-específico ou multissítio com diferentes modos de ação ou novas formulações de moléculas sintéticas, fitoquímicos, microbiológicos ou indutores de resistência em plantas (Francisconi;

Bonaldo, 2022).

Dentre os microbiológicos, as bactérias do gênero *Bacillus* são atualmente as mais utilizadas (Monnerat *et al.*, 2020). Dentro do gênero, os *Bacillus velezensis*, desempenham ação fungicida por diversos mecanismos, destacando-se a produção de substâncias antimicrobianas que inibem o desenvolvimento de fungos fitopatogênicos ao comprometerem suas membranas celulares. Essas bactérias também competem diretamente com os fungos por recursos vitais, como nutrientes e espaço, dificultando sua proliferação. Além disso, são capazes de induzir mecanismos de defesa nas plantas, aumentando sua resistência a infecções fúngicas (Rabbee *et al.*, 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na segunda safra do ano agrícola de 2024, 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). Segundo Alvares *et al.* (2014), utilizando a classificação de Köppen-Geiger (1928) para o Brasil, o clima da região da área experimental é do tipo Aw, apresentando temperatura média de 21,5 °C e precipitação anual de 1479 mm.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC), composto por quatro tratamentos, com doze repetições cada, sendo utilizado o híbrido comercial Supremo Viptera3. Os tratamentos foram compostos por fungicidas químicos e um fungicida microbiológico, sendo eles: Priori Xtra®, Orkestra®, Previnil Max® e FrontierControl®. Na testemunha não houve aplicação de nenhum produto fitossanitário. As épocas de aplicação variaram de acordo com o estágio fenológico do híbrido (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição dos tratamentos e épocas de aplicação. Uberlândia – MG, 2024.

Tratamentos	Composição dos tratamentos	Dose de ingrediente ativo (g i.a. ha ⁻¹) ⁶	Épocas de aplicação ⁷
T1	---	---	---
T2	Azoxistrobina ¹ + Ciproconazol ²	(60 + 24)	V ₈
	Clorotalonil ³	(720)	V ₈ – V _T – R ₂
	Fluxapirroxade ⁴ + Piraclostrobina ¹	(50,1 + 99,9)	V _T – R ₂
T3	Azoxistrobina + Ciproconazol	(60 + 24)	V ₈
	Clorotalonil	(720)	V ₈ – V _T – R ₂
	<i>Bacillus velezensis</i> ⁵	(0,336)	V ₈ – V _T – R ₂
	Fluxapirroxade + Piraclostrobina	(50,1 + 99,9)	V _T – R ₂
T4	Azoxistrobina + Ciproconazol	(60 + 24)	V ₈
	Clorotalonil	(720)	V ₈ – V _T – R ₂
	<i>Bacillus velezensis</i>	(0,560)	V ₈ – V _T – R ₂
	Fluxapirroxade + Piraclostrobina	(50,1 + 99,9)	V _T – R ₂

¹Estrobilurina; ²Triazol; ³Isoftalonitrila; ⁴Carboxamida; ⁵Fungicida microbiológico; ⁶g.i.a ha⁻¹: grama de ingrediente ativo por hectare; ⁷Épocas de aplicação: V₈: estágio vegetativo com oito folhas completamente expandidas; V_T: pendoamento; R₂: estágio reprodutivo grãos bolha d'água.

As parcelas do experimento foram constituídas por seis linhas de 5,2 metros de comprimento, espaçadas entre si por 0,5 m, totalizando uma área útil de 15,6 m².

O espaçamento entre plantas foi de aproximadamente 29,8 cm, planejado para uma população de 67.000 plantas.ha⁻¹.

As pulverizações foram feitas utilizando um pulverizador costal à combustão, regulado

para aplicar com um volume de calda a 120 L.ha⁻¹.

A semeadura foi realizada de forma mecanizada, no dia 22 de fevereiro de 2024 e, na mesma operação, foi feita a adubação em sulco na dose de 400 kg.ha⁻¹ do fertilizante NPK, na formulação 08-28-16. Posteriormente, no estágio V₄ (estádio vegetativo com quatro folhas completamente expandidas), realizou-se uma adubação de cobertura com adubo NPK 30-00-15, na dosagem de 300 kg.ha⁻¹. Os demais tratos culturais foram realizados de forma a expressar o máximo potencial produtivo do híbrido utilizado.

Para avaliar o efeito dos tratamentos submetidos a combinação de fungicidas químicos e microbiológico em diferentes doses, foram realizadas as avaliações de altura de planta, altura de inserção de espiga, estande final, severidade de doenças foliares e produtividade de grãos.

A avaliação de severidade de doenças foliares foi realizada no estágio R₄ (estádio reprodutivo grãos pastosos), 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, com o auxílio de miras topográficas. Para a primeira característica foi padronizado como limite superior da planta a primeira ramificação do pendão. Já para a segunda, padronizou-se como ápice a inserção da espiga principal no colmo. Para a mensuração de ambos os atributos, foram medidas três plantas de cada uma das quatro linhas centrais da parcela, iniciando a medição a partir da terceira planta, resultando em doze plantas por parcela.

A colheita foi realizada de forma mecanizada no dia 18 de julho de 2024, utilizando-se uma colhedora de parcelas. A produtividade foi obtida por meio do peso dos grãos das parcelas, posteriormente, transformado para kg.ha⁻¹ e a umidade dos grãos foi corrigida 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 (Ferreira, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, as condições edafoclimáticas favoreceram o progresso das doenças foliares que incidiram de forma natural na cultura, sendo as principais: mancha-branca, helmintosporiose e mancha-de-bipolaris.

4.1. Estande de plantas, altura de plantas, altura de inserção de espigas e severidade de doenças foliares

O resultado para estande de plantas pode ser visualizado na Tabela 2. Nota-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos estudados com o uso de fungicidas químicos e microbiológico e a testemunha, tratamento que não foi aplicado produtos fitossanitários. As parcelas demonstraram ter uma boa uniformidade de plantas para os quatro tratamentos testados, não havendo falhas na semeadura ou perdas de plantas ao longo da condução da cultura. Notabiliza-se que a falta de uniformidade de estande pode desenvolver falta de acurácia no momento da análise e interpretação de dados (Brandão *et al.*, 2019).

Na avaliação de altura de plantas e altura de inserção de espiga (Tabela 2), não se constatou diferença estatística em nenhum dos tratamentos analisados. A altura de planta e a altura de inserção de espiga são características quantitativas que podem sofrer alta interferência biótica (Cruz *et al.*, 2012), bem como subjugadas a fatores abióticos, como estresse hídrico, distúrbios nutricionais ou fitotoxidade devido à utilização de produtos fitossanitários e quando submetidas a fatores bióticos, como pragas e doenças. Então, observou-se que as parcelas não sofreram interferência ambiental que afetasse significativamente as alturas, tendo em vista que, as parcelas apresentaram boa uniformidade, sem diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Tabela 2 – Estande final, em plantas por hectare, altura de planta e altura de inserção de espiga, em centímetros, do híbrido, submetido a combinação de aplicações de fungicidas químicos e microbiológico em diferentes doses. Uberlândia – MG, 2024.

Tratamentos ¹	Estande Final	Altura de Planta (cm)	Altura de Inserção de Espiga (cm)
T1	66.026 a ²	275 a	141 a
T2	65.064 a	277 a	142 a

(continua)

Tabela 2 – Estande final, em plantas por hectare, altura de planta e altura de inserção de espiga, em centímetros, do híbrido, submetido a combinação de aplicações de fungicidas químicos e microbiológico em diferentes doses. Uberlândia – MG, 2024.

(conclusão)			
T3	66.667 a	278 a	143 a
T4	66.506 a	282 a	143 a
C.V. (%)	4,60	1,81	2,43

¹T1: Testemunha; T2: Priori Xtra® + Previnil Max® V₈ / Orkestra® + Previnil Max® V_{T-R2}; T3: Priori Xtra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0,3) V₈ / Orkestra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0,3) V_{T-R2}; T4: Priori Xtra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0,5) V₈ / Orkestra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0,5) V_{T-R2};
²Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Quanto à avaliação da severidade de doenças foliares (Tabela 3), foi observada diferença estatística significativa entre os tratamentos. O tratamento T1 (Testemunha), sem aplicação de fungicidas, difere estatisticamente dos demais, conferindo 76,5% de severidade de doenças, apresentando a maior média. Em relação ao tratamento T2, com 51,5%, foi observada a segunda maior média de severidade, diferindo-se estatisticamente do T3 e T4. O tratamento T4 (Priori Xtra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0,5) V₈ / Orkestra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0,5) V_{T-R2}), com 25,9%, destacou-se por apresentar a menor média para o caractere avaliado, todavia não diferiu estatisticamente do tratamento T3, que apresentou 31,2% de severidade de doenças foliares.

Tabela 3 – Severidade de doenças foliares, em porcentagem, do híbrido, submetido a combinação de aplicações de fungicidas químicos e microbiológico em diferentes doses. Uberlândia – MG, 2024.

Tratamentos¹	Severidade de Doenças (%)
T1	76,5 c ²
T2	51,5 b
T3	31,2 a
T4	25,9 a
C.V. (%)	11,11

¹T1: Testemunha; T2: Priori Xtra® + Previnil Max® V₈ / Orkestra® + Previnil Max® V_{T-R2}; T3: Priori Xtra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0,3) V₈ / Orkestra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0,3) V_{T-R2}; T4: Priori Xtra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0,5) V₈ / Orkestra® + Previnil Max® + FrontierControl® (0,5) V_{T-R2};
²Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Nesse contexto, Ribeiro (2019), em seus trabalhos, destacou que a aplicação de fungicidas pertencentes a diferentes grupos químicos contribuiu para a redução da severidade da doença. Além disso, a combinação entre fungicidas químicos e microbiológicos tem se mostrado uma alternativa promissora, principalmente por sua especificidade em relação ao organismo-alvo e pela adoção de múltiplas estratégias de combate. Essa abordagem integrada, conforme apontam Souza *et al.* (2014) e Monnerat *et al.* (2020), é eficaz na diminuição do risco de desenvolvimento de resistência por parte dos patógenos.

4.2. Produtividade

Em relação a produtividade (Tabela 4), o tratamento T1 (Testemunha), com 7.244,9 kg.ha⁻¹, diferiu estatisticamente dos tratamentos T2, T3, e T4, apresentando: 8.381,3 kg.ha⁻¹, 9.011,7 kg.ha⁻¹ e 9.038,5 kg.ha⁻¹, respectivamente.

É válido ressaltar também que os tratamentos T3 e T4 foram iguais estatisticamente, diferindo-se do tratamento T2. Porém, observa-se pelos resultados diferenças numéricas entre os tratamentos T3 e T4 e que as aplicações onde houve a combinação de fungicidas químicos e microbiológicos faz com que ocorra um aumento em relação a produtividade.

Tabela 4 – Produtividade do híbrido Supremo Viptera3 submetido a combinação de aplicações de fungicidas químicos e microbiológico em diferentes doses. Uberlândia – MG, 2023/2024.

Tratamentos ¹	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Diferença em relação à testemunha (sc.ha ⁻¹)
T1	7.244,9 c ²	---
T2	8.381,3 b	+19,0
T3	9.011,7 a	+29,4
T4	9.038,5 a	+29,9
C.V. (%)	4,52	---

¹T1: Testemunha; T2: Priori Xtra[®] + Previnil Max[®] V₈ / Orkestra[®] + Previnil Max[®] V_{T-R2}; T3: Priori Xtra[®] + Previnil Max[®] + FrontierControl[®] (0,3) V₈ / Orkestra[®] + Previnil Max[®] + FrontierControl[®] (0,3) V_{T-R2}; T4: Priori Xtra[®] + Previnil Max[®] + FrontierControl[®] (0,5) V₈ / Orkestra[®] + Previnil Max[®] + FrontierControl[®] (0,5) V_{T-R2};

²Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

De modo geral, observou-se que a aplicação de fungicidas foliares resultou em uma significativa redução da severidade de doenças, o que contribuiu para a manutenção da área foliar verde no híbrido avaliado. Esse fator é essencial, pois a preservação da área foliar

fotossinteticamente ativa está diretamente relacionada ao aumento da produtividade, uma vez que a redução do índice de área foliar pode limitar o rendimento de grãos (Alvim *et al.*, 2011).

Nesse mesmo sentido, Silva *et al.* (2021) destacaram que o uso de fungicidas foliares não apenas reduz a severidade das doenças, mas também prolonga a atividade fotossintética das folhas. Similarmente, Coelho (2020) verificou que a aplicação de fungicidas à base de carboxamidas, em associação com triazóis e estrobilurinas, promove ganhos significativos na produtividade.

5. CONCLUSÕES

A associação de fungicidas químicos e microbiológicos se mostra eficaz, contribuindo na manutenção da área fotossinteticamente ativa e protegendo o potencial produtivo do híbrido.

Os tratamentos T3 (Priori Xtra[®] + Previnil Max[®] + FrontierControl[®] (0,3) V₈ / Orkestra[®] + Previnil Max[®] + FrontierControl[®] (0,3) V_{T-R2}) e T4 (Priori Xtra[®] + Previnil Max[®] + FrontierControl[®] (0,5) V₈ / Orkestra[®] + Previnil Max[®] + FrontierControl[®] (0,5) V_{T-R2}), em que foram associados o fungicida microbiológico, independente da dose, apresentaram maior potencial de incremento na produtividade de grãos e menores índices de severidade de doenças em comparação aos demais tratamentos.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. *et al.* **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift 22, 711-728, 2014.
- ALVIM, K. R. DE T.; DE BRITO, C. H.; GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; OLIVEIRA, F. H. Severidade e Controle da Helmintosporiose Comum (*Exserohilum turcicum*) em oito Híbridos Comerciais em Jataí-GO. **XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. 2010.
- 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.
- BORSOI, F. T. *et al.* Mancha branca no milho: etiologia e controle. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 31, n. 3, p. 31-34, dez. 2018.
- 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.
- 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.
- 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.; VON PINHO, R.G.; SANTOS, A.O.; SANTOS, S. Reação de híbridos de milho e comparação de métodos para avaliação da Cercosporiose e Mancha branca. **Tropical Plant Pathology**, v.36, n.1, p.35-41, 2011.
- 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.
- COELHO, R. A. **Estratégias de controle químico da mancha branca na cultura do milho**. 2020. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 12, safra 2024/25, n. 10 décimo levantamento, julho 2025.
- COSTA, D. F.; VIEIRA, B. S.; LOPES, E. A.; MOREIRA, L. C. B. **Aplicação de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.11, n.1, p.98-105, 2012.
- COTA, L. V. *et al.* **Histórico e Perspectivas das Doenças na Cultura do Milho**. Circular Técnica, Sete Lagoas, v. 193, p. 1-7, dez. 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, C. S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012.

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

DONATO, V. M. T. **Efeito de fungicidas no controle da cercosporiose e na produtividade do milho**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

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, p. e256799, 2022.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, [S. L.], v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. DOI: 10.28951/rbb.3714.450.

FERREIRA, S. D; FERREIRA, Rafael Guimarães; PAIVA, Paulo Vitor Dias; CRUZ, Cláudio Dias da. Produtividade de híbridos de milho afetada pela aplicação de fungicidas e severidade de doenças foliares. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 53, n. 7, e20220531, 2023.

FINOKETI, F. R. *et al.* Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares em milho safrinha. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 42, n. 3, p. 219–224, 2016.

FRANCISCONI, E. J; BONALDO, S. M. Controle biológico e preparado homeopático de própolis verde no manejo de doenças e efeito na produtividade e qualidade de grãos de milho. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 5, p. 35124-35144, 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.

GARCIA, A. **A resistência dos fungos como consequência da utilização de fungicidas sistêmicos: mecanismos de resistência. monitoramento e estratégias anti-resistência**. 1999. 1 v. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Embrapa Rondônia, Porto Velho, 1999.

HEUSINKVELD, H. J. *et al.* Azole fungicides disturb intracellular Ca^{2+} in an additive manner in dopaminergic PC12 cells. **Toxicological sciences**, v. 134, n. 2, p. 374-381, 2013.

JULIATTI, F. C. *et al.* Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 6 2, p. 34-41, jun. 2007.

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

MACHADO, Q. A.; CASSETARI-NETO, D. **Sucesso na safrinha**, Caderno Técnico Cultivar 115: 6-7. 2008.

MADALOSSO, M. G. *et al.* **Fatores Que Interferem na Fitotoxidade**. 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), 2012. p. 0600-0606.

MONNERAT, R.; MONTALVÃO, S. C. L.; MARTINS, E. S.; QUEIROZ, P. R. M.; SILVA, E. Y. Y.; GARCIA, A. R. M.; CASTRO, M. T.; ROCHA, G. T.; FERREIRA, A. D. C. L.; GOMESS, A. C. M. M. **Manual de produção e controle de qualidade de produtos biológicos à 32 base de bactérias do gênero Bacillus para o uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020.

MUNKVOLD, G. P.; WHITE, D. G. **Compendium of corn diseases**. 4rd. ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2016.

NEVES, D. L.; *et al.* Cercospora zeina is the main species causing gray leaf spot in southern and central Brazilian maize regions. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 40, p. 368-374, 2015.

OLIVEIRA, J. C. F. de; LAU, D.; LAU, E. Y.; BROMMONSCHENKEL, S. H. Hypersensitive response and systemic necrosis in Nicotiana benthamiana transformed with the Sw-5 resistance gene from tomato. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 226-232, 2006.

PEREIRA-FILHO, I. A. **Cultivo do milho**. 9. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 1).

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.

RABBEE, M. F.; ALI, M. S.; CHOI, J.; HWANG, B. S.; JEONG, S. C.; BAEK, K.-h. Bacillus velezensis: a valuable member of bioactive molecules within plant microbiomes. **Molecules Basel**, v. 24, n. 6, p. 1046, 2019.

RIBEIRO, G. 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, F. A. **Mecanismos de ação de fungicidas em patógenos de plantas**. Lavras: UFLA, 2006. 112 p.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, A. R. *et al.* Uso de fungicidas no controle de doenças fúngicas do milho em diferentes épocas de aplicação. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 7, n. 4, p. 12–18, 2020.

SILVA, L. H. C. P. da; CAMPOS, H. D.; SILVA, J. R. C; MORAES, E. B. de; CARMO, G. L. do. **Controle químico de doenças foliares no milho safrinha**. 2009. 1 v. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, X Seminário Nacional, Rio Verde, 2009.

SOUZA, J. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; LUZ, J. M. Q.; AMARAL, C. L. F.; FIGUEIREDO, R. M. SANTANA, C. M. Potencialidade de fungicidas biológicos no controle de requeima do tomateiro. **Horticultura Brasileira**. v. 32. p. 115-119, 2014.

WHITE, D. G. **Compendium of corn diseases**. 3th ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2000. 78 p.

WISE, K.; MUELLER, D.; SISSON, A.; SMITH, D.; BRADLEY, C.; ROBERTSON, A. **A farmer's guide to corn diseases**. Minnessota: Ed. APS Press, 2016.161 p.