UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

NATÁLIA PATRÍCIA UNGRI

ROTAÇÃO DE FUNGICIDAS MUTISSÍTIOS ASSOCIADOS AOS SÍTIO-ESPECÍFICOS NO CONTROLE DE *Corynespora cassiicola* NA CULTURA DA SOJA

MARACAJU

2024

NATÁLIA PATRÍCIA UNGRI

ROTAÇÃO DE FUNGICIDAS MUTISSÍTIOS ASSOCIADOS AOS SÍTIO-ESPECÍFICOS NO CONTROLE DE *Corynespora cassiicola* NA CULTURA DA SOJA

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador(a): Pesquisadora: Dra. Ana Claudia Ruschel Mochko

MARACAJU

2024

Rotação de fungicidas mutissítios associados aos sítio-específicos no controle de *Corynespora cassiicola* na cultura da soja

Natália Patrícia Ungri

RESUMO

A soja é uma cultura de grande importância para o Brasil. No entanto, desafios, como doenças causadas por fungos somadas a condições climáticas adversas, impactam sua produtividade. A mancha-alvo é uma das principais doenças que afetam a soja. Dentre as práticas de controle, a combinação de fungicidas sítio-específicos com multissítios tem se mostrado eficaz em seu manejo. Assim, o estudo visa avaliar a eficácia e a praticabilidade agronômica do posicionamento de diferentes multissítios associados aos sítios específicos, além de registrar os efeitos de fitotoxicidade e produtividade. Para tanto, o experimento foi semeado com a cultivar Brasmax Garra e conduzido em delineamento em blocos casualizados, com quatorze tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram os fungicidas multissítos: Mancozebe, Clorotalonil e Oxicloreto de cobre, rotacionados entre si e associados aos fungicidas sítios-específicos: Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina (V8), Mefentrifluconazole + Piraclostrobina + Fluxapiroxade (R3) e Picoxistrobina + Ciproconazol (R5). Semanalmente foram realizadas análises de severidade, utilizadas para o cálculo da AACPD, além de avaliações de fitotoxidez, desfolha e determinação da produtividade e massa de mil grãos. A associação com Mancozebe nas aplicações, atenuou os sintomas de fitotoxidez causada pelo sítio-específico e resultou em uma menor desfolha, bem como, exibiu eficácia de controle superior, seguido pelos tratamentos MCZ > OXI > CLT e MCZ > MCZ > CLT. Não houve diferenças significativas na produtividade e para massa de mil grãos, os tratamentos MCZ > OXI > CLO, OXI > OXI > OXI e CLO > OXI > MCZ apresentaram maior massa.

Palavras-chave: *Glicyne max*. *Corynespora cassiicola*. Fungicida protetor. Eficácia.

ABSTRACT

Soybeans are a crop of great importance to Brazil. However, challenges such as diseases caused by fungi, combined with adverse climatic conditions, impact their productivity. Target spot is one of the main diseases affecting soybeans. Among the control practices, the combination of site-specific fungicides with multisite fungicides has proven effective in its management. Thus, the study aims to evaluate the efficacy and agronomic practicality of positioning different multisites associated with site-specific fungicides, in addition to recording the effects of phytotoxicity and productivity. For this purpose, the experiment was sown with the Brasmax Garra cultivar and conducted in a randomized block design, with fourteen treatments and four replications. The treatments were the multisite fungicides: Mancozeb, Chlorothalonil, and Copper Oxychloride, rotated among themselves and associated with the site-specific fungicides Bixafen + Prothioconazole + Trifloxystrobin (V8), Mefentrifluconazole + Pyraclostrobin + Fluxapyroxad (R3), and Picoxystrobin + Cyproconazole (R5). Weekly, severity analyses were performed, used for calculating AACPD, in addition to evaluations of phytotoxicity, defoliation, and determination of productivity and thousand-grain weight. The association with Mancozeb in the applications attenuated the symptoms of phytotoxicity caused by the site-specific fungicide and resulted in less defoliation, as well as exhibiting superior control efficacy, followed by the treatments MCZ > OXI > CLT and MCZ > MCZ > CLT. There were no significant differences in productivity, and for thousand-grain weight, the treatments MCZ > OXI > CLO, OXI > OXI > OXI, and CLO > OXI > MCZ showed greater weight.

Keywords: *Glycine max*. *Corynespora cassiicola*. Protective fungicide. Efficacy.

Sumário

1 INTRODUÇÃO 5
2 METODOLOGIA 7
2.1 LOCAL E DATA 7
2.2 VARIEDADE, SEMEADURA, SISTEMA DE CULTIVO 7
2.3 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO (BARRA, ESPAÇAMENTO ENTRE BICOS, VOLUME DE CALDA E PRESSÃO) 7
2.4 CONDIÇOES CLIMÁTICAS, DATA E MOMENTO DAS APLICAÇÕES 8
2.5 DIMENSÃO DAS PARCELAS, ESPAÇAMENTO E ENSIDADE 8
2.6 TRATAMENTOS 8
2.7 METODOS DE AVALIAÇÃO 9
3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS 11
3.1 FITOTOXICIDADE 11
3.2 SEVERIDADE E ÁREA ABAIXO DA CURVA DE PROGRESSO DA DOENÇA 13
3.3 EFICÁCIA DE CONTROLE 15
3.4 DESFOLHA 17
3.5 PRODUTIVIDADE E MASSA DE MIL GRÃOS 17
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 19
5 REFERÊNCIAS 19

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merril) é uma leguminosa pertencente à família Fabaceae, que desempenha um papel fundamental no contexto agrícola brasileiro, representando uma contribuição significativa para o superávit da balança comercial. Isso se deve à sua extensa produção e exportação em larga escala (CONAB, 2023).

As condições climáticas e do solo encontradas no Brasil fizeram com que o país se tornasse líder na produção mundial de grãos, com uma estimativa de produção de 155,3 milhões de toneladas na safra 2023/2024. No entanto, durante essa safra, devido às condições climáticas adversas em diversas regiões do país, a perspectiva de colheita resultou em uma diminuição de 3%, equivalente a 4,9 milhões de toneladas em comparação com a safra anterior (2022/2023), conforme relatório da CONAB (2024).

Apesar desse cenário em que a soja se destaca em termos de produção, o seu cultivo enfrenta desafios que limitam sua produtividade. Um dos principais obstáculos reside nas doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides, que podem afetar a cultura ao longo de todo o ciclo (AMORIM, *et al.*, 2016). Na região Centro-Oeste, destaca-se a mancha-alvo, gerando preocupações entre os produtores devido ao aumento significativo da incidência dessa doença na região (LEMES, *et al*, 2015).

A mancha-alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola (*Berk. & Curt.) Wei, afeta a cultura ao longo de seu desenvolvimento, com maior incidência a partir do estádio fenológico R1, no início do florescimento. Os sintomas característicos da doença podem ser observados nas folhas, originando-se por pontos pardos com halo clorótico que posteriormente evoluem para manchas arredondadas, apresentando uma tonalidade castanha com diâmetro de até 2 cm (GODOY *et al.*, 2022).

Chuvas bem distribuídas favorecem a ocorrência dessa doença, resultando em desfolha precoce em cultivares suscetíveis, com perdas de produtividade de até 40% (MOLINA *et al*., 2019). O aumento da semeadura de cultivares suscetíveis, sucessão com culturas hospedeiras do fungo e menor sensibilidade/resistência do fungo a fungicidas contribuem para o aumento da incidência dessa doença (FRAC, 2024). Essa doença resulta em perdas quantitativas e qualitativas nos grãos, exigindo a adoção de medidas preventivas de controle (AMTHAUER, 2015).

Segundo Corkley et al. (2022), a resistência ocorre quando um fungo desenvolve uma adaptação estável e hereditária a um fungicida que possui um modo de ação específico, que antes era eficaz em certa concentração. Devido à diminuição da sensibilidade do fungo ao princípio ativo, o fungicida deixa de ser eficiente no controle das doenças. A resistência da *Corynespora cassiicola* a determinados fungicidas é relatada no país, ocasionando a perda de eficácia a alguns grupos químicos. Segundo o FRAC (2023) e Mello et al. (2022), o fungo possui as mutações E198A e F200Y conferindo resistência aos fungicidas do grupo químico das benzimidazóis, o G143A induzindo resistência aos fungicidas do grupo das estrobirulinas (IQe) e as mutações B-H278Y e C-N75S proporcionando menor sensibilidade do fungo a carboxamidas (SDHIs). Outras mutações, como sdh B-H278R, B-I280V e D-V152I, também para o SDHIs, foram detectadas em alguns isolados.

Como medidas de controle recomendadas para essa doença, destacam-se a rotação de culturas, controle genético com prioridade para cultivares resistentes, controle biológico e o uso de fungicidas específicos e de amplo espectro, conhecidos como multissítios (KAJIHARA, *et al.*, 2022). Dentre o uso de agroquímicos, a aplicação preventiva de fungicidas isolados ou em associação com multissítios, mostra-se como o método mais eficaz para evitar infecções severas que possam comprometer o cultivo, especialmente em situações de controle curativo tardio (KOEFENDER, 2023)

Apesar da grande contribuição que os fungicidas sítio-específicos, proporcionam no controle de doenças, quando utilizado indiscriminadamente, pode acarretar na seleção de isolados de fungos menos sensíveis ou resistentes, levando a uma redução na eficácia desses produtos (GODOY, 2015).

Como resposta a essa problemática, a implementação de estratégias de manejo, como a associação de fungicidas sítio-específico com de fungicidas multissítios (Oxicloreto de cobre, Mancozebe e Clorotalonil), tornou-se uma ferramenta essencial no manejo integrado de doenças, contribuindo para aumentar a efetividade do controle da doença e reduzir os riscos de resistência dos fungos aos produtos sítio-específico, através da pressão de seleção (REIS, E.; REIS, A., 2015).

Os fungicidas multissítios agem em diferentes pontos do metabolismo do fungo, simultaneamente, inibindo ou interferindo uma variedade de processos metabólicos vitais, incluindo a permeabilidade das membranas, a respiração celular e a atividade enzimática (SACON *et al.*, 2019; ALMEIDA *et al*., 2020; KOTZ, 2016),

tornando mais difícil para o patógeno desenvolver resistência, além de possuir amplo espectro, o que permite o controle de uma gama maior de patógenos e contribuindo para a redução da severidade da doença.

Assim, o objetivo do presente estudo é avaliar a eficácia e a praticabilidade agronômica do posicionamento de diferentes multissítios associados aos sítios específicos, no controle de mancha-alvo, em distintas condições de campo, além de registrar possíveis efeitos de fitotoxidez referida à cultura e a produtividade.

2 METODOLOGIA

2.1 LOCAL E DATA

O experimento foi conduzido em condições de campo, durante a safra 2023/2024, na área experimental da Fundação MS, localizada no município de Maracaju, MS, tendo como coordenadas 21°38'48.05"S e 55°05'53.52"O, e altitude de 384 metros.

2.2 VARIEDADE, SEMEADURA, SISTEMA DE CULTIVO

Utilizou-se a cultivar Brasmax Garra, recomendada para o cultivo na região. A cultura foi implantada utilizando o sistema de semeadura direta, sucedendo a anterior plantação de aveia. A semeadura foi realizada no dia 13 de novembro de 2023, a germinação ocorreu em 17 de novembro de 2023 e a colheita no dia 18 de março de 2024. No sulco de plantio, utilizou-se 140 kg ha^{-1} de fosfato monoamônio (MAP).

2.3 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO (BARRA, ESPAÇAMENTO ENTRE BICOS, VOLUME DE CALDA E PRESSÃO)

Para aplicação dos tratamentos, utilizou-se pulverizador costal de pressão constante (CO_2) equipado com uma barra de 3,0 m e com 6 pontas de jato duplo leque, modelo TJ 110.02, espaçadas de 50 cm. O volume de calda de 120 $L.ha^{-1}$ foi mantido à pressão constante de 50 psi.

2.4 CONDIÇOES CLIMÁTICAS, DATA E MOMENTO DAS APLICAÇÕES

A datas das aplicações, estádio fenológico, os horários iniciais e finais no momento das aplicações a temperatura e a umidade relativa do ar, foram apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 – Data de aplicação, estádio de desenvolvimento da cultura da soja, bem como as condições climáticas no momento da pulverização.

Data	Estádio	Horário (início)	Horário (final)	Temp. (°C)	URA (%)[1]
23/12/2023	V8	07:12 h	07:22 h	28,9	85
09/01/2024	R3	08:17 h	08:27 h	29,8	85
26/01/2024	R5	08:15 h	08:25 h	24	80

[1]Umidade Relativa do Ar

2.5 DIMENSÃO DAS PARCELAS, ESPAÇAMENTO E ENSIDADE

O experimento foi conduzido com delineamento em blocos casualizados, com quatorze tratamentos e quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de 2,5 metros de largura por 6 metros de comprimento, totalizando 15 m². A semeadura foi realizada com espaçamento de 50 cm entre linhas e densidade de 14 plantas/metro linear.

2.6 TRATAMENTOS

TABELA 2 - Descrição dos tratamentos do ensaio com aplicação de fungicidas multissítios avaliados na cultura da soja para controle de mancha alvo na safra 2023/2024.

N.	1ª Aplicação (V8)	2ª Aplicação (R3)	3ª Aplicação (R5)
1	Testemunha		
2	Oxicloreto de Cobre (OXI)	Mancozebe (MCZ)	Clorotalonil (CLT)
3	Mancozebe	Oxicloreto de Cobre	Clorotalonil
4	Clorotalonil	Mancozebe	Oxicloreto de Cobre
5	Oxicloreto de Cobre	Oxicloreto de Cobre	Oxicloreto de Cobre

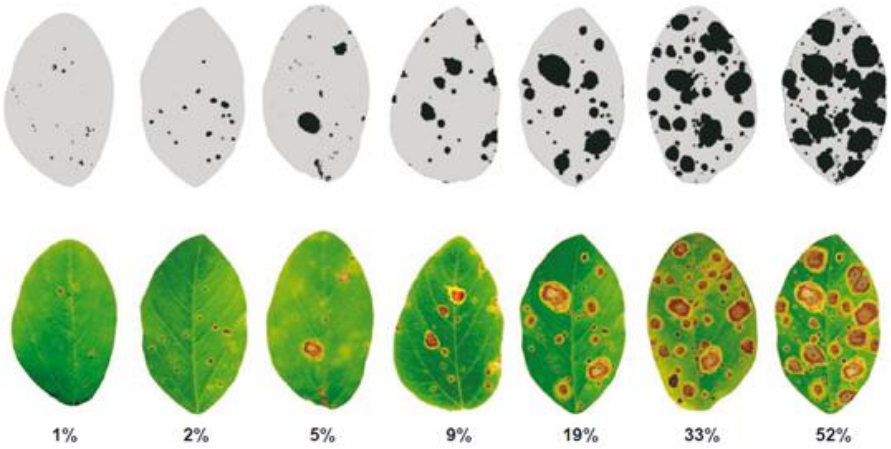
6	Mancozebe	Mancozebe	Mancozebe
7	Clorotalonil	Clorotalonil	Clorotalonil
8	Oxicloreto de Cobre	Clorotalonil	Mancozebe
9	Clorotalonil	Oxicloreto de Cobre	Mancozebe
10	Mancozebe	Mancozebe	Clorotalonil
11	Clorotalonil	Clorotalonil	Oxicloreto de Cobre
12	Oxicloreto de Cobre	Oxicloreto de Cobre	Clorotalonil
13	Clorotalonil	Mancozebe	Mancozebe
14	Clorotalonil	Mancozebe	Clorotalonil

Fonte: UNGRI, 2023 - [1]para todos os tratamentos, exceto na testemunha, a aplicação no estádio V8 foi realizada com Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina na dose de 500 mL. ha^{-1} e Éster Metílico de óleo de Soja (0,25% v/v), em estádio R3, foi realizado a aplicação de Mefentrifluconazole + Piraclostrobina + Fluxapiroxade na dose de 600 mL. ha^{-1} e Éster Metílico de óleo de Soja (0,5% v/v), em R5 a aplicação foi realizada com Picoxistrobina + Ciproconazol na dose de 600 mL. ha^{-1}.
[2]o Oxicloreto de Cobre foi utilizado concentração de 882 g.i.a. ha^{-1}, o Clorotalonil na concentração de 1080 g.i.a. ha^{-1} e o Mancozebe na concentração de 1125 g.i.a. ha^{-1}

2.7 METODOS DE AVALIAÇÃO

Durante a condução do experimento foram realizadas oito avaliações de severidade da doença, em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura. As avaliações foram realizadas aos 7 e 14 dias após cada aplicação, e aos 7, 14, 21 e 28 dias após a última aplicação. A avaliação da severidade da mancha-alvo (percentual de área foliar com sintomas) das parcelas foi estimada com auxílio de escala diagramática descrita por Soares (2009) (Figura 1).

FIGURA 1 – Escala diagramática para avaliação de severidade de mancha-alvo em soja.



FONTE: Soares (2009).

Os dados de severidade foram utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), com baseado no modelo proposto por Campbell e Madden (1990), onde:

$$AACPD = \sum_{i}^{n-1} \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2}(t_{i+1} - t_i)$$

Onde *n* é o número de avaliações, *Y* a severidade da doença e *t* é o intervalo de tempo entre duas avaliações.

Com base nos dados obtidos da severidade da doença, foi calculada a eficácia de controle de cada tratamento segundo o método proposto por Abbott (1925), em que:

$$E(\%) = \frac{(T - t)100}{T}$$

Onde *E* (%) é a eficiência de controle do tratamento expressa em porcentagem, *T* é o valor da AACPD na testemunha; e *t* é o valor da AACPD no tratamento avaliado.

A fitotoxicidade dos produtos aplicados à cultura foi avaliada visualmente, no mesmo momento das avaliações de severidade da doença. Foram atribuídas notas de acordo com a escala diagramática proposta por Campo e Silva (2012), em função da clorose e necrose observada nos diferentes tratamentos (Figura 2).

FIGURA 2 – Escala diagramática para avalição de fitotoxicidade em função das intensidades de bronzeamento, clorose e necrose foliares causadas por fungicidas na soja.

FONTE: Campos e Silva (2012).

A avaliação da desfolha nos tratamentos foi realizada visualmente a partir do momento em que a testemunha apresentava desfolha próxima a 80%, com o auxílio da escala diagramática descrita por Hirano et al. (2010).

A produtividade foi obtido pela colheita da área útil de cada parcela, que correspondia a 12 m² (2 linhas x 6 metros), convertendo-se para $kg.ha^{-1}$ a 13% de umidade. As parcelas foram colhidas mecanicamente com colhedora de parcelas automotriz. A massa de mil grãos foi avaliada por meio da contagem dos grãos em contador automático e pesagem em balança de precisão, ajustando-se a umidade para 13%, umidade esta que foi mensurada através de determinador portátil. Para a correção da umidade dos grãos utilizou-se a seguinte fórmula:

$$Produtividade = \frac{10 \times (100 - US) \times PP}{(100 - 13) \times AC}$$

Onde a produtividade é expressa em toneladas por hectare, *US* é a umidade da semente em %, *PP* é o peso colhido na parcela em kg, e *AC* é a área colhida da parcela em m².

Os dados foram analisados utilizando-se o software estatístico SASM — Agri versão 8.2, Sistema para Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas (CANTERI, *et al* 2001), sem transformação, e as médias comparadas através do teste de Duncan a 5% de probabilidade.

3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

3.1 FITOTOXICIDADE

Os resultados obtidos de fitotoxicidade nas plantas de soja, conforme escala proposta por Campos e Silva (2012), indicaram a presença de sintomas visuais muito leves aos 7 dias após a primeira aplicação (7 DAA1), o qual se utilizou-se fungicida Protioconazol + Trifloxistrobina + Bixafem, formando quatro grupos. Os tratamentos 4 e 9, onde utilizou-se o Clorotalonil, apresentaram valores superiores de fitotoxidez, porém não diferiram significativamente dos tratamentos 2, 5, 7, 8, 11, 13 e 14, indicando uma variabilidade nos níveis de resposta das plantas a esses tratamentos específicos.

O segundo grupo, composto pelo tratamento 7, juntamente com os tratamentos 2, 3, 5, 8, 11, 12, 13 e 14, não apresentou diferenças estatísticas em relação ao terceiro grupo, que também incluiu o tratamento 6.

O segundo grupo formou-se com o tratamento 7 e os tratamentos 2, 3, 5, 8, 11, 12, 13 e 14, estes, não deferindo estatisticamente do terceiro grupo, composto também pelo tratamento 6. Isso sugere que esses tratamentos tiveram efeitos similares na indução de sintomas de fitotoxicidade leves. O último grupo foi formado pelos tratamentos 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12 e 14, mostrando uma menor ou nenhuma resposta de fitotoxicidade visível.

Aos 14 dias após a primeira aplicação (14 DAA1), os sintomas visuais de fitotoxicidade variaram de leves a mediamente leves, resultando na formação de quatro grupos distintos. O primeiro grupo foi composto pelos tratamentos 7 e 13, bem como pelos tratamentos 2, 4, 5, 8, 9, 11, 12 e 14, que não diferiram significativamente do segundo grupo, o qual também incluiu os tratamentos 3 e 10. Isso reflete que a maioria dos tratamentos induziu um nível similar de sintomas de fitotoxicidade após 14 dias.

O terceiro grupo, formado pelos tratamentos 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 e 14, apresentou sintomas de fitotoxicidade que não diferiram estatisticamente entre si. Finalmente, o último grupo foi composto pela testemunha (tratamento 1), que não apresentou sintomas de fitotoxicidade, conforme esperado. Esse resultado confirma a ausência de sintomas de fitotoxidez quando não realizada a aplicação de fungicidas a base de Protioconazol, validando a escala utilizada e os procedimentos experimentais (Tabela 3).

As avaliações realizadas aos 7 e 14 dias após a primeira aplicação, menores sintomas de fitotoxicidade foram observados nos tratamentos que utilizaram

Mancozebe, sendo ele, os tratamentos 3, 6 e 10, apesar de não terem apresentado diferenças significativas entre alguns tratamentos.

Nenhum sintoma de fitotoxicidade foi identificado em qualquer um dos tratamentos nas avaliações feitas aos 7 e 14 dias após a aplicação no estádio R3, assim como aos 7 e 14 dias após a aplicação no estádio R5.

Resultados similares foram descritos por Machry *et al*. (2018), que verificaram em seus estudos que a adição de 2 kg.ha^{-1} de Mancozebe atenuou drasticamente os sintomas foliares de fitotoxicidade em cerca de 16%, chegando a valores de 31% e 13% de redução para Protioconazol e Metconazol, respectivamente. O mesmo é estudado por Marques (2017), onde observou a redução dos efeitos fitotóxicos para Trifloxistrobina + Protioconazol, quando associado ao Mancozebe.

TABELA 3. Fitotoxidade em plantas de soja submetida ao tratamento com diferentes fungicidas em seis avaliações realizadas aos sete e quatorze dias após cada aplicação. Maracaju, MS, 2024.

N.	Tratamentos	7 DAA1[1]	14 DAA1
1	Testemunha	0,0 d	0,0 d
2	OXI > MCZ > CLT	0,8 abcd	3,0 abc
3	MCZ > OXI > CLT	0,6 bcd	2,6 bc
4	CLT > MCZ > OXI	1,8 a	2,9 abc
5	OXI > OXI > OXI	1,5 abc	3,2 abc
6	MCZ > MCZ > MCZ	0,4 cd	2,5 c
7	CLT > CLT > CLT	1,7 ab	3,7 a
8	OXXI > CLT > MCZ	0,9 abcd	3,2 abc
9	CLT > OXI > MCZ	1,9 a	3,4 ab
10	MCZ > MCZ > CLT	0,3 d	2,8 bc
11	CLT > CLT > OXI	1,5 abc	3,5 ab
12	OXI > OXI > CLT	0,6 bcd	3,1 abc
13	CLT > MCZ > MCZ	1,5 abc	3,7 a
14	CLT > MCZ > CLT	1,0 abcd	3,1 abc
	Teste F	3,3**	12,5**
	CV (%)	58,3	17,7

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ($p<0,05$). **significativo a 1% de probabilidade. *significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}não-significativo. CV: coeficiente de variação. [1]DAA: Dias após a aplicação.

3.2 SEVERIDADE E ÁREA ABAIXO DA CURVA DE PROGRESSO DA DOENÇA

Os resultados de severidade de mancha-alvo, obtidos aos 7 e 14 dias após cada aplicação e aos 7, 14 e 28 dias após a última aplicação, indicaram a presença

de sintomas a partir dos 14 dias após a aplicação em R3 (14DAA2), no tratamento 1 (testemunha). Aos 7 dias após aplicação em R5, verificou-se a formação de quatro grupos: com maior severidade, incluiu a testemunha; o segundo grupo, com severidade intermediária, foi formado pelo tratamento 9 e pelos tratamentos 2, 4, 5, 8, 11, 12, 13, 14, que não apresentaram diferenças significativas em relação ao terceiro grupo, que também incluiu o tratamento 7; este grupo não apresentou diferenças significativas em relação ao quarto grupo, com menor severidade, formado pelos tratamentos 3, 6 e 10, além dos tratamentos 2, 4, 5, 8, 11 e 7, que não diferiram dos grupos dois e três.

A Aos 14 dias após a aplicação em R5 (14DAA3), observou-se algumas tendências, como os tratamentos 3 e 6, apresentando menores valores de severidade, porém, não diferindo significativamente dos tratamentos 4, 5, 7, 8, 9, 10 e 13. Aos 21 e 28 dias após a terceira avaliação, verificou-se que o tratamento 6 obteve valores de severidade inferiores aos demais tratamentos, diferindo significativamente apenas dos tratamentos 1, 13 e 14 para 21DAA3, e dos tratamentos 1, 2, 11 e 12 para 28DAA3.

Através dos resultados da AACPD, que melhor representa a epidemia ao longo do desenvolvimento das plantas, foi observada a formação de cinco grupos, com o tratamento 1 (testemunha) apresentando o maior valor de AACPD (967,8). O segundo grupo foi formado pelos tratamentos 12 e 14, bem como pelos tratamentos 2, 4, 7, 8, 9, 11 e 13, que não demonstraram diferenças significativas em relação ao grupo 3, que também incluiu os tratamentos 5 e 10. O grupo quatro foi formado pelos tratamentos 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 e 13. O quinto grupo foi formado pelo tratamento 6 e pelos tratamentos 3, 5, 7, 8 e 10, que não diferiram significativamente de outros grupos. Esse grupo apresentou os menores valores de AACPD, o que indica maior capacidade de reduzir o progresso do patógeno (Tabela 4).

Apesar de não apresentarem diferenças significativas entre alguns tratamentos, quando realizada a aplicação de Mancozebe em estágio V8 (Tratamento 3 e 6), foi possível observar resultados inferiores de severidade da mancha-alvo e de AACPD. Resultados semelhantes foram observados por Ribeiro (2016), que relatou em seu estudo que o aumento das aplicações em associações do Mancozebe com fungicidas sistêmicos resultou em severidades de mancha-alvo inferiores ao longo do ciclo da cultura da soja. Ele também relatou que essa diminuição pode ser explicada pela ação do multissítio, que possui efeito protetor e residual, auxiliando na mitigação do desenvolvimento de resistência. Godoy *et al*. (2023) também observaram que, nos

resultados sumarizados dos ensaios cooperativos, as menores severidades e as maiores porcentagens de controle foram observadas nos tratamentos com Mancozebe.

3.3 EFICÁCIA DE CONTROLE

De acordo com os resultados, nas condições ambientais em que o ensaio foi conduzido, verificou-se que o tratamento 6, com três aplicações de Mancozebe (MCZ), apresentou eficácia acima de 74,4% no controle de mancha-alvo, seguido pelos tratamentos 3 (MCZ > OXI >CLT) e 10 (MCZ > MCZ > CLT), com 73,1% e 72,2%, respectivamente, sendo os mais eficazes no controle de mancha-alvo em plantas de soja (Figura 4).

Resultados semelhantes foram descritos por Godoy *et al.* (2023), onde foi observado o aumento da efetividade do controle da mancha-alvo com a adição de Mancozebe na formulação ou em mistura em tanque. O mesmo foi observado em outras doenças, como descrito por Netto *et al.* (2020), ao trabalhar com a associação de fungicidas sistêmicos com multissítios para o controle da ferrugem asiática. Nesses tratamentos, a adição de Mancozebe resultou em menor severidade da doença. Behm *et al.* (2015) também relataram em seu estudo que plantas tratadas com a adição de Mancozebe apresentaram maior controle quando comparado com outros fungicidas multissítios.

TABELA 4. Severidade (%) da mancha-alvo em plantas de soja submetida a diferentes programas de fungicidas, Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) e eficácia de controle (*E*). Maracaju, MS, 2023.

N.	14DAA2	7DAA3	14DAA3	21DAA3	28DAA3	AACPD	*E* (%)
1	9,0 a	24,7 a	32,0 a	46,7 a	51,8 a	967,8 a	0,0
2	0,0 b	5,5 bcd	10,5 bc	16,7 bcd	23,7 b	311,4 bc	67,8
3	0,0 b	3,8 d	8,7 d	15,6 cd	18,3 cd	260,3 de	73,1
4	0,0 b	5,6 bcd	10,0 bcd	17,5 bcd	20,7 bcd	303,9 bcd	68,6
5	0,0 b	4,8 bcd	8,9 cd	16,7 bcd	18,3 cd	276,6 cde	71,4
6	0,0 b	3,6 d	8,4 d	14,9 d	17,0 d	247,8 e	74,4
7	0,0 b	4,4 cd	9,5 bcd	16,7 bcd	20,7 bcd	285,9 bcde	70,5
8	0,0 b	5,1 bcd	9,5 bcd	15,9 bcd	21,0 bcd	286,7 bcde	70,4
9	0,0 b	7,4 b	9,9 bcd	16,3 bcd	19,7 bcd	304,2 bcd	68,6
10	0,0 b	3,6 d	9,1 cd	15,5 cd	20,3 bcd	268,5 cde	72,3
11	0,0 b	6,0 bcd	10,3 bc	17,3 bcd	21,7 bc	311,1 bc	67,9
12	0,0 b	7,1 bc	10,9 b	17,2 bcd	23,3 b	328,2 b	66,1
13	0,0 b	6,5 bc	9,8 bcd	18,3 bc	18,3 cd	306,5 bcd	68,3
14	0,0 b	7,1 bc	10,9 b	18,7 b	21,0 bcd	330,1 b	65,9
Teste F	243,0**	41,3**	152,4**	87,6**	42,2**	168,3**	--
CV (%)	48,0	24,3	8,6	9,2	11,8	8,2	--

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ($p<0,05$). **significativo a 1% de probabilidade. *significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}não-significativo. CV: coeficiente de variação.

3.4 DESFOLHA

Na avaliação de desfolha das plantas de soja em R7, verificou a formação de três grupos, com o tratamento 1 com porcentagem maior de desfolha (83,8%). O tratamento 6 (MCZ > MCZ > MCZ) verificou a menor desfolha, com 44,5%, mas não diferindo significativamente dos tratamentos 3, 4, 6, 7, 8 e 10 (Tabela 5).

Wruck (2023), ao estudar o desempenho de fungicidas no controle da mancha-alvo na cultura da soja, observou que os tratamentos em que foram realizadas aplicações de Mancozebe, apresentaram as menores porcentagens de desfolha e maiores médias de produtividade de grãos.

Resultados semelhantes foram descritos por Oliveira *et al.* (2021), em ensaio conduzido a campo, onde observaram menor porcentagem de desfolha e maior produtividade de grãos, quando realizado a pulverização de Mancozebe na segunda e terceira aplicação. Estudos relatam que a aplicação do Mancozebe no vegetativo, auxilia não só no manejo fitossanitária, como desfolha tardia, que desencadeia em uma maior área fotossinteticamente ativa e maior período de acúmulo de fitoassimilados, na fase de enchimento de grãos, aumentando a produtividade (SILVA *et al*., 2015; STEFFENS, 2017). Isso devido a presença dos micronutrientes zinco e manganês (BALDO, 2020).

3.5 PRODUTIVIDADE E MASSA DE MIL GRÃOS

No parâmetro de produtividade, não houve diferença significativas entre os tratamentos, variando de 4.158,0 $kg.ha^{-1}$ (testemunha) a 4.740,0 $kg.ha^{-1}$ (tratamento 13) (Clorotalonil > Mancozebe > Mancozebe), onde o tratamento 13 apresentou a maior redução de perdas em relação à testemunha (14,0%).

Resultados diferentes foi observado por Wruck (2023), onde constatou uma média maior de produtividade de grãos quando realizado a pulverização de Mancozebe para controle de mancha-alvo, comparado aos tratamentos com aplicação de Clorotaloril e Oxicloreto de Cobre. O mesmo foi observado por Netto. *et al* (2020), ao estudar a associação entre fungicidas sistêmicos e o Mancozebe no controle de ferrugem-asiática-da-soja.

No que tange a massa 1000 grãos, foi possível observar que os tratamentos 3, 5 e 9, apresentaram valor superior de massa de grão, com 163,6, 161,3 e 161,6 g, respectivamente, diferindo significativamente da testemunha, porém não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 5). Segundo Nomelini *et al*. (2010) e Cunha (2004), a massa de mil grão pode ser inferida não só para avaliar componentes de rendimento, como também pode ser útil como fator de comparação da qualidade final do produto. Uma vez que, segundo Ribeiro (2016), com o progresso da doença sobre a planta, o tecido vegetal fotossinteticamente ativo é degradado, diminuindo a área foliar útil da planta, e consequentemente comprometendo o acúmulo de reservas nos grãos.

TABELA 5. Desfolha (%), Produtividade (kg.ha^{-1}), redução de perdas de produtividade (%), massa de mil grãos (MMG) (g) e redução de perdas da massa de mil grãos de plantas de soja plantas de soja submetidas a diferentes programas de fungicidas para o controle da mancha-alvo. Maracaju, MS, 2024.

N.	Tratamentos	Desfolha (%)	Produtividade (kg.ha^{-1})	RP (%)	MMG (g)	RP MMG (%)
1	Testemunha	83,8 a	4.158,0 a	0,0	147,5 b	0,0
2	OXI > MCZ > CLT	51,8 b	4.659,0 a	-12,0	159,1 ab	-7,9
3	MCZ > OXI > CLT	49,5 bc	4.495,5 a	-8,1	163,6 a	-10,9
4	CLT > MCZ > OXI	49,5 bc	4.362,0 a	-4,9	156,7 ab	-6,2
5	OXI > OXI > OXI	52,0 b	4.402,5 a	-5,9	161,3 a	-9,4
6	MCZ > MCZ > MCZ	44,5 c	4.582,5 a	-10,2	159,5 ab	-8,1
7	CLT > CLT > CLT	48,9 bc	4.344,0 a	-4,5	160,9 ab	-9,1
8	OXXI > CLT > MCZ	48,7 bc	4.603,5 a	-10,7	154,6 ab	-4,8
9	CLT > OXI > MCZ	53,8 b	4.350,0 a	-4,6	161,6 a	-9,6
10	MCZ > MCZ > CLT	47,9 bc	4.693,5 a	-12,9	160,1 ab	-8,5
11	CLT > CLT > OXI	54,0 b	4.317,0 a	-3,8	158,7 ab	-7,6
12	OXI > OXI > CLT	54,0 b	4.515,0 a	-8,6	153,5 ab	-4,0
13	CLT > MCZ > MCZ	51,8 b	4.740,0 a	-14,0	160,5 ab	-8,8
14	CLT > MCZ > CLT	53,3 b	4.248,0 a	-2,2	151,0 ab	-2,3
	Teste F	22,6**	0,3	--	1,3**	--
	CV (%)	7,3	14,3	--	5,1	--

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ($p<0,05$). **significativo a 1% de probabilidade. *significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}não-significativo. CV: coeficiente de variação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições edafoclimáticas em que o ensaio foi realizado, constatou-se que:

- Todos os tratamentos, exceto o tratamento controle, apresentaram sintomas leves a medianamente leves de fitotoxicidade aos 7 e 14 dias após a aplicação no pré-fechamento de linhas em V8. Contudo, os tratamentos em que se utilizou o Mancozebe nas aplicações, apresentaram uma redução nos sintomas em comparação aos tratamentos com Clorotalonil e Oxicloreto de Cobre;

- O tratamento com a associação de três aplicações de Mancozebe demonstrou a maior eficácia de controle (74,4 %) para a mancha-alvo, seguido pelos tratamentos com rotação dos multissítios, na sequência Mancozebe > Oxicloreto de Cobre > Clorotalonil (73,1%) e Mancozebe > Mancozebe > Clorotalonil (72,2%);

- Todos os tratamentos reduziram significativamente a desfolha das plantas de soja;

- Não houve diferenças significativas no parâmetro produtividade.

- Os tratamentos MCZ > OXI > CLO, OXI > OXI > OXI e CLO > OXI > MCZ apresentaram maior massa de mil grãos.

Vale ressaltar que os resultados estão diretamente relacionados com a condição ambiental e a doença predominante.

5 REFERÊNCIAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.

ALMEIDA, L. R.; DORNELES, K.R.; DALLAGNOL, L. J. Controle químico da ferrugem do trigo. **XXIX Congresso de Iniciação Científica**. 2020. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2020/CA_03582.pdf. Acesso em: 9 jun. 2023

AMORIM, L. *et a*l **Manual de fitopatologia**. 2016.

AMTHAUER, J. A. S. **Controle de *Corynespora cassiicola* em cultivares de soja no município de Rio Verde-Goiás**. 2015.

BALDO, V. A. C. **Manejo da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) com fungicidas sítio-específico associados a fungicidas multissítio**. 2021.

BEHM, Y, F. **Eficiência de agroquímicos no controle da ferrugem asiática da soja com aplicações calendarizadas em cultivo tardio na região sudoeste do Paraná.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco. 34 p. 2018

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 532p
.
CAMPOS, H. D; SILVA, L. H. C. P. **Escalas descritiva e diagramática para avaliação de fitotoxidez em função da intensidade de cloroses e/ou bronzeamentos e necroses foliares causadas por fungicidas**. Rio Verde/GO: UniRV, 2012.

CANTERI, M. G. *et al* SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Duncan, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.

CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. 2023. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Monitoramento Agrícola. Safra 2022/23. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos. Acesso em: 05 mar 2024

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra brasileira de grãos. V. 11 – safra 2023/24, nº 4, quarto levantamento, 2024.
CORKLEY, I.; FRAAIJE, B.; HAWKINS, N. Fungicide resistance management: maximizing the effective life of plant protection products. **Plant Pathology**, v. 71, n. 1, p. 150-169, 2022. DOI: https://doi.org/10.1111/ppa.13467. Disponível em: https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ppa.13467. Acesso em: 05 ago. 2024.

CUNHA, M. B. da. **Comparação de Métodos para obtenção do peso de mil sementes de aveia preta e soja**. UFPEL, 2004.

FRAC. **Frac code list**. Disponivel em: https://www.frac.info. Acesso em: 20 de março 2024.

FRAC. **Summary of annual Sensitivity Monitoring**. 2023. Disponível em: https://www.frac.info/knowledge-database/summaryof-annual-monitoring. Acesso em: 05 ago. 2024

GODOY, C. V. *et al*. **Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *Corynespora cassiicola*, na cultura da soja, na safra 2022/2023: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. 2023.

GODOY, C. V. *et al* **Eficiência de fungicidas multissítios e fertilizantes no controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. 2015.

GODOY, C. V. *et al* **Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *Corynespora cassiicola*, na cultura da soja, na safra 2021/2022**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. 2022.

HENNING, A. A. *et al* **Manual de identificação de doenças de soja**. 5.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 76 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n. 256).

HIRANO, M. *et al* Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja**. Summa phytopathologica**, v. 36, p. 248-250, 2010.

KAJIHARA, L. H. *et al* Ação in vitro e in vivo de fungicida sistêmico e multissítio sobre *Phakopsora pachyrhizi*. **Summa Phytopathologica,** v. 47, p. 216-221, 2022.

KRANZ, J. Measuring plant disease. In KRANZ, J.; ROTEM, J. (Eds.) **Experimental techniques in plant disease epidemiology**, p.35-50. Heldelberg: Springer-Verlag, 1988. 299p.

KOEFENDER, J., *et al* Associação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Peer Review**, v. 5, n. 14, p. 56-65, 2023.

KOTZ, J. E. S. **Efeito da aplicação de fungicida protetor multissítio em diferentes épocas na cultura da soja**. 2016.

LEMES, E. M. *et al* Doenças da soja: melhoramento genético e técnicas de manejo. 1. Ed. Campinas: **Millennium Editora**, 2015. 363 p.

MACHRY, C. E. *et al*. Eficiência de doses de fungicidas triazóis, morfolina com Mancozebe para controle da ferrugem asiática na cultura da soja. In: **6º Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica (SICT)**. 2018.

MARQUES, L. N. **Mancozebe associado ao patossistema *Phakopsora pachyrhizi*× *Glycine max*: respostas fisiológicas das plantas**. 2017.

MELLO, F. E. de et al. Resistance of Corynespora cassiicola from soybean to QoI and MBC fungicides in Brazil. **Plant Pathology**, v. 71, n. 2, p. 373-385, 2022.

MOLINA, J. P. E., *et al* "Effect of target spot on soybean yield and factors affecting this relationship." **Plant Pathology** 68.1 (2019): 107-115.

NETTO, A. *et al*. Use of systemic fungicides combined with multisite to control of asian rust and soybean yield. In: **Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215**. 2020. p. 101-108.

NOMELINI, Q. S. S., *et al*. **Validação do método de dimensionamento do número médio ideal de sementes por saca**. 2010.

PAULA, R.S.; OLIVEIRA, W.R. Resistência de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) ao patógeno *Alternaria solani***. Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.33, n.2, p.89-95, 2003.

REIS, E. M.; REIS, A. C. **Mancozebee**. Passo Fundo: Berthier, 2015. 80p.

RIBEIRO, F. C. *et al.* Associação de fungicida protetor com fungicidas sistêmicos no controle de mancha-alvo na cultura da soja. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 11, n. 5, p. 51-56, 2016.

SACON, D., *et al* Association of multisite and site-specific fungicides in the control of *Puccinia triticina* and its effects on wheat yield. **Communications in Plant Sciences, Jaboticabal**, p. 88-92, 2019. DOI: https://doi.org/10.26814/cps2019015

SILVA, L. H. C. P *et al* Control of Asian soybean rust with mancozeb, a multi-site fungicide. **Summa Phytopathologica**, v. 41, p. 64-67, 2015.

SOARES, R.M.; GODOY, C.V.; OLIVEIRA, M.C.N. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo da soja. **Tropical Plant Pathology**, v.34, n.5, p.333-338, 2009.

WRUCK, D. S. M.l. *et al*. **Desempenho de fungicidas no controle de mancha-alvo na cultura da soja**. 2023.