

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**ASSOCIAÇÃO DE MANCOZEBE COM FORMULAÇÕES
COMERCIAIS MISTAS DE FUNGICIDAS NO
CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**

PAULO HENRIQUE NASCIMENTO DE SOUZA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017**

**ASSOCIAÇÃO DE MANCOZEB COM FORMULAÇÕES
COMERCIAIS MISTAS DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA
FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**

PAULO HENRIQUE NASCIMENTO DE SOUZA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. Ph.D. WALBER LUIZ GAVASSONI

Coorientadora: PROF^a DR^a LILIAN MARIA ARRUDA BACCHI

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017

ASSOCIAÇÃO DE MANCOZEBE COM FORMULAÇÕES COMERCIAIS MISTAS DE
FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

por

Paulo Henrique Nascimento De Souza

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovado em: 15/02/2017



Dr. Walber Luiz Gavassoni
Orientador - UFGD/FCA



Dr. Rodrigo Kelson Silva Rezende
UFGD/FCA



Dra. Adriana Viana Schwan-Stoffel
UNIGRAN

A Deus, aos meus pais, aos professores
Walber Luiz Gavassoni e Lilian Maria Arruda
Bacchi e aos meus amigos.

Dedico e ofereço!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sempre sustentar e dirigir a minha vida e a de nossos amigos.

À Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade de estar desenvolvendo este trabalho e pela obtenção do título de Mestre em Agronomia.

À minha mãe Luzinete Dias e meu pai José Amilton, que sempre me incentivaram e apoiaram nas atividades desenvolvidas durante todo nosso período acadêmico.

À minha namorada Francieli Lima Brito, pelo carinho e por ter suportado toda distância nestes anos, sempre me apoiado com meus objetivos.

Aos professores e orientadores Walber Luiz Gavassoni e Lilian Maria Arruda Bacchi, pela amizade, companheirismo, paciência e pela experiência profissional e técnica transferida.

Aos meus amigos Anderson dos Santos Dias, Anderson Oliveira, Pedro José Comparin, Robson Luiz Ortiz e Rogério Fernando Bacanelo, que me ajudaram durante a condução dos ensaios.

Às empresas Bayer, Basf, Dupont, Syngenta, UPL, que contribuíram para realização dos trabalhos.

À CAPES por todo o apoio financeiro e científico transferido para que esse trabalho pudesse ser desenvolvido.

E a todas as pessoas que direta ou indiretamente auxiliaram neste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
2.1. Ferrugem asiática da soja	03
2.2. Controle de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> por fungicidas.....	05
2.2.1. Inibidores da desmetilação (DMIs).....	06
2.2.2. Inibidores da quinona oxidase (QoIs).....	06
2.2.3. Inibidores da succinato desidrogenase (SDHs).....	07
2.3. Surgimento da resistência de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> a fungicidas no Brasil: Um fato histórico-científico.....	07
2.4. Fungicidas Multissítios.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Locais experimentais e semeadura.....	13
3.2. Aplicações, manejo, condução e avaliação dos experimentos.....	14
3.3. Ensaio I - Avaliação da eficácia de associação de mancozebe com formulações QoIs e DMIs/SDHs no controle da antracnose e ferrugem asiática da soja.....	19
3.4. Ensaio II - Número e momento de aplicações de mancozebe em associação a picoxistrobina + ciproconazol no controle da antracnose e ferrugem asiática da soja.....	20
3.5. Ensaio III - Eficácia de diferentes doses de mancozebe associado a picoxistrobina + ciproconazol no controle da antracnose e ferrugem asiática da soja.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Resultado geral.....	22

4.2. Resultados ensaio I - Avaliação da eficácia de associação de mancozeb com misturas QoIs e DMIs/SDHIs no controle da antracnose e ferrugem asiática da soja.....	22
4.2.1. Severidade da ferrugem asiática da soja.....	22
4.2.2. Incidência e severidade de antracnose.....	24
4.2.3. Desfolha, número de vagens e produtividade.....	26
4.3. Resultados ensaio II - Número e momento de aplicações de mancozeb em associação a picoxistrobina + ciproconazol no controle da antracnose e ferrugem asiática da soja.....	30
4.3.1. Severidade da ferrugem asiática da soja.....	30
4.3.2. Incidência e severidade de antracnose.....	33
4.3.3. Desfolha, número de vagens e produtividade.....	35
4.4. Resultados ensaio III – Eficácia de diferentes doses de mancozeb associado a picoxistrobina + ciproconazol no controle da antracnose e ferrugem asiática da soja.....	37
4.4.1. Severidade da ferrugem asiática da soja.....	37
4.4.2. Incidência e severidade de antracnose.....	39
4.4.3. Desfolha, número de vagens e produtividade.....	40
5. CONCLUSÃO.....	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXOS.....	55

LISTA DE QUADROS

	PÁGINA
QUADRO 1. Caracterização dos locais de implantação dos ensaios na safra 2015/16.....	13
QUADRO 2. Data, horário, temperatura (° C) umidade relativa do ar (UR %), no momento das aplicações, de acordo com o estágio fenológico da soja e local do ensaio. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	15
QUADRO 3. Data das coletas de folíolos nos ensaios I, II e III, em Dourados (DDS), Ponta Porã (PP) e Vila Vargas (VV). UFGD, DOURADOS-MS, 2017.....	16
QUADRO 4. Tratamentos, doses de ingrediente ativo (i. a.) e de produto comercial (p. c.) utilizados no ensaio I para controle de <i>P. pachyrhizi</i> , em Dourados, Ponta Porã e Vila Vargas. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	19
QUADRO 5. Tratamentos, fungicidas e estágio das plantas de soja no ensaio II, na época de aplicações fungicidas, no controle de <i>P. pachyrhizi</i> em Ponta Porã e Vila Vargas. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	20
QUADRO 6. Tratamentos, doses de ingrediente ativo (i. a.) e de produto comercial (p. c.) utilizados no ensaio III para controle de <i>P. pachyrhizi</i> em Ponta Porã e Vila Vargas. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	21
QUADRO 7. Área abaixo da curva de progresso (AACP) de lesões, urédias de <i>P. pachyrhizi</i> em soja, em tratamentos sob diferentes aplicações fungicidas (TRAT), associada (+) ou não (-) a mancozebe (M), safra 2015/16. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	23
QUADRO 8. Área foliar lesionada (AFL R6) por <i>P. pachyrhizi</i> em soja, estágio R6, em tratamentos sob aplicação de diferentes formulações fungicidas (TRAT), associada (+) ou não (-) a mancozebe (M), safra 2015/16. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	23
QUADRO 9. Incidência (%) de antracnose na cultivar Monsoy 6210, em tratamentos sob aplicação de diferentes formulações fungicidas, associado (+) ou não (-) a mancozebe (M), em Ponta Porã – MS, safra 2015/16. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	25
QUADRO 10. Severidade* (%) de antracnose em soja cultivar Monsoy 6210, em tratamentos sob aplicação de diferentes formulações fungicidas, associada (+) ou não (-) a mancozebe (M), em experimento realizado em Ponta Porã – MS, safra 2015/16. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	26

QUADRO 11. Percentual de desfolha e número de vagens, em tratamentos sob aplicação de diferentes formulações fungicidas, associada (+) ou não (-) a mancozebe (M), safra 2015/16. UFGD, DOURADOS-MS, 2017.....	27
QUADRO 12. Massa de mil grãos (MMG) e produtividade, em tratamentos sob aplicação de diferentes formulações fungicidas, associada (+) ou não (-) a mancozebe (M). UFGD, DOURADOS-MS, 2017.....	28
QUADRO 13. Correlação simples entre a área abaixo da curva de progresso do número de lesões. urédias, área foliar lesionada (AFL) por <i>P. pachyrhizi</i> em soja, porcentagem de desfolha, número de vagens, massa de mil grãos (MMG) e produtividade. UFGD, DOURADOS-MS, 2017.....	29
QUADRO 14. Área abaixo da curva de progresso (AACP) de lesões, urédias de <i>P. pachyrhizi</i> em soja, em tratamentos sob diferentes programas de aplicação fungicida e local experimental. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	31
QUADRO 15. Área abaixo da curva de progresso (AACP) de área foliar lesionada (AFL), área foliar lesionada no estágio R6 (AFL R6), em tratamentos sob diferentes programas de aplicação fungicida. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	33
QUADRO 16. Incidência e severidade ² (%) de antracnose em folíolos de soja, cultivar Monsoy 6210, no estágio R5.4 e R6, em tratamentos sob diferentes programas de aplicação fungicida, safra 2015/16, Ponta Porã – MS. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	34
QUADRO 17. Percentual de desfolha e número de vagens em soja ¹ , estágio R7.2, em tratamentos sob diferentes programas de aplicação fungicida, safra 2015/16. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	35
QUADRO 18. Massa de mil grãos (MMG) e produtividade de soja, em tratamentos sob diferentes programas de aplicação fungicida, safra 2015/16. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	36

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1. Urédias de <i>P. pachyrhizi</i> liberando urediniósporos (A), folíolo de soja com alta severidade da ferrugem asiática da soja (B). UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	04
FIGURA 2. Número de registros fungicidas para controle de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> em soja, no Brasil, ao longo das safras 2002/03 à 2016/17.	06
FIGURA 3. Percentual médio de controle da ferrugem asiática da soja por fungicidas DMIs e DMIs + QoIs, em ensaio nacional cooperativo de fungicidas, safras 2003/04 à 2015/2016.....	08
FIGURA 4. Percentual médio de controle de tebuconazol em ensaio nacional cooperativo de fungicidas, safras 2003/04 à 2015/2016.....	09
FIGURA 5. Aplicação fungicida com pulverizador costal no distrito Vila Vargas (A), visão geral dos ensaios de testes fungicidas no distrito Vila Vargas (B). UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	14
FIGURA 6. Visualização de folíolo sob microscópio estereoscópico mostrando alta severidade de lesões e urédias do fungo <i>P. pachyrhizi</i> (A). Visão de folíolos sob negatoscópico para avaliação de área foliar lesionada (B). UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	16
FIGURA 7. Escala diagramática para ferrugem asiática da soja.....	16
FIGURA 8. Escala diagramática de severidade da antracnose no feijoeiro.....	17
FIGURA 9. Folíolo com sintomas de antracnose (A), acérvulos de <i>C. truncatum</i> nas nervuras foliares (B), urédias de <i>P. pachyrhizi</i> (C). UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	17
FIGURA 10. Escala diagramática para estimativa de desfolha provocada por doenças em soja.....	18
FIGURA 11. Diferentes intensidades de desfolha em soja, cultivar Monsoy 6210, parcelas sem aplicação fungicida (A), azoxistrobina + ciproconazol (B), azoxistrobina + ciproconazol + mancozebe (C), axoxistrobina + benzovindiflupir (D), picoxistrobina + ciproconazol (E) e picoxistrobina + ciproconazol + mancozebe (F), estágio R7.2. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.....	27
FIGURA 12. AACP de lesões (A, B) e urédias (C, D) de <i>Phakopsora pachrhizi</i> em folíolos de soja, sob doses crescentes de mancozebe, associado à picoxistrobina + ciproconazol (0,3 L ha ⁻¹), safra 2015/16, em Ponta Porã e Vila Vargas - MS. Relativo a aplicação das doses 0, 563, 752, 938, 1125, 1313 e 1500 g ha ⁻¹ do ingrediente ativo. Os círculos são	

- referentes aos dados amostrais de cada tratamento. Equação no gráfico indica que a regressão foi significativa ($p < 0,01$). UFGD, DOURADOS - MS, 2017..... 37
- FIGURA 13. Percentual de área foliar lesionada (AFL) por *P. pachyrhizi* em soja, sob doses crescentes de ingrediente ativo mancozebe em associação a picoxistrobina + ciproconazol ($0,3 \text{ L ha}^{-1}$), em Ponta Porã (A) e Vila Vargas (B) e dias após a primeira aplicação em R1, safra 2015/16. Escala de severidade proposta por Godoy et al., (2006), média de 20 folíolos de soja. UFGD, DOURADOS - MS, 2017..... 38
- FIGURA 14. Incidência (A, B) e severidade (C, D) de antracnose em soja, cultivar Monsoy 6210, estágio R5.4 e R6, sob doses crescentes de ingrediente ativo mancozebe em associação a picoxistrobina + ciproconazol ($0,3 \text{ L ha}^{-1}$). Relativo a aplicação das doses 0, 563, 752, 938, 1125, 1313 e 1500 g ha^{-1} do ingrediente ativo. Os círculos são referentes aos dados amostrais obtidos de cada tratamento, para cada local. Escala de severidade proposta por Godoy et al., (2007), média de 20 folíolos de soja. Equação no gráfico, expressa que a regressão foi significativa ($p < 0,01$). UFGD, DOURADOS - MS, 2017..... 40
- FIGURA 15. Percentual de desfolha (A) e número de vagens (B) em soja. safra 2015/2016, sob doses crescentes de ingrediente ativo mancozebe em associação a picoxistrobina + ciproconazol ($0,3 \text{ L ha}^{-1}$). Relativo a aplicação das doses 0, 563, 752, 938, 1125, 1313 e 1500 g ha^{-1} do ingrediente ativo. Os círculos são referentes a média amostral obtida em cada dose, em dois locais. Escala de desfolha proposta por Hirano et al., (2010). Equação no gráfico indica que a regressão foi significativa ($p < 0,01$). UFGD, DOURADOS - MS, 2017..... 41
- FIGURA 16. Massa de Mil Grãos – MMG (A, B) e Produtividade (C, D) de soja, em Ponta Porã e Vila Vargas, sob doses crescentes de ingrediente ativo mancozebe em associação a picoxistrobina + ciproconazol ($0,3 \text{ L ha}^{-1}$). Relativo a aplicação das doses 0, 563, 752, 938, 1125, 1313 e $1500 \text{ g do ingrediente ativo ha}^{-1}$. Os círculos são referentes a média amostral obtida em cada dose, em dois locais. Equação no gráfico indica que a regressão foi significativa ($p < 0,01$). UFGD, DOURADOS - MS, 2017..... 42

RESUMO

SOUZA, P.H.N. **Associação de mancozeb com formulações comerciais mistas de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. 2017. 67f.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

O aparecimento de populações resistentes de *Phakopsora pachyrhizi* a alguns fungicidas utilizados no seu controle, tem gerado preocupação no Brasil. Objetivou-se avaliar o controle da ferrugem asiática da soja (FAS) pela associação de mancozeb com formulações comerciais mistas de fungicidas. Foram conduzidos sete experimentos na cultura da soja, safra 2015/16. No ensaio I, testou-se cinco programas de controle fungicida (azoxistrobina + benzovindiflupir, azoxistrobina + ciproconazol, picoxistrobina + ciproconazol, piraclostrobina + fluxapiroxade e uma testemunha sem aplicação) associado ou não a mancozeb. No ensaio II foram testados onze programas fungicidas, envolvendo aplicações em associação de mancozeb e/ou diferentes momentos de aplicação. Foram efetuadas aplicações no estádio vegetativo, reprodutivo e enchimento de vagens, variando o momento da associação com mancozeb. No ensaio III, avaliou sete doses de mancozeb (0, 563, 750, 938, 1125, 1312, 1500 g ha⁻¹) em associação a formulação comercial mista picoxistrobina + ciproconazol. O primeiro ensaio foi implantado em modo de repetição em três locais (Dourados, Ponta Porã e Vila Vargas), enquanto os ensaios II e III foram implantados em Ponta Porã e Vila Vargas. Foram realizadas três aplicações com auxílio de pulverizador costal pressurizado com CO₂ nos ensaios I e II e, aplicações adicionais no ensaio II, de acordo com os tratamentos, em parcelas delimitadas com área de 18,90 m². Análises da área abaixo da curva de progresso de área foliar lesionada pela FAS e de rendimento da cultura, revelaram que a adição do fungicida multissítio nas formulações comerciais fungicidas proporcionaram uma redução na severidade da doença em média de 46% e, aumento na produtividade. A associação com fungicida mancozebe também reduziu o nível de incidência e severidade da antracnose (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*) da soja. Não verificou incremento de controle nas aplicações realizadas em estádio vegetativo, em comparação as aplicações de início em florescimento. Houve uma redução linear nas variáveis de intensidade da doença com o aumento da dose do mancozeb, redução da desfolha e ganho em produtividade. A associação de mancozeb com azoxistrobina + benzovindiflupir não resultou em incremento na eficiência de controle. O uso do fungicida multissítio associado a misturas comerciais, além de recuperar e incrementar a eficiência das misturas comerciais fungicidas, constitui-se uma ferramenta no manejo da resistência do fungo *P. pachyrhizi*.

Palavras-chave: *Phakopsora pachyrhizi*, *Colletotrichum dematium* var. *truncata* multissítio, *Glycine max*, resistência à fungicidas.

ABSTRACT

SOUZA, P.H.N. **Association of mancozeb with mixed commercial fungicides formulations in the control of asian soybean rust. 2017. 67f.** Dissertation (Master in Agronomy) - Federal University of Grande Dourados, Dourados-MS.

The emergence of resistant populations of *Phakopsora pachyrhizi* to some fungicides used in its control has generated concern in Brazil. The objective of this study was to evaluate the control of asian soybean rust by the association of mancozeb multiple ingredient active commercial fungicides with. Seven experiments were conducted on soybean crop, 2015/16 season. In experiment I, five fungicidal control programs (azoxystrobin + benzovindiflupir, azoxystrobin + ciproconazol, picoxystrobin + ciproconazol, pyraclostrobin + fluxapiroxade and a control without application) with or without mancozeb were tested. In experiment test II eleven fungicidal programs, involving applications in association with mancozeb and/or different moments of application, were tested. Applications were done at the vegetative, reproductive and pod filling stages, varying the moment of association with mancozeb or isolated. The experiment III, seven mancozeb doses (0, 553, 750, 938, 1125, 1312, 1500 g ha⁻¹) were combination with multiple ingredient active commercial fungicide picoxystrobin + cyproconazol. The first trial was replicated at three sites (Dourados, Ponta Porã and Vila Vargas), while experiments II and III were implanted in Ponta Porã and Vila Vargas. Three applications were carried out with CO₂ pressurized sprayer in experiments I and II and additional applications in trial II, according to the treatments, in delimited plots with an area of 18.90 m². Analysis of the area under the FAS lesion progression curve and yield showed that the addition of the multi-site fungicide in multiple ingrediente active comercial fungicides resulted in a reduction in disease severity of 46% and an increase in productivity. The association with mancozebe fungicide also reduced the level of incidence and severity of the anthracnose (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*) of soybean. There was no increase in control in the applications performed at vegetative stage, in comparison to the applications of flowering start. There was a linear reduction in the intensity variables of the disease with increasing dose of mancozeb, reduction of defoliation and gain in productivity. The association of mancozeb with azoxystrobin + benzovindiflupir did not result in an increase in control efficiency. The use of the multi-site fungicide associated to commercial mixtures, besides recovering and increasing the efficiency of the commercial fungicide mixtures, is a tool in the resistance management of the *P. pachyrhizi* fungus.

Key-words: *Phakopsora pachyrhizi*, *Colletotrichum dematium* var. *truncata*, multisite, *Glycine max*, resistance to fungicides.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja representa um dos elementos mais fortes da economia mundial, transcendendo o meio rural. Sua importância reside no fato de, ao ser triturada, resultar em óleo e farelo utilizados na alimentação humana e ração para animais, respectivamente (EMBRAPA, 2014).

Na safra 2016/17, houve incremento de 1,4% em área plantada de soja no Brasil em relação à safra 2015/16, totalizando 33, 8 milhões de hectares. A expectativa de produção é de aproximadamente 110, 2 milhões de toneladas, o que corresponde a um aumento de 15,4% em relação à safra anterior (CONAB, 2017).

A soja enfrenta diversos problemas fitossanitários que comprometem a produtividade e a qualidade final do produto. A ferrugem asiática da soja (FAS), causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* é tida como a principal doença da cultura, com relatos de reduções de produtividade de até 100% (ANDRADE e ANDRADE, 2002). Na safra de 2013/2014, a FAS atingiu as principais áreas produtoras de soja no país e, segundo o Consórcio Antiferrugem (2017a), os custos devido a perdas e aplicações de fungicida foram de pelo menos US\$ 2,2 bilhões. Os sintomas primários da FAS são o amarelecimento e o crestamento das folhas, culminando com sua queda prematura, impedindo a plena formação dos grãos, o enchimento de vagens e interferindo negativamente na massa final do grão (YORINORI et al., 2003). Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e menor o rendimento e qualidade do produto colhido (YANG et al., 1991).

A principal ferramenta de controle disponível para a ferrugem asiática da soja é a aplicação de fungicidas. Dentre os principais modos de ação dos fungicidas utilizados no controle da doença, destacam-se os inibidores de desmetilação (DMIs), inibidores da quinona oxidase (QoIs), e inibidores da succinato desidrogenase (SDHIs) (FRAC, 2016).

Desde o surgimento da ferrugem da soja no Brasil, diversos ensaios cooperativos de fungicidas foram realizados visando o controle de *P. pachyrhizi*. Ao longo de 14 safras, observou-se redução da eficiência de controle da doença, aumentando-se a necessidade de um maior número de aplicações fungicidas, o que gerou preocupação relacionada à adaptação do fungo aos fungicidas. Recentemente no Brasil, foi comprovado a existência de isolados de *P. pachyrhizi* à fungicidas DMIs (SCHMITZ et al., 2014), QoIs (KLOSOWSKI et al., 2016) e SDHIs (FRAC, 2017). O modo de ação

específico destes fungicidas, o seu uso frequente e muitas vezes inadequado, pode ter resultado e elevado a pressão de seleção na população do patógeno, explicando a rápida redução da eficiência destes fungicidas.

Um grupo químico que possui grande espectro de ação fungicida e, que poderia ser utilizado visando o manejo da FAS é o grupo dos fungicidas multissítios, popularmente conhecidos como ‘protetores’. Dentre estes fungicidas, o mancozebe é um dos mais conhecidos e sua eficácia tem sido relatada no manejo de resistência da *Phytophthora infestans* nas culturas de batata e tomate (ALVES et al., 2010; DUARTE, 2008; TOFOLI et al., 2012a; TOFOLI et al., 2012b; TOFOLI et al., 2016).

Fungicidas multissítios não ingressam nos tecidos foliares das plantas e não apresentam poder residual, podendo ser lavados pelas chuvas enquanto depositados sobre as folhas. Por esta peculiaridade, foram colocados em segundo plano pelos sojicultores. Contudo, quando aplicados em condições ideais, permanecem sobre as folhas e inibem a germinação de esporos em uma gama de hospedeiros e de forma não específica, atuando em diversos sítios das células fúngicas (REIS, 2014; ZAMBOLIM et al., 2008).

Diante desse atual cenário da produção de soja brasileira, na qual as principais tecnologias de controle vem perdendo anualmente a sua eficácia no combate ao fungo *P. pachyrhizi*, é imprescindível a adoção de estratégias que permitam reduzir a pressão de seleção dos fungicidas de ação específica e ao mesmo tempo elevar a eficiência das atuais formulações comerciais fungicidas, pois a sustentabilidade do controle químico está sofrendo impactos que poderão se tornar irreversíveis no futuro próximo e, conseqüentemente ocasionar grandes perdas produtivas na cultura da soja.

Este trabalho objetivou estudar a eficácia da utilização do fungicida multissítio mancozebe em associação a formulações mistas de fungicidas DMIs e QoIs/SDHIs, no controle da antracnose e ferrugem asiática da soja.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Ferrugem asiática da soja

A ferrugem asiática da soja tem como seu agente causal, o fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow, é parasita obrigatório, pertencente à classe dos fungos Uredinomycetes. Reconhecida historicamente com uma das doenças mais severas que incide na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merr.], com relatos de redução entre 10 a 100% na produtividade da cultura (ANDRADE E ANDRADE, 2002; HARTMAN et al., 1999; YORINORI et al., 2003).

Os primeiros relatos de ocorrência surgiram no Japão, em 1902. Após doze anos foi detectada em diversos países do sudeste da Ásia. No continente americano foi relatada pela primeira vez no ano de 1976 em Porto Rico e Havaí em 1994 (FIALLOS et al., 2011a). O fungo *P. pachyrhizi* não havia sido encontrado na América do Sul até 2001, quando foi observado pela primeira vez no Paraguai e já nas safras seguintes, ocasionou severas perdas na produtividade também no Brasil e na Argentina (YORINORI et al., 2004; YORINORI et al., 2005). Na safra 2001/02 apresentou grande expansão atingindo os estados do RS, SC, PR, SP, MG, MS, MT e GO (EMBRAPA, 2003). No país, o patógeno encontrou condições climáticas favoráveis, o que justifica a rápida disseminação a regiões produtoras de soja e a severidade da doença (JULIATTI et al., 2005).

Na safra 2016/17, até a data de 25.04.2017, foram registradas 415 ocorrências de *P. pachyrhizi* no Brasil. Dentre os relatos, 19 para soja voluntária e 396 em lavouras comerciais. Em Mato Grosso do Sul foram 64 ocorrências registradas até o momento. Dentre estas, o município de Chapadão do Sul apresentou os maiores índices, com 36 registros, seguido por Dourados e Maracaju, com seis relatos em cada local. (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2017b).

Os sintomas iniciais da doença são caracterizados por pequenas lesões foliares, de coloração castanha a marrom-escura, com a formação das estruturas de reprodução do fungo (urédias) na face abaxial, que se rompem liberando os urediniósporos (Figura 1). Normalmente, estes primeiros sinais do patógeno são observados nas partes inferiores do dossel, geralmente próximas à base, perto do pecíolo e dos folíolos. Nesta região, a umidade é retida por um período de tempo maior, o que

favorece o desenvolvimento do patógeno (HARTMAN et al., 1999). Segundo Amorim et al. (2011), o molhamento foliar contínuo promovido pelo orvalho ou pela chuva, sob condições ótimas de temperatura (18° C a 26° C), favorece o desenvolvimento do patógeno, situação na qual acelera o processo de germinação dos urediniósporos na planta. De maneira geral, as condições adequadas para o desenvolvimento da cultura também são favoráveis para o desenvolvimento da doença (ALVES et al., 2006).

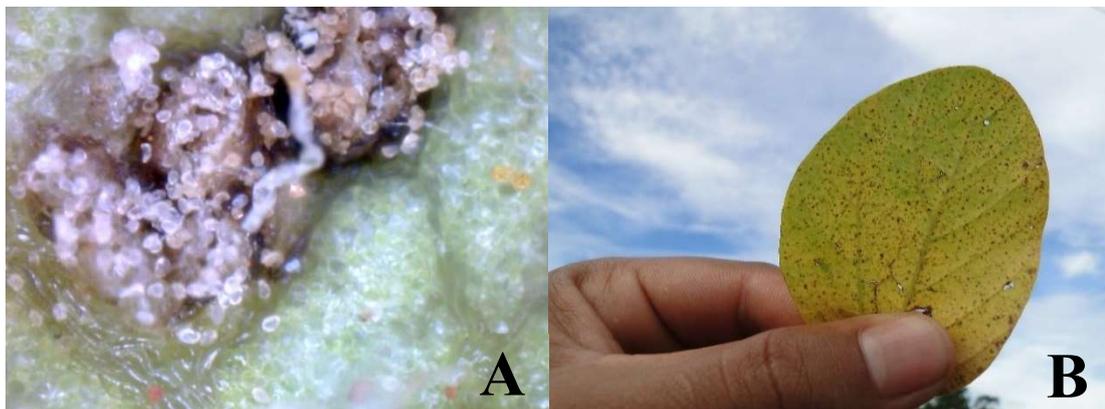


FIGURA 1. Urédias de *P. pachyrhizi* liberando urediniósporos (A), folíolo de soja com alta severidade da ferrugem asiática da soja (B). UFGD, DOURADOS-MS, 2017.

A doença é classificada como policíclica, por apresentar vários ciclos secundários sucessivos durante a estação de cultivo (AGRIOS, 2005). Os urediniósporos produzidos na fase uredinial, constituem o inóculo responsável pelas epidemias, sendo facilmente removidos das urédias e disseminados pelo vento ou chuva (REIS et al., 2006; YORINORI et al., 2003). Após a deposição do esporo nas folhas saudáveis, sob condições ideais de temperatura e umidade, ocorre a germinação e penetração direta nas células da epiderme ou através dos estômatos, com posterior colonização dos tecidos (ZAMBENEDETTI et al., 2007). Com o progresso da doença, inicia-se o amarelecimento da área foliar, intensificando a desfolha da cultura, que quando iniciado precocemente ao estágio de maturação, pode interferir negativamente na formação de vagens e/ou grãos (YANG, 1991; YORINORI, 2003; YORINORI, 2004).

No manejo da doença, recomenda-se: utilização de cultivares de ciclo precoce, semeaduras no início da época recomendada, eliminação de plantas de soja voluntárias, respeitar o vazio sanitário (período de ausência total de plantas vivas de soja) a fim de reduzir o inóculo para safra seguinte, monitoramento da lavoura desde o início do desenvolvimento da cultura e a utilização de fungicidas no aparecimento de sintomas ou preventivamente (BUTZEN et al., 2005; REIS, 2014). A grande extensão em área

plantada, a dificuldade do uso de cultivares resistentes, faz com que o manejo por meio da aplicação de fungicidas, seja a alternativa mais utilizada, principalmente após a detecção do patógeno na propriedade (YORINORI, 2004; GODOY e CANTERI, 2004; REIS, 2014; REIS et al., 2017).

2.2. Controle de *Phakopsora pachyrhizi* por fungicidas

Fungicidas são substâncias químicas, de origem natural ou sintética que, aplicadas às plantas, protegem-nas da penetração e/ou do posterior desenvolvimento de fungos patogênicos em seus tecidos (REIS et al., 2006). O uso de fungicidas em soja no Brasil, iniciou-se após a ocorrência de surtos epidêmicos de oídio (*Erysiphe diffusa*) na safra 1996/1997 (GODOY et al., 2007). Todavia, grande parte dos sojicultores brasileiros só passou a usar fungicidas em suas lavouras após o surgimento da ferrugem asiática, na safra 2001/2002.

Quanto ao momento de se efetuar o controle, sabe-se que é de difícil determinação, levando em consideração que existe a dificuldade de se detectar a doença em sua fase inicial. Assim, as aplicações preventivas e, subsequentes a partir dos resultados em sistemas de monitoramento são as mais recomendadas (JULIATTI et al., 2005). A eficiência do controle vai depender de outros fatores, como o princípio ativo utilizado, dose do produto ou mesmo a época de aplicação, visto que pela doença possuir uma alta taxa de progresso, é importante não haver atrasos na realização do controle químico (GODOY e CANTERI, 2004).

De acordo com dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Meio Ambiente (MAPA), desde o surgimento da ferrugem asiática no Brasil, anualmente vem sendo registrados novos produtos fungicidas (Figura 2). A maioria dos registros compreendem fungicidas sistêmicos de alta especificidade. Na safra 2015/16, 127 produtos comerciais estavam disponíveis para o controle da FAS. Em dezembro de 2016, o MAPA suspendeu a recomendação de 63 produtos comerciais fungicidas com base em avaliação de laudos de eficácia e pareceres técnicos de safras anteriores (BRASIL, 2016). Até a data 25.04.2017, 70 produtos comerciais estavam registrados para o controle da FAS, sendo os principais grupos químicos: fungicidas inibidores de desmetilação (DMIs), inibidores da quinona oxidase (QoIs) e mais recentemente os inibidores da succinato desidrogenase (SDHs), categorizados respectivamente como grupos de modo de ação G1, C3 e C2

(FRAC, 2016; MAPA, 2017). No entanto, os dois primeiros, por apresentarem menor custo, ainda são os mais utilizados.

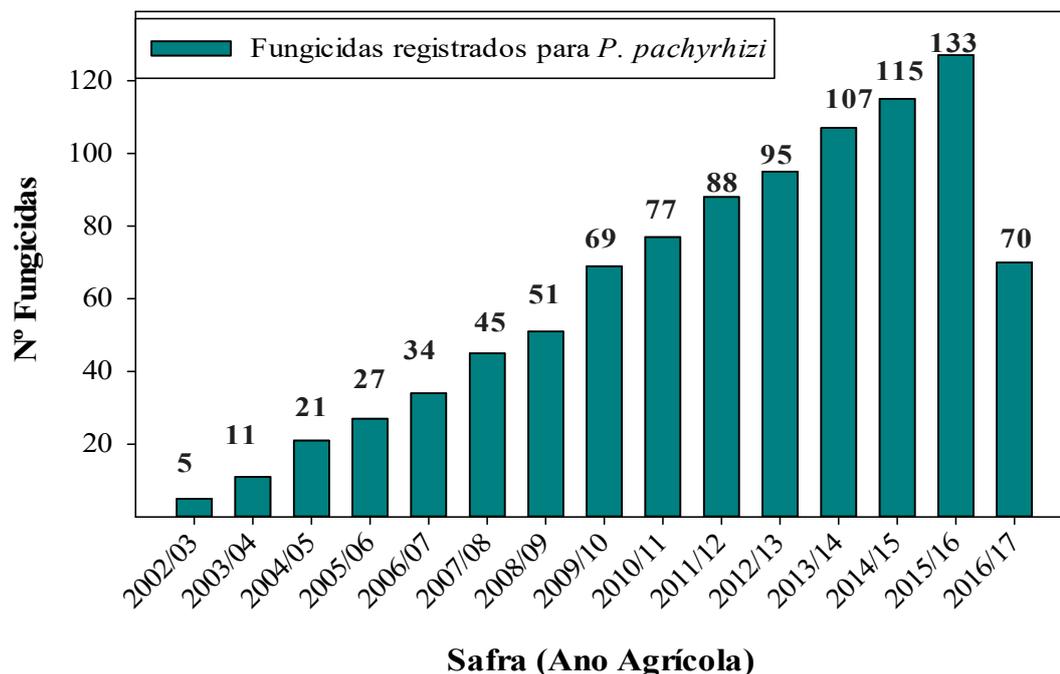


FIGURA 2. Número de registros fungicidas para controle de *Phakopsora pachyrhizi* em soja, no Brasil, ao longo das safras 2002/03 a 2016/17. Fonte: MAPA, 2017.

2.2.1. Inibidores da desmetilação (DMIs)

Fungicidas deste grupo atuam inibindo a biossíntese do ergosterol, por meio da inibição da desmetilação do lanosterol. Os esteróis são componentes funcionais na manutenção da integridade da membrana e a redução do ergosterol (principal esterol na maioria dos fungos) resulta na ruptura da membrana, extravasamento da célula fúngica e consequentemente a morte do fungo (RODRIGUES, 2006).

Todos os fungicidas deste grupo com registro ativo, quando aplicados são absorvidos e translocados na planta de forma acropetal, reduzindo perdas por evaporação ou precipitação, aumentando a eficiência de controle (MAPA, 2017; RODRIGUES, 2006). Após a penetração do fungo nos tecidos da planta hospedeira, irão atuar na inibição do crescimento micelial e desenvolvimento de haustórios. Contudo, podem atuar com ação protetora nas primeiras horas após aplicação, impedindo a germinação de esporos, formação do tubo germinativo e apressório (RODRIGUES, 2006).

2.2.2. Inibidores da quinona oxidase (QoIs)

Fungicidas deste grupo, conhecidos como estrobilurinas, atuam através da inibição da respiração mitocondrial da célula fúngica, no sítio da enzima quinona oxidase (QoI) do complexo III, bloqueando a transferência de elétrons entre o citocromo b e o citocromo c1 e, conseqüentemente, interferindo na formação da molécula energética adenosina-trifosfato (ATP). Os QoIs apresentam espectro de atividade amplo, abrangendo controle de espécies dos dois maiores filos do reino Fungi: Ascomycota e Basidiomycota e do filo Oomycota, do reino Stramenopila (VENÂNCIO et al., 1999). Podem atuar de forma preventiva e curativa, inibindo o desenvolvimento do fungo nos estádios iniciais da infecção (RODRIGUES, 2006).

2.2.3. Inibidores da succinato desidrogenase (SDHIs)

Também conhecidas como carboxamidas, foram ao lado dos benzimidazóis, os primeiros fungicidas sistêmicos lançados no mercado, no final da década de 1960 (AMORIM et al., 2011; RODRIGUES, 2006). Contudo, seu uso na cultura da soja visando o controle da ferrugem asiática no Brasil, teve início apenas a partir da safra 2013/14 (GODOY et al., 2014).

Atuam inibindo a respiração do fungo pelo bloqueio dos sítios de ligação da ubiquinona no complexo II da mitocôndria, especificamente no complexo succinato desidrogenase, interrompendo o transporte de elétrons, resultando na inibição da produção de ATP, além de interromper a formação de várias moléculas intermediárias (AVENOT e MICHAILIDES, 2010; CARRIJO, 2014).

Os fungicidas deste grupo apresentam controle sobre doenças do grupo I (podridões em órgãos de reserva), grupo II (danos em plântulas), grupo V (ferrugens) e grupo VI (carvões), segundo a classificação de McNew (AMORIM et al., 2011; RODRIGUES, 2006). Demonstram elevada eficiência contra doenças que afetam cereais, frutas e vegetais (ABAD-FUENTES et al., 2015).

2.3. Surgimento da resistência de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas no Brasil: Um fato histórico-científico

O controle químico da ferrugem asiática em lavouras, começou com a epidemia ocorrente na safra agrícola de 2002/03, momento em que vários fungicidas foram utilizados emergencialmente, especialmente os DMIs, alguns, permanecendo em

uso até hoje (REIS, 2014; REIS et al., 2017).

Passadas quatro safras, a partir de 2002/2003 de uso dos fungicidas triazóis (DMIs), observou-se a redução da eficácia do fungicida flutriafol no controle da ferrugem da soja no estado de Mato Grosso, atribuindo-se inicialmente a esse fato, a qualidade da formulação do produto (FUNDAÇÃO MT, 2008). Na mesma safra, Silva et al. (2008) também relataram a redução da eficiência de controle em Goiás para os fungicidas ciproconazol, flutriafol e tebuconazol. Até aquele momento, o flutriafol era destaque de eficácia, sendo referência de padrão de controle pelos órgãos de pesquisa. A partir do ocorrido com o flutriafol, o tebuconazol tornou-se largamente utilizado e o novo líder do mercado. No Brasil, nas safras 2003/04 até 2015/16, foram realizados diversos experimentos cooperativos de fungicidas, visando o controle de *P. pachyrhizi*. Estes ensaios foram coordenados por uma equipe da Embrapa Soja com colaboração de diversas instituições de pesquisa do país. A análise conjunta dos resultados neste período, mostram que a eficiência de controle por fungicidas foi reduzindo anualmente desde o surgimento da ferrugem asiática no Brasil (Figura 3).

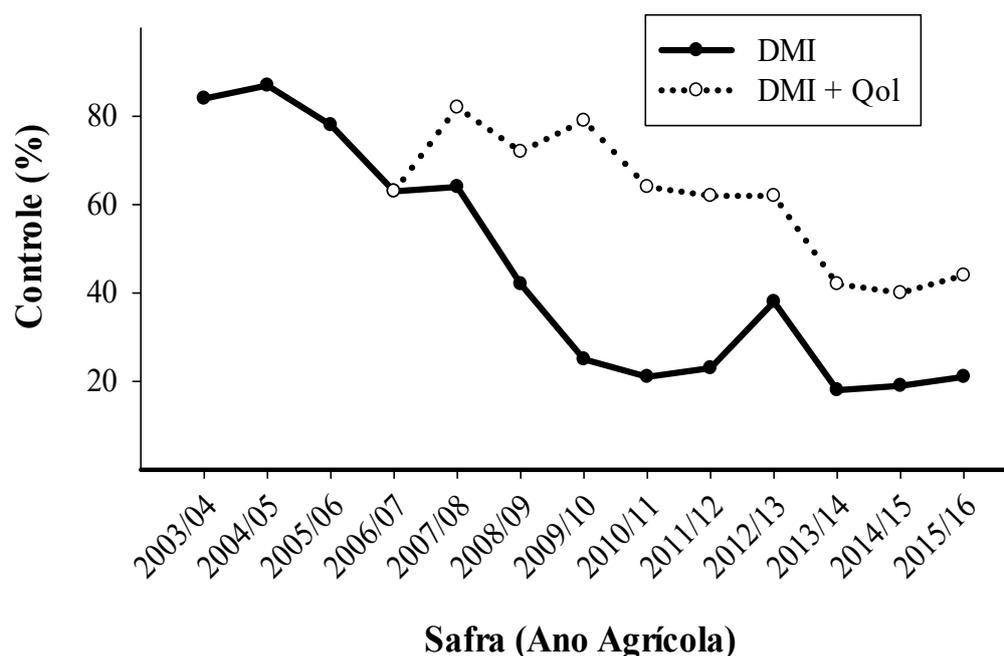


FIGURA 3. Percentual médio de controle da ferrugem asiática da soja por fungicidas DMIs e DMIs + QoIs, em ensaio nacional cooperativo de fungicidas, safras 2003/04 à 2015/2016. (Fonte: Adaptado de GODOY et al., 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015a, 2016a; COSTAMILAN et al., 2006; MACIEL et al., 2006).

Os DMIs que apresentavam controle acima de 80% nas duas primeiras safras, apresentaram controle em torno de 19% nas safras 2014/15 e 2015/16, muito abaixo da

faixa de 80% utilizada como padrão de controle comercial.

O fungicida tebuconazol durante muito tempo foi amplamente utilizado com elevada eficiência de controle, contudo no decorrer das safras, houve uma redução drástica no controle, chegando ao nível médio de apenas 20% de redução de área foliar lesionada por *P. pachyrhizi* entre as safras 2013/14 à 2015/16 (Figura 4).

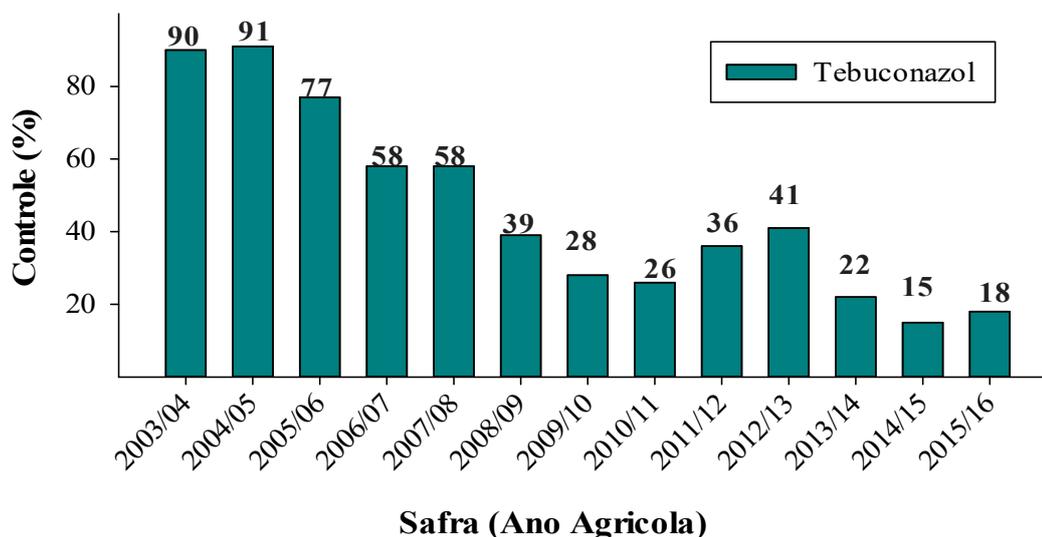


FIGURA 4. Percentual médio de controle de tebuconazol em ensaio nacional cooperativo de fungicidas, safras 2003/04 à 2015/2016. (Fonte: Adaptado de GODOY et al., 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015a, 2016a; COSTAMILAN et al., 2006; MACIEL et al., 2006).

A partir da safra 2006/2007, iniciou-se os primeiros estudos da utilização em associação dos fungicidas DMIs e QoIs (FUNDAÇÃO MT, 2008). Os resultados demonstraram maior eficiência da combinação de princípio ativo, em relação ao uso isoladamente. A partir destes estudos, a formulação mista passou-se a ser recomendada, inicialmente nas regiões de Mato Grosso e Goiás, e depois adotada por todo o Brasil.

A redução da sensibilidade de *P. pachyrhizi* aos fungicidas tebuconazol e ciproconazol, também foi documentada por Godoy e Palaver (2011), com controle médio de 42 e 38%. Até este trabalho, as formulações mistas a base de DMIs e QoIs não apresentavam redução de eficiência, obtendo 80% de controle médio das formulações. Provavelmente, um efeito sinérgico entre os modos de ação garantiu a eficácia destes fungicidas.

A partir da safra 2010/2011 até a safra 2015/16, houve uma redução gradativa da eficiência de controle das formulações mistas. Para a safra 2013/14 a redução foi em

média de 37,09% em relação à safra 2012/13, apresentando um controle médio de 42% na safra 2015/16 (GODOY et al., 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015a; 2016a).

Trabalhos conduzidos em laboratório, comparando a sensibilidade do fungo, aos fungicidas DMIs e QoIs, medindo-se a concentração inibitória que controla 50% (CI₅₀) da densidade de lesões e urédias mostraram redução da sensibilidade da *P. pachyrhizi* aos fungicidas (BLUM e REIS, 2015; REIS et al., 2015).

A redução gradativa da eficácia de determinados grupos fungicidas, pode ser resultado do surgimento de isolados com menor sensibilidade, por mutações espontâneas levando a resistência a um determinado produto (FREIRE et al., 2008; GHINI e KIMATI, 2000).

A maioria dos fungicidas registrados para o controle da ferrugem da soja, são sítio-específicos, sendo ativos contra um único ponto da via metabólica do patógeno. As aplicações sucessivas destes produtos, divergência das doses recomendadas e aplicações curativas, possibilitam a seleção e o aumento das populações menos sensíveis, dificultando o controle da doença (BRENT e HOLLOMON, 2007; GHINI e KIMATI, 2000). Hobellen et al. (2014) no estudo de doses de fungicidas de baixo e alto risco de resistência na severidade de *Mycosphaerella graminicola*, observaram que aumentando-se a dose do fungicida de alto risco (sítio-específico), acelerou-se em três vezes o tempo para surgimento da resistência, em comparação ao uso da dose recomendada pelo rótulo fungicida. Os mesmos autores descrevem que o aumento da dose além de acelerar o aparecimento da resistência, não mostra efeito na eliminação de isolados que já adquiriram adaptação ao fungicida.

A perda de sensibilidade aos fungicidas do grupo dos DMIs tem sido relatada há muitos anos para vários fitopatógenos, dentre eles *Botrytis cinerea*, *Uncinula necator*, *Venturia inaequalis*, *Erysiphe graminis*, *Podosphaera aphanis*, *Cercospora beticola*, *Mycosphaerella graminicola*, *Colletotrichum cereale* e *Monilinia fructicola* (STEHMANN e WAARD, 1996; DELYE et al., 1997; DELYE et al., 1998; KÖLLER et al., 1997; KARAOGLANIDIS et al., 2001; WONG e MIDLAND, 2007; SOMBARDIER et al., 2010; MAY DE MIO et al., 2011). Esta redução da sensibilidade ameaça o potencial comercial dos produtos, especialmente, considerando o número limitado de modos de ação dos fungicidas disponíveis na atualidade.

A comprovação do aparecimento de isolados resistentes e perda da sensibilidade do fungo *P. pachyrhizi* a fungicidas no Brasil, deu-se com o trabalho de Schmitz et al. (2014) estudando isolados selvagens (sem contato fungicida) e isolados

expostos a um fungicida DMI. Os autores observaram que na presença do fungicida DMI, houve uma expressão do Gene CYP51 das células fúngicas, que codifica a proteína alvo do fungicida e caracteriza a resistência. Os mesmos autores, não observaram a mutação G143A, que confere um alto valor de resistência aos fungicidas QoIs.

A resistência ao grupo QoI foi por muito tempo considerada improvável, visto que devido a presença de um intron na posição 143 do gene, a mesma mutação necessária para ocorrência da resistência completa (altos níveis de resistência) é considerada letal à sobrevivência do fungo (SCHMITZ et al., 2014; REIS, 2014). Contudo, Klosowski et al. (2016) identificaram uma outra mutação (F129L) para *P. pachyrhizi* que, confere a resistência parcial aos fungicidas QoI, relacionada a um baixo nível de resistência. A preocupação com este grupo fungicida, se deve ao fato, deste estar presente em cerca de 60% dos produtos registrados para *P. pachyrhizi* (MAPA, 2017). Este foi o primeiro relato de mutação aos fungicidas QoIs, o que desencadeou a necessidade de novos estudos em busca de estratégias para manejar a resistência, melhorar a eficácia dos fungicidas e preservar as tecnologias de controle.

2.4. Fungicidas multissítios

Os fungicidas com o modo de ação M (atividade multissítio), atuam pela interferência generalizada de processos metabólicos vitais da célula fúngica (FRAC, 2016; RODRIGUES, 2006). Até a data 25.04.2017, quatro produtos deste grupo fungicida estão registrados para a cultura da soja, sendo os demais 66 de ação sitio específico (MAPA, 2017). São caracterizados por permanecerem sobre a superfície foliar e atuarem formando uma camada de proteção sobre os folíolos contra a germinação de esporos (ZAMBOLIM et al., 2008). Esta característica, possibilita a remoção do produto após ocorrência de chuvas, irrigação ou fotodegradação. Por esta razão, são colocados em segundo plano pelos sojicultores. Contudo, quando manejados corretamente e sob condições ideais, inibem a germinação de esporos de uma gama de patógenos, reduzindo perdas decorrente de doenças (REIS, 2014; ZAMBOLIM et al., 2008).

O ingrediente ativo mancozebe é pertencente ao grupo dos etileno-bis-ditiocarbamatos (EBDC), subgrupo mais importante do grupo dos ditiocarbamatos (DTC). Tal molécula controla um grande espectro de micro-organismos dos reinos Fungi, Chromista e Stramenopila, sendo indicado para mais de 50 culturas, dentre elas: abacate, abóbora, alho, amendoim, arroz, banana, batata, citros, couve, couve-flor, melancia,

melão, orquídeas, pepino, pêra, pêssego, pimentão, repolho, rosa, seringueira, soja, tomate, trigo, uva e vagem (MAPA, 2017).

A aplicação extensiva do produto pode ser atribuída a baixa toxicidade aos homens e aos animais, além da sua curta permanência no ambiente. Os principais EBDC comerciais são: manebe (EBDC-Mn), mancozebe (EBDC-Mn-Zn) e zinebe (EBDC-Zn). Os fungicidas pertencentes a esse grupo reagem com as enzimas sulfidrílicas e outros compostos sulfidrílicos (-SH) envolvidos na respiração e aminoácidos e enzimas fúngicas, bloqueando a produção de adenosina trifosfato, levando os micro-organismos a morte (FRAC, 2016; RODRIGUES, 2006).

O mancozebe tem sido estudado como uma importante ferramenta no controle do fungo *Phytophthora infestans* nas culturas de tomate e batata (ALVES et al., 2010; DUARTE et al., 2008; TOFFOLI et al., 2012a; TOFFOLI et al., 2012b). Não foram encontrados relatos na literatura de patógenos que adquiriram resistência aos multissítios. Justificado pelo modo de ação não específico, exigindo uma série de mutações ou adaptações para que a resistência pudesse ocorrer. Deste modo, os multissítios demonstram grande potencial para uso no manejo da resistência da *P. pachyrhizi* na cultura da soja.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Locais experimentais e semeadura

Sete experimentos foram conduzidos em três áreas comerciais no estado de Mato Grosso do Sul, durante a safra 2015/16, de acordo com a caracterização descrita no Quadro 1. Um ensaio foi conduzido em modo de repetição nos três locais descritos (Ensaio I), e outros dois ensaios foram conduzidos em Ponta Porã e no distrito Vila Vargas do município de Dourados - MS (Ensaio II e III). Foram utilizadas a cultivar Magna RR – Don Mario (Dourados - MS) e a cultivar Monsoy 6210 RR (Ponta Porã e Vila Vargas), densidade de semeadura de 20 plantas por metro e espaçamento entre linhas de 0,45 cm, em todos locais. Os ensaios experimentais foram conduzidos com igualdade de tratamentos, seguindo o mesmo manejo e programa de aplicação fungicida, em cada local (ver item 3.2).

QUADRO 1. Caracterização dos locais de implantação dos ensaios na safra 2015/16.

Local ¹	Latitude	Longitude	Cultivar	Semeadura ²
1. Dourados	22° 11' 38,0'' S	54° 54' 26'' W	Magna RR	23/10/2015
2. Ponta Porã	22° 18' 20,9'' S	55° 10' 52,9'' W	Monsoy 6210	20/10/2015
3. Vila Vargas	22° 08' 50,5'' S	54° 37' 11,2'' W	Monsoy 6210	21/10/2015

¹Os experimentos foram realizados em áreas comerciais, em Dourados os ensaios foram realizados na fazenda Santa Hilda, em Ponta Porã foram implantados na fazenda Pajussara, Vila Vargas na localidade da fazenda Noda. Vila Vargas compreende um distrito do município de Dourados – MS.

²Em todas áreas, o solo é classificado como latossolo vermelho distroférico de textura argilosa.

Em todos locais foi realizado apenas adubação em linha de semeadura. No ensaio em Dourados, a adubação foi feita com 300 kg de 4-20-20 (N-P-K) e as sementes tratadas com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil. Em Ponta Porã e no distrito Vila Vargas a adubação em linha foi de 300 kg de 2-20-18, com tratamento de sementes a base de metalaxil + tiabendazol + fludioxonil. No momento da semeadura, foi realizado a inoculação a base de turfa, contendo as bactérias *Bradyrhizobium elkani* e *Bradyrhizobium japonicum*. As diferenças de adubação e tratamento de sementes foram devido ao resultado de análise de solo e manejo próprio de cada propriedade, respectivamente.

Quando necessário, foi realizado o manejo de insetos pragas, especialmente *Pseudophasia includens* e *Nezara viridula* utilizando as formulações: profenofós +

lufenuron, lambda-Cialotrina + chlorantraniliprole, tiametoxam + lambda-cialontrina, de acordo com nível de controle, manejo e doses recomendadas pelo MAPA (2017).

3.2. Aplicações, manejo, condução e avaliação dos experimentos

As aplicações fungicidas foram realizadas com pulverizador costal pressurizado com CO₂ (Figura 5A) à pressão constante de 41 PSI, acoplado a uma barra de aplicação de três metros, composta de seis pontas tipo leque (Jacto AXI-110-02), regulado para vazão de 200 L ha⁻¹.

As unidades experimentais foram compostas por sete linhas de semeadura de soja e seis metros de cada parcela (Figura 5B). Para as avaliações, foram consideradas as três linhas centrais, desconsiderando um metro de cada extremidade da parcela, totalizando 5,4 m² de área útil. As avaliações foram realizadas de acordo com normas e recomendação para experimentação com fungicidas na cultura da soja (REUNIÃO, 2006; REUNIÃO, 2015).



FIGURA 5. Aplicação fungicida com pulverizador costal no distrito Vila Vargas (A), visão geral dos ensaios de testes fungicidas no distrito Vila Vargas (B). UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

No quadro 2 são apresentadas as condições climáticas durante as aplicações, considerando que para uma mesma data as aplicações foram efetuadas em todos ensaios em realização no local.

O monitoramento de doenças, ocorreu coletando-se 200 folíolos de plantas na bordadura do experimento. Posteriormente em laboratório, era realizada a verificação da incidência de doenças até o nível que justificasse as avaliações dentro das parcelas experimentais.

QUADRO 2. Data, horário, temperatura (° C) umidade relativa do ar (UR %), no momento das aplicações, de acordo com o estágio fenológico da soja e local do ensaio. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

Local	Dados	Estádio fenológico*						
		V8	R1	R2	R3	R4	R5.3	R5.5
Dourados	Data	----	03/12	----	24/12	----	14/01	----
	Horário	----	16:00	----	16:30	----	17:10	----
				17:10		17:35		18:25
	° C	----	30-29	----	29-27	----	25 -23	----
	UR (%)	----	54-57	----	62-64	---	59-62	----
Ponta Porã	Data	20/11	02/12	11/12	23/12	02/01	15/01	23/01
	Horário	08:00	15:30	07:40	15: 55	16:40	15:30	16:25
		08:50	18:30	09:50	18: 30	18:00	18:40	17:00
	° C	19-23	29-26	**	28-27	31 - 32	28 - 31	28-29
	UR (%)	67-64	52-60	**	51-57	62 - 65	51 - 55	53-59
Vila Vargas	Data	21/11	05/12	14/12	26/12	06/01	16/01	28/01
	Horário	08:25	15:30	08:15	16:10	16:10	15:30	08:20
		09:30	18:55	10:00	19:15	17:20	19:20	09:30
	° C	22-25	27-24	21-23	28-26	25-27	31-28	21-23
	UR (%)	65-62	56-60	62-60	54-57	49-51	56-59	47-55

*Escala fenológica proposta por Ritchie et al. (1982).

**Devido a falha no equipamento de medição no local, os dados de temperatura e umidade não foram obtidos no momento da aplicação.

Após a constatação de *P. pachyrhizi* a nível de 5% de incidência, foram iniciadas as coletas semanais (Quadro 3), sendo coletados 20 folíolos dos terços inferior e médio de cada parcela. Os folíolos coletados foram colocados em sacos plásticos, acondicionados em caixa térmica com gelo, transportados para laboratório e armazenados em refrigerador (5° C). Para avaliação da severidade da doença foram contabilizados o número de lesões e urédias por folíolo, por meio da contagem direta em microscópio estereoscópico (Figura 6A).

Foram realizadas análises de percentual de área foliar lesionada pela doença (Figura 6B), tomando como base a escala diagramática de severidade da ferrugem da soja proposta por Godoy et al., (2006) (Figura 7).

QUADRO 3. Data das coletas de folíolos nos ensaios I, II e III, em Dourados (DDS), Ponta Porã (PP) e Vila Vargas (VV). UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

Local	Aval. ¹	Dias de coleta após estágio R1 ²							
		7	14	21	28	35	42	49	56
DDS	Prevista	10/12	17/12	24/12	31/12	07/01	14/01	21/01	28/01
	Realizada	10/12	18/12	24/12	31/12	08/01	14/01	21/01	28/01
	Estádio	R2	R2	R3	R4	R5.2	R5.3	R5.5	R6
PP	Prevista	09/12	16/12	23/12	30/12	06/01	13/01	20/01	27/01
	Realizada	09/12	17/12	23/12	30/12	06/01	15/01	22/01	27/01
	Estádio	R2	R2	R3	R4	R5,1	R5.3	R5.4	R6
VV	Prevista	12/12	19/12	26/12	02/01	09/01	16/01	23/01	30/01
	Realizada	12/12	19/12	26/12	02/01	09/01	16/01	24/01	30/01
	Estádio	R2	R2	R3	R4	R5.1	R5.3	R5.5	R6

¹Aval. – Data de avaliações. Na ocorrência de chuva ou condições que não permitiam acesso aos locais na data prevista, a coleta era realizada no dia subsequente. DDS – Dourados, PP – Ponta Porã; VV – Vila Vargas.

²As avaliações aos 7 e 14 dias após aplicação em R1 compreendem a etapa de monitoramento, na qual coletou-se os folíolos da bordadura dos ensaios. As demais coletas foram realizadas em parcelas.



FIGURA 6. Visualização de folíolo sob microscópio estereoscópico mostrando alta severidade de lesões e urédias do fungo *P. pachyrhizi* (A). Visão de folíolos sob negatoscópio para avaliação de área foliar lesionada (B). UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

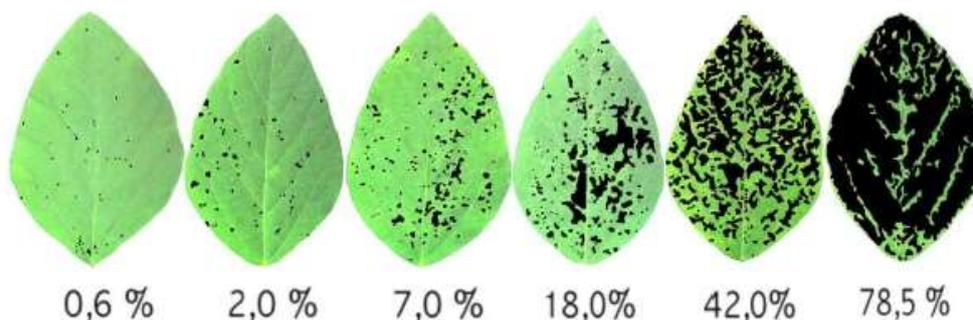


FIGURA 7. Escala diagramática para ferrugem asiática da soja. (Fonte: Godoy et al., 2006).

A partir do número de lesões, urédias e percentual de área foliar lesionada foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), dessas variáveis, de acordo com a equação apresentada por Campbell e Madden (1990).

$$AACPD = \sum_{N-1} [(Y_i + Y_{i+1}) / 2] \times (T_{i+1} - T_i)$$

Onde:

Y_i: Severidade da doença na época de avaliação *i*;

Y_{i+1}: Severidade da doença na época de avaliação *i+1*;

T_i: época de avaliação *i* **T_{i+1}**: época de avaliação *i+1*; **N** = número de avaliações.

Nos ensaios realizados em Ponta Porã foram realizadas duas avaliações de incidência e severidade de antracnose (R5.4 e R6). Para avaliação de severidade, adaptou-se a escala diagramática de Godoy et al., (1997) para antracnose do feijoeiro (Figura 8).

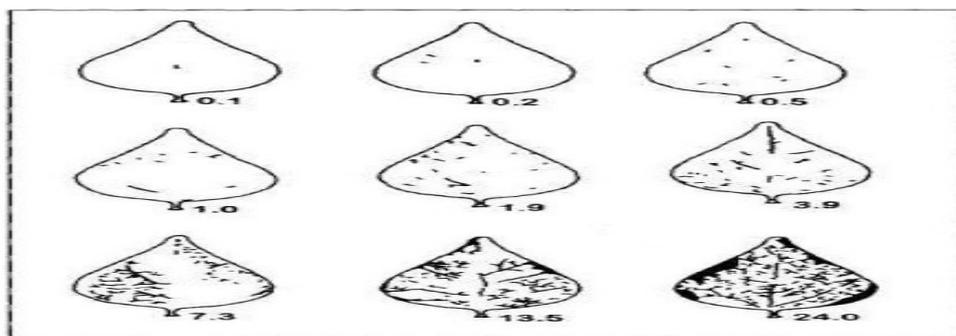


FIGURA 8. Escala diagramática de severidade da antracnose no feijoeiro. Fonte: GODOY et al., (1997).

A incidência foi mensurada contando-se o número de folíolos que apresentaram sintomas de necrose pela doença nas nervuras e considerando a presença dos sinais do patógeno (acérvulos) nos folíolos (Figura 9).



FIGURA 9. Folíolo com sintomas de antracnose (A), acérvulos de *C. truncatum* nas nervuras foliares (B), urédias de *P. pachyrhizi* (C). UFGD, DOURADOS-MS, 2017.

A desfolha foi avaliada quando as parcelas do tratamento testemunha atingiram aproximadamente 85% de queda de folhas, coincidindo em geral, no estágio R7.2. As avaliações foram realizadas a campo, utilizando-se escala proposta por Hirano et al. (2010) (Figura 10).

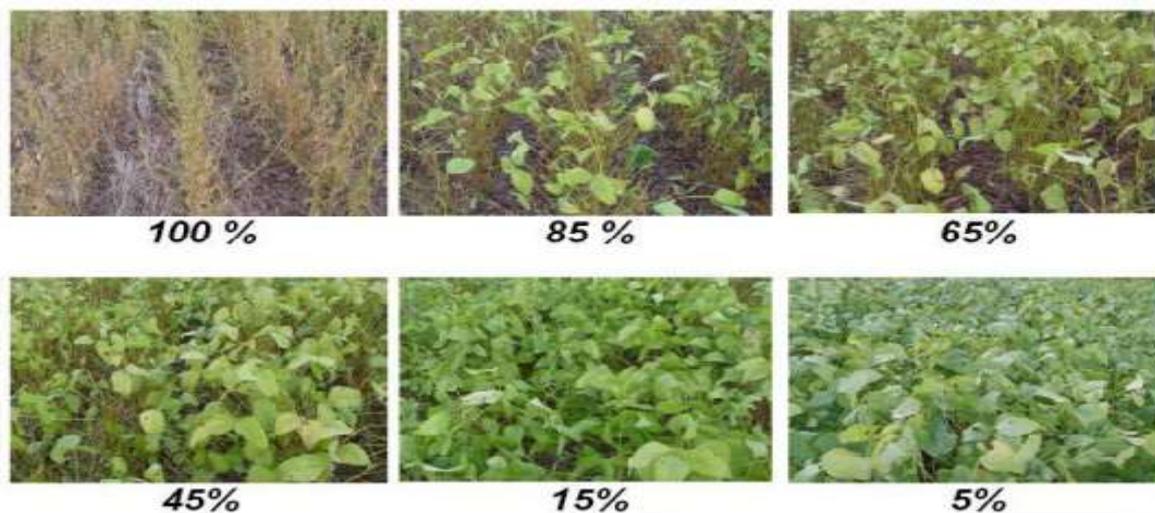


FIGURA 10. Escala diagramática para estimativa de desfolha provocada por doenças em soja. (Fonte: HIRANO et al., 2010).

A contagem do número de vagens foi realizada junto as avaliações de desfolha, efetuando-se a contagem de vagens de 10 plantas consecutivas da linha central da área útil. Para dados de produtividade, todas plantas da área útil (5,4 m²) foram colhidas manualmente e trilhadas com o uso de trilhadora estacionária. Os grãos foram acondicionados em sacos de papel, identificados e armazenados para posterior limpeza manual, determinação de umidade e pesagem. Para a realização da pesagem utilizou-se uma balança semi-analítica e a umidade foi aferida em medidor portátil modelo GEHAKA G-600.

A colheita foi realizada no dia 26 de fevereiro de 2016 no distrito Vila Vargas, 29 de fevereiro de 2016 em Dourados e no dia 12 de março de 2016 em Ponta Porã. A diferença dos dias de colheita em relação a Ponta Porã foi devido a ocorrência de chuvas.

A massa de mil grãos foi determinada a partir da média de três amostras de mil grãos de cada unidade experimental. A massa de grãos de cada parcela e de mil grãos foram corrigidos para 13% de umidade e expressos em kg ha⁻¹ e g, respectivamente.

Os dados foram submetidos a análise conjunta, utilizando os aplicativos SAS e SIGMAPLOT. Efetuou-se a análise de resíduos e teste de normalidade de Shapiro-Wilk (1965), sendo realizado a transformação de dados quando necessário. Em caso de ausência de interação significativa entre os locais e os tratamentos, foi prosseguido a

análise com os dados dos ensaios. Após esta análise, foram utilizados os dados conjuntamente ou para cada experimento, de acordo com a análise de variância, em caso de constatação de diferença significativa entre as médias dos tratamentos, fez-se a comparação pelo teste Tukey e/ou regressão a 5 e 1% de probabilidade.

3.3. Ensaio I - Avaliação da eficácia de associação de mancozebe com formulações QoIs e DMIs/SDHIs no controle da antracnose e ferrugem asiática da soja

Foram realizadas três aplicações fungicidas, nos estádios R1, R3 e R5.3, de acordo com cada tratamento (Quadro 4). Metodologia de avaliação vide item 3.2.

QUADRO 4. Tratamentos, doses de ingrediente ativo (i. a.) e de produto comercial (p. c.) utilizados no ensaio I para controle de *P. pachyrhizi*, em Dourados, Ponta Porã e Vila Vargas. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

Tratamentos	i. a. g ha ⁻¹	L ou kg p. c. ha ⁻¹
1.1 Testemunha sem aplicação	---	----
1.2 mancozebe (M) ¹	1125	1,50
2.1 azoxistrobina + benzovindiflupir ²	60 + 30	0,25
2.2 azoxistrobina + benzovindiflupir ² +/ M	60 + 30 +/ 1125	0,25 +/ 1,50
3.1 azoxistrobina + ciproconazol ²	60 + 24	0,30
3.2 azoxistrobina + ciproconazol ² +/ M	60 + 24 +/ 1125	0,30 +/ 1,50
4.1 picoxistrobina + ciproconazol ³	60 + 24	0,30
4.2 picoxistrobina + ciproconazol ³ +/ M	60 + 24 +/ 1125	0,30 +/ 1,50
5.1 piraclostrobina + fluxapiroxade ⁴	116,55 + 58,45	0,35
5.2 piraclostrobina + fluxapiroxade ⁴ +/ M	116,55 + 58,45 +/ 1125	0,35 +/ 1,50

¹Adicionado Agris® 0,5%; ²Adicionado Nimbus® 0,6 L ha⁻¹; ³Adicionado Nimbus® 0,75 L ha⁻¹; ⁴Adicionado Assist® 0,5 L ha⁻¹. Símbolo +/ separa a caracterização de dois diferentes produtos comerciais.

O experimento foi realizado sob delineamento em blocos inteiramente casualizados com quatro repetições em esquema fatorial 3 x 5 x 2, sendo os fatores:

- Três locais de realização dos ensaios: Dourados, distrito Vila Vargas e Ponta Porã;
- Quatro formulações comerciais fungicidas (azoxistrobina + benzovindiflupir; azoxistrobina + ciproconazol; picoxistrobina + ciproconazol; piraclostrobina + fluxapiroxade e uma testemunha sem aplicação.
- Associado ou não à fungicida multissítio mancozebe.

3.4. Ensaio II - Número e momento de aplicações de mancozebe em associação a picoxistrobina + ciproconazol no controle da antracnose e ferrugem asiática da soja

Onze programas de tratamento fungicida foram testados, variando-se o número, época de início das aplicações e/ou momento de associação com fungicida mancozebe (Quadro 5). O delineamento utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, sendo o experimento conduzido em dois locais com igualdade de manejo e metodologia de avaliação: Ponta Porã e Vila Vargas, em esquema fatorial 11 (Programas fungicidas) x 2 (Locais). As datas das aplicações, metodologia de avaliação foram efetuadas conforme metodologia geral descrita no item 3.2.

QUADRO 5. Tratamentos, fungicidas e estágio das plantas de soja no ensaio II, na época de aplicações fungicidas, no controle de *P. pachyrhizi* em Ponta Porã e Vila Vargas. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

TRAT ¹	Estádio de aplicação ²						
	V8	R1	R2	R3	R4	R5.3	R5.5
1	--	--	--	--	--	--	--
2	PC + M	--	PC + M	--	PC + M	--	--
3	M	PC + M	--	PC + M	--	PC + M	--
4	--	PC + M	--	PC + M	--	PC + M	--
5	--	M	--	PC + M	--	PC + M	--
6	--	--	--	PC + M	--	PC + M	--
7	--	--	--	PC	--	PC	--
8	--	M	--	PC + M	--	--	--
9	--	PC	--	PC	--	PC	--
10	--	--	--	--	PC + M	--	PC + M
11	--	--	--	--	PC	--	PC

¹PC – formulação comercial picoxistrobina + ciproconazol (60 + 24 i. a. g ha⁻¹) + adjuvante Nimbus[®] 0,75 L ha⁻¹; M - mancozebe (1125 i. a. g ha⁻¹) + adjuvante Agris[®] 0,5%.

²Escala fenológica proposta por Ritchie et al. (1982).

3.5. Ensaio III – Eficácia de diferentes doses de mancozebe associado a picoxistrobina + ciproconazol no controle da antracnose e ferrugem asiática da soja

Foram testadas combinações de sete doses de mancozebe em associação a picoxistrobina + ciproconazol (Quadro 6). Os ensaios foram implantados em forma de repetição em Ponta Porã e distrito Vila Vargas. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 7 x 2, sete doses fungicidas em

dois locais de ensaios. As aplicações foram realizadas em R1, R3 e R5.3 e a metodologia utilizada para avaliação segue a proposta anteriormente no item 3.2.

QUADRO 6. Tratamentos, doses de ingrediente ativo (i. a.) e de produto comercial (p.c.) utilizados no ensaio III para controle de *P. pachyrhizi* em Ponta Porã e Vila Vargas. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

Tratamentos ¹	i. a. g ha ⁻¹	L ou kg p.c. ha ⁻¹
1. picoxistrobina + ciproconazol	60 + 24 ²	0,30 ²
2. picoxistrobina + ciproconazol +/- mancozebe 563	563	0,75
3. picoxistrobina + ciproconazol +/- mancozebe 752	750	1,00
4. picoxistrobina + ciproconazol +/- mancozebe 938	938	1,25
5. picoxistrobina + ciproconazol +/- mancozebe 1125	1125	1,50
6. picoxistrobina + ciproconazol +/- mancozebe 1313	1313	1,75
7. picoxistrobina + ciproconazol +/- mancozebe 1500	1500	2,00

¹Para os tratamentos fungicidas foram adicionados 0,75 L ha⁻¹ de adjuvante Nimbus[®]. Foram realizadas 3 aplicações em R1, R3 e R5.3, em Ponta Porã (02/12/15, 23/12/15, 15/01/15) e distrito Vila Vargas (05/12, 26/12, 16/01). Símbolo +/- separa a caracterização de dois diferentes produtos comerciais.

²Dose de ingrediente ativo e produto comercial utilizado nos tratamentos com associação a mancozebe.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Resultado geral

A principal doença detectada nas áreas experimentais foi a ferrugem asiática da soja. Míldio (*Pernospora manshurica*) e mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) foram diagnosticados em baixos níveis de severidade, que não permitiram diferenciação dos tratamentos para justificar avaliação.

Outra doença identificada nos ensaios, foi a antracnose (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*) nos experimentos realizados em Ponta Porã. Nesse local, foram realizadas duas avaliações nos estádios R5.4 e R6. Nas demais regiões experimentais, não houve nível significativo da doença que permitisse a realização de avaliações.

Os primeiros sinais de *P. pachyrhizi* na fase de monitoramento apareceram nas avaliações dos dias, 17/12/2015 – R2 (Ponta Porã - MS), 18/12/2015 – R2 (Dourados – MS) e 23/12/2015 – R3 (Vila Vargas – MS), respectivamente nas incidências de 7,5; 3,5 e 9,5%. Assim, em todos os ensaios, as primeiras aplicações em R1 foram feitas preventivamente ao patógeno.

Não foram observados sintomas de fitotoxidez por nenhum dos tratamentos fungicidas em estudo. A pluviosidade e temperatura média nas regiões de instalação do experimento foram atípicas às condições historicamente encontradas nas regiões experimentais. Temperaturas amenas e chuvas frequentes nos meses de novembro e dezembro forneceram condições favoráveis para a infecção e disseminação do fungo da ferrugem da soja, o que permitiu elevados níveis de severidade no decorrer do estudo.

4.2. Resultados ensaio I - Avaliação da eficácia de associação de mancozebe com formulações QoIs e DMIs/SDHIs no controle da antracnose e ferrugem asiática da soja

4.2.1. Severidade da ferrugem asiática da soja

A análise não detectou significância entre os locais de realização dos ensaios. Houve interação significativa entre os programas fungicidas e a associação ou não com mancozebe em todas as variáveis. A área abaixo da curva de progresso (AACP) de lesões e urédias foi afetada pela adição de mancozebe nas formulações com DMIs e QoIs

(Quadro 7). A adição do mancozebe às formulações azoxistrobina + ciproconazol (AC) e picoxistrobina + ciproconazol (PC), permitiram redução média de 31,31 e 29,68 % na área abaixo da curva de progresso de lesões e urédias, respectivamente. Resultados similares foram observados para AACP de área foliar lesionada (Quadro 8). Observou-se que as formulações comerciais fungicidas AC, PF e PC, quando associadas com o fungicida multissítio, proporcionaram redução da AACP da área foliar lesionada pela FAS, na média de 46%, em comparação as formulações usadas isoladamente.

QUADRO 7. Área abaixo da curva de progresso (AACP) de lesões, urédias de *P. pachyrhizi* em soja, em tratamentos sob diferentes aplicações fungicidas (TRAT), associada (+) ou não (-) a mancozebe (M), safra 2015/16. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

TRAT ¹	AACP LESÕES ²				AACP URÉDIAS ²			
	+ M		- M		+ M		- M	
TSA	5289,4	A a	5032,7	A a	6368,6	A a	6069,9	A a
AB	1211,7	E a	1027,5	D a	1390,7	E a	1235,6	D a
AC	3203,5	BC a	2190,8	B b	3913,6	B a	2740,7	B b
PC	2609,3	C a	1800,0	BC b	3262,2	C a	2300,0	BCb
PF	2118,1	D a	1519,7	C b	2603,5	D a	1884,2	C b
C. V. (%)	12,43				12,50			

¹Testemunha sem aplicação (TSA), fungicidas: azoxistrobina + benzovindiflupir (AB), azoxistrobina + ciproconazol (AC), piraclostrobina + ciproconazol (PC), picoxistrobina + fluxapiraxade (PF). Resultados referem-se a análise conjunta dos dados obtidos em Dourados, Ponta Porã e Vila Vargas. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste tukey ($p < 0,01$).

²Análise conjunta englobando dados dos diferentes locais e considerando dados médios por folíolo.

QUADRO 8. Área foliar lesionada (AFL R6) por *P. pachyrhizi* em soja, estágio R6, em tratamentos sob aplicação de diferentes formulações fungicidas (TRAT), associada (+) ou não (-) a mancozebe (M), safra 2015/16. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

TRAT ¹	AACP AFL ²				AFL R6 ²			
	- M		+ M		- M		+ M	
TSA	743,3	A a	699,0	A a	60,26	A a	58,75	A a
AB	106,4	D a	86,4	C a	9,75	D a	7,49	C a
AC	437,4	B a	245,7	B b	35,00	B a	18,63	B b
PC	336,9	C a	170,5	BCb	27,52	BCa	15,25	B b
PF	255,4	C a	138,3	C b	19,00	C a	12,50	BC b
C. V. (%)	21,71				15,64			

¹Testemunha sem aplicação (TSA), fungicidas: azoxistrobina + benzovindiflupir (AB), azoxistrobina + ciproconazol (AC), piraclostrobina + ciproconazol (PC), picoxistrobina + fluxapiraxade (PF). Resultados referem-se a análise conjunta dos dados obtidos em Dourados, Ponta Porã e Vila Vargas. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste tukey ($p < 0,01$). Para análise estatística os dados de severidade em área foliar lesionada foram transformados em $\arcsen\sqrt{x}/100$.

²Análise conjunta englobando dados dos diferentes locais, severidade por escala de Godoy et al., (2006).

A área foliar lesionada em estádio R6 nos tratamentos com formulações QoIs + DMIs reduziram a severidade da doença, em torno de 45,68% com a utilização do fungicida multissítio. Para a mesma variável, utilizando a formulação PF, a severidade foi reduzida em 34,20%. Este incremento de controle demonstrado com a adição de mancozebe se deve principalmente à ação multissítio desse fungicida, inibindo um grande número de enzimas e interferindo em vários processos metabólicos da célula fúngica, em detrimento a especificidade de ação apresentada nas formulações mistas fungicidas, aplicadas isoladamente. (REIS e REIS, 2015; ZAMBOLIM et al., 2008).

A associação de mancozebe com o produto à base de picoxistrobina + fluxapiroxade resultou em menor severidade expressa pela AACP de lesões, urédias e severidade em área foliar lesionada. Para o outro produto à base de carboxamida, (azoxistrobina + benzovindiflupir), a adição de mancozebe não resultou em melhor controle de doenças.

O fato da adição de mancozebe não ter incrementado o controle proporcionado pelo fungicida azoxistrobina + benzovindiflupir (AB) pode estar relacionado à elevada eficiência apresentada pelo fungicida, visto que apresentou os maiores valores de controle em relação a testemunha sem aplicação, aplicado isoladamente. Outra justificativa estaria relacionada ao menor tempo de uso desta formulação no mercado, menor período para pressão de seleção e, conseqüentemente, ausência ou baixa quantidade de esporos resistentes a molécula SDHI.

O fungicida mancozebe aplicado isoladamente não foi eficaz no controle em área foliar lesionada e redução da AACP em nenhuma das variáveis estudadas, apresentando efeito apenas quando utilizado associado a formulação comercial fungicida. Contudo, Silva et al. (2015), estudando diferentes doses de mancozebe aplicado isoladamente, obtiveram resultados de controle superiores a formulação azoxistrobina + ciproconazol. No entanto, os autores trabalharam com uma frequência de quatro a oito aplicações, enquanto em nosso estudo padronizou-se três aplicações. Provavelmente esse fato está ligado a propriedade de baixa sistemicidade deste fungicida, permanecendo limitado a superfície vegetal. Em contrapartida, demonstra efeito sinérgico e incremento no controle, quando associado as tradicionais misturas fungicidas.

4.2.2. Incidência e severidade de antracnose

Houve interação significativa entre as formulações mistas e associação ou não com mancozebe ($p < 0,01$) nas avaliações de incidência e severidade de antracnose.

Na ausência da associação com fungicida multissítio, a incidência de antracnose nas formulações QoIs + DMIs foi significativamente igual a testemunha sem aplicação e, inferior a obtida pelas formulações QoIs + SDHIs, em ambos estádios de avaliação (Quadro 9). A adição de mancozebe nas formulações QoIs + DMIs reduziu a incidência da doença em média de 44,30 e 32,35% nos estádios R5.4 e R6, respectivamente. Na utilização associada com fungicida multissítio, todas as formulações mistas demonstraram redução na incidência em relação a testemunha sem aplicação.

QUADRO 9. Incidência (%) de antracnose na cultivar Monsoy 6210, em tratamentos sob aplicação de diferentes formulações fungicidas, associada (+) ou não (-) a mancozebe (M), em Ponta Porã – MS, safra 2015/16. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

Tratamento ¹	R5.4		R6	
	22/01/2016		27/01/2016	
	- M	+ M	- M	+ M
Testemunha	73,75 A a	71,25 A a	95,00 A a	95,00 A a
azoxistrobina + benzovindiflupir	36,25 B a	31,25 B a	53,75 B a	45,00 B a
azoxistrobina + ciproconazol	67,50 A a	36,25 B b	92,50 A a	62,50 B b
picoxistrobina + ciproconazol	65,00 A a	37,50 B b	85,00 A a	57,50 B b
piraclostrobina + fluxapiróxade	35,00 B a	25,00 B a	52,50 B a	43,75 B a
C. V. (%)	8,72		10,99	

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, em cada estádio fenológico, não diferem pelo teste tukey ($p < 0,01$). Para análise estatística os dados de severidade em área foliar lesionada foram transformados em $\arcsen\sqrt{x}/100$, de acordo com os resultados de teste de normalidade.

Em relação a severidade de antracnose (Quadro 10), no estádio R5.4 apenas a formulação azoxistrobina + ciproconazol resultou em incremento de controle com a adição de mancozebe. Contudo, na segunda avaliação realizada, ambas formulações com QoIs + DMIs incrementaram o controle da FAS, na média de 71,0% na redução das lesões nas nervuras com a associação do fungicida multissítio.

A literatura é escassa em informações sobre uso de fungicidas multissítios para controle de antracnose na cultura de soja, estando normalmente relacionada ao uso dos fungicidas benzimidazóis. Este grupo fungicida, assim como os DMIs e QoIs, apresenta modo de ação específico, com inúmeros relatos de redução da sensibilidade de fungos do gênero *Colletotrichum* (LIN et al., 2016; MARINGONI et al., 2002; MAYMON et al., 2006; PERES et al., 2004; SARTORATO, 2006; TORREZ-CALZADA et al., 2015). Juliani et al. (2014), estudando a associação de mancozebe 1500 gramas de ingrediente ativo (g.i.a.) ha⁻¹ com as formulações mistas azoxistrobina + ciproconazol, piraclostrobina

+ epoxiconazol e trifloxistrobina + prothioconazol, em três aplicações, verificaram redução na área foliar lesionada por *C. truncatum* e incremento na produtividade da soja.

QUADRO 10. Severidade* (%) de antracnose em soja na cultivar Monsoy 6210, em tratamentos sob aplicação de diferentes formulações fungicidas, associada (+) ou não (-) a mancozebe (M), em experimento realizado em Ponta Porã – MS, safra 2015/16. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

Tratamento ¹	R5.4				R6			
	22/01/2016				27/01/2016			
	- M		+ M		- M		+ M	
Testemunha	1,55	A a	1,55	A a	3,90	A a	3,40	A a
azoxistrobina + benzovindiflupir	0,18	B a	0,20	B a	0,50	C a	0,28	B a
azoxistrobina + ciproconazol	1,55	A a	0,35	B b	2,40	B a	0,85	B b
picoxistrobina + ciproconazol	0,85	ABa	0,28	B a	1,90	B a	0,43	B b
piraclostrobina + fluxapiróxade	0,18	B a	0,18	B a	0,50	C a	0,20	B a
C. V. (%)	31,50				16,24			

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, em cada estágio fenológico, não diferem pelo teste tukey ($p < 0,01$). Para análise estatística os dados de severidade em área foliar lesionada foram transformados em $\arcsen\sqrt{x/100}$, de acordo com os resultados de teste de normalidade.

*Severidade avaliada considerando a área foliar lesionada com sinais do patógeno, de acordo com escala diagramática proposta por Godoy et al. (1997), em cada época/estádio fenológico (Ritchie et al., 1982).

4.2.3. Desfolha, número de vagens e produtividade

Considerando os baixos níveis de severidade de antracnose observados nos ensaios realizados, a discussão aqui descrita é abordada em referência a ferrugem asiática da soja, por ter sido a doença de maior severidade, no decorrer de todos os experimentos realizados.

Parcelas que não receberam aplicação de nenhum fungicida apresentaram 85% de desfolha entre 21-28 dias após a terceira aplicação, em todos locais experimentais, sendo 41-49% maior que os tratamentos fungicidas QoIs + DMIs + mancozebe (Quadro 11). Essa formulação também propiciou níveis de desfolha estatisticamente inferiores aos dois tratamentos compostos por fungicidas QoIs + DMIs (azoxistrobina + ciproconazol e picoxistrobina e ciproconazol), nos quais os níveis chegaram em média a 65,83% de desfolha como o ilustrado na Figura 11.

Entre os tratamentos com fungicidas SDHIs, o efeito da adição do mancozebe na redução de desfolha foi evidenciada apenas quando utilizou-se o princípio ativo fluxapiróxade, sendo de 35,3%. Possivelmente, o menor efeito da associação nas formulações com SDHIs, se deve a maior eficácia destes fungicidas isoladamente, aliada ao recente uso na cultura da soja, curto período de pressão de seleção, ausência ou baixa população de esporos resistentes a este grupo fungicida.

Maior número de vagens foi observado com a adição de fungicida multissítio nas formulações QoIs + DMIs (Quadro 11). Na safra 2015/16, as condições ambientais extremamente favoráveis permitiram o aparecimento do fungo nos estádios iniciais da formação de vagens e, segundo Yorinori et al. (2004), quando doença aparece nestes estádios, dependendo do nível de severidade, pode ocorrer a má formação de vagens e grãos ou abortamento de vagens.

QUADRO 11. Percentual de desfolha e número de vagens, em tratamentos sob aplicação de diferentes formulações fungicidas, associada (+) ou não (-) a mancozebe (M), safra 2015/16. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

Tratamento ¹	Desfolha (%)		Nº de Vagens	
	- M	+ M	-M	+ M
Testemunha	86,25 A a	81,66 A a	35,98 E a	38,16 D a
azoxistrobina+benzovindiflupir	20,00 D a	15,00 D a	64,34 A a	64,61 A a
azoxistrobina+ciproconazol	70,00 B a	45,00 B b	42,95 D b	51,55 C a
picoxistrobina+ciproconazol	61,66 B a	37,50 BCb	47,76 C b	55,35 BC a
piraclostrobina+fluxapiroxade	42,50 C a	27,50 CDb	56,96 B a	58,35 B a
C. V. (%)	15,64		3,60	

¹Resultados referem-se a análise conjunta dos dados obtidos em Dourados, Ponta Porã e Vila Vargas. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste tukey ($p < 0,01$). Escala de desfolha segundo Hirano et al. (2010). Para análise estatística os dados de desfolha foram transformados em $\arcsen\sqrt{x/100}$ e vagens em $\sqrt{x+1}$, de acordo com os resultados de teste de normalidade.

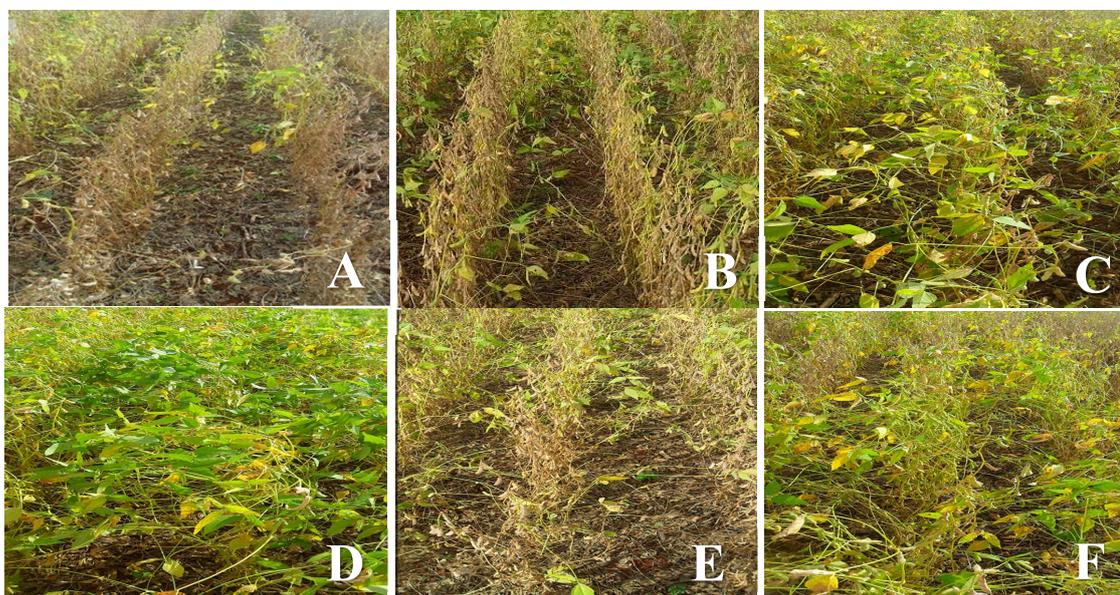


FIGURA 11. Diferentes intensidades de desfolha em soja, cultivar Monsoy 6210, parcelas sem aplicação fungicida (A), azoxistrobina + ciproconazol (B), azoxistrobina + ciproconazol + mancozebe (C), azoxistrobina + benzovindiflupir (D), picoxistrobina + ciproconazol (E) e picoxistrobina + ciproconazol + mancozebe (F), estágio R7.2. UFGD, DOURADOS-MS, 2017.

Em relação aos dados de rendimento da cultura (Quadro 12), observou-se incremento da massa de grãos e produtividade, quando o mancozebe foi utilizado associado as formulações QoIs + DMIs. Nestas formulações, a adição do fungicida multissítio aumentou em 8,0% a massa de mil grãos e 17,3% a produtividade, com incremento médio de 500 kg ha⁻¹, correspondente a 8,3 sacas ha⁻¹. Estes dados podem ser consequência da influência positiva do fungicida multissítio na redução da desfolha. Peluzio et al. (2002) observaram que a produção é influenciada significativamente pelos níveis de desfolha. Segundo estes autores, este efeito é justificado pela variação de drenos ao longo do ciclo da cultura, com maior necessidade de área foliar fotossintetizante para realização das funções de formar vagens e no enchimento dos grãos, podendo a desfolha interferir diretamente no rendimento da cultura.

QUADRO 12. Massa de mil grãos (MMG) e produtividade, em tratamentos sob aplicação de diferentes formulações fungicidas, associada (+) ou não (-) a mancozebe (M). UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

Tratamento ¹	MMG				Produtividade (kg ha ⁻¹)			
	- M		+ M		-M		+ M	
Testemunha	98,13	D a	98,19	C a	1857,4	D a	1887,4	D a
azoxistrobina + benzovindiflupir	117,13	A a	118,24	A a	3353,3	A a	3515,7	A a
azoxistrobina + ciproconazol	104,72	C b	112,70	B a	2272,1	C b	2817,3	C a
picoxistrobina + ciproconazol	106,52	C b	113,26	B a	2491,9	C b	2947,2	BCa
piraclostrobina + fluxapiroxade	112,52	B a	113,93	B a	3049,5	B a	3154,8	B a
C. V. (%)	0,91				3,60			

¹Resultados referem-se a análise conjunta dos dados obtidos em Dourados, Ponta Porã e Vila Vargas. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste tukey (p < 0,01). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{x} + 1$, de acordo com os resultados de teste de normalidade.

Nas parcelas onde foi usado o fungicida azoxistrobina + benzovindiflupir, independente do sitio experimental, observou-se um maior tempo para maturação da soja e fechamento do ciclo da cultura, em torno de 1-2 semanas em relação as demais formulações fungicidas. Situação na qual a colheita foi realizada ainda com ‘folhas verdes’. Desta forma, o maior período de atividade fotossintética na fase de enchimento de grãos e a maior eficácia de controle observada com este fungicida, podem justificar os menores índices de desfolha e a maior produtividade.

O número de lesões e urédias por serem componentes de intensidade de doença, estão correlacionados com a área foliar lesionada, com coeficientes de 0,89 e 0,95, respectivamente (Quadro 13). Segundo Amorim et al. (2011), para patógenos de ciclos sucessivos de infecção, uma relação linear entre a formação de lesões e a severidade

tem sido estabelecida. Isto ocorre, porque no início de uma epidemia, a doença cresce no espaço com aumento de incidência, e no tempo, com o aumento das lesões e severidade.

As três variáveis relacionadas à intensidade de doença (número de lesões, urédias, área foliar lesionada) apresentaram correlação significativa, positiva para desfolha e negativa para os fatores produtivos (vagens, massa de grãos e produtividade). Portanto, quanto maior a intensidade da doença, maior será a desfolha, tendendo para redução no número de vagens, massa de grãos, comprometendo a produtividade da soja.

QUADRO 13. Correlação simples entre a área abaixo da curva de progresso do número de lesões, urédias, área foliar lesionada (AFL) por *P. pachyrhizi* em soja, porcentagem de desfolha, número de vagens, massa de mil grãos (MMG) e produtividade. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

	AFL	Desfolha ¹	Nº Vagens ²	MMG ²	Produtividade ²
Lesões³	0,89*	0,77*	-0,30*	-0,70*	-0,61*
Urédias³	0,95*	0,80*	-0,39*	-0,67*	-0,72*
AFL	---	0,83*	-0,59*	-0,58*	-0,63*
Desfolha	---	---	- 0,17*	- 0,43*	- 0,65*

¹Para análise de correlação de dados os dados de desfolha foram transformados em $\arcsen\sqrt{x/100}$.

²Para análise de correlação, os dados de foram transformados em $\sqrt{x} + 1$.

³Análise utilizando as médias por folíolo.

*Difere estatisticamente pelo teste tukey (p <0,01).

Mesmo não observando incremento de controle com adição de mancozebe à formulação azoxistrobina + benzovindiflupir, a presença de mais um modo de ação é importante, no que diz respeito ao manejo de resistência de *P. pachyrhizi* e o prolongamento da vida útil do fungicida. Quanto maior a especificidade de uma formulação fungicida, maior será risco de seleção de populações resistentes do patógeno, devendo-se alternar produtos ou utilizar formulações prontas, abrangendo diferentes modos de ação (AMORIM et al., 2011; REIS, 2014; REIS et al., 2017).

As pesquisas com fungicidas multissítios na cultura da soja são recentes e as principais referências são resultados de ensaios cooperativos, resumos e circulares técnicas. Na mesma safra de condução destes experimentos, vários ensaios com fungicidas multissítios foram conduzidos em outras regiões do Brasil, impulsionado pelo primeiro relato da mutação necessária para perda parcial da resistência aos fungicidas QoIs em isolados de *P. pachyrhizi* no Brasil (KLOSOWSKI et al., 2016). Os resultados encontrados na literatura corroboram com os resultados aqui descritos. Godoy et al.

(2016b) realizando ensaios cooperativos no estudo dos fungicidas multissítios, visando o controle da ferrugem asiática da soja, safra 2015/16, observaram incremento de controle de até 63% para a associação com mancozebe 2000 g.i.a. ha⁻¹. No mesmo estudo, os ganhos em controle com a associação com azoxistrobina + benzovindiflupir, também foram menores em relação ao mancozebe adicionado as tradicionais formulações de QoIs e DMIs. Biazotto et al. (2016), Paulo Filho et al. (2016) e Oliveira et al. (2016), estudando a associação de fungicidas protetores nos estados de Paraná, São Paulo e Goiás, respectivamente, evidenciaram redução significativa da severidade de *P. pachyrhizi* pela associação de mancozebe na formulação azoxistrobina + ciproconazol.

Além dos efeitos descritos para ferrugem asiática da soja, o uso de mancozebe também tem sido relatado com eficiência na redução dos níveis de severidade e manejo da resistência de mancha alva (*Corynespora cassiicola*) (GODOY et al., 2015c; MANZANO et al., 2014; XAVIER et al., 2013).

Nas últimas safras, outros grupos químicos de fungicidas multissítios foram utilizados no controle da ferrugem asiática da soja. Dentre eles, os resultados encontrados para a associação de clorotalonil e oxicloreto de cobre, em diferentes programas de controle, demonstraram potencial para sua utilização, aumentando a eficiência de controle das tradicionais formulações comerciais fungicidas (BLAZOTTO et al., 2016; GODOY et al., 2016b; GOUSSAIN et al., 2016a; GOUSSAIN et al., 2016b; OLIVEIRA et al., 2016; RIBEIRO et al., 2016; SILVA et al., 2015).

Importante salientar, que os programas fungicidas aqui testados, foram feitos com aplicações sequenciais da mesma formulação fungicida, para estudo comparativo da associação. No entanto, para o manejo da doença devem ser seguidas estratégias antirresistência, que incluem não utilizar mais que duas aplicações do mesmo princípio ativo em sequência e utilizar no máximo duas aplicações de produtos contendo SDHI por cultivo (FRAC, 2010; FRAC, 2016).

4.3. Resultados ensaio II – Controle de ferrugem asiática e antracnose da soja sob diferentes programas de aplicação fungicida.

4.3.1. Severidade da ferrugem asiática da soja

Detectou-se variação estatística entre os locais para os dados de AACCP de lesões e urédias, sendo prosseguido análise por local experimental (Quadro 14). As

demais variáveis não foram significativas para os locais de implantação, sendo efetuada análise conjunta.

QUADRO 14. Área abaixo da curva de progresso (AACP) de lesões, urédias de *P. pachyrhizi* em soja, em tratamentos sob diferentes programas de aplicação fungicida e local experimental. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

Tratamentos	Ponta Porã	Vila Vargas
	AACP Lesões	
T1. Testemunha sem fungicida	7525,4 a	5808,2 a
T2. PC (V8;R2;R4) + MB (V8;R2;R4)	3144,0 de	2683,1 cd
T3. PC (R1;R3;R5.3) + MB (V8; R1;R3;R5.3)	2272,6 f	1903,7 e
T4. PC (R1;R3;R5.3) + MB (R1;R3;R5.3)	2337,6 f	1895,4 e
T5. PC (R3; R5.3) + MB (R1; R3; R5.3)	2868,9 ef	2341,3 de
T6. PC (R3; R5.3) + MB (R3; R5.3)	3260,8 de	2603,2 cd
T7. PC (R3; R5.3)	4126,2 c	3079,4 c
T8. PC (R3) + MB (R1; R3)	5293,5 b	4491,4 b
T9. PC (R1; R3; R5.3)	3752,3 cd	3024,6 cd
T10. PC (R4; R5.5) + MB (R4; R5.5)	5293,5 b	3995,9 b
T11. PC (R4; R5.5)	5442,0 b	4148,1 b
C. V. (%)	5,87	6,26
	AACP Urédias	
T1. Testemunha sem fungicida	8517,9 a	6374,8 a
T2. PC (V8;R2;R4) + MB (V8;R2;R4)	3898,2 de	3215,3 c
T3. PC (R1;R3;R5.3) + MB (V8; R1;R3;R5.3)	2755,8 f	2177,5 f
T4. PC (R1;R3;R5.3) + MB (R1;R3;R5.3)	2767,1 f	2213,3 ef
T5. PC (R3; R5.3) + MB (R1; R3; R5.3)	3361,6 ef	2878,1 cde
T6. PC (R3; R5.3) + MB (R3; R5.3)	3940,4 de	2991,7 cd
T7. PC (R3; R5.3)	4942,9 c	3531,9 c
T8. PC (R3) + MB (R1; R3)	6463,2 b	5040,0 b
T9. PC (R1; R3; R5.3)	4547,8 cd	3612,7 c
T10. PC (R4; R5.5) + MB (R4; R5.5)	6008,2 b	4504,3 b
T11. PC (R4; R5.5)	6284,4 b	4637,5 b
C. V. (%)	8,81	8,45

¹Resultados por locais, considerando interação significativa entre locais x tratamentos. PC – picoxistrobina + ciproconazol (0,3 L produto comercial ha⁻¹) + adjuvante Nimbus® (0,75 L produto comercial ha⁻¹), MB – mancozebe – 1125 g de ingrediente ativo ha⁻¹ (1,5 kg de produto comercial ha⁻¹). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste tukey (p < 0,01).

Os primeiros focos de *P. pachyrhizi*, foram relatados no estágio R2 e R3 para Ponta Porã e Vila Vargas, respectivamente. As aplicações realizadas com associação de mancozebe de forma preventiva a partir do florescimento (T3, T4, T5) permitiram os menores índices de AACP de lesões e urédias. A adição de uma aplicação de fungicida

multissítio isolado (T3) e em associação (T2) no estágio vegetativo, não acarretou em incremento na redução da AACP de lesões e urédias, tendo o mesmo efeito dos tratamentos com três aplicações em associação a partir de R1 (T4) e do tratamento com o fungicida multissítio no estágio de floração + duas aplicações em associação a partir do estágio R3 (T5).

No tratamento com aplicações tardias em associação com mancozebe (T10) não houve efeito na redução de lesões e urédias, em relação ao uso da formulação fungicida aplicada isoladamente (T11). Este relato, aliado aos resultados obtidos para as aplicações em R1 podem inferir na necessidade de utilização da associação em forma preventiva ou nos primeiros sinais da doença na cultura, pois os fungicidas protetores atuam efetivamente na germinação de esporos na superfície foliar.

De forma semelhante aos resultados de lesões e urédias, os menores níveis de AACP de área foliar lesionada por *P. pachyrhizi* (Quadro 15), foram encontrados nos tratamentos com associação fungicida de forma preventiva a partir do estágio R1 (T4 e T5) e, com a adição de uma aplicação de fungicida multissítio isolado em vegetativo (T3). De um modo geral, nas condições onde foram realizados os experimentos, as aplicações no estágio vegetativo se mostraram ineficazes, considerando a igualdade de controle nos tratamentos fungicidas realizados a partir de R1, especialmente considerando que o mesmo controle foi obtido no tratamento T5, com a utilização de mancozebe isolado em R1 e a formulação mista apenas a partir da segunda aplicação em R3.

Os tratamentos T3, T4, T5 que apresentaram os maiores índices de controle, em média permitiram uma redução na área foliar lesionada em torno de 78,96% em relação a testemunha sem aplicação fungicida. Nota-se que a aplicação realizada apenas até o estágio R3 (T8) não foi eficiente na redução da área foliar lesionada no estágio R6, obtendo níveis semelhantes a testemunha sem aplicação. Este fato, demonstra a necessidade das aplicações fungicidas entre o estágio final de formação de vagens e início do enchimento dos grãos.

O padrão de esporulação de *P. pachyrhizi* é caracterizado por produção diária de esporos com vários picos de máxima esporulação distribuídos durante todo período infeccioso, de acordo com as condições ambiente (MELCHING et al., 1979). Com isto, as aplicações fungicidas tendem a retardar o progresso da doença em patógenos com este tipo de esporulação, ocorrendo variações de acordo com o efeito protetor ou curativo e dependendo das épocas de aplicação (ARDUIM, 2016; GODOY e CANTERI, 2004).

QUADRO 15. Área abaixo da curva de progresso (AACP) de área foliar lesionada (AFL), área foliar lesionada no estágio R6 (AFL R6), em tratamentos sob diferentes programas de aplicação fungicida. UFGD, DOURADOS-MS, 2017.

Tratamento	AACP AFL		AFL R6 (%)	
T1. Testemunha sem fungicida	1050,4	a	78,5	a
T2. PC (V8;R2;R4) + MB (V8;R2;R4)	416,2	e	30,00	de
T3. PC (R1;R3;R5.3) + MB (V8; R1;R3;R5.3)	186,5	f	14,56	f
T4. PC (R1;R3;R5.3) + MB (R1;R3;R5.3)	182,3	f	13,87	f
T5. PC (R3; R5.3) + MB (R1; R3; R5.3)	261,9	f	21,12	ef
T6. PC (R3; R5.3) + MB (R3; R5.3)	393,5	e	28,50	de
T7. PC (R3; R5.3)	488,2	de	35,28	d
T8. PC (R3) + MB (R1; R3)	887,5	b	67,11	ab
T9. PC (R1; R3; R5.3)	492,8	de	36,00	d
T10. PC (R4; R5.5) + MB (R4; R5.5)	596,5	cd	51,15	c
T11. PC (R4; R5.5)	632,2	c	55,72	bc
C. V. (%)	13,25		11,90	

¹Resultados referem-se a análise conjunta dos dados obtidos em Ponta Porã e Vila Vargas. PC – picoxistrobina + ciproconazol (0,3 L produto comercial ha⁻¹) + adjuvante Nimbus® (0,75 L produto comercial ha⁻¹), MB – mancozebe – g de ingrediente ativo ha⁻¹ (1,5 kg de produto comercial ha⁻¹). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste tukey (p <0,01). Severidade em área foliar lesionada obtida segundo escala de Godoy et al., (2006).

4.3.2. Incidência e severidade de antracnose

Nas avaliações realizadas para *C. truncatum*, houve efeito entre os programas fungicidas para as variáveis incidência e severidade (Quadro 16). Não houve redução da incidência e severidade com a aplicação adicional de mancozebe em estágio vegetativo (T3), em relação ao tratamento (T4), independente do estágio de avaliação.

A formulação picoxistrobina + ciproconazol aplicada de forma isolada (T7; T9; T11) não diferiu estatisticamente da testemunha sem aplicação fungicida, independente da época de aplicação, entre estes programas. A adição de mancozebe à formulação comercial (T4; T6; T10) reduziu o percentual de área foliar lesionada, sendo em média, 87,73% menor em relação a formulação comercial aplicada em mesma época de forma isolada (T7; T9; T11), nas duas avaliações.

Nota-se que para esta doença houve efeito da associação de mancozebe nas aplicações tardias (T10 em comparação a T11), diferente do ocorrido para ferrugem asiática da soja. Este fato, deve estar ligado à diferentes épocas de ocorrência do patógeno

na cultura, sendo que *C. truncatum* apenas demonstrou níveis significativos para avaliação a partir do estágio R5.4, provavelmente a influência das chuvas neste período.

QUADRO 16. Incidência e severidade² (%) de antracnose em folíolos de soja, cultivar Monsoy 6210, no estágio R5.4 e R6, em tratamentos sob diferentes programas de aplicação fungicida, safra 2015/16, Ponta Porã – MS. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

Tratamentos	R5.4		R6	
	22/01/2016		27/01/2016	
Incidência (%)				
T1. Testemunha sem fungicida	70,00	ab	97,50	a
T2. PC (V8;R2;R4) + MB (V8;R2;R4)	35,00	de	82,50	bc
T3. PC (R1;R3;R5.3) + MB (V8; R1;R3;R5.3)	20,00	e	51,25	e
T4. PC (R1;R3;R5.3) + MB (R1;R3;R5.3)	27,50	e	50,00	e
T5. PC (R3; R5.3) + MB (R1; R3; R5.3)	33,75	de	51,25	e
T6. PC (R3; R5.3) + MB (R3; R5.3)	33,75	de	61,25	de
T7. PC (R3; R5.3)	53,75	bcd	71,25	bcde
T8. PC (R3) + MB (R1; R3)	80,00	a	97,50	a
T9. PC (R1; R3; R5.3)	42,50	cde	81,25	bcd
T10. PC (R4; R5.5) + MB (R4; R5.5)	36,25	de	65,00	cde
T11. PC (R4; R5.5)	62,50	abc	85,00	b
C. V. (%)	12,61		7,50	
Severidade (%)				
T1. Testemunha sem fungicida	1,90	a	5,60	a
T2. PC (V8;R2;R4) + MB (V8;R2;R4)	0,43	bc	2,90	a
T3. PC (R1;R3;R5.3) + MB (V8; R1;R3;R5.3)	0,20	c	0,28	c
T4. PC (R1;R3;R5.3) + MB (R1;R3;R5.3)	0,20	c	0,28	c
T5. PC (R3; R5.3) + MB (R1; R3; R5.3)	0,20	c	0,50	bc
T6. PC (R3; R5.3) + MB (R3; R5.3)	0,20	c	0,50	bc
T7. PC (R3; R5.3)	1,20	ab	3,75	a
T8. PC (R3) + MB (R1; R3)	1,90	a	4,75	a
T9. PC (R1; R3; R5.3)	0,85	bc	2,40	ab
T10. PC (R4; R5.5) + MB (R4; R5.5)	0,20	c	0,50	bc
T11. PC (R4; R5.5)	0,43	bc	4,25	a
C. V. (%)	21,40		22,19	

¹Dados de Ponta Porã – MS, PC – picoxistrobina + ciproconazol (0,3 L produto comercial ha⁻¹) + adjuvante Nimbus® (0,75 L produto comercial ha⁻¹); MB – Mancozebe – 1125 g de ingrediente ativo ha⁻¹ (1,5 kg de produto comercial ha⁻¹). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste tukey (p < 0,01).

²Severidade baseada na escala de Godoy et al. (1997).

4.3.3. Desfolha, número de vagens e produtividade

Na análise do nível de desfolha (Quadro 17), observa-se que as aplicações realizadas tardiamente (T10 e T11), sem a associação fungicida (T7, T9) e realizadas até estágio R3 (T8), tiveram a área foliar comprometida, apresentando desfolha significativamente igual a testemunha sem aplicação fungicida, independentemente do número de aplicações ou da associação ou não com mancozebe.

QUADRO 17. Percentual de desfolha e número de vagens em soja¹, estágio R7.2, em tratamentos sob diferentes programas de aplicação fungicida, safra 2015/16. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

Tratamento	Desfolha²		Vagens	
T1. Testemunha sem fungicida	86,87	a	29,23	g
T2. PC (V8;R2;R4) + MB (V8;R2;R4)	65,00	bc	50,40	bcde
T3. PC (R1;R3;R5.3) + MB (V8; R1;R3;R5.3)	26,25	e	57,16	a
T4. PC (R1;R3;R5.3) + MB (R1;R3;R5.3)	26,25	e	56,23	ab
T5. PC (R3; R5.3) + MB (R1; R3; R5.3)	40,00	de	52,26	abc
T6. PC (R3; R5.3) + MB (R3; R5.3)	48,75	cd	50,61	abcd
T7. PC (R3; R5.3)	72,50	ab	44,30	ef
T8. PC (R3) + MB (R1; R3)	82,50	a	32,43	g
T9. PC (R1; R3; R5.3)	72,50	ab	48,56	cdef
T10. PC (R4; R5.5) + MB (R4; R5.5)	75,00	ab	45,60	ef
T11. PC (R4; R5.5)	75,00	ab	42,51	f
C. V. (%)	13,31		3,34	

¹Resultados referem-se a análise conjunta dos dados obtidos em Ponta Porã e Vila Vargas. PC – picoxistrobina + ciproconazol (0,3 L produto comercial ha⁻¹) + adjuvante Nimbus® (0,75 L produto comercial ha⁻¹), MB – mancozebe – 1125 g de ingrediente ativo ha⁻¹ (1,5 kg de produto comercial ha⁻¹). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste tukey (p < 0,01).

²Avaliação de desfolha realizada com auxílio da escala de Hirano et al. (2006).

Os menores níveis de desfolha foram observados nos tratamentos T3, T4 e T5. Possivelmente, relacionado ao menor nível de severidade em área foliar lesionada por antracnose, obtidos nestes tratamentos fungicidas. Comparando os tratamentos T4 e T9, na qual diferenciam pela associação de mancozebe no primeiro, observa-se que a adição do fungicida multissítio, permitiu uma redução de 63,79%, da desfolha, em comparação a formulação mista isolada. Este resultado corrobora com o estudado no ensaio I, evidenciando redução na desfolha com a associação fungicida.

Os maiores valores para número de vagens (Quadro 17) foram observados sob programas que envolviam aplicações no início de florescimento ou formação de vagens e associação de mancozebe (T3, T4, T5), acarretando em uma média de 54,05 vagens por planta, sendo 46,25% maior do que a testemunha sem aplicação fungicida.

Em relação ao rendimento da cultura (Quadro 18), não houve incremento

em massa de grãos e produtividade pela adição de aplicação extra de mancozebe no estágio vegetativo (T3), em comparação aos programas utilizados nos tratamentos T4 e T5. Comparando-se o tratamento T4 e T9, a associação de mancozebe no primeiro, permitiu um aumento em produtividade de 632,4 kg ha⁻¹, aproximadamente 10 sacas.

Com exceção do tratamento com a última aplicação estágio R3 (T8), todos programas fungicidas resultaram em uma produtividade maior do que a testemunha sem aplicação fungicida. Aplicações realizadas tardiamente comprometeram a produtividade em relação as aplicações preventivas com associação de mancozebe.

QUADRO 18. Massa de mil grãos (MMG) e produtividade de soja, em tratamentos sob diferentes programas de aplicação fungicida, safra 2015/16. UFGD, DOURADOS - MS, 2017.

Tratamento	MMG (g)		Produtividade (kg ha⁻¹)	
T1. Testemunha sem fungicida	91,24	d	1494,0	f
T2. PC (V8;R2;R4) + MB (V8;R2;R4)	98,79	bc	2024,3	bcd
T3. PC (R1;R3;R5.3) + MB (V8; R1;R3;R5.3)	108,92	a	2373,0	ab
T4. PC (R1;R3;R5.3) + MB (R1;R3;R5.3)	109,08	a	2592,1	a
T5. PC (R3; R5.3) + MB (R1; R3; R5.3)	105,15	ab	2257,8	abc
T6. PC (R3; R5.3) + MB (R3; R5.3)	102,50	abc	2175,6	bcd
T7. PC (R3; R5.3)	98,27	c	1906,9	d
T8. PC (R3) + MB (R1; R3)	89,15	d	1551,7	ef
T9. PC (R1; R3; R5.3)	100,85	bc	1959,7	cd
T10. PC (R4; R5.5) + MB (R4; R5.5)	98,72	bc	1857,2	de
T11. PC (R4; R5.5)	99,36	bc	1859,2	de
C. V. (%)	2,01		5,49	

¹Resultados referem-se a análise conjunta dos dados obtidos em Ponta Porã e Vila Vargas. PC – picoxistrobina + ciproconazol (0,3 L produto comercial ha⁻¹) + adjuvante Nimbus® (0,75 L produto comercial ha⁻¹), MB – mancozebe – 1125 g de ingrediente ativo ha⁻¹ (1,5 kg produto comercial ha⁻¹). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste tukey (p <0,01).

O controle das formulações comerciais foi reduzido à medida que se atrasou a aplicação dos fungicidas, sendo que em dado período, nas aplicações realizadas a partir de R4, não foi detectado incremento no controle pela adição de mancozebe.

De uma forma geral, os dados evidenciam a ausência da necessidade das aplicações fungicidas a partir do estágio vegetativo, independentemente de ser utilizado formulação comercial ou fungicida multissítio. Nos municípios onde os ensaios foram realizados, o patógeno historicamente surge em áreas comerciais entre as fases de formação de vagens e enchimento de grãos (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2017a). O atraso no aparecimento da doença nestas regiões, podem justificar a ausência do efeito de fungicidas no estágio vegetativo.

4.4. Resultados ensaio III – Eficácia de diferentes doses de mancozebe associado a picoxistrobina + ciproconazol no controle da antracnose e ferrugem asiática da soja

4.4.1. Severidade da ferrugem asiática da soja

As variáveis estudadas foram submetidas a análise de regressão. a figura 12, mostra os resultados de lesões e urédias de *Phakopsora pachyrhizi*.

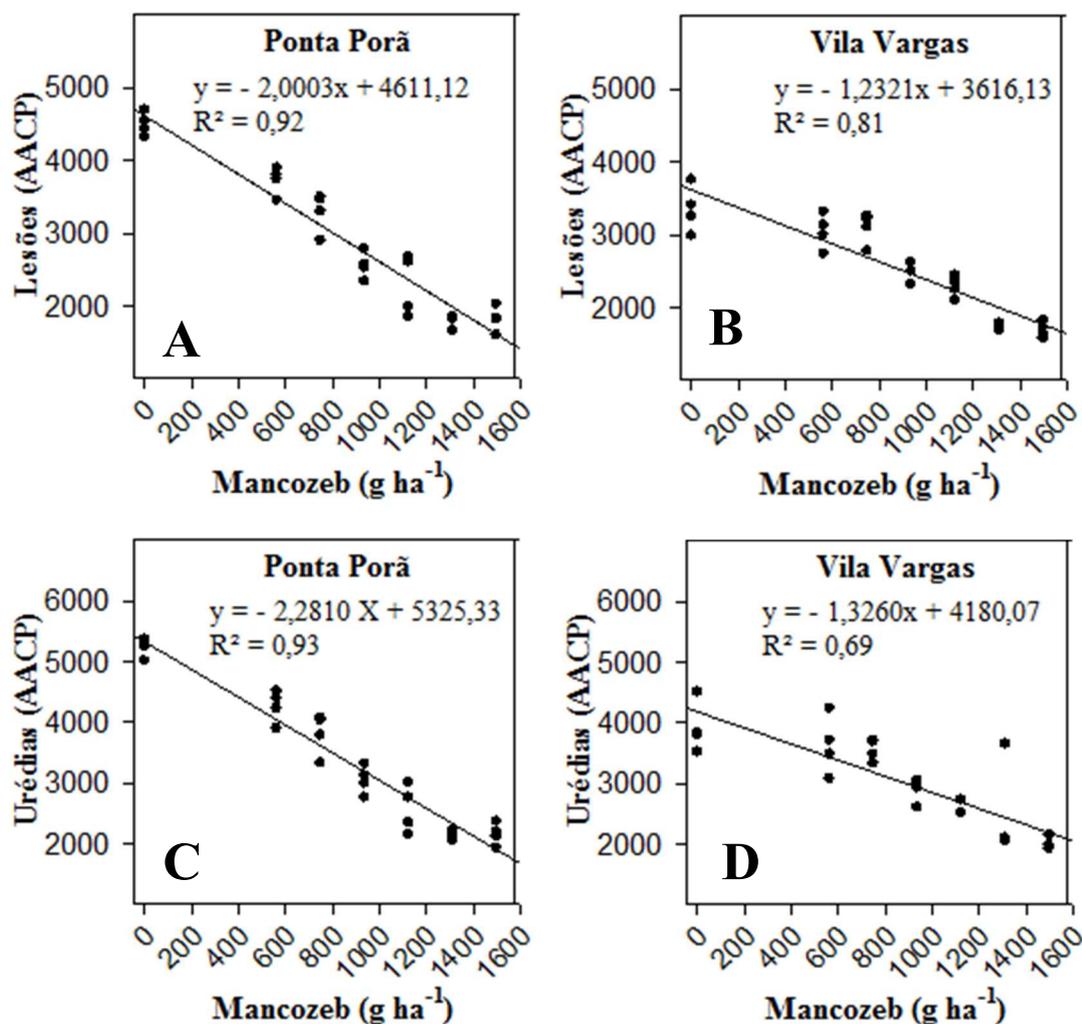


FIGURA 12. AACP de lesões (A, B) e urédias (C, D) de *Phakopsora pachyrhizi* em folíolos de soja, sob doses crescentes de mancozebe, associado à picoxistrobina + ciproconazol (0,3 L ha⁻¹), safra 2015/16, em Ponta Porã e Vila Vargas - MS. Relativo a aplicação das doses 0, 563, 752, 938, 1125, 1313 e 1500 g ha⁻¹ do ingrediente ativo. Os círculos são referentes aos dados amostrais de cada tratamento. Equação no gráfico indica que a regressão foi significativa ($p < 0,01$). UFGD, DOURADOS – MS, 2017.

A equação linear foi a que melhor ajustou-se aos resultados apresentados para AACP de lesões e urédias. O aumento da dose de mancozebe na associação com picoxistrobina + ciproconazol proporcionou a redução do número de lesões e urédias em ambos locais experimentais (Figuras 12 A-D). A maior intensidade da AACP para lesões e urédias foi verificada no tratamento onde não houve associação com o fungicida multissítio, sendo relativamente maior na região de Ponta Porã. Isto, pode estar relacionada com a época de aparecimento do fungo *P. pachyrhizi*, sendo detectado primeiro neste local, ainda em florescimento.

No estudo da superfície de resposta para área foliar lesionada de soja por *P. pachyrhizi* (Figura 13), houve interação entre a dose do princípio ativo multissítio e os dias após a primeira aplicação.

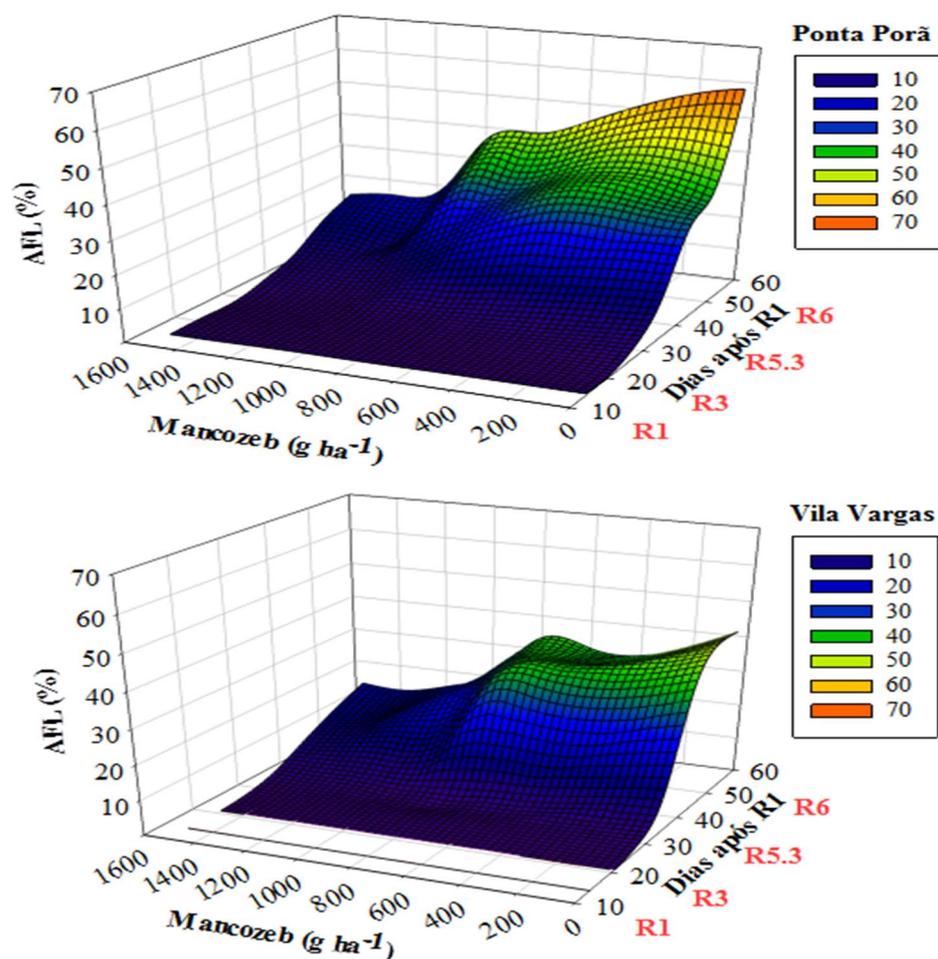


FIGURA 13. Percentual de área foliar lesionada (AFL) por *P. pachyrhizi* em soja, sob doses crescentes de ingrediente ativo mancozebe em associação a picoxistrobina + ciproconazol (0,3 L ha⁻¹), em Ponta Porã (A) e Vila Vargas (B) e dias após a primeira aplicação em R1, safra 2015/16. Escala de severidade proposta por Godoy et al., (2006), média de 20 folíolos de soja. UFGD, DOURADOS-MS, 2017.

Observou-se redução em área foliar lesionada pelo fungo com o aumento da dose do princípio ativo multissítio na formulação mista e, que com o avançar do tempo as maiores concentrações permitiram atrasar o progresso da doença na cultura. Em Ponta Porã, Aos 56 dias após a primeira aplicação, a formulação mista sem a associação do mancozebe (dose zero) atingiu média de 64,25% de área foliar lesionada, sendo 47,63% maior do que a maior dose estudada (1500 g.i.a. ha⁻¹). Em Vila Vargas esta diferença em controle foi de 26,94%. Aparentemente, o aumento das doses do mancozebe incrementou o controle da doença, demonstrando efeito sinérgico com a formulação mista.

4.4.2. Incidência e severidade de antracnose

A equação quadrática apresentou melhor ajuste na regressão para os dados de incidência e lesões foliares provenientes de *C. truncatum* (Figura 14 AB). Os menores valores de incidência foram observados a partir da dose 1125 g.i.a. ha⁻¹, atingindo pontos mínimos de incidência de 27,67% e 52,87% nos estádios R5.4 e R6, respectivamente. Utilizando a equação obtida para incidência em R6, observamos que quando não foi utilizado o fungicida multissítio (dose zero) a incidência de *C. truncatum* foi em torno de 93,31%, reduzindo para 63,11 e 58,58% com a adição de 593 e 750 g mancozeb ha⁻¹, respectivamente. A partir desta última dose, houve estabilização no nível de incidência com o aumento da dose do multissítio.

De forma semelhante aos dados de incidência, maiores valores de severidade (Figura 14 AB), foram observados quando não se utilizou o fungicida multissítio (dose zero). Na ausência do fungicida multissítio a severidade manteve-se em torno de 4,93%, reduzindo para 0,89% com a adição de 938 g ha⁻¹ de mancozeb. A partir desta dose, não houve incremento de controle com a adição do fungicida multissítio, estabilizando os níveis de área foliar lesionada, Em comparação a dose zero, a adição de mancozeb reduziu os índices de severidade em aproximadamente 20 e 32 vezes para Vila Vargas e Ponta Porã, respectivamente. Possivelmente, devido o baixo nível da severidade da doença no decorrer dos ensaios, houve um controle satisfatório da doença em doses intermediárias.. Outros estudos são necessários, considerando áreas com histórico de maior severidade da doença e abordando demais partes vegetais, como pecíolo e caule, de modo, a comprovar os resultados aqui encontrados.

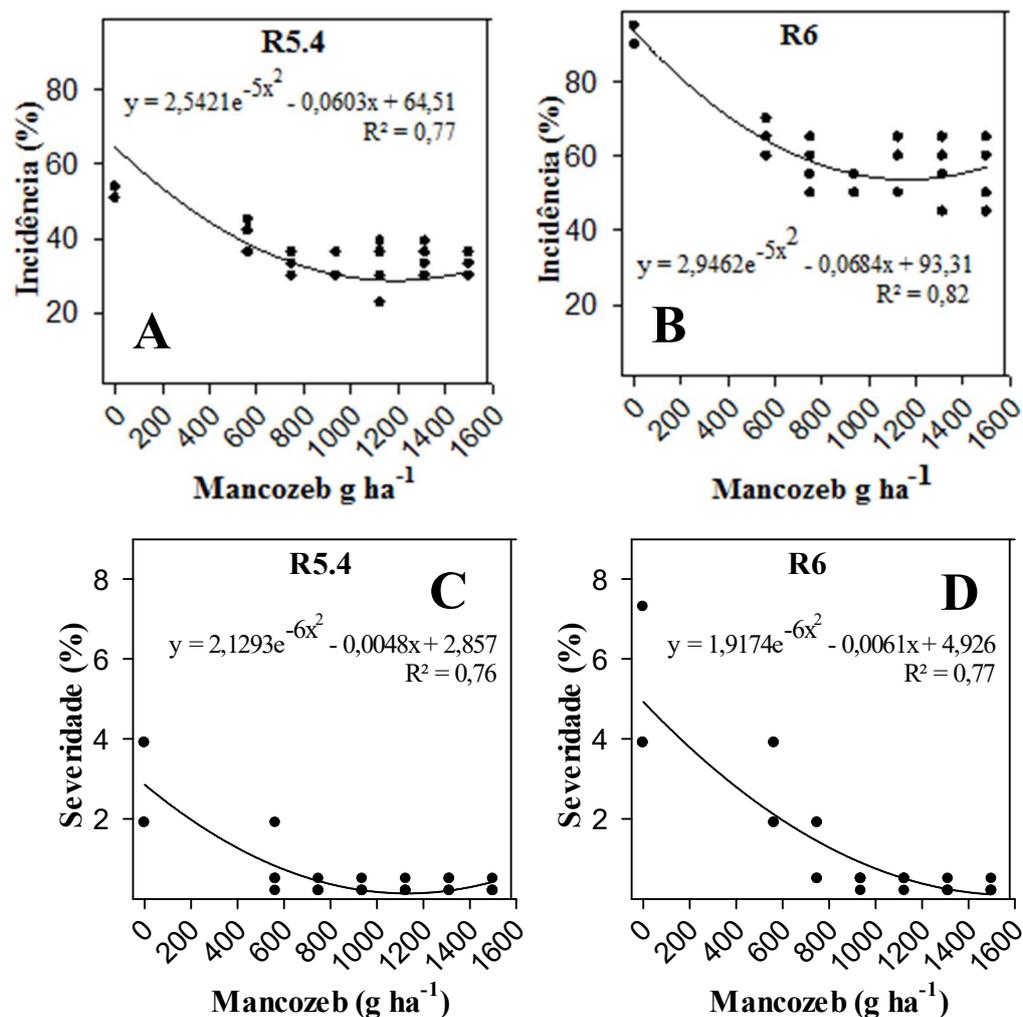


FIGURA 14. Incidência (A, B) e severidade (C, D) de antracnose em soja, cultivar Monsoy 6210, estágio R5.4 e R6, sob doses crescentes de ingrediente ativo mancozebe em associação a picoxistrobina + ciproconazol (0,3 L ha⁻¹). Relativo a aplicação das doses 0, 563, 752, 938, 1125, 1313 e 1500 g ha⁻¹ do ingrediente ativo. Os círculos são referentes aos dados amostrais obtidos de cada tratamento, para cada local. Escala de severidade proposta por Godoy et al., (2007), média de 20 folíolos de soja. Equação no gráfico, expressa que a regressão foi significativa ($p < 0,01$). UFGD, DOURADOS-MS, 2017.

4.4.3. Desfolha, número de vagens e produtividade

Para a variável desfolha (Figura 15A), de forma similar aos valores encontrados para severidade, houve redução do percentual de desfolha com aumento da dose de mancozebe. Na dose 1500 g.i.a. ha⁻¹ desfolha se manteve 61,02% menor do que a utilização da formulação mista isoladamente (dose zero). Este resultado mostra-se

relacionado com o encontrado para variáveis de intensidade da doença. Provavelmente, a redução da severidade da doença com o aumento da dose de mancozebe, permitiu reter a área foliar por um maior período.

O acréscimo do fungicida multissítio também incrementou linearmente o número de vagens, com uma estimativa de 61,08 vagens para a dose máxima testada, 47,88% maior em relação a dose zero (Figura 15B). Quando a doença ingressa na cultura no início do estágio de formação de vagens ou floração, como nestes ensaios, as plantas tendem a redirecionar o metabolismo para alternativas de defesa, diminuindo a atividade fotossintética da planta, induzindo a redução de absorção de CO₂, levando ao abortamento de flores e vagens (TAIZ e ZEIGER, 2013). Desta forma, o ganho em número de vagens, deve estar relacionado ao maior controle em área foliar lesionada obtido pela adição do fungicida multissítio, considerando que o aumento da dose crescente do multissítio aumenta o controle do fungo *P. pachyrhizi*,

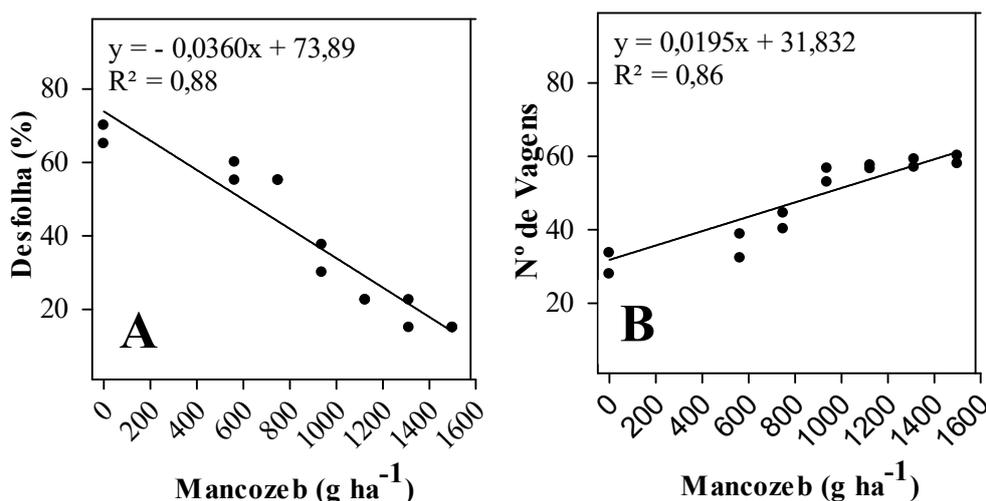


FIGURA 15. Percentual de desfolha (A) e número de vagens (B) em soja, safra 2015/2016, sob doses crescentes de ingrediente ativo mancozebe em associação a picoxistrobina + ciproconazol (0,3 L ha⁻¹). Relativo a aplicação das doses 0, 563, 752, 938, 1125, 1313 e 1500 g ha⁻¹ do ingrediente ativo. Os círculos são referentes a média amostral obtida em cada dose, em dois locais. Escala de desfolha proposta por Hirano et al., (2010). Equação no gráfico indica que a regressão foi significativa ($p < 0,01$). UFGD, DOURADOS-MS, 2017.

A massa de mil grãos e produtividade (Figura 16) seguiram tendências similares, com aumento linear das doses de mancozebe. A partir da equação obtida, observa-se para massa de mil grãos que, a adição de 1500 g.i.a. ha⁻¹ do fungicida multissítio resultou em um acréscimo de 16,51 e 8,40% em massa de vagens, em Ponta

Porã e Vila Vargas, respectivamente, em relação a dose zero. Em relação a produtividade para a maior dose em estudo (1500 g.i.a. ha⁻¹), foi de 1999,603 e 3242,56 kg ha⁻¹, em Vila Vargas e Ponta Porã, respectivamente. Nesta dose, O ganho médio em produtividade foi de 989,25 kg ha⁻¹, entre os dois locais experimentais, correspondendo a 19,79 sacas ha⁻¹.

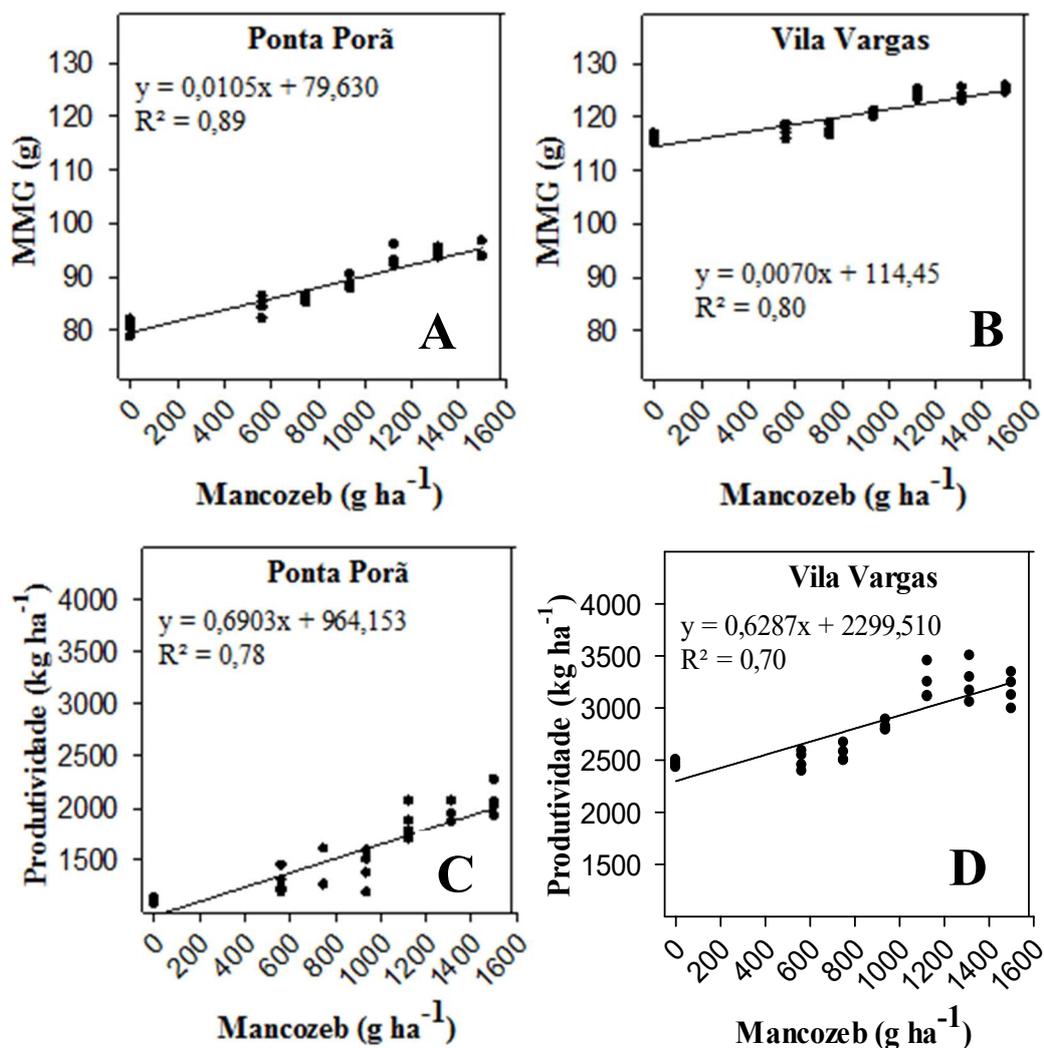


FIGURA 16. Massa de Mil Grãos – MMG (A, B) e Produtividade (C, D) de soja, em Ponta Porã e Vila Vargas, sob doses crescentes de ingrediente ativo mancozebe em associação a picoxistrobina + ciproconazol (0,3 L ha⁻¹). Relativo a aplicação das doses 0, 563, 752, 938, 1125, 1313 e 1500 g do ingrediente ativo ha⁻¹. Os círculos são referentes a média amostral obtida em cada dose, em dois locais. Equação no gráfico indica que a regressão foi significativa ($p < 0,01$). UFGD, DOURADOS-MS, 2017.

Devido a utilização recente de associação dos fungicidas multissítios na cultura da soja, pouca informação é encontrada na literatura em referência a variação de doses dos fungicidas multissítios e, os poucos resultados encontrados são contrastantes.

Godoy et al. (2016b) avaliando a eficiência de fungicidas multissítios associados a formulações comerciais fungicidas na safra 2015/16 verificaram incremento de controle da ferrugem asiática, variando-se à dose de 1500 à 2000 g mancozebe ha⁻¹, contudo não observaram aumento em produtividade. Biazzotto et al. (2016), Packer et al. (2016), Zuntini (2015), estudando doses menores em associação, 8000, 1125 e 1000 g mancozebe ha⁻¹, também observaram aumento de controle da severidade do fungo, menor percentual de desfolha e incremento em produtividade.

Em experimentos conduzidos em Rio Grande do Sul, Reis et al., (2017), adicionaram doses crescentes de mancozeb (0, 1125, 1500, 1875 e 2250 g.i.a. ha⁻¹) com as misturas picoxistrobina + ciproconazol, azoxistrobina + picoxistrobina, piraclostrobina + fluxapirroxade, picoxistrobina + tebuconazol. Os autores observaram incremento de controle a partir da dose 1500 g.i.a. ha⁻¹ e relatam que a dose inferior do multissítio (1125 g.i.a. ha⁻¹) não foi efetiva na melhoria da eficiência de controle das formulações mistas estudadas.

A FAS promove redução na atividade fotossintética devido a destruição do tecido foliar, com conseqüente queda prematura das folhas em plantas de soja. Tais eventos, dependendo do estágio fenológico de ocorrência, causam perdas significativas devido a redução do número de vagens, ao enchimento de grãos deficiente e redução no conteúdo de óleo (JULIATTI et al., 2004; REIS e BRESOLIN, 2004).

Importante salientar que o aumento da dose de mancozebe não apresentou efeito antagônico em relação ao controle da formulação comercial utilizada em nenhuma das variáveis estudadas, pressupondo que os fungicidas apresentam compatibilidade para uso em associação, de modo a incrementar o controle de *P. pachyrhizi* e ao mesmo tempo reduzir a presença de isolados resistentes do patógeno.

De uma forma geral, os resultados obtidos demonstram que os fungicidas multissítios podem ser adicionados aos programas fungicidas na cultura da soja, visando o controle da ferrugem asiática da soja, a fim, de recuperar e incrementar a eficiência das misturas comerciais fungicidas e ao mesmo tempo, atuar como estratégia antiressistência ao fungo *P. pachyrhizi*.

Os resultados deste trabalho são de pesquisa e não devem ser utilizados como recomendação no campo, podendo ocorrer variações, de acordo com as condições climáticas de cada região. Desta forma, mais estudos são necessários, considerando as características intrínsecas de cada de região.

5. CONCLUSÃO

A adição de mancozebe em aplicações com formulações comerciais mistas azoxistrobina + ciproconazol e picoxistrobina + ciproconazol incrementa o controle da ferrugem asiática da soja e antracnose.

A utilização do mancozebe 1125 gramas de ingrediente ativo ha⁻¹ isolado, não é eficaz para controle de *P. pachyrhizi* e *C. truncatum*.

Ocorre um incremento linear no controle da ferrugem da soja, aumentando-se a dose do mancozebe associada a fungicidas DMIs + QoIs no intervalo de 0 à 1500 gramas de ingrediente ativo ha⁻¹.

Nas condições em que foram realizados os ensaios, não se obteve incremento de controle ou rendimento da cultura com as aplicações realizadas em estágio vegetativo.

Em aplicações tardias, de efeito curativo, ocorre redução na eficiência da associação de mancozebe com a formulação picoxistrobina + ciproconazol.

Mesmo que o incremento da associação mancozebe seja menos evidente ou ausente com formulações QoIs + SDHIs, o fungicida pode ser utilizado visando o manejo da resistência de *P. pachyrhizi*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD-FUENTES, A.; CEBALLOS-ALCANTARILLA, E.; MERCADER, J. V.; AGULLO, C.; ABAD-SOMOVILLA, A.; ESTEVE-TURRILAS, F. A. Determination of succinate-dehydrogenase-inhibitor fungicide residues in fruits and vegetables by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, Heidelberg, v. 407, n. 14, p. 4207-4211, 2015.
- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4. ed., New York: Academic Press, 1997, 635p.
- ALVES, S. A. M.; FURTADO, G. Q.; BERGAMIN FILHO, A. Influência das condições climáticas sobre a ferrugem da soja. In: ZAMBOLIM, L. **Ferrugem asiática da soja**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2006. p. 37-59.
- ALVES, M. R. R.; TORRES, M. C. L.; SOARES, N. F. F.; MELO, N. R.; GERALDINE, R. M.; MIZUBUTI, E. S. G.; SILVEIRA, M. F. A. S. Efeito de soluções de enxague na remoção de resíduos de mancozeb em tomates de mesa. **Pesquisa Agropecuária**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 96-101, 2010.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia. Volume 1 - Princípios e Conceitos**. 4 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2011. 704p.
- ANDRADE, P. J. M.; ANDRADE, D. F. A. A. **Ferrugem Asiática: uma ameaça à sojicultura brasileira**. Dourados - MS: Embrapa Agropecuária-Oeste, 2002. (Circular Técnica, 11).
- ARDUIM, G. S.; VALERIANO, R.; CUNHA, L.; PACKER, F. Fungicides program on the control of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) and soybean yield. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 49., 2016, Maceió. **Tratamento químico: Anais**. Maceió, AL: Universidade Federal de Alagoas, 2016. 1 CD-ROM.
- AVENOT, H. F.; MICHAILIDES, T. J. Progress in understanding molecular mechanisms and evolution of resistance to succinate dehydrogenase inhibiting (SDHI) fungicides in phytopathogenic fungi. **Crop Protection**, Guildford, v. 29, n. 7, p. 643-651, 2010.
- BIAZOTTO, F. O.; PESTANA, J. R.; JUNIOR, J. P.; LIMA, M. A. V.; ALMEIDA, L. F. Z.; CUNHA, B. A.; SILVERIO, M. A. Comparação de fungicidas DMIs e QoIs associados a fungicidas protetores no controle da ferrugem asiática da soja. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 49., 2016, Maceió. **Tratamento químico: Anais**. Maceió, AL: Universidade Federal de Alagoas, 2016. 1 CD-ROM.
- BLUM, M. M. C.; REIS, E. M. *Phakopsora pachyrhizi* in vitro sensitivity to fungicides. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 39, n. 3, p. 215-216, 2013.

BRASIL. Diário Oficial da União. **Ato nº 1, de 26 de dezembro de 2016**, 2016. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=19/12/2016&jornal=1&pagina=14&totalArquivos=152>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

BRENT, K. J.; HOLLOMON, D. Fungicide resistance: the assessment of risk. 2. ed. Brussels: **Fungicide Resistance Action Commitee**, 2007. Disponível em: <<http://www.frac.info/docs/default-source/publications/monographs/monograph-2.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2016.

BUTZEN, S.; BEUDOT, F.; MCINNES, B. **Asian soybean rust: fungicides. Crop Insights, 2005**. Disponível em: <<https://www.pioneer.com/home/site/us/agronomy/library/template.CONTENT/guid.6604153B-DB01-CE9E-6A9D-B916EE2573BB>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

CAMPBELL C. L.; MADDEN L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York, John Wiley & Sons, 1990.

CARRIJO, D. R. **Efeitos fisiológicos provocados pelo fungicida fluxapiraxade, isolado e em formulação com a piraclostrobina, na cultura da soja**. 2014. 71f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2016/2017 - sétimo levantamento**. Brasília: CONAB, 2017. 162p.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Custo da ferrugem asiática**, 2017a. Disponível em: <<http://www.consorcioantiferrugem.net/#!/conteudos/view/5>>. Acesso em: 05 mar. 2017.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Mapa de dispersão da ferrugem asiática da soja**, 2017b. Disponível em: <<http://www.consorcioantiferrugem.net/#!/conteudos/view/3>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; MORAES, R. M. A (Org.). **Soja: Resultados de pesquisa 2005/2006**. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2006. 274p. (Documentos, 68).

DELYE, C.; BOUSSET, L.; CORIO-COSTET, M. F. PCR cloning and detection of point mutations in the eburicol 14 α -demethylase (CYP51) gene from *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*, a “recalcitrant” fungus. **Current Genetics**, Heidelberg, v. 34, n. 5, p. 399-403, 1998.

DELYE, C.; LAIGRET, F.; CORIO-COSTET, M. F. A mutation in the 14 α -demethylase gene of *Uncinula necator* that correlates with resistance to a sterol biosynthesis inhibitor. **Environmental Microbiology**, New Jersey, v. 63, n. 8, p. 2966-2970, 1997.

DUARTE, H. S. S.; ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F. A.; RIOS, J. A. Efeito do silicato de potássio isoladamente ou em formulação com fungicida no controle da requeima da batateira. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 1, p. 68-70, 2008.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Clima MS - médias e normais**. Dourados: Embrapa, 2016. Disponível em: <http://www.cpao.embrapa.br/clima/index.php?intervalo=1&dados=precip&Submit=Mostrar&pg=resultado_normal>. Acesso em: 07 out. 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia de produção de soja, Região central do Brasil, 2003**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 169p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia de produção de soja, Região central do Brasil, 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 237p.

FIALLOS, F. R. G. A ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow. **Ciencia e Tecnología**, Quevedo, v. 4, n. 2, p. 45-60, 2011a.

FIALLOS, F. R. G.; FORCELINI C. A. Progresso temporal da ferrugem e redução sobre a área foliar e os componentes no rendimento de grãos em soja. **Acta Agronômica**, Palmira, v. 60, n. 2, p. 147-157, 2011b.

FRAC. Fungicide Resistance Action Committee. **Recommendations for mixtures fungicides**, 2010. Disponível em: <<http://www.frac.info/docs/defaultsource/publications/frac-recommendations-for-fungicide-mixtures/frac-recommendations-for-fungicide-mixtures-january-2010.pdf?sfvrsn=4>> Acesso em: 29 nov. 2016.

FRAC. Fungicide Resistance Action Committee. **Frac Code List**, 2016. Disponível em: <<http://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2016.pdf?sfvrsn=2>>. Acesso em: 28 nov. 2016.

FRAC. Fungicide Resistance Action Committee. **Informativo 01/2017 – Informação sobre carboxamidas em ferrugem da soja**, 2017. Disponível em: <http://media.wix.com/ugd/85b1d3_060a6876562140b693f03708057acff2.pdf>. Acesso em: 20/03/2017.

FREIRE, M. C. M.; OLIVEIRA, L. O.; ALMEIDA, A. M. R.; SCHUSTER, I.; MOREIRA, M. A.; LIEBENBERG, M. M.; MIENIE, C. M. S. Evolutionary history of *Phakopsora pachyrhizi* (asian soybean rust) in Brazil based on nucleotide sequences of the internal transcribed spacer region of the nuclear ribosomal DNA. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 920-931, 2008.

FUNDAÇÃO MT. FUNDAÇÃO MATO GROSSO. **Boletim informativo – Bimestral**. Mato Grosso: Fundação MT, n. 24, p. 2-3, 2008.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000, 78p.

GODOY, C. V.; CANTERI, M. G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 97-101, 2004.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.

GODOY, C. V.; CARNEIRO, C. M. T. P. G; IMAUTI, M. T.; PRIA, M. D.; AMORIM, L.; BERGER, R. D.; BERGAMIN FILHO, A. Diagrammatic scales for bean diseases: development and validation. **Journal of Plant Diseases and Protection**, New Jersey, v. 104, n. 4, p. 336-345, 1997.

GODOY, C. V. (Org.) **Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2006/07**: Resultados sumarizados dos ensaios em rede. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (Circular técnica, 42).

GODOY, C. V. (Org.) **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja em Londrina e Tamarana, PR, na safra 2007/08**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. (Circular técnica, 57).

GODOY, C. V. (Org.) **Ensaio cooperativos para avaliação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja, Safra 2008/09**. Londrina: Embrapa Soja. 2009. (Documentos, 317).

GODOY, C. V. (Org.) **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2009/10**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja. 2010. (Circular técnica, 80).

GODOY, C. V. (Org.) **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2010/11**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja. 2011. (Circular técnica, 87).

GODOY, C. V. (Org.) **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2011/12**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja. 2012. (Circular técnica, 93).

GODOY, C. V. (Org.) **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2012/13**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja. 2013. (Circular técnica, 99).

GODOY, C. V. (Org.) **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2013/14**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja. 2014. (Circular técnica 103).

GODOY, C. V. (Org.) **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja. 2015a. (Circular técnica, 111).

GODOY, C. V. (Org.) **Eficiência de fungicidas multissítios no controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos, Londrina: Embrapa Soja. 2015b. (Circular técnica, 113).

GODOY, C. V. (Org.) **Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *Corynespora cassicola*, na safra 2014/15**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2015c. (Circular técnica, 112).

GODOY, C. V. (Org.) **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2015/16**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja. 2016a. (Circular técnica, 119).

GODOY, C. V. (Org.) **Eficiência de fungicidas multissítios no controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2015/16**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos, Londrina: Embrapa Soja. 2016b. (Circular técnica, 121).

GODOY, C. V. (Org.) **Ensaio em rede para controle de doenças na cultura da soja, safra 2004/05**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. (Documentos, 266).

GODOY, C. V.; PALAVER, L. Ensaio cooperativo para avaliação da eficiência de fungicidas no controle da ferrugem da soja, em Londrina, PR, na safra 2010/11. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 32., 2011, São Pedro, SP. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 182-184.

GODOY, C. V. (Org.) **Resultados de rede de ensaios para controle químico de doenças na cultura de soja, safra 2003/04**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. (Documentos, 251).

GOUSSAIN, M.; LOPES, J.; GOUSSAIN, R. C. S.; MARCHIORO L. F.; VIEIRA, R.; SILVA, M. C. Efeito de clorotalonil no controle da ferrugem asiática da soja. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 49., 2016, Maceió. **Tratamento químico: Anais**. Maceió, AL: Universidade Federal de Alagoas, 2016a. 1 CD-ROM.

GOUSSAIN, M.; LOPES, J.; GOUSSAIN, R. C. S.; FARIA, M. M.; MARCHIORO, L. F.; VIEIRA, R.; SILVA, M. C. Clorotalonil and diferentes fungicides to soybean rust control. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 49., 2016, Maceió, AL. **Tratamento químico: Anais**. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2016b. 1 CD-ROM.

HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; ROPE, J. C. **Compendium of soybean diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 4. ed., 1999, 284 p.

HOBELLEN, P. H. F.; PAVELEY, N. D.; BOSCH, F. V. The emergence of resistance to fungicides. **Plos one**, New York, v. 9, n. 3, p. 1-14, 2014.

HIRANO M.; HIKISHIMA, M.; SILVA, A. J.; XAVIER, S. A.; CANTERI, M. G. Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 36, n. 3, p. 248-250, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática**. Brasília: INMET, 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 06 ago. 2016.

JULIANI, R. S.; ALMEIDA, M. D. S.; MESQUITA, D. L. G.; MACHADO, A. Q.; CASSETARI NETO, D. Avaliação de mancozeb no controle da antracnose da soja. In.: Congresso Paulista de Fitopatologia, 37., 2014, Botucatu – SP. **Anais...** Botucatu: Unesp, 2014.

JULIATTI, F. C., POLIZEL, A. C., JULIATTI, F. C. **Manejo integrado de doenças da soja**. Uberlândia: Composer, 2004. 327p.

JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C.; BALARDIN, R. S.; VALE, F. X. R. Ferrugem da soja: epidemiologia e manejo para uma doença reemergente. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Uberlândia, v.13, p. 351-395, 2005.

KARAOGLANIDIS G. S.; THANASSOULOPOULOS C. C.; IOANNIDIS P. M. Fitness of *Cercospora beticola* field isolates – resistant and – sensitive to demethylation inhibitor fungicides. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 107, n. 3, p. 337–347, 2001.

KLOSOWSKI, A. C.; MAY DE MIO, L. L.; MIESSNER, S.; RODRIGUES, R.; STAMMLER, G. Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*. **Pest Management Science**, New York, v. 72, p. 1211–1215, 2016.

KOLLER, W.; WILCOX, W. F.; BARNARD, J.; JONES, A. L.; BRAUN, P. G. Detection and quantification of resistance of *Venturia inaequalis* populations to sterol demethylation inhibitors. **The American Phytopathological Society**, St. Paul, v. 87, n. 2, p. 184-190, 1997.

LIN, T.; XU, X. F.; DAI, D. J.; SHI, H. J.; WANG, H. D.; ZHANG, C. Q. Differentiation in development of benzimidazole resistance in *Colletotrichum gloeosporioides* complex populations from strawberry and grape host. **Australasian Plant Pathology**, Dordrecht, v. 45, n. 3, p. 241-249, 2016.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT – Sistema de Produtos Fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 25 abr. 2017.

MACIEL, J. L. N.; COSTAMILAN, L. M.; GODOY, C. V. **Rede nacional de ensaio de fungicidas para ferrugem de soja, safra 2005/06**. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, 34., Passo Fundo. Londrina: Embrapa Soja, 2006. p. 275-276.

MANZANO, B. G. P.; JULIANI, R. S.; ALMEIDA, M. D. S.; MACHADO, A. Q.; CASSETARI NETO, D. Avaliação do mancozeb no controle da mancha alvo em soja. In.: Congresso Paulista de Fitopatologia, 37., 2014, Botucatu – SP. **Anais...Botucatu: UNESP**, 2014.

MARINGONI, A. C. E.; BARROS, M. Ocorrência de isolados de *Colletotrichum lindemuthianum* resistentes a fungicidas benzimidazóis. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, n. 2, v. 28, p. 197-200, 2002.

MAY-DE MIO, L. L.; LUO, Y.; MICHAILIDES, T. J. Sensitivity of *Monilinia fructicola* from Brazil to tebuconazole, azoxystrobin, and thiophanate-methyl and implications for disease management. **Plant Disease**, St. Paul, v. 95, n. 7, p. 821-827, 2011.

MELCHING, J. S., BROMFIELD, K. R.; KINGSOLVER, C. H. Infection, colonization and uredospore production on wayne soybean by four cultures of *Phakopsora pachyrhizi*,

the cause of soybean rust. **The American Phytopathological Society**, St. Paul, v. 69, n. 12, p. 1262-1265, 1979.

OLIVEIRA, F. M.; CAMPOS, H. D.; RIBEIRO, L. M.; LANDIM, A. B.; SILVA, R. S.; DIAS, C. H. G. Eficácia de fungicidas protetores em sequencial no controle da ferrugem asiática na cultura da soja. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 49., 2016, Maceió. **Tratamento químico: Anais**. Maceió, AL: Universidade Federal de Alagoas, 2016. 1 CD-ROM.

PACKER, F.; VALERIANO, R.; ARDUIM, G. S.; CUNHA, L. C.; MINOZI, G. B.; RAMPAZO, P. E. Incremento no controle da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) com mancozeb. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 49., 2016, Maceió. **Tratamento químico: Anais**. Maceió, AL: Universidade Federal de Alagoas, 2016. 1 CD-ROM.

PAULO FILHO, A. C. N.; BIAZOTTO, F. O.; PESTANA, J. R.; JUNIOR, J. P.; LIMA, M. A. V.; ALMEIDA, L. F. Z.; CUNHA, B. A. Systemic and protective fungicides on control of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*). In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 49., 2016, Maceió. **Tratamento químico: Anais**. Maceió, AL: Universidade Federal de Alagoas, 2016. 1 CD-ROM.

PELUZIO, J. M.; BARROS, H. B.; ROCHA, R. N. C.; SILVA, R. B.; NASCIMENTO, I. R. Influência do desfolhamento artificial no rendimento de grãos e componentes de produção da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1197-1203, 2002.

PERES, N. A. R.; SOUZA, N. L.; PEEVER, T. L.; TIMMER, L. W. Benomyl Sensitivity of Isolates of *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* from Citrus. **The American Phytopathological Society**, St. Paul, v. 88, n. 2, 2004.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R. Ferrugem da soja: revisão e aspectos técnicos. In: REIS, E. M. **Doenças na Cultura da Soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. p. 55-70.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; CARMONA, M. **Doenças da soja I: Ferrugem asiática**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006, 48p.

REIS, E. M. Redução da sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas e estratégia para retomar eficiência de controle. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.21, n. 141, p. 21-27, 2014.

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

REIS, E. M.; DEUNER, E.; ZANATTA, M. Sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas triazóis e estrobilurina in vivo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 41, n.1, p. 21-24, 2015.

REIS, E. M. REIS, A. C.; ZANATTA, M.; SILVA, L. H. C. P.; SIQUERI, F. V.; SILVA, J. R. C. **Evolução da redução da sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas**

e estratégia para recuperar a eficiência de controle. 3 ed. Passo Fundo: Berthier, 2017, 103p.

REUNIÃO. REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 28., 2006, Uberaba, MG. **Ata...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. 249 p.

REUNIÃO. REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 34., 2015, Londrina, PR, MG. **Ata...** Londrina: Embrapa Soja, 2015. 119 p.

RIBEIRO, L. M.; CAMPOS, H. D.; PILAR, M. N.; MAGALHAES, W. B.; COUTINHO, D. R. M.; OLIVEIRA, F. M. Effectiveness of protective fungicides to control on soybean rust. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 49., 2016, Maceió. **Tratamento químico: Anais.** Maceió, AL: Universidade Federal de Alagoas, 2016. 1 CD-ROM.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **How a soybean plant develops.** Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1982. 20p.

RODRIGUES, M. A. T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC.** 2006. 249f. Dissertação (Mestrado em Proteção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu - SP.

SARTORATO, A. Sensibilidade “In Vitro” de isolados de *Colletotrichum lindemuthianum* a fungicidas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 36, n.3, p. 211-213, 2006.

SCHMITZ, H. K., MEDEIROS, C. A., CRAIG, I. R., STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-oxidoreductase inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, New York, n.3, v. 70, p. 378-388, 2014.

TORRES-CALZADA.; TAPIA-TUSSEL, R.; HIGUERA-CIAPARA, I.; MARTIN-MEX, R.; NEXTICAPAN-GARCEZ, A.; PEREZ-BRITO, D. Sensivity of *Colletotrichum truncatum* to four fungicides and characterization of thiabendazole-resistant isolates. **Plant Disease**, St. Paul, v. 99, n. 11, p. 1590-1595, 2015.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete sample). **Biometrika**, Oxford, n. 3, v. 52, p. 591-611, 1965.

SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, H. D.; SILVA, J. R. C.; RIBEIRO, G. C.; ROCHA, R. R.; MORAES, D. G. Eficácia reduzida de triazóis no controle da ferrugem asiática. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, MG. v. 33, n. 29, p. 228, 2008.

SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, H. D.; SILVA, J. R. C.; REIS, E. M. Control of asian soybean rust with mancozeb, a multi-site fungicide. **Summa Phytopathologica**, Passo Fundo, v. 41, n.1, p. 64-67, 2015.

SOMBARDIER, A.; DUFOUR, M. C.; BLANCARD, D.; CORIO-COSTET, M. F. Sensitivity of *Podosphaera aphanis* isolates to DMI fungicides: distribution and reduced cross-sensitivity. **Pest Management Science**, New York, v. 66, n. 1, p. 35-43, 2010.

STEHMANN, C.; DE WAARD, M. A. Sensitivity of populations of *Botrytis cinerea* to triazoles, benomyl and vinclozolin. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 102, n. 2, p. 171-180, 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 954p.

TOFOLI, J. G.; MELO, P. C. T.; DOMINGUES, R. J. Ação protetora, residual, curativa e anti-esporulante de fungicidas no controle da requeima e da pinta preta da batata em condições controladas. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 2, p. 209-221, 2012a.

TOFOLI, J. G.; MELLO, S. C.; DOMINGUES, R. J.; Efeito do fosfito de potássio isolado e em formulação com fungicidas no controle da requeima do tomateiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 2, p. 201-208, 2012b.

TOFOLI, J. G.; MELO, P. C. T.; DOMINGUES, J. T. F. Controle de requeima e pinta preta da batata por fungicidas e seu reflexo sobre a produtividade e a qualidade de tubérculos. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 83, p. 1-12, 2016.

VENÂNCIO, W. S.; ZAGONEL, J.; FURTADO, E. L.; SOUZA, N. L. Novos fungicidas I – produtos naturais e derivados sintéticos: estrobilurinas e fenilpirroles. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 7, p. 103-155, 1999.

WONG, F. P.; MIDLAND, S. L. Sensitivity distributions of California populations of *Colletotrichum cereale* to the DMI fungicides propiconazole, myclobutanil, tebuconazole, and triadimefon. **Plant Disease**, St. Paul, v. 91, n. 12, p. 1547-1555, 2007.

XAVIER, S. A.; CANTERI, M. G.; BARROS, D. C. M.; GODOY, C. V. Sensitivity of *Corynespora cassiicola* from soybean to carbendazim and prothioconazole. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 431-435, 2013.

YANG X. B.; TSCHANZ A. T.; DOWLER W. M.; WANG T. C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybeans infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **The American Phytopathological Society**, St. Paul, v. 81, p. 1420-1426, 1991.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): identificação e controle. **Informações Agrônomicas**. Londrina, n. 104, p. 5-8, 2003.

YORINORI, J. T.; NUNES JUNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem "asiática" da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle**. Londrina PR. Embrapa Soja, 2004. (Documentos 247).

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. L.; GODOY, C. V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. **Plant Disease**, v. 89, p. 675-677, 2005.

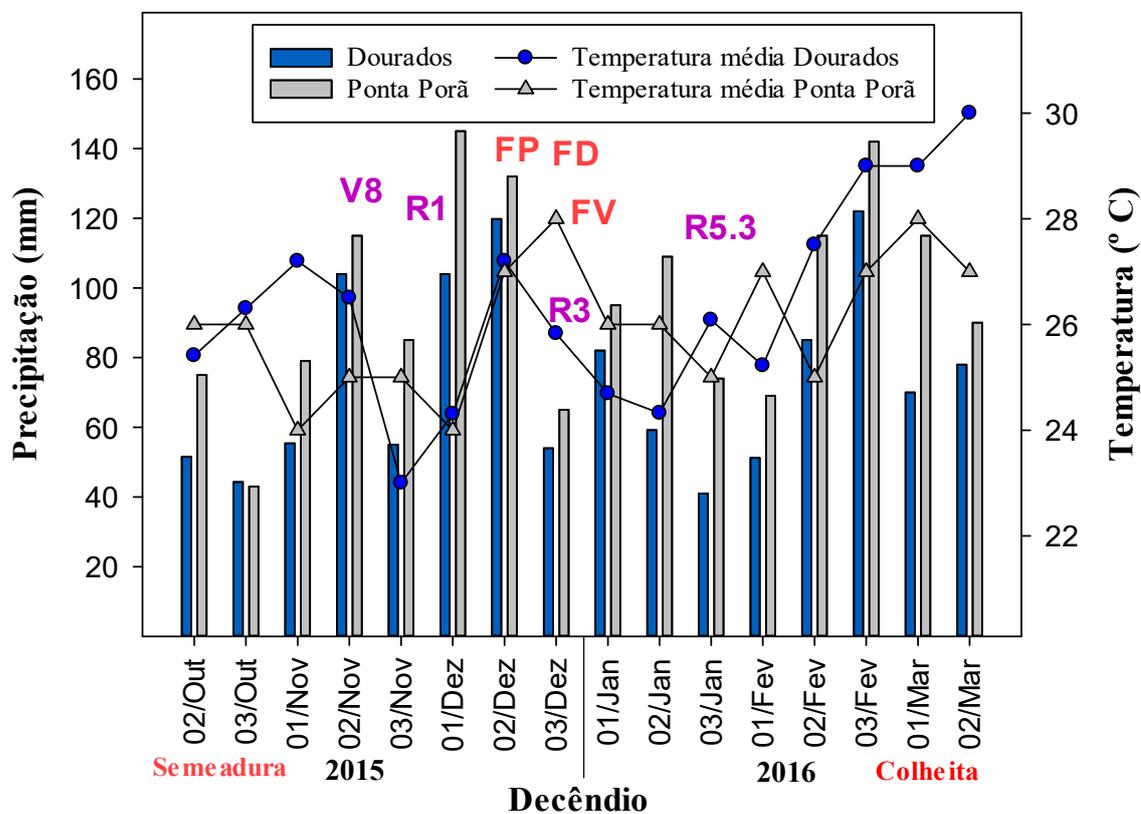
YORINORI, J. T. **Cancro da haste da soja: epidemiologia e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 1996. 75 p. (Circular Técnica, 14).

ZAMBENEDETTI, E. B.; ALVES, E.; ARAUJO, D. V. Eventos dos processos de pré-penetração, penetração e colonização de *Phakopsora pachyrhizi* em folíolos de soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 156-160, 2007.

ZAMBOLIM, L.; PICANÇO, M. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; JESUS J. W. C. **Produtos fitossanitários (fungicidas, inseticidas, acaricidas e herbicidas)**. Viçosa: UFV, 2008. 652p.

ZUNTINI, B. **Efeito da adição do fungicida mancozeb em associação com triazóis e estrobilurinas no controle do míldio e da ferrugem asiática da soja**. 2015. 63f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul - MS.

ANEXOS



ANEXO A. Precipitação e temperatura média em Ponta Porã e Dourados. Estádio fenológico geral dos experimentos (**R1**, **R3**, **R5.3**), primeiros focos de ferrugem em Ponta Porã (**FP**), primeiros focos de ferrugem no ensaio de Dourados (**FD**), primeiro foco de ferrugem em Vila Vargas (**FV**). **Fonte:** Embrapa Agropecuária Oeste, (2016) e Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, (2016).

ANEXO B. Estádios de desenvolvimento da soja.

Estádio	Descrição
I. Fase Vegetativa	
VC	Da Emergência a cotilédones abertos
V1	Primeiro nó, folhas unifolioladas abertas
V2	Segundo nó, primeiro trifólio aberto
V3	Terceiro nó, segundo trifólio aberto
Vn	Enésimo nó com trifólio aberto, antes da floração.
II. Fase reprodutiva	
R1	Início da floração até 50% das plantas com uma flor.
R2	Floração Plena. Maioria dos racemos com flores abertas.
R3	Final da Floração, vagens com até 1,5 cm de comprimento.
R4	Maioria das vagens no terço superior com 2 a 4 cm.
R5.1	Grãos perceptíveis ao tato a 10% de granação.
R5.2	Maioria das vagens com granação de 10 a 25% de granação
R5.3	Maioria das vagens entre 25 a 50% de granação
R5.4	Maioria das vagens entre 50 a 75% de granação
R5.5	Maioria das vagens entre 75 a 100% de granação
R6	Vagens com 100% de granação e folhas verdes
R7.1	Início a 50% do amarelecimento de folhas a vagens
R7.2	51 a 75% do amarelecimento de folhas e vagens
R7.3	Mais de 76% de folhas e vagens amareladas.
R8.1	Início a 50% de desfolha
R8.2	Mais de 50% de desfolha a pré-colheita
R9	Ponto de maturação da colheita.

Fonte: Adaptado de Ritchie et al., (1982) e Yorinori (1996).