INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS - CAMPUS LAGOA DA CONFUSÃO

CURSO SUPERIOR ENGENHARIA AGRONÔMICA

JOSÉ RANILTON PELEGRIN AVELLO PERES

EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA MANCHA DE BIPOLARIS EM MILHO (*Zea Mays* L.)

LAGOA DA CONFUSÃO - TO

2025

JOSÉ RANILTON PELEGRIN AVELLO PERES

EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA MANCHA DE BIPOLARIS EM MILHO (*Zea Mays* L.)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agronômica da Unidade Lagoa da Confusão, do Instituto Federal do Tocantins, como exigência à obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Agronômica.

Orientador: Dr. Juliano Magalhães Barbosa

LAGOA DA CONFUSÃO - TO

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

P434“ Peres, José Ranilton Pelegrin Avello
“AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA MANCHA DE BIPOLARIS (BIPOLARIS MAYDIS) NA CULTURA DO MILHO (ZEA MAYS L.)” / José Ranilton Pelegrin Avello Peres. – Lagoa da Confusão, TO, 2025.
29 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agronômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Lagoa da Confusão, Lagoa da Confusão, TO, 2025.

Orientador: Dr. Juliano Magalhães Barbosa

1. Eficiência De Fungicida. 2. Mancha De Bipolares. 3. Milho. I. Magalhães Barbosa, Juliano. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.
Elaborado pelo sistema de geração automatica de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Reitoria
Campus Lagoa da Confusão
Coordenação do Curso Superior em Engenharia Agronômica

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA MANCHA DE BIPOLARIS (*BIPOLARIS MAYDIS*) NA CULTURA DO MILHO (*ZEA MAYS* L.)"

AUTOR (A): **José Ranilton Pelegrin Avello Peres**
ORIENTADOR (A): **Juliano Magalhães Barbosa**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus* Lagoa da Confusão, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agronômica.

Aprovado em 27 de junho de 2025.

BANCA EXAMINADORA

_____
Prof. Dr. Juliano Magalhães Barbosa
Orientador
IFTO/Campus Lagoa da Confusão

_____
Prof. Dr. Reinaldo Ferreira Medeiros
Membro
IFTO/Campus Lagoa da Confusão

_____
Prof. Dr. Jardel Barbosa dos Santos
Membro
IFTO/Campus Lagoa Da Confusão

Documento assinado eletronicamente por **Juliano Magalhães Barbosa**, **Servidor**, em 07/07/2025, às 00:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Reinaldo Ferreira Medeiros**, **Servidor**, em 07/07/2025, às 13:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Jardel Barbosa dos Santos**, **Servidor**, em 07/08/2025, às 10:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2824970** e o código CRC **5B2990D7**.

Rua 02, Quadra 05A, Lote 01, Setor Lagoa da Ilha — CEP 77.493-000 — Lagoa da Confusão/TO
portal.ifto.edu.br — reitoria@ifto.edu.br

RESUMO

A mancha de bipolaris, causada pelo fungo *Bipolaris maydis*, tem se destacado entre as doenças foliares do milho (*Zea mays L.*), principalmente em regiões com clima quente e úmido, como no Tocantins. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes tratamentos fungicidas no controle da doença, sob condições de campo. O experimento foi conduzido em uma lavoura comercial no município de Monte do Carmo – TO, utilizando o híbrido NK 511 VIP3. Foram testados quatro tratamentos: testemunha (sem aplicação), aplicação única de difenoconazol, aplicação única e dupla de uma combinação entre difenoconazol e pidiflumetofen. As avaliações de severidade da doença foram realizadas nos estádios fenológicos R1, R2, R3 e R5, utilizando escala diagramática. Os dados foram submetidos à análise estatística (ANOVA) e análise agronômica. Embora os resultados estatísticos não tenham apontado diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$), observou-se redução expressiva na severidade da doença nos tratamentos com fungicida, especialmente na aplicação dupla do produto com triazol + carboxamida, que apresentou a menor média geral de severidade (10,8%). Esse tratamento destacou-se também por manter a sanidade foliar durante o ciclo, contribuindo para o desempenho agronômico da cultura. Conclui-se que, mesmo sem significância estatística, o uso de fungicidas em estratégias preventivas e com reaplicação é eficaz no manejo da mancha de bipolaris, reforçando sua importância como ferramenta no controle fitossanitário do milho.

Palavras-chave: Doenças foliares; Fungicidas; Manejo fitossanitário.

ABSTRACT

Bipolaris spot, caused by the fungus *Bipolaris maydis*, has been a prominent foliar disease of corn (*Zea mays* L.), especially in regions with hot and humid climates, such as Tocantins. Therefore, this study aimed to evaluate the efficiency of different fungicide treatments in controlling the disease under field conditions. The experiment was conducted in a commercial crop in the municipality of Monte do Carmo - TO, using the hybrid NK 511 VIP3. Four treatments were tested: control (no application), single application of difenoconazole, single and double application of a combination of difenoconazole and pidiflumetofen. Disease severity assessments were performed at phenological stages R1, R2, R3 and R5, using a diagrammatic scale. Data were subjected to statistical analysis (ANOVA) and agronomic analysis. Although the statistical results did not indicate a significant difference between treatments ($p > 0.05$), a significant reduction in disease severity was observed in fungicide treatments, especially in the double application of the product with triazole + carboxamide, which presented the lowest overall average severity (10.8%). This treatment also stood out for maintaining leaf health during the cycle, contributing to the agronomic performance of the crop. It is concluded that, even without statistical significance, the use of fungicides in preventive strategies and with reapplication is effective in the management of bipolaris leaf spot, reinforcing its importance as a tool in the phytosanitary control of corn.

Keywords: Foliar diseases; fungicides; phytosanitary management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área experimental 15
Figura 2 – Gráfico comparativo da severidade média (%) da mancha de bipolaris em milho nos estádios R1, R2, R3 e R5, com base nas tabelas de avaliação. 21
Figura 3 - Gráfico de linha com a evolução da severidade da mancha de bipolaris ao longo dos estádios fenológicos (R1, R2, R3 e R5), destacando a diferença entre os tratamentos fungicidas. 22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias de Severidade (%) Registradas por Estádio Fenológico e Tipo de Tratamento 18
Tabela 2 – Análise de Variância (ANOVA) para Severidade da Mancha de Bipolaris (%) 19
Tabela 3 – Média Geral de Severidade da Mancha de Bipolaris (%) por Tratamento ao Longo dos Estádios Fenológicos (R1 a R5) 23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
2 OBJETIVOS 11
2.1 Objetivo geral 11
2.2 Objetivos específicos 11
3 REFERENCIAL TEÓRICO 12
4 MATERIAL E MÉTODOS 15
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 18
5.1 Comparativo geral e interpretação agronômica 23
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 27

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta originária da América Central, pertencente à família das gramíneas (Poaceae), espécie com metabolismo fotossintético C4, o que garante maior eficiência em ambientes quentes e com alta luminosidade. Essa cultura tem grande importância econômica no mundo todo, sendo usada tanto na alimentação humana e animal quanto como matéria-prima na produção de biocombustíveis (SOUSA *et al*., 2023. CRUZ *et al*., 2023. PALHETA *et al*., 2021).

Conforme dados divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024), a safra brasileira de milho em 2023/2024 teve produção estimada em 112,75 milhões de toneladas. No Tocantins, esse mesmo levantamento apontou uma área cultivada próxima de 328 mil hectares, com produtividade média de 4.776 quilos por hectare.

No Brasil, o milho pode ser plantado em três épocas distintas: a primeira safra (safra de verão), normalmente semeada entre setembro e dezembro; a segunda safra, conhecida como safrinha, ocorre entre janeiro e abril; e a terceira safra, mais comum no Nordeste, acontece de abril a junho (DORIGATTI, 2020). Entre essas três, a safrinha é a mais expressiva, representando mais de 77% do cultivo, geralmente realizada em sucessão à soja (CONAB, 2023).

Apesar do destaque, a cultura do milho é frequentemente afetada por doenças foliares que reduzem a produtividade, exigindo medidas eficazes de manejo (DE OLIVEIRA, 2025). Dentre essas enfermidades, destaca-se a mancha de bipolaris, causada pelo fungo *Bipolaris maydis* (teleomorfo: *Cochliobolus heterostrophus*), favorecida por ambientes quentes e úmidos (LIMA, 2023). Nos últimos anos, houve um aumento significativo na incidência da doença, especialmente em cultivos de milho safrinha.

Os sintomas iniciais da doença surgem no baixeiro das plantas, manifestando-se como lesões necróticas castanho-claras, com bordas pouco definidas e pontos escuros na superfície, correspondentes aos corpos de frutificação do fungo. O avanço da doença leva à coalescência das lesões e necrose de grandes áreas foliares, comprometendo a fotossíntese e o enchimento de grãos, resultando em decréscimos expressivos na produtividade (BREVANT SEMENTES, 2024. TERÃO, 2019).

Para conter a doença, recomenda-se o manejo integrado, que associa práticas culturais e químicas. Dentre os métodos de controle, destaca-se o uso de fungicidas

foliares, aplicados de forma preventiva ou curativa. Assim, o controle químico permanece como parte fundamental no manejo fitossanitário, atuando em conjunto com práticas como o uso de cultivares resistentes, rotação de culturas e eliminação de restos culturais (LIMA, 2024).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de diferentes tratamentos fungicidas no controle da mancha de bipolaris (*B. maydis*) em milho, a fim de comparar a eficiência do uso de princípios ativos isolados e em associação no manejo da doença.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a eficácia de diferentes tratamentos fungicidas no controle da mancha de bipolaris (*Bipolaris maydis*) na cultura do milho (*Zea mays* L.), em condições de campo, visando identificar estratégias mais eficientes de manejo fitossanitário.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar a eficiência de fungicidas com diferentes modos de ação (triazol isolado e associação triazol + carboxamida) no controle da mancha de bipolaris;
- Avaliar a evolução da severidade da doença nos diferentes estádios fenológicos do milho sob distintas estratégias de aplicação;
- Verificar o impacto do número de aplicações fungicidas na redução da severidade da doença;
- Contribuir com informações práticas para o manejo racional da mancha de bipolaris na cultura do milho, visando reduzir perdas de produtividade.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) tem um papel essencial na agricultura brasileira, tanto pela sua importância econômica quanto pela sua relevância na segurança alimentar (VALADARES, 2025). Com ampla adaptação às condições climáticas do país, essa gramínea é cultivada em grandes áreas e apresenta alta produtividade quando manejada corretamente (TAKASU, 2019). Entretanto, doenças foliares representam uma ameaça significativa à produtividade do milho, sendo a mancha-de-bipolaris uma das que mais preocupam atualmente devido ao seu potencial de causar severas perdas em regiões de clima quente e úmido (LIMA, 2025).

A mancha-de-bipolaris é causada pelo fungo *Bipolaris maydis*, também conhecido por sua fase sexual *Cochliobolus heterostrophus*. Esse patógeno tem comportamento policíclico, o que significa que pode completar vários ciclos de infecção durante o ciclo da cultura do milho, agravando ainda mais seu impacto (BINOTTO, 2024. DA COSTA, 2018). O ciclo de infecção se inicia com os conídios, estruturas reprodutivas do fungo, que são disseminadas pelo vento ou respingos de chuva (BREVANT SEMENTES, 2024). Uma vez depositados sobre as folhas, esses conídios germinam rapidamente em condições favoráveis, geralmente entre 18 e 26 ºC, com alta umidade, e invadem os tecidos foliares, causando lesões que reduzem a área fotossintética e comprometem o enchimento de grãos (Binotto, 2024).

O avanço da doença está diretamente ligado a condições climáticas e à suscetibilidade dos híbridos cultivados. Estudos mostram que em ambientes tropicais e subtropicais, como os encontrados no Brasil Central, a severidade da mancha-de-bipolaris pode ser muito alta, especialmente quando o milho é semeado tardiamente e em áreas com histórico de alta umidade (DA COSTA *et al*., 2018). Autores como DA COSTA *et al*., (2018) demonstraram que o plantio em fevereiro e março favoreceu o desenvolvimento da doença, sendo observadas severidades elevadas em diversas regiões, como Porto Nacional e Aparecida do Rio Negro.

Segundo o estudo feito por Da Costa *et al*. (2018), o manejo da mancha-de-bipolaris exige uma abordagem integrada. Uma das principais estratégias envolve o uso de híbridos com resistência genética à doença. Testes de campo conduzidos pela Embrapa identificaram diferentes níveis de tolerância entre os híbridos, sendo alguns mais suscetíveis que outros. Híbridos como MG600 PW e LG6304 PRO apresentaram maiores índices de severidade, enquanto cultivares como Penta VIP e Supremo VIP

mostraram-se mais resistentes.

Outra medida de controle fundamental é o uso de fungicidas foliares. Produtos que combinam ingredientes ativos de grupos diferentes, como triazóis e carboxamidas, têm mostrado maior eficiência no controle da doença, principalmente quando aplicados de forma preventiva ou nos primeiros sinais de infecção (BINOTTO, 2024). Além disso, o número de aplicações é determinante para o sucesso do controle. Em um experimento conduzido por Binotto (2024) com o híbrido AS 1800 PRO3, foi observado que três aplicações de fungicidas reduziram drasticamente a severidade da doença, melhoraram a massa de mil grãos e aumentaram a produtividade da lavoura em mais de 2.500 kg ha^{-1} quando comparado ao tratamento sem fungicida.

A eficácia do controle químico também está relacionada ao momento da aplicação. Aplicações realizadas entre os estádios V4 e R2 se mostraram mais eficientes, pois protegem as folhas durante os períodos críticos de enchimento de grãos (BINOTTO, 2024). Estudos anteriores já destacavam que o controle da mancha-de-bipolaris deve começar cedo, uma vez que a doença pode se instalar ainda no início do desenvolvimento da planta, como observado por sintomas que surgem a partir do estádio V4 (NIEDERAUER, 2022).

No entanto, apesar dos avanços no uso de fungicidas, muitos produtores ainda enfrentam dificuldades para implementar um manejo adequado, seja por falta de acesso à tecnologia ou pelo custo das aplicações (GONÇALVES, 2024). Isso reforça a necessidade de estratégias que aliem o uso de defensivos com práticas culturais, como a rotação de culturas, destruição de restos culturais e escolha da época ideal de plantio. A escolha correta da época de semeadura pode reduzir a exposição da cultura às condições favoráveis à infecção, como mostram os dados obtidos nos experimentos da Embrapa (DA COSTA *et al*., 2018).

O sucesso no manejo da mancha-de-bipolaris depende da adoção de práticas baseadas em conhecimento técnico e na constante observação da lavoura. O monitoramento das condições climáticas e dos primeiros sinais da doença deve ser rotina para o agricultor, possibilitando tomadas de decisão mais eficientes quanto ao uso de fungicidas e outras medidas de controle (LIMA, 2020).

Além das estratégias genéticas e culturais, é essencial compreender os diferentes modos de ação dos fungicidas utilizados no controle da mancha-de-bipolaris. Os fungicidas podem ser classificados com base em como agem sobre o patógeno, sendo agrupados em dois principais tipos: fungicidas de contato e

sistêmicos.

Os fungicidas de contato atuam superficialmente, formando uma barreira protetora na superfície das folhas e impedindo que os esporos germinem e penetrem nos tecidos da planta. Como não penetram nos tecidos vegetais, sua ação é limitada ao local de aplicação, e são facilmente removidos por chuvas (MENDES; DA SILVA, 2023). Um exemplo desse tipo são os produtos à base de mancozebe, utilizados em aplicações preventivas.

Já os fungicidas sistêmicos são absorvidos pela planta e transportados via xilema, permitindo uma proteção interna e prolongada. Eles são geralmente mais eficazes em estágios iniciais da infecção, pois conseguem atingir o fungo mesmo após a penetração nos tecidos foliares (COSTA, 2024). Dentro dessa categoria, destacam-se os triazóis, que inibem a biossíntese de ergosterol, um componente essencial da membrana celular dos fungos, e as carboxamidas, que interferem na respiração mitocondrial dos patógenos (FRAC, 2024).

O uso racional de fungicidas com diferentes modos de ação também é fundamental para evitar o desenvolvimento de resistência por parte dos fungos. A FRAC (Comitê de Ação à Resistência de Fungicidas) recomenda a rotação e/ou mistura de produtos com diferentes mecanismos de ação para retardar esse processo (FRAC, 2024). Isso se torna ainda mais importante diante do comportamento policíclico do *Bipolaris maydis*, que pode desenvolver populações resistentes em pouco tempo caso haja pressão seletiva constante.

Em síntese, o conhecimento sobre os diferentes modos de ação dos fungicidas permite ao agricultor escolher o produto mais adequado para cada situação, promovendo maior eficiência no controle da mancha-de-bipolaris. O manejo químico, quando aliado a boas práticas agrícolas e à resistência genética, forma um tripé essencial para o controle sustentável dessa importante doença na cultura do milho.

Portanto, diante do cenário atual da agricultura brasileira, onde a produtividade é diretamente impactada pelas doenças foliares, o manejo eficaz da mancha-de-bipolaris se mostra indispensável. A combinação de resistência genética, controle químico bem-posicionado e boas práticas agronômicas são ferramentas indispensáveis para preservar o potencial produtivo da lavoura e garantir a sustentabilidade do sistema de produção.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo em uma lavoura comercial localizada no município de Monte do Carmo, no Estado do Tocantins, com coordenadas Latitude: -10,429341 S e Longitude: -47,886841 W, sob sistema de cultivo de sequeiro (Figura 1). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018), com histórico de sucessão milho-soja. As condições climáticas da região durante o período experimental foram predominantemente quentes e úmidas, caracterizando-se como clima Aw segundo a classificação de Köppen (ALVARES *et al*., 2013), o que favorece o desenvolvimento da mancha de Bipolaris.

Figura 1 – Localização da área experimental

Fonte: Autor, 2025.

A cultivar utilizada foi o híbrido NK 511 VIP3, da empresa Syngenta, caracterizado por sua alta produtividade e resistência genética a algumas pragas. A semeadura foi realizada com espaçamento de 0,45 m entre linhas e população média de 60.000 plantas por hectare, respeitando as recomendações agronômicas técnicas para o cultivo da cultura.

O experimento foi estruturado em quatro tratamentos, sendo:

- T1 – Aplicação única de um produto fungicida composto por uma carboxamida,

o pidiflumetofen, e um triazol, o difenoconazol (500 mL ha^{-1});

- T2 – Aplicação única de um produto fungicida composto por difenoconazol (200 mL ha^{-1});
- T3 – Testemunha (sem aplicação de fungicida)
- T4 – Duas aplicações de de um produto fungicida composto por uma carboxamida, o pidiflumetofen, e um triazol, o difenoconazol (500 mL ha^{-1} cada, com intervalo de 15 dias).

As aplicações dos produtos foram realizadas com pulverizador autopropelido John Deere 4630, utilizando volume de calda de 100 L ha^{-1}. Cada faixa de tratamento foi aplicada em uma área aproximada de 4 repetições de 5 hectares, sendo delimitados cinco pontos de avaliação por faixa, totalizando 20 pontos no experimento. As avaliações da severidade da doença foram conduzidas nos estádios fenológicos: R1 (emissão da espiga), R2 (grão leitoso), R3 (grão pastoso) e R5 (maturação fisiológica), correspondentes às datas de 08/05/2024, 19/05/2024, 30/05/2024 e 11/06/2024, respectivamente.

Para estimar a severidade da mancha de bipolaris, utilizou-se uma escala diagramática, conforme proposta por Weber-Fechner que descreve a relação entre a intensidade física de um estímulo e a sensação que ele provoca, com imagens representando diferentes níveis de área foliar afetada: 1%, 3%, 5%, 10%, 25%, 35%, 50%, 65%, 80% e 95%. Essa ferramenta possibilita maior padronização entre observadores e minimiza a subjetividade das avaliações visuais.

A metodologia de aplicação da escala foi conduzida de forma sistemática, obedecendo a uma sequência padronizada de procedimentos. Em cada ponto de avaliação, selecionaram-se entre cinco a dez plantas representativas por tratamento. Para cada planta escolhida, realizaram-se avaliações em quatro folhas aleatórias de cima para baixa da espiga para baixo que estivessem expostas à luz solar direta, dando preferência à folha do cartucho, localizada no terço médio da planta, bem como a uma folha da parte superior. Essas folhas foram então comparadas visualmente com as imagens de referência da escala diagramática, permitindo o registro da severidade da doença em porcentagem. Após a coleta das informações, os dados foram organizados em planilhas, sendo calculadas as médias da severidade por planta e por ponto de avaliação, separadamente para cada tratamento.

As informações obtidas foram organizadas em planilhas eletrônicas,

segmentadas de acordo com os estádios fenológicos da cultura. Posteriormente, os dados foram submetidos a análises descritivas e representações gráficas, com o objetivo de caracterizar o comportamento da doença ao longo do ciclo da soja e avaliar a eficiência dos diferentes fungicidas aplicados.

Para a comparação estatística entre os tratamentos, os dados foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA), e, quando identificado efeito significativo, utilizou-se o teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade, com a finalidade de verificar diferenças entre os tratamentos. Adicionalmente, todos os dados brutos referentes à severidade da doença por folha foram devidamente registrados em planilhas digitais, acompanhados da identificação individual por planta, ponto de avaliação e talhão experimental.

Essa sistematização permitiu um monitoramento mais detalhado da progressão da doença nas distintas fases fenológicas da cultura, proporcionando maior precisão nas análises subsequentes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As avaliações de campo foram realizadas nos estádios fenológicos R1 (emissão da espiga), R2 (grão leitoso), R3 (grão pastoso) e R5 (maturação fisiológica), com base em observações da severidade da mancha de Bipolaris em folhas de milho. Foram avaliadas quatro folhas por planta, totalizando até 10 plantas por ponto de amostragem, com cinco pontos por tratamento. A média da severidade (%) por tratamento em cada estádio é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Médias de Severidade (%) Registradas por Estádio Fenológico e Tipo de Tratamento

Estádio	Testemunha (%)	Difenoconazol (%)	Triazol e Pirazol Carboxamida (1 aplicação) (%)	Triazol e Pirazol Carboxamida) (2 aplicações) (%)
R1	5,0	3,0	2,0	1,0
R2	8,0	5,0	3,0	2,0
R3	50,0	35,0	20,0	10,0
R5	85,0	80,0	55,0	30,0

Fonte: AUTOR, 2025.

A fim de verificar a existência de diferenças estatísticas entre os tratamentos quanto à severidade da mancha de Bipolaris, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) unifatorial. A Tabela a seguir apresenta os resultados dessa análise, considerando os quatro tratamentos aplicados (Testemunha, Difenoconazol, Triazol e Pirazol Carboxamida com uma aplicação e Triazol e Pirazol Carboxamida com duas aplicações), com base nos estádios fenológicos R1, R2, R3 e R5.

Os resultados indicam que, apesar das diferenças visuais observadas nas médias de severidade, não houve significância estatística entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade, uma vez que o valor de p foi de 0,621 e a estatística F calculada foi de 0,611, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 *– Análise de Variância (ANOVA) para Severidade da Mancha de Bipolaris (%)*

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Entre grupos	3	1618,25	539,42	0,611	0,621
Dentro dos grupos	12	10.595,50	882,96	–	–
Total	15	12.213,75	–	–	–

GL: Graus de liberdade; **SQ:** Soma dos quadrados; **QM:** Quadrado médio; **F:** Estatística F da ANOVA; **p-valor:** Nível de significância
Fonte: AUTOR, 2025.

A variabilidade natural da progressão da doença nos diferentes estádios fenológicos pode ter contribuído para aumentar a variância dentro dos grupos (erro experimental), diluindo as diferenças observadas entre os tratamentos.

A análise agronômica dos dados evidencia uma redução consistente da severidade nos tratamentos que receberam fungicidas, especialmente o Triazol e Pirazol Carboxamida com duas aplicações, que apresentou os menores índices ao longo de todo o ciclo. Tais resultados são corroborados por Binotto (2024), que observou efeitos positivos da reaplicação de fungicidas sobre a severidade e a produtividade do milho.

Portanto, a tendência apresentada pelos dados justifica a recomendação de estratégias de controle baseadas em aplicações sequenciais, considerando os benefícios agronômicos observados e o respaldo técnico da literatura científica.

No estádio R1, os sintomas ainda eram discretos, com severidade variando de 5% (testemunha) a 1% (Triazol e Pirazol Carboxamida) – 2 aplicações). Isso reforça a importância da aplicação preventiva em ambientes com histórico da doença, conforme orientam Costa *et al*. (2018), que observaram níveis de severidade significativamente menores quando a aplicação foi antecipada ao aparecimento dos sintomas.

No estádio fenológico R2 da soja, observou-se um aumento progressivo da severidade da mancha-alvo (*Corynespora cassiicola)* nas plantas sem tratamento, atingindo o valor de 8%. Por outro lado, o tratamento com duas aplicações de uma mistura de triazol e pirazol carboxamida, especificamente os ingredientes ativos difenoconazol e pydiflumetofen, reduziu essa severidade para 2%. Essa eficácia está relacionada à ação sinérgica entre os dois mecanismos distintos de controle fúngico.

O pydiflumetofen, pertencente ao grupo dos inibidores da enzima succinato

desidrogenase (SDHI), atua na cadeia respiratória mitocondrial dos fungos, bloqueando o complexo II, o que resulta em redução da produção de ATP e, consequentemente, limita o crescimento e a esporulação do patógeno (WANG *et al*., 2022). Já o difenoconazol, classificado como um inibidor da biossíntese de ergosterol (IBE), compromete a formação da membrana celular fúngica, afetando diretamente a integridade e funcionalidade das células de C. cassiicola (NEVES; BRADLEY, 2021). Além disso, ambos os fungicidas possuem ação sistêmica, permitindo que a planta absorva e redistribua os compostos, oferecendo proteção tanto para folhas novas quanto para tecidos já desenvolvidos (FRAC, 2023).

Estudos conduzidos por Wang et al. (2022) demonstraram que a combinação entre pydiflumetofen e difenoconazol, comercialmente presente em formulações como o Miravis® Top, promoveu uma redução significativa nos níveis de severidade da mancha-alvo e na desfolha das plantas, tanto em condições de campo quanto em ambientes controlados. Resultados semelhantes foram reportados por Zhang et al. (2020), que observaram alta sensibilidade de isolados de C. cassiicola ao pydiflumetofen, com valores de EC_{50} entre 0,037 e 0,248 µg/mL, confirmando a eficácia do ingrediente ativo.No estádio R3, os efeitos da ausência de controle foram acentuados.

A testemunha atingiu 50% de severidade, enquanto os tratamentos com fungicidas limitaram a progressão da doença o Triazol e Pirazol Carboxamida com 2 aplicações obteve apenas 10%. Esses resultados corroboram Binotto (2024), que relatou reduções expressivas de severidade com duas ou três aplicações de fungicidas em condições de alta pressão de inóculo.

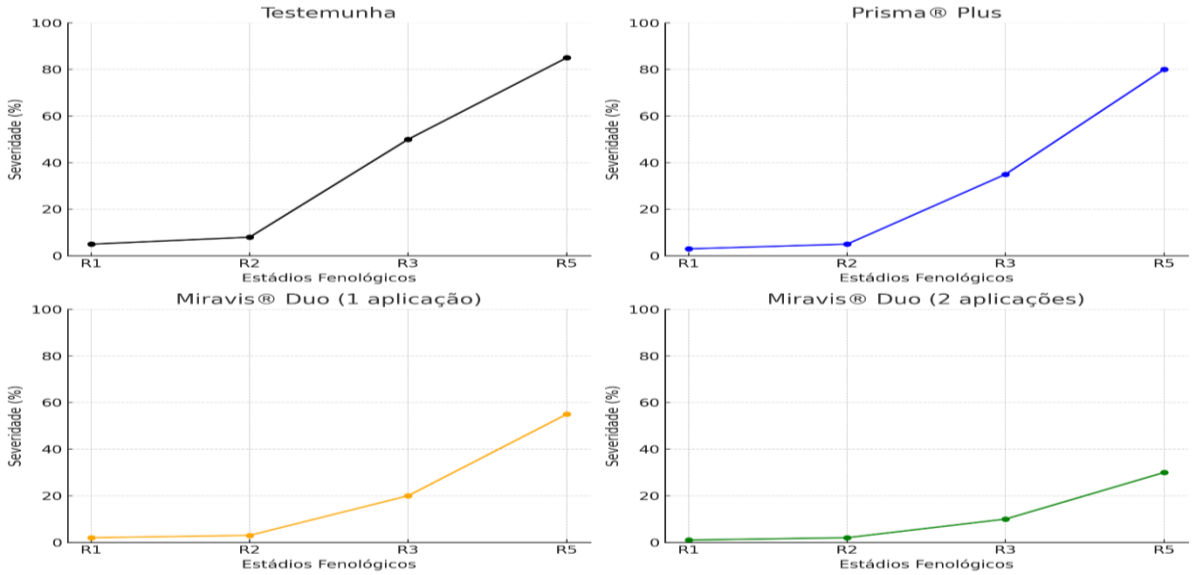
No estádio R5, a doença se estabeleceu de forma severa na testemunha (85%) e no Difenoconazol (80%). O Triazol e Pirazol Carboxamida, com uma aplicação, apresentou 55%, enquanto a aplicação dupla alcançou apenas 30%.

A determinação das porcentagens de severidade da mancha de *Bipolaris maydis* foi realizada por meio de avaliações visuais em folhas de plantas de milho, utilizando uma escala diagramática padronizada. Essa estimativa foi expressa em porcentagem, representando a área foliar afetada. A escala utilizada serviu como referência visual para garantir maior precisão e uniformidade nas análises, possibilitando comparações entre plantas, parcelas e tratamentos. As porcentagens obtidas por folha foram reunidas em planilhas e organizadas por planta, ponto e tratamento.

Posteriormente, as médias de severidade foram calculadas para cada ponto, considerando os valores obtidos das folhas analisadas, e então agrupadas por tratamento e estádio fenológico (R1, R2, R3 e R5). Com isso, foi possível calcular a média geral de severidade da doença para cada tratamento em cada estádio, servindo de base para análise comparativa da eficácia dos fungicidas aplicados. Essa abordagem permitiu observar com clareza o comportamento da mancha de bipolaris ao longo do ciclo da cultura e a resposta das plantas aos diferentes métodos de controle. O uso da escala diagramática e da metodologia padronizada foi essencial para assegurar a consistência e confiabilidade dos dados gerados.

A Figura 2 sintetiza graficamente a evolução da severidade média nos principais estádios.

Figura 2 – Gráfico comparativo da severidade média (%) da mancha de bipolaris em milho nos estádios R1, R2, R3 e R5, com base nas tabelas de avaliação.

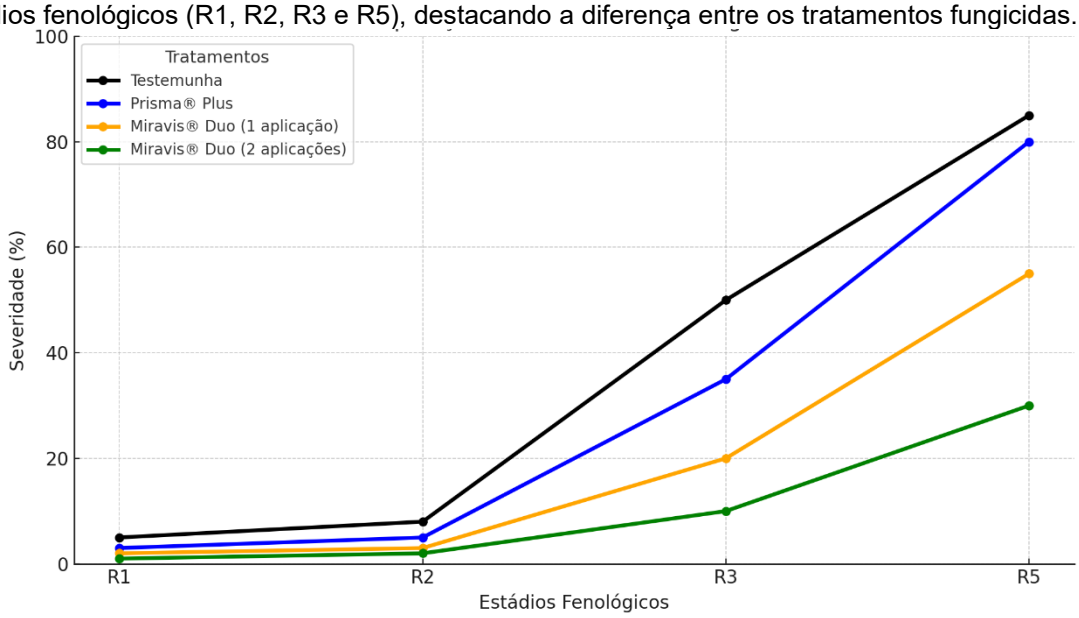


Fonte: AUTOR, 2025.

Durante o estádio R5, a eficácia dos tratamentos ficou ainda mais evidente. A testemunha alcançou severidade média de 85%, com folhas completamente necrosadas. O Difenoconazol, apesar de desempenho razoável nos estádios iniciais, não sustentou o controle, resultando em 80% de severidade.

O Triazol e Pirazol Carboxamida aplicado uma única vez obteve 55% de severidade, enquanto a aplicação dupla foi a mais eficaz ao final do ciclo, com apenas 30%. A Figura 3 demonstra de forma clara essa diferença entre os tratamentos, ressaltando o impacto direto da proteção contínua ao longo do ciclo.

Figura 3 - Gráfico de linha com a evolução da severidade da mancha de bipolaris ao longo dos estádios fenológicos (R1, R2, R3 e R5), destacando a diferença entre os tratamentos fungicidas.



Fonte: AUTOR, 2025.

A análise média dos dados ao longo dos estádios R1, R2, R3 e R5 revela que a testemunha e o Difenoconazol apresentaram comportamento semelhante, com alta severidade ao final do ciclo. Em contrapartida, o Triazol e Pirazol Carboxamida, principalmente na modalidade com duas aplicações, demonstrou maior eficácia e consistência no controle da mancha de bipolaris ao longo de todo o ciclo fenológico.

O melhor desempenho fitossanitário observado no tratamento com duas aplicações com Triazol e Pirazol Carboxamida pode ser atribuído à combinação sinérgica dos seus ingredientes ativos: o pydiflumetofen (Adepidyn®), pertencente ao grupo dos inibidores da succinato desidrogenase (SDHI), e o difenoconazol, classificado como inibidor da biossíntese de ergosterol (IBE). Enquanto o pydiflumetofen atua bloqueando a cadeia respiratória mitocondrial dos fungos, reduzindo drasticamente a produção de energia celular e a esporulação, o difenoconazol interfere diretamente na integridade da membrana fúngica, dificultando o crescimento micelial e a formação de novos esporos (Frac, 2024).

Além disso, evidenciam a importância da aplicação preventiva e da estratégia de reaplicação em ambientes propícios ao desenvolvimento do patógeno, conforme preconizado pela metodologia adotada no experimento.

5.1 Comparativo geral e interpretação agronômica

A média geral de severidade da mancha de *Bipolaris maydis* ao longo dos quatro estádios fenológicos avaliados (R1, R2, R3 e R5) é apresentada na Tabela 3. Os resultados demonstram uma tendência clara: à medida que o número de aplicações e a complexidade da formulação fungicida aumentam, a severidade da doença diminui substancialmente.

Tabela 3 – Média Geral de Severidade da Mancha de Bipolaris (%) por Tratamento ao Longo dos Estádios Fenológicos (R1 a R5)

Tratamento	Média Geral de Severidade (%)
Testemunha	37,0
Difenoconazol	30,8
Triazol e Pirazol Carboxamida (1 aplicação)	20,0
Triazol e Pirazol Carboxamida) (2 aplicações)	10,8

Fonte: AUTOR, 2025.

A testemunha, sem qualquer intervenção química, apresentou a maior média de severidade (37%). O tratamento com Difenoconazol, apesar de conter princípios ativos reconhecidos no manejo de doenças foliares, não sustentou controle satisfatório ao longo do ciclo, acumulando 30,8% de severidade. A aplicação única de Triazol e Pirazol Carboxamida reduziu esse índice para 20,0%, enquanto o mesmo produto, aplicado duas vezes, alcançou a maior eficiência, limitando a severidade a apenas 10,8%.

Estudos conduzidos por Binotto (2024) indicam que o número de aplicações influencia diretamente tanto a severidade quanto a produtividade do milho. Segundo o autor, cada aplicação adicional de fungicida reduziu a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPMB) em 233,7 unidades e promoveu um incremento médio de 820 kg ha^{-1} na produtividade. Esses dados reforçam os achados do presente trabalho, nos quais a estratégia de reaplicação se mostrou crucial para a manutenção da sanidade foliar durante o período crítico de enchimento de grãos.

Além disso, Costa *et al*. (2018) observaram que a eficácia do controle químico depende da interação entre época de aplicação, suscetibilidade do híbrido e pressão

do inóculo. Em ambientes com elevada umidade e temperaturas entre 20 e 30 °C condições similares às observadas neste experimento a mancha de Bipolaris pode atingir níveis epidêmicos, sendo essencial o uso de fungicidas com ação sistêmica e residual prolongada.

Do ponto de vista fisiológico, a eficiência agronômica observada com duas aplicações da associação entre triazol e pirazol carboxamida pode ser explicada pela ação complementar de seus ingredientes ativos: o pydiflumetofen, pertencente ao grupo dos inibidores da succinato desidrogenase (SDHI), e o difenoconazol, um triazol que interfere na biossíntese de ergosterol nas células fúngicas. Essa combinação promove um controle eficaz de doenças foliares, como a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), mantendo a integridade fisiológica da planta.

Segundo Wang *et al*. (2022), o pydiflumetofen atua bloqueando o complexo II da cadeia respiratória mitocondrial dos fungos, comprometendo sua capacidade de gerar energia, enquanto o difenoconazol inibe a formação de ergosterol, afetando a membrana celular do patógeno. Essa dupla ação reduz significativamente a severidade da doença, o que reflete em menor dano foliar e manutenção da área fotossintética ativa por mais tempo.

Com a redução do estresse biótico nas folhas durante os estádios R3 (início de enchimento de grãos) e R5 (grão em desenvolvimento), a planta consegue manter sua capacidade fotossintética por mais tempo. De acordo com Tavernari *et al*. (2015), folhas sadias em estádios reprodutivos avançados estão diretamente associadas à maior taxa de fotossíntese e maior acúmulo de fotoassimilados, que são direcionados para a formação e enchimento dos grãos, elevando o potencial produtivo da soja. Dessa forma, o uso racional de fungicidas com mecanismos de ação complementares contribui não apenas para o controle de doenças, mas também para o aumento do rendimento da cultura.

A consistência do desempenho do Triazol e Pirazol Carboxamida ao longo do ciclo evidencia que a aplicação antecipada e a reaplicação em estádios estratégicos são medidas fundamentais no manejo eficaz da mancha de Bipolaris. Embora a ANOVA realizada neste estudo não tenha identificado diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$), a análise agronômica dos dados, corroborada por literatura especializada, indica uma diferença prática relevante entre os tratamentos.

Esses resultados demonstram que o manejo químico da mancha de Bipolaris deve considerar não apenas o produto, mas também o timing da aplicação e o

histórico da área quanto à presença do patógeno. Quando corretamente manejado, o controle químico proporciona não só redução da severidade, mas também melhoria na produtividade e no desempenho fisiológico das plantas (Cunha *et al*. (2010) e Moterle; Dos Santos, 2019).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos entre os grupos, ficou evidente que os diferentes tratamentos fungicidas influenciaram significativamente na severidade da mancha de bipolaris (*Bipolaris maydis)* na cultura do milho (*Zea mays* L.), especialmente nos estádios reprodutivos mais avançados.

O fungicida com o princípio ativo de Triazol e Pirazol Carboxamida, composto pela associação de triazol (difenoconazol) e carboxamida (pydiflumetofen), demonstrou maior eficácia no controle da doença, sobretudo no regime com duas aplicações. Esse tratamento apresentou os menores índices de severidade, mantendo a sanidade foliar da planta mesmo em condições favoráveis ao desenvolvimento da doença.

Já o tratamento com Difenoconazol, teve desempenho intermediário. Apesar de proporcionar certa proteção na fase inicial, sua ação foi limitada nos estádios R3 e R5, com acúmulo significativo de lesões foliares, comprometendo a área fotossintética.

A testemunha, por sua vez, apresentou os piores resultados, com severidade média superior a 80% no estádio R5, comprovando a necessidade de intervenção química no manejo da mancha de bipolaris.

O uso da escala diagramática foi fundamental para a padronização da estimativa de severidade, proporcionando mais confiabilidade e precisão nos dados coletados. Essa ferramenta contribuiu significativamente para minimizar a subjetividade das avaliações visuais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAPAR. 2024a. **MIRAVIS DUO.** Disponível em < https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2025-03/miravis_duo.pdf> acesso em 20 de junho de 2025.

ADAPAR. 2024b. **PRISMA PLUS®, EHVERO®.** Disponível em < https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2024-10/prismaplus.pdf> acesso em 20 de junho de 2025.

ALVARES, C. A. *et al*. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BINOTTO, V. A**. Número de aplicações no controle da mancha bipolaris na cultura do milho**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BREVANT SEMENTES. 2024. **Como identificar e manejar a mancha-de-bipolaris**. Disponível em <https://www.brevant.com.br/blog/artigos/mancha-de-bipolaris-no-milho.html> acesso em 20 de junho de 2025.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira, 2023**. Acesso em 25 de set. 2023. Disponível em: < https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. acessado em 01 de junho de 2025.

COSTA, V. F. Análise da eficácia e retorno econômico de diferentes programas de fungicidas na cultura da soja (Glycine max L.). 2024.

CRUZ, D. R. *et al*. Use of multifunctional microorganisms in corn crop. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 2, p. 349-361, 2023.

CUNHA, J. P. A. *et al*.. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Ciência Agronômica**, Ceará, v. 41, n. 3, p. 366-372, 2010.

DA COSTA, R. V. *et al*. **Reação de híbridos comerciais de milho à mancha-de-bipolaris em diferentes épocas de semeadura**. 2018.

DE OLIVEIRA, B. S. Do Campo à Ciência: pesquisas e estudos científicos em Agronomia. **Editora Dialética**, 2025.

DORIGATTI, G.(2021). **Você sabia que o Brasil faz uma 3ª safra de milho? Cultivo na região Nordeste está crescendo e aumentando oferta do cereal**. Disponível em <https://www.noticiasagricolas.com.br/videos/milho/265015-voce-sabia-que-o-brasil-faz-uma-3-safra-de-milho-cultivo-na-regiao-nordeste-esta-crescendo-e-aumentando.html> acessado em 01 de junho de 2025.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. Disponível em: < https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf> Acesso em 22 de junho de 2025.

FRAC – FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE. *FRAC Code List 2024: Fungicides sorted by mode of action*. **Brussels: CropLife International**, 2024. Disponível em: < https://www.frac.info/media/kufnaceb/frac-code-list-2024.pdf> Acesso em 22 de junho de 2025.

FRAC – Fungicide Resistance Action Committee. *Recommendations for QoI fungicides* (atualizado em janeiro de 2024). Orientações gerais e específicas para manejo de resistência a fungicidas QoI. Disponível em: < https://www.frac.info/frac-teams/working-groups/qi/qol-fungicides/ > Acesso em 22 de junho de 2025.

GONÇALVES,, W. **POTENCIAL E DESAFIOS DO CULTIVO DE GERGELIM NA SAFRINHA: Uma Revisão Bibliográfica**. 2024. N° 35 p Monografia (Curso de Bacharelado de Agronomia).Instituto Federal de Educação,Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde-GO, 2024.

LIMA, J. V. O. **Uso do complexo químico sistêmico de cobre em aplicações de fungicidas no manejo da ferrugem asiática da soja**. 2024. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024. DOI http://doi.org/10.14393/ufu.te.2024.5040

LIMA, J. JR.; *et al*. **CARACTERÍSTICA MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE DIFERENTES FORRAGEIRAS SOB IRRIGAÇÃO NO NORTE DO TOCANTINS**. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em Irrigação no Cerrado) -- Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2023.

LIMA, R.F. - **Modelos agrometeorológicos baseados em machine learning para previsão da cercosporiose em milho** - 2025, 86f - Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2025.

LIMA, V. G. **Viabilidade e práticas de manejo de doenças para produção familiar integrada de tomate por agricultores de Vilhena, RO: solarização, enxertia e bacilos no controle da murcha bacteriana**. 2020.

MENDES, K. F.; DA SILVA, A. A. Plantas daninhas: herbicidas. **Oficina de Textos**, 2023.

NEVES, D. L.; BRADLEY, C. A. Baseline sensitivity of Cercospora sojina and Corynespora cassiicola to pydiflumetofen. **Crop Protection**, v. 147, p. 105461, 2021.

NIEDERAUER, E. O.; *et al*. **Avaliação da utilização de controle biológico na cultura da soja.** 2022.

PALHETA, J. C. *et al*. Sources and Doses of Nitrogen Associated with Inoculation with Azospirillum brasilense Modulate Growth and Gas Exchange of Corn in the Brazilian Amazon. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 26, n. 2, 2021.

SOUSA, H. C. *et al*. Bacillus aryabhattai Mitigates the Effects of Salt and Water

Stress on the Agronomic Performance of Maize under an Agroecological System. **Agriculture**, v. 13, e.1150, 2023.

TAKASU, A. T. **Manejo do solo e consórcio de gramíneas ou leguminosas no desenvolvimento e produtividade do milho primeira safra e feijão de inverno em sucessão no Sistema plantio direto no cerrado.** 2019.

TAVERNARI, F. de C. et al. Energia metabolizável da glicerina bruta e de dietas contendo glicerina bruta para frangos de corte de diferentes idades. 2015.

VALADARES, V. R.; *et al*. Teste germinativo em milho “2118”(Zea mays L.) com diferentes dosangens de ácido giberélico em papel germitest. **ALTUS CIÊNCIA,** v. 26, n. 1, p. 217-234, 2025.

WATERS, J. D. **Impact of a school-home partnership model at a small rural elementary school in Georgia**. Mississippi State University, 2005.

ZHANG, H. et al. Fungicidal activity and cross-resistance of SDHI fungicides against Corynespora cassiicola. **Pesticide Biochemistry and Physiology,** v. 168, p. 104633, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2020.104633. Acesso em: 25 jun. 2025.