

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA POR
ESTROBILURINAS ISOLADAS OU EM ASSOCIAÇÃO
COM TRIAZÓIS/CARBOXAMIDAS**

**EDUARDO FREITAS RODRIGUES
RENAN MIRANDA VIERO**

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2014**

**CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA POR
ESTROBILURINAS ISOLADAS OU EM ASSOCIAÇÃO COM
TRIAZÓIS/CARBOXAMIDAS**

**EDUARDO FREITAS RODRIGUES
RENAN MIRANDA VIERO**

Orientador: PROF. DR. WALBER LUIZ GAVASSONI

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal da
Grande Dourados, como parte das
exigências do Curso de Graduação em
Agronomia.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2014

**CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA POR
ESTROBILURINAS ISOLADAS OU EM ASSOCIAÇÃO COM
TRIAZÓIS/CARBOXAMIDAS**

Por

Eduardo Freitas Rodrigues e Renan Miranda Viero

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO.

Aprovado em: / /

Prof. Dr. Walber Luiz Gavassoni
Orientador – UFGD/FCA

Prof^ª. Dra. Lilian Maria Arruda Bacchi
UFGD/FCA

Eng. Agr. M.Sc. Bruno Cezar Álvaro Pontim
UFGD/FCA

DEDICATÓRIA

Aos nossos familiares que sempre estiveram presentes e nos motivaram a trilhar por esse caminho que levaremos pelo resto de nossas vidas.

E a todos nossos amigos que estiveram junto a nós, nos ajudando e auxiliando em todo esse percurso de faculdade.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade e auxílio no desenvolvimento deste trabalho, também pela obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

A nossas mães Maria Dias Miranda Viero e Rosemeire Alvares Freitas, e nossos pais Luiz Miguel Viero e Valmor Gamarra Rodrigues que nos incentivaram, nos deram suporte e apoio para todas as atividades que realizamos durante nosso período acadêmico.

Ao nosso orientador Prof. Dr. Walber Luiz Gavassoni pela sua disposição em auxiliar-nos em todos os momentos deste trabalho e por ter nos ensinado muito não somente como profissional mais também como pessoa.

A todos os professores que fazendo o seu trabalho contribuíram em nossa formação nos dando ensinamentos para realização deste trabalho.

Ao nosso amigo Paulo Henrique Nascimento que nos ajudou durante a condução deste trabalho.

E a todas as pessoas que direta ou indiretamente nos ajudaram para que este trabalho fosse desenvolvido.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Ferrugem asiática da soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>)	2
2.2 Controle	3
2.2.1 Controle Químico	4
2.2.1.1 Inibidores da Quinona Oxidase (QoI)	4
2.2.1.2 Inibidores da Demetilação (DMI)	5
2.2.1.3 Inibidores da Succinato Desidrogenase (SDHI)	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	7
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1 Safra 2012/13	12
4.2 Safra 2013/14	15
5 CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

LISTA DE QUADROS

PÁGINA

- QUADRO 1. Produtos comerciais e adjuvantes aplicados na cultura da soja para controle de ferrugem asiática nas safras 2012/13 e 2013/14 8
- QUADRO 2. Produtos comerciais e ingredientes ativos utilizados para controle da ferrugem asiática da soja 9
- QUADRO 3. Datas de coleta de folíolos do terço inferior e estádios fenológicos de plantas de soja nas safras 2012/13 e 2013/14 9
- QUADRO 4. Número de lesões e urédias por folíolo na avaliação de terço inferior realizada em 03/03/2013 quando cultura estava no estágio fenológico R7.1 para a cultivar FTS Campo Mourão RR na safra 2012/13 em Dourados MS 13
- QUADRO 5. Produtividade (kg ha^{-1}), massa de mil grãos (g) e desfolha (%) para a soja cultivar FTS Campo Mourão RR afetada pela aplicação de diferentes fungicidas na safra 2012/13 em Dourados-MS 14
- QUADRO 6. Número de lesões por folíolo e seus respectivos níveis de controle nas avaliações de terço inferior realizadas em 25/03/2014, 01/04/2014 e 08/04/2014 para a cultivar BMX Potência RR na safra 2013/14 em Dourados MS 16
- QUADRO 7. Número de urédias por folíolo e seus respectivos níveis de controle nas avaliações de terço inferior realizadas em 25/03/2014, 01/04/2014 e 08/04/2014 para a cultivar BMX Potência RR na safra 2013/14 em Dourados MS 17

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

- FIGURA 1. Chaves com diferentes áreas utilizadas para quantificação de lesões e urédias. Cada abertura corresponde a uma área de $0,5 \text{ cm}^2$ 10
- FIGURA 2. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja 10
- FIGURA 3. Condições climáticas de temperatura e precipitação por decêndios para o município de Dourados-MS para a safra 2013/14 13
- FIGURA 4. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para contagem do número de lesões de ferrugem asiática da soja em função do tratamento da parte aérea com fungicidas para a cultivar BMX Potência RR, na safra 2013/14 em Dourados-MS 21
- FIGURA 5. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para contagem do número de urédias de ferrugem asiática da soja em função do tratamento da parte aérea com fungicidas para a cultivar BMX Potência RR, na safra 2013/14 em Dourados-MS 22
- FIGURA 6. Desfolha (%) de plantas de soja, quando a cultura estava no estágio R8.1 para a cultivar BMX Potência RR, avaliada no dia 18/07/2014, em função do tratamento da parte aérea com fungicidas para controle da ferrugem asiática na safra 2013/14 em Dourados-MS 22
- FIGURA 7. Área foliar lesionada (%) de folíolos de soja, quando a cultura estava no estágio R7.1 para a cultivar BMX Potência RR, avaliada no dia 08/04/2014, em função do tratamento da parte aérea com fungicidas para controle da ferrugem asiática na safra 2013/14 em Dourados-MS . . . 23
- FIGURA 8. Massa de mil grãos de soja (g) em função do tratamento da parte aérea com fungicidas para controle da ferrugem asiática na safra 2013/14 em Dourados-MS 24
- FIGURA 9. Sintomas de fitotoxidez em plantas e folíolos de soja causados pelas aplicação da mistura trifloxistrobina+protioconazol. 25
- FIGURA 10. Produtividade da soja (kg ha^{-1}), cultivar BMX Potência RR, em função do tratamento da parte aérea com fungicidas para controle da ferrugem asiática na safra 2013/14 em Dourados-MS 25
- FIGURA 11. Condições climáticas de temperatura e precipitação por decêndios para o município de Dourados-MS para a safra 2013/14 27

RESUMO

RODRIGUES, E. F.; VIERO, R. M. **Controle da ferrugem asiática da soja por estrobilurinas isoladas ou em associação com triazóis/carboxamidas.** 2014. 41 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2014.

A soja é umas das culturas de maior importância econômica no Brasil e desde 2001, com a detecção da ferrugem asiática da soja, o uso de fungicidas na cultura aumentou de forma exponencial. Devido à grande utilização de fungicidas na soja, a busca por informações de quais produtos possuem uma melhor eficácia tornou-se necessária. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito isolado da estrobilurina no controle da ferrugem asiática da soja em comparação à sua associação com triazóis e carboxamidas, nas safras 2012/13 e 2013/14. O delineamento adotado foi em blocos ao acaso, sendo dez e onze tratamentos, para as safras 2012/13 e 2013/14, respectivamente, com cinco repetições. Na safra 2012/13 as condições climáticas não permitiram que houvesse uma alta severidade do patógeno, impossibilitando a constatação de diferenças entre os tratamentos. Na safra 2013/14, não houve diferença significativa na produtividade da cultura, porém foi possível avaliar a diferença na eficácia de controle dos fungicidas. De maneira geral, o controle da ferrugem asiática da soja por estrobilurinas foi potencializado quando estas foram associadas à triazóis e carboxamidas, portanto, a associação de dois ou mais ingredientes ativos, com modo de ação diferente, é a estratégia de controle químico mais recomendada para esta doença.

Palavras-chave: *Phakopsora pachyrhizi*, *Glycine max*, fungicidas, controle químico

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] vem se expandindo cada vez mais no território brasileiro, corroborado pelo levantamento da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), que mostra um crescimento de 8,7% (2,39 milhões de hectares) na área semeada em relação à safra 2012/2013. A produção nacional foi recorde, atingindo 85,65 milhões de toneladas, 5,7% superior a 2013. A produtividade passou de 2.938 para 2.842 kg ha⁻¹, o que representa um decréscimo de 2,9%, (CONAB, 2014). Devido a esse crescimento e a importância da agricultura na sustentação da balança comercial do país são necessários estudos sobre os fatores limitantes a produção da soja no Brasil.

A ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow é, na atualidade, a principal doença que atinge a cultura da soja no Brasil. O fungo *P. pachyrhizi* foi identificado no Brasil pela primeira vez no final da safra de 2000/01 (YORINORI et al., 2002), e já representava grande ameaça a produção nacional devido a agressividade do patógeno.

O controle da ferrugem asiática da soja é baseado na associação de diversas medidas de controle, como: utilização de cultivares de ciclo precoce, semeadura no início da época recomendada, evitar prolongamento do período de semeadura, monitoramento da lavoura desde o início e controle químico (PIMENTA et al., 2011). Outras medidas dizem respeito à evitar a sobrevivência do fungo no período da entressafra de soja, através da eliminação de plantas de soja voluntárias e hospedeiros alternativos do fungo.

Existem, atualmente, 114 produtos químicos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o controle da ferrugem-asiática (MAPA, 2014). Com a ampla oferta de produtos, torna-se difícil para o produtor escolher o produto a ser utilizado, entretanto a opção inadequada de fungicidas pode comprometer a eficiência do controle da ferrugem asiática, podendo resultar em danos mesmo sob condições de controle (BEDIN et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de controle da ferrugem asiática da soja por ingredientes ativos do grupo das estrobilurinas isoladas ou em associação com triazóis/carboxamidas, nas safras 2012/13 e 2013/14.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A soja [*Glycine max* (L). Merrill] pertence à classe das dicotiledôneas, família Fabaceae e subfamília Papilionoides. O sistema radicular é pivotante, com grande número de ramificações e nódulos contendo bactérias fixadoras de nitrogênio. O caule é herbáceo, ereto e bastante ramificado, variando de 0,6 à 1,5 m de altura, pubescentes de pelos brancos, pardacentos ou tostados. As folhas se apresentam alternadas, longas e pecioladas. São compostas por três folíolos lanceolados ou ovalados, com comprimento variando de 0,5 a 12,5 cm. As flores, de coloração branca, amarela ou violácea, apresentam-se nos ráceros, que podem ser axilares ou terminais. Os frutos são vagens achatadas, de coloração cinza, amarela palha ou preta, geralmente contém de 2 a 3 sementes e encontram-se agrupadas em 2 a 5 por gema. As sementes possuem forma arredondada, achatada ou alongada. O tamanho é variado, assim como a coloração (EMBRAPA, 2004).

Produtividades superiores à 6000 kg ha⁻¹ tem sido alcançadas por produtores brasileiros em desafios de produtividade máxima promovidos pelo Comitê Estratégico Soja Brasil (CESB, 2014). De acordo com Ugalde (2005) fatores como clima, tipo de solo, nutrição, variações genéticas e ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas contribuem para redução deste potencial. Vários fatores contribuem para redução do potencial produtivo das lavouras de soja, sendo que um dos principais são as doenças. Aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus já foram identificadas no Brasil. Dentre as doenças causadas por fungos, podemos destacar a ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*.

2.1 Ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow)

A ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *P. pachyrhizi*, é uma das doenças mais severas que incide sobre cultura da soja, o fungo afeta o rendimento da cultura, com uma redução entre 10 a 90% na produção (SINCLAIR e HARTMAN, 1999; EMBRAPA, 2011). O patógeno *P. pachyrhizi* tem seu desenvolvimento favorecido por chuvas bem distribuídas e longos períodos de molhamento foliar, com temperatura ótima para infecção de 18 a 26,5 °C. Os sintomas da doença podem

aparecer em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura, podendo atingir cotilédones, hastes e folhas, sendo estas a de principal importância para a cultura (BEDIN, et al., (2008).

Nas folhas, os primeiros sintomas são caracterizados por minúsculos pontos escuros no tecido sadio da folha, com uma coloração que varia de esverdeada a cinza-esverdeada. Com a evolução da doença, o tecido infectado da folha adquire coloração castanho claro a castanho avermelhado (EMBRAPA, 2011). Na face abaxial do folíolo infectado, sob a lesão, observa-se a formação de pústulas, que são as urédias do fungo e produzem grandes massas de uredospóros, com coloração amarelo-amarronzada, pálida a descolorida (RUPE e SCONYERS, 2008). Em condições de campo, os sintomas são observados inicialmente nos folíolos das partes inferiores do dossel, localizando-se geralmente próximas à base, perto do pecíolo e nervuras, pois nesta região a umidade é retida por um período de tempo maior. Com o progresso da doença, as lesões não aumentam em tamanho, mas sim em número, tomando áreas consideráveis da folha se o controle não for executado.

As plantas severamente atacadas pelo patógeno apresentam uma desfolha precoce, que conseqüentemente vem comprometer a formação, o enchimento de vagens e o peso final dos grãos. O dano será maior quanto mais cedo ocorrer a desfolha, pois menor será o tamanho do grão e, conseqüentemente, maior a perda de rendimento e de qualidade (YANG et al., 1991).

Em condições de campo, como os ciclos secundários naturais da doença sucedem-se durante todo período infeccioso, deve se realizar estudos sobre número e épocas de aplicação dos fungicidas para evitar danos com a ferrugem da soja. Estudos sobre a eficiência de diferentes fungicidas no controle curativo, após a observação da doença no campo, devem ser realizados, para verificar a real necessidade de aplicações preventivas (GODOY e CANTERI, 2004).

2.2 Controle

O controle da ferrugem asiática deve ser integrado a várias práticas culturais visando diminuir a fonte de inoculo. Dentre essas práticas pode-se citar a rotação de culturas, o cuidado para evitar perdas na colheita, respeitar o vazio sanitário, a eliminação da soja tiguera para evitar a ponte verde, a semeadura da soja em época recomendada, evitar o prolongamento do período de semeadura, o monitoramento

constante da lavoura (com auxílio de lupa de 20 ou 40 vezes de aumento). No controle curativo, fazer aplicação de fungicida nos sintomas iniciais da doença, procurar fazer rotação de classes de fungicidas quando for realizar mais de uma aplicação, utilizar as tecnologias de aplicações recomendadas, para obter boa cobertura foliar e penetração do produto no dossel da planta, respeitar as condições climáticas durante as aplicações, utilizar fungicidas recomendados e eficazes (BEDIN et al., 2008).

Navarini et al. (2007) fizeram uma análise geral de diversos fungicidas que demonstrou que as aplicações preventivas tendem a maiores ganhos no rendimento em relação à aplicações curativas, com isso afirmam que o momento e o número de aplicações dos fungicidas influenciam no rendimento de grãos.

2.2.1 Controle Químico

O controle químico é a principal ferramenta no manejo integrado da ferrugem asiática, pois após a instalação da doença na área, os ciclos secundários ocorrem rapidamente, sob condições favoráveis (YORINORI, 2004).

O conceito mais abrangente e aceito atualmente para definir os fungicidas diz que estes são compostos químicos utilizados para controlar doenças causadas por fungos, bactérias e algas. Os compostos denominados fungistáticos são caracterizados como compostos químicos que não matam os fungos, apenas inibem, temporariamente, a germinação de esporos ou desenvolvimento dos microrganismos. Há ainda os compostos denominados como antiesporulantes, que atuam somente na fase reprodutiva dos fungos, inibindo ou prevenindo a formação de estruturas reprodutivas (esporos), porém sem atuação sobre o desenvolvimento vegetativo (GARCIA, 1999; TOFOLI et al., 2012).

Os principais fungicidas registrados e utilizados no Brasil para o controle da ferrugem asiática pertencem aos grupos dos triazóis e estrobilurinas, além das moléculas fungicidas pertencentes ao grupo das carboxamidas que encontram-se disponíveis no mercado mais recentemente (MAPA, 2014).

2.2.1.1 Inibidores da Quinona Oxidase (QoI)

As moléculas fungicidas pertencentes ao grupo das estrobilurinas entraram no mercado em 1996, seu mecanismo de ação sobre os fitopatógenos é baseado na

inibição da respiração mitocondrial, bloqueando a transferência de elétrons do citocromo *b* para o citocromo *c*₁, no sítio Qo, impedindo a formação de adenosina trifosfato (RODRIGUES, 2006).

Os fungicidas pertencentes à este grupo atuam principalmente de forma preventiva à infecção, impedindo a germinação dos esporos. Podem também atuar de forma curativa e erradicante, inibindo o desenvolvimento dos fungos ainda nos estádios iniciais de infecção, logo após a germinação dos esporos (RODRIGUES, 2006).

As estrobilurinas podem ser classificadas como sistêmicas, como é o caso da azoxistrobina, ou mesostêmicas, que se acumulam na cutina dos tecidos vegetais e são liberadas lentamente para a planta, como a trifloxistrobina (JULIATTI, 2007). Com o aumento da umidade, seja por orvalho, pulverização ou chuvas, ocorre incremento na redistribuição superficial e na absorção das moléculas de fungicidas pertencentes ao grupo das estrobilurinas (VENANCIO et al., 1999).

2.2.1.2 Inibidores da Demetilação (DMI)

As moléculas fungicidas pertencentes ao grupo dos triazóis são orgânicas, formadas pela adição de diferentes radicais químicos a uma molécula de 1,2,4-triazol. Todos os fungicidas deste grupo registrados no MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para a cultura da soja são classificados como sistêmicos, sendo absorvidos e translocados de forma acropetal nas plantas (RODRIGUES, 2006).

Os triazóis apresentam elevada fungitoxidade, rápida penetração e translocação nos tecidos vegetais. Quando aplicados às plantas, os fungicidas deste grupo podem atuar de forma protetora, impedindo a germinação de esporos, formação do tubo germinativo e apressório. No entanto, esta proteção é apenas parcial e a sua ação ocorre mais efetivamente de forma curativa, após a penetração do fungo nos tecidos da planta hospedeira. A sua ação curativa se dá pela inibição do crescimento micelial e desenvolvimento de haustórios (RODRIGUES, 2006).

O mecanismo de ação dos triazóis ocorre por meio da inibição da biossíntese do ergosterol, mais precisamente, por meio da inibição da demetilação do lanosterol. Quando as células do patógeno entram em contato com as moléculas do fungicida, estas ocupam os sítios ativos pelos quais a enzima 14 α -demetilase liga-se ao citocromo P450, responsável por catalisar a oxidação de 14 α -metil à 14 α -

hidroximetil, impedindo o processo de demetilação. Como resultado, observa-se o acúmulo de esteróis como 4,4-dimetil e 4 α -metil, que possuem radicais 14 α -metil, promovendo a inativação do processo de demetilação do lanosterol até compostos intermediários, precursores do ergosterol. A falta de ergosterol e aumento de compostos intermediários causa uma desorganização na membrana citoplasmática das células do fungo. Quando doses elevadas de fungicidas são aplicadas, observa-se dano direto sobre a membrana e alterações morfológicas, como inchamento das células, vacuolização excessiva, septação incompleta, aparecimento de vesículas entre a membrana e a parede celular e a formação de inclusões membranosas (RODRIGUES, 2006).

2.2.1.3 Inibidores da Succinato Desidrogenase (SDHI)

As moléculas pertencentes ao grupo químico das carboxamidas são, em sua maioria, sistêmicas, com ação protetora e curativa. Seu mecanismo de ação é baseado na inibição da respiração mitocondrial, atuando sobre o Complexo II, também conhecido como succinato desidrogenase, na cadeia de transporte de elétrons. Este complexo transfere os elétrons de FADH₂ para a coenzima Q, por meio de um aceptor de elétrons FAD. A inibição da respiração impede a síntese do ATP, seu principal produto, além de outras moléculas intermediárias vitais para o microrganismo (RODRIGUES, 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos a campo em climas do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen e em solos do tipo Latossolo Vermelho distroférico.

O primeiro foi instalado na safra 2012/13, em lavoura comercial de soja, no município de Dourados-MS, situada sob a latitude 22°04' S e longitude 54°16' W, com 306 metros de altitude. A variedade de soja utilizada foi a FTS Campo Mourão RR, semeada em espaçamento de 0,45 m entre fileiras e densidade de 15 plantas por metro. A semeadura ocorreu no dia 25/11/2012 em sistema de plantio direto, em área anteriormente cultivada com milho. O controle de insetos e plantas daninhas foi realizado de acordo com recomendações técnicas.

O segundo trabalho foi conduzido na FAECA – Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD no município de Dourados-MS, na safra 2013/14. O local situa-se em latitude de 22°14' S, longitude de 54°59' W e altitude de 434 m. A variedade de soja utilizada foi a BMX Potência RR, que foi semeada no dia 17/01/2014 com a utilização de uma semeadora de disco horizontal regulada para distribuir 18 sementes por metro e para aplicação de 308 kg do adubo 0-20-20 no sulco de semeadora. As sementes foram tratadas com 2 mL kg⁻¹ Derosal Plus® (carbendazim+thiram).

Nas aplicações, utilizou-se pulverizador costal a pressão constante (CO₂), com barra de 2 m e bicos espaçados 0,5 m entre si, utilizando pontas 110/08 com pressão na barra regulada para 45 psi e volume de calda 200 L ha⁻¹.

Ambos delineamentos experimentais foram blocos casualizados (DBC) com cinco repetições, com dez tratamentos no primeiro e onze no segundo experimento. As parcelas foram formadas por sete fileiras de soja de seis metros de comprimento, sendo posteriormente descartadas duas fileiras bordadura de cada lado e 0,5 m no início e no fim das unidades experimentais, gerando área útil de 6,75 m².

Na safra 2012/13 os tratamentos consistiram de nove produtos registrados no MAPA para controle da ferrugem asiática da soja em associação com os produtos adjuvantes recomendados pelas empresas fabricantes e um tratamento testemunha sem aplicação de fungicida (Quadros 1 e 2).

QUADRO 1. Produtos comerciais e adjuvantes aplicados na cultura da soja para controle de ferrugem asiática nas safras 2012/13 e 2013/14

Tratamento	Adjuvante	Dose (mL p.c. ha ⁻¹)	
		Fungicida	Adjuvante
Comet/Comet/Comet	Assist	266	500
Priori/Priori/Priori	Nimbus	240	600
Oranis/Oranis/Oranis	Nimbus	240	600
Alto 100/ Alto 100/ Alto 100	Aureo	240	375
Sphere Max/ Sphere Max/ Sphere Max ¹	Aureo	150	375
Opera/ Opera/ Opera	Assist	500	500
Priori Xtra/Priori Xtra/Priori Xtra	Nimbus	300	600
Aproach Prima/Aproach Prima/ Aproach Prima	Nimbus	300	600
Fox/Sphere Max/Sphere Max ¹	Aureo	400/150	375
Orkestra/Orkestra/Orkestra ²	Assist	500	500
Fox/Fox/Fox ²	Aureo	400	375
Orkestra+Alto100/Orkestra+Alto100/ Orkestra+Alto100 ²	Assist	500+240	500

¹Utilizado apenas na safra 2012/13

²Utilizado apenas na safra 2013/14

No experimento realizado na safra 2013/14 foram utilizados nove produtos registrados no MAPA para controle da ferrugem asiática da soja em associação com os produtos adjuvantes recomendados pelas empresas fabricantes (Quadros 1 e 2) e uma mistura entre dois produtos comerciais (Orkestra + Alto 100) a fim de potencializar tal produto para quantificar sua eficácia de controle sobre o patógeno e um tratamento testemunha.

Em ambas as safras, foram amostrados folíolos no entorno da área experimental, a fim de verificar se a doença estava instalada no local. Após realizada a avaliação, não foram encontrados sinais e sintomas de ferrugem asiática, o que caracteriza as aplicações como preventivas.

O mesmo calendário para aplicação dos tratamentos foi adotado em ambas as safras. A primeira aplicação foi feita quando as plantas se apresentaram no estágio R1, a segunda aplicação 18 dias após a primeira, e a terceira 14 dias após a segunda.

Nas duas safras, procedeu-se coletas de folíolos no entorno do experimento até a doença ser detectada na área. Após constatada a presença da doença, passou-se a coletar folíolos das plantas localizadas na área útil das parcelas.

A avaliação da severidade da doença foi realizada por meio da coleta semanal de 10 folíolos do terço inferior das plantas da área útil de cada parcela. As datas de coleta de folíolos e os estádios fenológicos estão representados no Quadro 3.

QUADRO 2. Produtos comerciais e ingredientes ativos utilizados para controle da ferrugem asiática da soja

Produto Comercial	Ingrediente Ativo	Dose	
		g.i.a ha ⁻¹	mL p.c ha ⁻¹
Comet	Piraclostrobina	66,5	266
Priori	Azoxistrobina	60	240
Oranis	Picoxistrobina	60	240
Alto 100	Ciproconazol	24	240
Sphere Max	Ciproconazol+Trifloxistrobina	24+56,25	150
Opera	Epoconazol+Piraclostrobina	25+66,5	500
Priori Xtra	Ciproconazol+Azoxistrobina	24+60	300
Aproach Prima	Ciproconazol+Picoxistrobina	24+60	300
Fox	Protioconazol+Trifloxistrobina	70+60	400
Orkestra	Fluxapiraxade+Piraclostrobina	50+100	300

QUADRO 3. Datas de coleta de folíolos do terço inferior e estádios fenológicos de plantas de soja nas safras 2012/13 e 2013/14

Safrá 2012/13		Safrá 2013/14	
Data de coleta	Estádio Fenológico	Data de coleta	Estádio Fenológico
29/01/2013	R4	18/03/2014	R4
12/02/2013	R5.3	25/03/2014	R5.1
27/02/2013	R6	01/04/2014	R5.4
06/03/2013	R7.1	08/04/2014	R7.1

Os folíolos coletados foram examinados individualmente com o auxílio de microscópio estereoscópio, com aumento de 40 vezes, e enumerou-se lesões e urédias.

Devido à alta severidade da doença, adotou-se o seguinte procedimento para contagem de lesões e urédias: uma chave de plástico com o formato dos folíolos e com áreas conhecidas foi utilizada para contagem. Cada folíolo avaliado foi sobreposto pela chave que mais se assemelhava com o seu tamanho (Figura 1). Foram feitas perfurações com área de 0,5cm² cada, na qual se contou somente dentro das áreas

perfuradas e posteriormente foi realizado o cálculo com a área total do folíolo, obtendo o número total de lesões e urédias de cada folíolo.

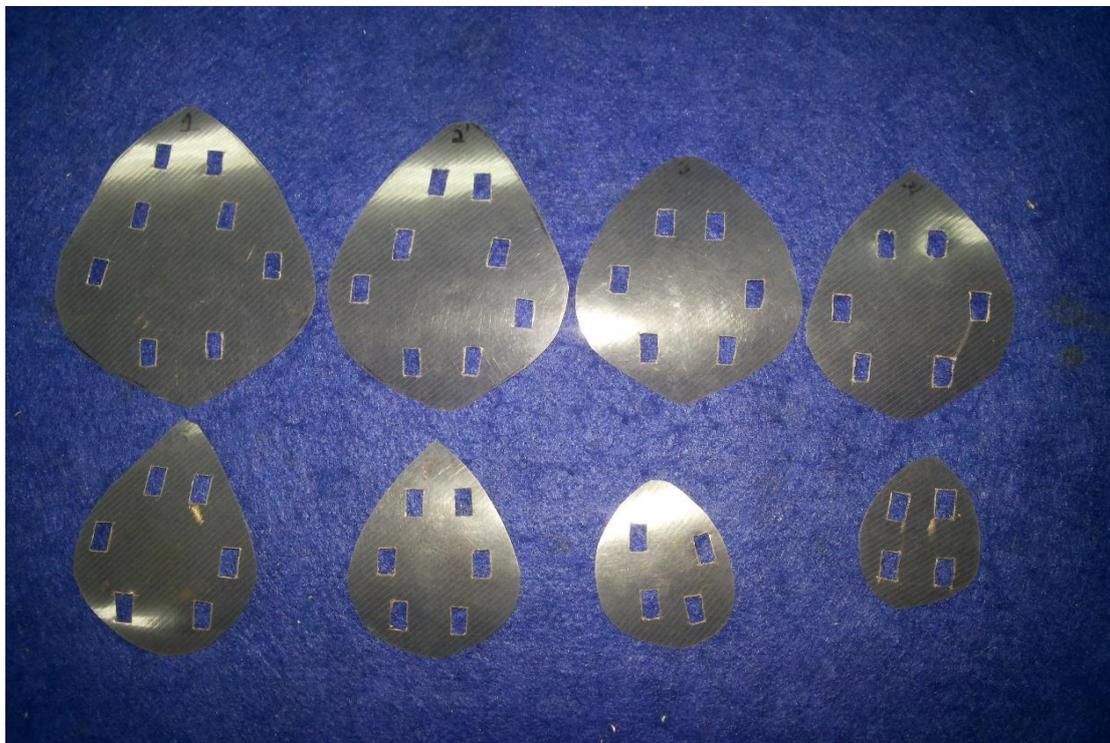


FIGURA 1. Chaves com diferentes áreas utilizadas para quantificação de lesões e urédias. Cada abertura corresponde a uma área de $0,5 \text{ cm}^2$.

No estágio fenológico R8.1 foi avaliada a desfolha (%). Na safra 2013/14 foi avaliada a porcentagem de área foliar lesionada pelo patógeno, utilizando um negatoscópio, tomando como base a escala diagramática de severidade da ferrugem da soja (Figura 2).

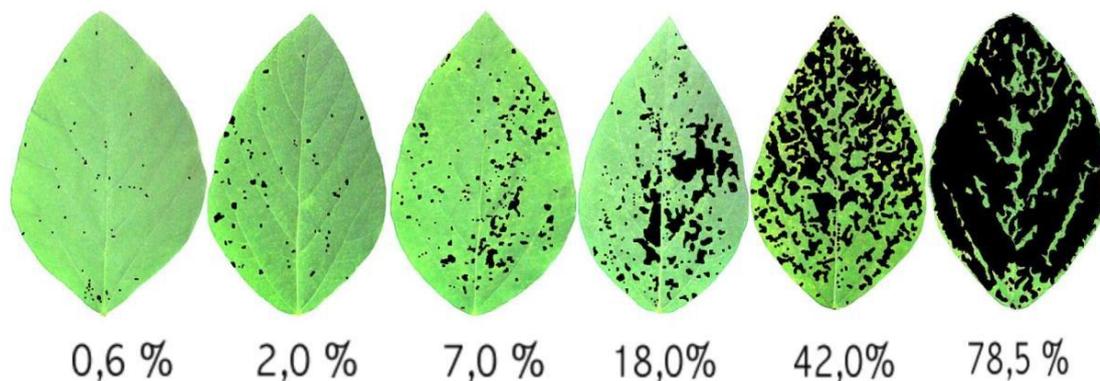


FIGURA 2. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja (CANTERI & GODOY, 2003).

A colheita em ambos experimentos foi realizada manualmente. Foram colhidas todas as plantas localizadas na área útil da parcela. Posteriormente, o material colhido foi trilhado em equipamento estacionário. Os grãos foram acondicionados em sacos de papel e levados ao Laboratório de Microbiologia Agrícola e Fitopatologia da Universidade Federal da Grande Dourados, onde foram realizadas todas as avaliações. Para se obter a produtividade em kg ha^{-1} , a massa da produção de cada parcela foi medida e a umidade dos grãos foi determinada para, posteriormente, ser ajustada para 13%. A massa de mil grãos foi medida a partir de três amostragens aleatórias de 1000 grãos.

Para análise estatística, os dados de lesões e urédias foram transformados em $\log(x+1)$ e os dados de severidade e de desfolha em $\arcsen\sqrt{(x/100)}$. Com os dados de números de lesões e urédias foram calculadas as áreas abaixo da curva de progresso da doença. Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e quando significativo foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Safra 2012/13

O primeiro relato da ferrugem asiática da soja no Brasil na safra 2012/13 foi realizado em Alto Araguaia, no estado do Mato Grosso, em 24/10/2012. No Mato Grosso do Sul, a doença foi relatada pela primeira vez, nesta safra, no município de Maracaju, em lavoura comercial no estágio fenológico R5, no dia 21/12/2012 (Consórcio Nacional Antiferrugem). Na área experimental, a doença foi identificada em 23/01/2013, com severidade de 1%, quando a cultura estava no estágio R5.1.

Na safra 2012/2013 o experimento foi semeado no final do período recomendado para semeadura da cultura, com objetivo de obter uma maior quantidade de inoculo do patógeno para uma melhor avaliação da eficácia dos produtos, porém ao semear tarde corre-se o risco de ocorrer déficit hídrico em determinados momentos do desenvolvimento da cultura.

O principal fator limitante ao desenvolvimento do patógeno foi a escassez de chuva nos meses de dezembro e janeiro. Nesta época, ocorre um intenso desenvolvimento do patógeno devido a vasta área cultivada com soja e ao porte mais elevado apresentado pelas plantas, com isto, além de uma grande área foliar disponível para a deposição do esporo do fungo, ocorre a formação de um microclima no terço inferior da cultura propício para o desenvolvimento do patógeno. Para que haja esse microclima, torna-se necessária a presença de água no sistema, fato que não aconteceu na safra 2012/13 (Figura 3).

A ausência de chuvas no período prejudicou o desenvolvimento da doença, pois inibiu a esporulação e infecção, visto que o fungo *P. pachyrhizi* necessita chuvas bem distribuídas e períodos de molhamento foliar superiores à 10 horas se desenvolver (YORINORI et al., 2003).

Na quarta avaliação de lesões e urédias, observou-se pequena evolução da doença, proporcionada pelas chuvas ocorridas nos dias anteriores. Porém esta evolução não foi suficiente para causar perdas significativas na produção, visto que ocorreu tardiamente, quando a cultura já estava encerrando o ciclo.

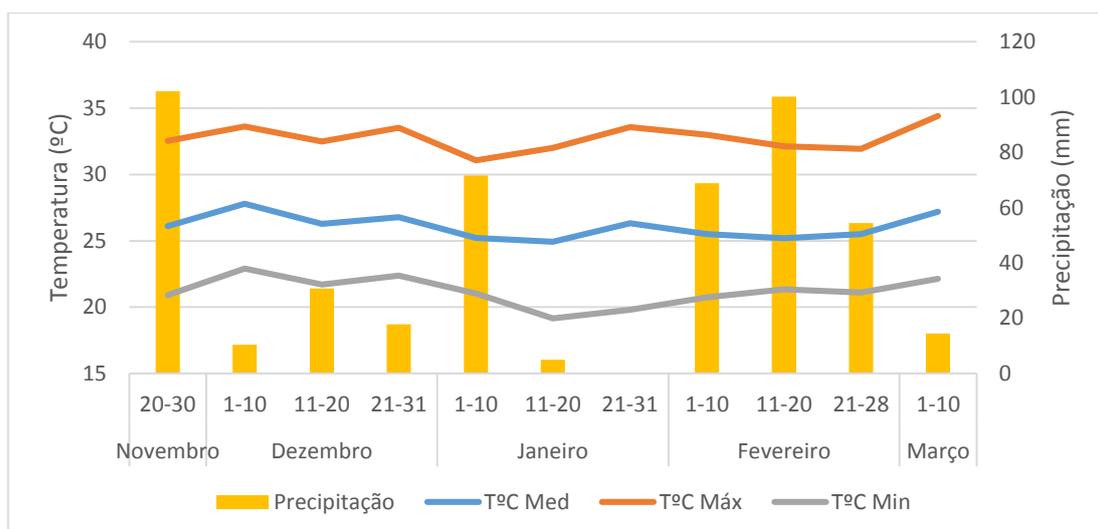


FIGURA 3. Condições climáticas de temperatura e precipitação por decêndios para o município de Dourados-MS para a safra 2013/14. (Fonte: EMBRAPA/CPAO)

No Quadro 4 observa-se que houve diferença significativa apenas para o número de urédias entre o tratamento com a estrobilurina picoxistrobina em relação aos tratamentos onde não foram encontradas nenhuma lesão e nenhuma urédia nos folíolos amostrados. Apesar desta diferença estatística, o número de lesões e urédias é muito baixo, não sendo suficiente para causar danos à produção da cultura.

QUADRO 4. Número de lesões e urédias por folíolo na avaliação de terço inferior realizada em 03/03/2013 quando cultura estava no estágio fenológico R7.1 para a cultivar FTS Campo Mourão RR na safra 2012/13 em Dourados MS

Tratamento	Número de Lesões ¹	Número de Urédias ¹
Testemunha	0,6 a	1,6 ab
Piraclostrobina	1 a	1,6 ab
Azoxistrobina	0,6 a	1,6 ab
Picoxistrobina	3,6 a	10,4 a
Ciproconazol	0 a	0 b
Trifloxistrobina+Ciproconazol	0 a	0 b
Piraclostrobina+Epoxiconazol	0 a	0 b
Azoxistrobina+Ciproconazol	0,2 a	0,2 ab
Picoxistrobina+Ciproconazol	0 a	0 b
Trifloxistrobina+Protioconazol	0 a	0 b
CV (%)	210,96	194,48

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹Para análise estatística os dados de número de lesões e urédias foram transformados em $\text{Log}(x+1)$.

No Quadro 5 observa-se que não houve diferença significativa para desfolha, produtividade e massa de mil grãos entre os tratamentos com fungicidas e o tratamento testemunha. As diferenças entre os produtos não foram expressas devido à infecção tardia da área experimental pelo patógeno.

A baixa pressão da doença, causada pelas condições climáticas desfavoráveis ao desenvolvimento do patógeno não permitiu observar diferença na produtividade dos tratamentos. Nascimento (2012) também observou baixa severidade da doença em experimentos realizados em Dourados e Maracaju nas safras 2008/09 e 2009/10.

QUADRO 5. Produtividade (kg ha⁻¹), massa de mil grãos (g) e desfolha (%) para a soja cultivar FTS Campo Mourão RR afetada pela aplicação de diferentes fungicidas na safra 2012/13 em Dourados-MS

Tratamento	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa de mil grãos (g)	Desfolha ¹ (%)
Testemunha	2481,0 a	148,80 a	69 a
Piraclostrobina	2433,6 a	152,89 a	63 a
Azoxistrobina	2651,6 a	148,63 a	60 a
Picoxistrobina	2343,6 a	145,42 a	61 a
Ciproconazol	2558,8 a	151,00 a	60 a
Trifloxistrobina+Ciproconazol	2592,8 a	149,31 a	60 a
Piraclostrobina+Epoxiconazol	2574,0 a	154,17 a	62 a
Azoxistrobina+Ciproconazol	2684,1 a	154,57 a	64 a
Picoxistrobina+Ciproconazol	2590,2 a	146,08 a	57 a
Trifloxistrobina+Protioconazol	2552,2 a	155,81 a	55 a
CV (%)	8,43	3,76	9,14

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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

Os dados obtidos neste trabalho mostram que cada vez mais torna-se necessário o correto monitoramento da doença, evitando aplicações desnecessárias quando as condições não favorecem o desenvolvimento do patógeno. Segundo Nascimento (2012), o modelo calendarizado de aplicações não se justifica, visto que as condições de umidade e temperatura variam de uma safra para outra.

4.2 Safra 2013/14

Os primeiros relatos de ferrugem asiática da soja na safra 2013/14 no Brasil ocorreram em 07/11/2013, nos municípios de Itararé e Itaberá, ambos no estado de São Paulo. No Mato Grosso do Sul, o primeiro foco foi registrado em 28/12/2013, em lavoura comercial na cidade de Chapadão do Sul. O único registro para a cidade de Dourados, nesta safra, foi feito pelo Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal da Grande Dourados, em 16/01/2014 (Consórcio Nacional Antiferrugem). Este foco foi encontrado em plantas de soja que estavam na mesma área experimental onde o experimento foi instalado, mas que tinham sido semeadas anteriormente.

No dia 01/03/2014, quando a cultura estava no estágio fenológico R1, a doença foi detectada na bordadura do experimento, porém apresentava incidência e severidade de apenas 1%, não justificando a coleta em todas as parcelas experimentais. Em 17/03/2014 a doença evoluiu para 47% de incidência, mas ainda com baixa severidade, e a partir desta data passou-se a realizar amostragens nas parcelas do experimento.

Os números de lesões e urédias da primeira avaliação, realizada em 18/03/2014 foram omitidos, pois a doença apresentava baixa severidade nesta data. No Quadro 6 são apresentados os dados das quantificações de lesões realizadas em 25/03/2014, 01/04/2014 e 08/04/2014.

De acordo com o Quadro 6, na avaliação de R5.1, os tratamentos com as misturas fluxapiraxade+piraclostrobina e piraclostrobina+epoxiconazol, e as estrobilurinas piraclostrobina e azoxistrobina não diferiram da testemunha para o número de lesões, sendo esta última a que apresentou o maiores valor, com 111,5 lesões por folíolo, sendo este número superior ao da testemunha sem controle. Todos os demais tratamentos apresentaram números de lesões inferiores em relação ao tratamento testemunha, sendo estatisticamente diferentes.

Na avaliação realizada em R5.4, somente os tratamentos trifloxistrobina+protioconazol e picoxistrobina+ciproconazol foram estatisticamente diferentes da testemunha, no entanto, este último diferiu somente da testemunha e das estrobilurinas azoxistrobina e piraclostrobina, enquanto que a trifloxistrobina+protioconazol diferiu de todos os outros tratamentos (Quadro 6).

QUADRO 6. Número de lesões por folíolo e seus respectivos níveis de controle nas avaliações de terço inferior realizadas em 25/03/2014, 01/04/2014 e 08/04/2014 para a cultivar BMX Potência RR na safra 2013/14 em Dourados MS

Tratamento	R5.1		R5.4		R7.1	
	Número de Lesões ¹	NC (%)	Número de Lesões ¹	NC (%)	Número de Lesões ¹	NC (%)
Testemunha	94,4 ab	-	225,3 a	-	327,3 a	-
Prcl	85,7 ab	9,2	238,5 a	0	283,4 ab	13,4
Azox	111,5 a	0	214,2 a	4,9	299,7 ab	8,4
Picox	25,3 c	73,2	73,0 ab	67,6	139,8 ab	57,3
Cipro	21,0 c	77,8	74,2 ab	67,1	239,6 ab	26,8
Flxd+Prcl	34,0 bc	64,0	102,5 ab	54,5	194,9 ab	40,5
Prcl+Epo	42,3 abc	55,2	262,3 ab	0	373,3 a	0
Azox+Cipro	26,0 c	72,5	114,2 ab	49,3	267,5 ab	18,3
Picox+Cipro	18,2 c	80,7	27,6 bc	87,7	161,5 ab	50,7
Trifl+Prot	4,2 d	95,6	4,7 c	97,9	50,8 c	84,5
Flxd+Prcl+Cipro	24,7 c	73,8	60,8 ab	73,0	152,1 bc	53,5
CV (%)	15,68		19,25		12,39	

Legenda: Flxd: Fluxapiraxade; Prcl: Piraclostrobina; Epo: Epoxiconazol; Azox: Azoxistrobina; Cipro: Ciproconazol; Picox: Picoxistrobina; Trifl: Trifloxistrobina; Prot: Protioconazol.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹Para análise estatística os dados de número de lesões e urédias foram transformados em $\text{Log}(x+1)$.

A mistura trifloxistrobina+protioconazol foi o tratamento que apresentou o menor número de lesões por folíolo nas três avaliações apresentadas. O tratamento piraclostrobina+epoxiconazol teve números de lesões superiores ao tratamento testemunha nas últimas duas avaliações.

Verifica-se, no Quadro 7, que na quantificação de urédias em R5.1, os tratamentos picoxistrobina, ciproconazol, picoxistrobina+ciproconazol, trifloxistrobina+protioconazol e fluxapiraxade+piraclostrobina+ciproconazol foram diferentes da testemunha. O tratamento com a estrobilurina azoxistrobina foi a que apresentou o maior número de urédias por folíolo, no entanto não foi diferente da testemunha e dos tratamentos com a estrobilurina piraclostrobina e com as mistura piraclostrobina+epoxiconazol e fluxapiraxade+piraclostrobina.

Na avaliação de R5.4, somente as misturas trifloxistrobina+protioconazol e picoxistrobina+ciprocoanzol foram estatisticamente diferentes da testemunha, no entanto esta última diferiu somente da testemunha e das estrobilurinas piraclostrobina e azoxistrobina. Os demais tratamentos foram todos semelhantes entre si e em relação à testemunha.

Na quantificação realizada em R7.1, os únicos tratamentos que diferiram da testemunha foram a mistura dupla trifloxistrobina+protioconazol e a mistura tripla fluxapiroxade+piraclostrobina+ciproconazol.

QUADRO 7. Número de urédias por folíolo e seus respectivos níveis de controle nas avaliações de terço inferior realizadas em 25/03/2014, 01/04/2014 e 08/04/2014 para a cultivar BMX Potência RR na safra 2013/14 em Dourados MS

Tratamento	R5.1		R5.4		R7.1	
	Número de Urédias	NC (%)	Número de Urédias	NC (%)	Número de Urédias	NC (%)
Testemunha	196,7 ab	-	648,7 a	-	915,8 a	-
Prcl	175,7 abc	10,7	676,7 a	0	766,5 a	16,3
Azox	236,4 a	0	612,2 a	5,6	792,3 a	13,5
Picox	51,9 cd	73,6	151,5 ab	76,6	351,0 ab	61,7
Cipro	47,4 d	75,9	152,6 ab	76,5	694,6 a	24,2
Flxd+Prcl	70,9 abcd	64,0	230,2 ab	64,5	548,9 a	40,1
Prcl+Epox	87,8 abcd	55,4	706,7 ab	0	1109,7 a	0
Azox+Cipro	58,3 bcd	70,4	270,5 ab	58,3	632,0 a	31,0
Picox+Cipro	44,8 d	77,2	62,7 b	90,3	430,7 ab	53,0
Trifl+Prot	8,6 e	95,6	10,0 c	98,5	140,8 b	84,6
Flxd+Prcl+Cipro	57,5 cd	70,8	131,7 ab	79,7	421,5 ab	54,0
CV (%)	14,26		16,96		13,09	

Legenda: Flxd: Fluxapiroxade; Prcl: Piraclostrobina; Epox: Epoxiconazol; Azox: Azoxistrobina; Cipro: Ciproconazol; Picox: Picoxistrobina; Trifl: Trifloxistrobina; Prot: Protioconazol.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹Para análise estatística os dados de número de lesões e urédias foram transformados em Log(x+1).

Em R7.1, o tratamento com trifloxistrobina+protioconazol foi o que apresentou o menor número de urédias, no entanto não foi estatisticamente diferente dos tratamentos com picoxistrobina, associada ou não ao ciproconazol e da mistura tripla fluxapiroxade+piraclostrobina+ciproconazol.

Semelhantemente ao verificado para o número de lesões, o tratamento trifloxistrobina+protioconazol foi também o que apresentou o menor número de urédias por folíolo em todas as avaliações.

Na avaliação de R5.1, os tratamentos que diferiram da testemunha para número de lesões e urédias apresentaram níveis de controle superiores à 70% tanto para lesões como para urédias. Os melhores níveis de controle foram de 95,6% tanto para lesões como para urédias, resultado apresentado pela mistura comercial trifloxistrobina+protioconazol. O menor nível de controle para lesões foi de apenas

0% para a estrobilurina azoxistrobina, que apresentou números de lesões e urédias superiores ao tratamento testemunha, e o menor para urédias foi da piraclostrobina com 10,7%. Dentre as misturas comerciais testadas, a piraclostrobina+epoxiconazol foi a que apresentou a menor eficiência de controle, tanto para lesões como para urédias, com médias de 55,2 e 55,4% de controle em relação ao tratamento testemunha, sendo que somente esta mistura e a fluxapirroxade+piraclostrobina apresentaram níveis de controle inferiores à 70% (Quadro 6 e 7).

A resistência de fungos basidiomicetos fungicidas à base de estrobilurinas ainda não foi relatada. De acordo com Grasso et al. (2006) citado por Parreira et al. (2009), a mutação necessária para que um indivíduo se torne resistente aos ingredientes ativos pertencentes à este grupo seria letal, pois logo após o códon de glicina na posição 143 do citocromo *b*, que necessita ser trocado por outro aminoácido para que a resistência ocorra, há um *intron*, uma região do RNA que não é codificada e é retirada para preservar os *éxons*. Se a glicina for substituída por algum outro aminoácido o fungo torna-se resistente às estrobilurinas, mas essa substituição impede a retirada dos *introns* e a união dos *éxons*, resultando em uma deficiência no citocromo *b* que seria letal para o fungo.

Apesar de a resistência de basidiomicetos à estrobilurinas ser teoricamente impossível, tem-se observado uma queda na eficiência dos ingredientes ativos deste grupo no controle da ferrugem asiática da soja, caracterizando uma menor sensibilidade do patógenos à estes fungicidas.

O baixo desempenho da azoxistrobina aplicada isoladamente corrobora com os resultados apresentados por Godoy et al. (2014), que mostraram este fungicida com nível de controle de apenas 16% em relação à testemunha, sendo assim um dos menos eficientes entre os produtos testados, e com isso concluíram que este ingrediente ativo apresentou uma queda em sua eficiência quando comparada à safra anterior. Quando a azoxistrobina foi aplicada em associação com o ciproconazol, os números de lesões e urédias foram bastante reduzidos em relação a aplicação da estrobilurina isolada, evidenciando que a combinação de dois ou mais ingredientes ativos é a alternativa mais adequada para realização do controle químico da ferrugem asiática da soja.

Em R5.1, o triazol ciproconazol aplicado isoladamente apresentou 77,8 e 75,9% para os níveis de controle de lesões e urédias, respectivamente. Quando aplicado em mistura à fluxapirroxade+piraclostrobina, aumentou o nível de controle

desta, proporcionando número de lesões por folíolo 27,5% menor. As misturas picoxistrobina+ciproconazol e azoxistrobina+ciproconazol também apresentaram melhores resultados em relação à aplicação isolada das estrobilurinas. Para azoxistrobina, que quando aplicada isoladamente apresentou os maiores números de lesões e urédias nesta avaliação, a mistura com ciproconazol proporcionou redução de 76,7% no número de lesões e 75,4% para o número de urédias por folíolo (Quadros 6 e 7).

Na avaliação de R5.4, os tratamentos piraclostrobina e piraclostrobina+epoxiconazol apresentaram níveis de controle de 0%, apresentando números de lesões superiores ao tratamento testemunha. A mistura de piraclostrobina com fluxapiroxade proporcionou aumento nos níveis de controle para 54,5 e 64,5%, para lesões e urédias, respectivamente. A mistura tripla obtida ao se adicionar ciproconazol à mistura fluxapiroxade+piraclostrobina, alcançou o controle de 73 e 79,7%, representando uma redução de 40,7% no número de lesões e 42,8% no número de urédias por folíolo em relação a mistura dupla (Quadros 6 e 7).

Em R5.4, a mistura tripla fluxapiroxade+piraclostrobina+ciproconazol diferiu estatisticamente da mistura piraclostrobina+epoxiconazol para o número de lesões e urédias, evidenciando a contribuição da carboxamida no controle do patógeno, quando associada às tradicionais misturas de estrobilurinas com triazóis (Quadros 6 e 7).

As aplicações isoladas da estrobilurina picoxistrobina e do triazol ciproconazol proporcionaram níveis de controle satisfatórios na avaliação de R5.4, próximos à 70%, no entanto quando aplicado em mistura, alcançaram um controle de aproximadamente 90%, tanto para lesões como para urédias, o que reafirma a recomendação de priorizar a utilização de misturas para o controle da Ferrugem Asiática. Segundo Godoy et al. (2014) desde a safra 2008/09 não é recomendada a aplicação de ativos isolados para controle desta doença (Quadros 6 e 7).

De maneira geral, observa-se maior eficiência de controle por parte das misturas comerciais em relação aos triazóis e estrobilurinas aplicados isoladamente. De acordo com Godoy et. al (2012), a aplicação isolada de triazóis ou estrobilurinas para controle da ferrugem asiática da soja não é recomendada, pois estes ingredientes ativos possuem menor eficácia de controle em comparação às suas misturas.

Quando os ingredientes ativos dos grupos das estrobilurinas e triazóis são combinados em misturas para controle da ferrugem asiática da soja apresentam ação

completar um em relação ao outro, culminando em um melhor controle do patógeno. A estrobilurina atua de forma preventiva, evitando a germinação dos uredosporos, porém com pouca ação sobre as infecções já estabelecidas. O triazol não apresenta ação sobre a germinação dos esporos, pois estes possuem grandes quantidades de ergosterol em sua composição, no entanto, agem de forma curativa, atuando sobre as hifas que estão colonizando os tecidos foliares.

Em R7.1, o tratamento piraclostrobina+epoxiconazol foi, novamente, o que apresentou menor nível de controle, com 0%, sendo seus valores de número de lesões e urédias superiores ao do tratamento testemunha, apresentando médias de 373,3 e 1109,7 respectivamente para os números de lesões e urédias por folíolo amostrado. Esta baixa eficácia da mistura piraclostrobina+epoxiconazol também foi observada nos ensaios realizados por Godoy et. al (2014), onde esta mistura obteve resultados de controle inferiores às outras misturas comerciais de triazóis com estrobilurinas.

A utilização de misturas de ingredientes ativos para o controle de doenças de plantas auxilia na prevenção do aparecimento de populações resistentes do patógeno. Segundo Parreira et al. (2009), além da mistura, outras estratégias devem ser utilizadas para se evitar a resistência, como: usar a dose recomendada pelo fabricante, restringir o número de aplicações de um mesmo princípio ativo por safra, realizar a rotação de ingredientes ativos e modos de ação dos fungicidas utilizados e adotar técnicas de manejo integrado de doenças de plantas.

Conforme apresentado na Figura 4, o tratamento que teve a maior área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para a contagem de lesões foi o tratamento com a mistura comercial piraclostrobina+epoxiconazol, no entanto, este tratamento foi diferente apenas da mistura tripla fluxapiraxade+piraclostrobina+ciproconazol e da mistura dupla trifloxistrobina+protioconazol. Esta última foi a única que apresentou AACPD estatisticamente inferior ao tratamento testemunha, o que corrobora com os dados de números de lesões e urédias e níveis de controle apresentados anteriormente.

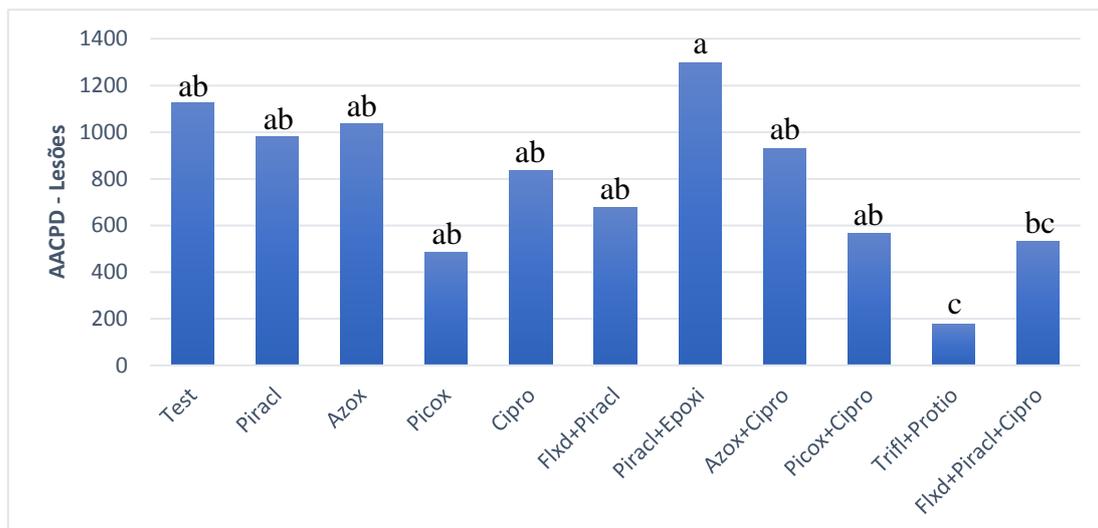


FIGURA 4. Área abaixo da curva de progresso da doença¹ (AACPD) para contagem do número de lesões de ferrugem asiática da soja em função do tratamento da parte aérea com fungicidas para a cultivar BMX Potência RR, na safra 2013/14 em Dourados-MS. ¹Para análise estatística os dados foram transformados em Log(x). Barras com letras minúsculas iguais no topo não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 5, observa-se que semelhantemente à AACPD para lesões, na AACPD para o número de urédias, o tratamento que obteve o menor valor foi o tratamento com trifloxistrobina+protioconazol, sendo significativamente diferente do tratamento testemunha. No entanto, nesta variável, este tratamento foi semelhante aos tratamentos com picoxistrobina, ciproconazol, fluxapiróxade+piraclostrobina, picoxistrobina+ciproconazol e fluxapiróxade+piraclostrobina+ciproconazol. Todos os demais tratamentos foram estatisticamente semelhantes ao tratamento testemunha.

De acordo com a Figura 6, o tratamento testemunha também foi o que apresentou a maior porcentagem de área foliar lesionada, com 46,2%, no entanto foi estatisticamente diferente somente do tratamento com trifloxistrobina+protioconazol, que apresentou a menor média com 10,8%. Este tratamento foi estatisticamente semelhante aos tratamentos onde foram aplicados picoxistrobina, azoxistrobina+ciproconazol, picoxistrobina+ciproconazol e fluxapiróxade+piraclostrobina+ciproconazol. Os demais tratamentos não diferiram entre si e também não diferiram do tratamento testemunha.

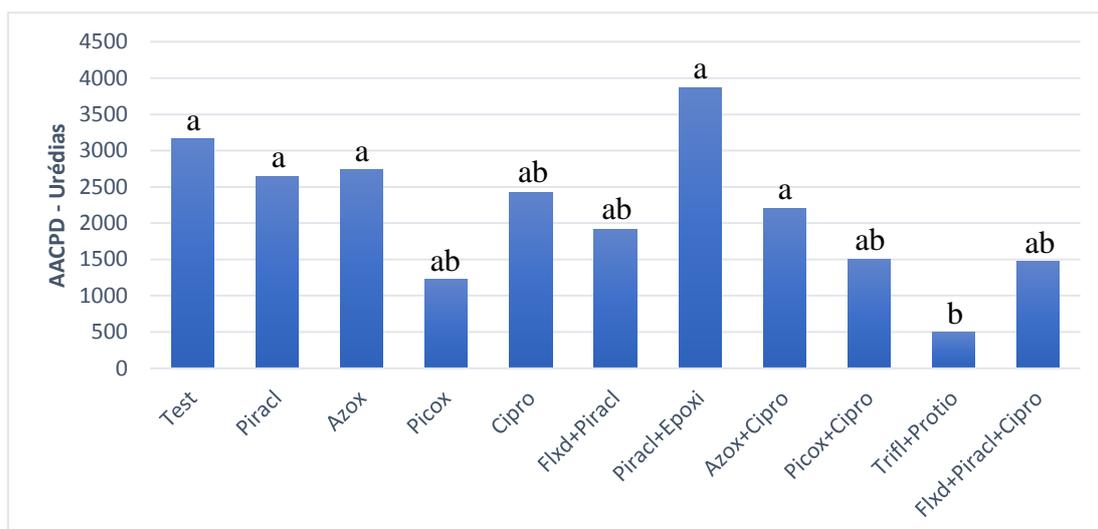


FIGURA 5. Área abaixo da curva de progresso da doença¹ (AACPD) para contagem do número de urédias de ferrugem asiática da soja em função do tratamento da parte aérea com fungicidas para a cultivar BMX Potência RR, na safra 2013/14 em Dourados-MS. ¹Para análise estatística os dados foram transformados em $\text{Log}(x)$. Barras com letras minúsculas iguais no topo não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

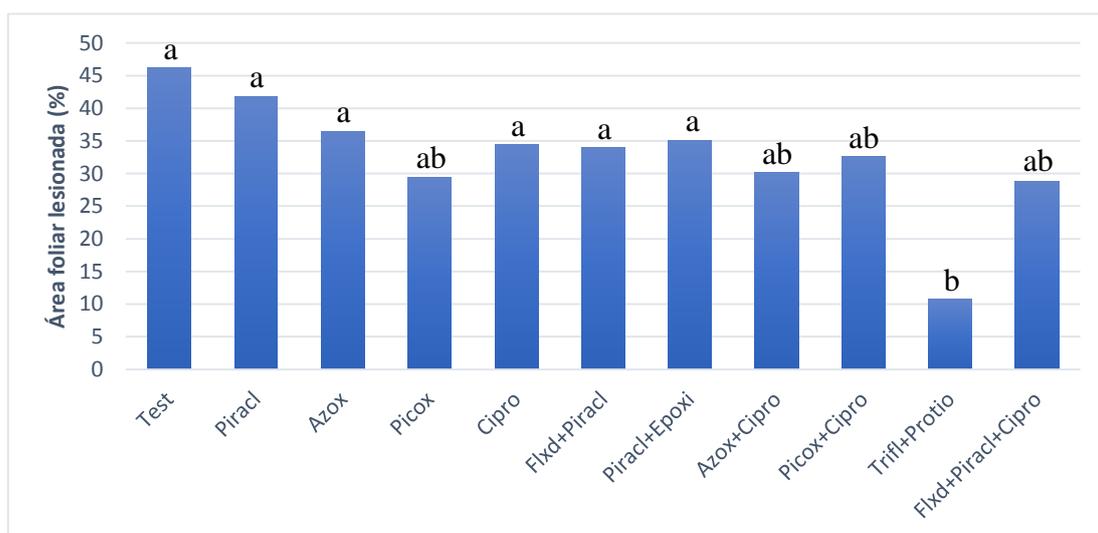


FIGURA 6. Área foliar lesionada (%) de folíolos de soja, quando a cultura estava no estágio R7.1 para a cultivar BMX Potência RR, avaliada no dia 08/04/2014, em função do tratamento da parte aérea com fungicidas para controle da ferrugem asiática na safra 2013/14 em Dourados-MS. ¹Para análise estatística os dados foram transformados em $\text{arcsen}\sqrt{(x/100)}$. Barras com letras minúsculas iguais no topo não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme representado na Figura 7, o tratamento testemunha foi o que apresentou a maior porcentagem de desfolha, com 97,8%, no entanto, não foi estatisticamente diferente dos tratamentos com aplicação de piraclostrobina,

azoxistrobina, ciproconazol, fluxapiraxade+piraclostrobina, piraclostrobina+epoxiconazol, azoxistrobina+ciproconazol.

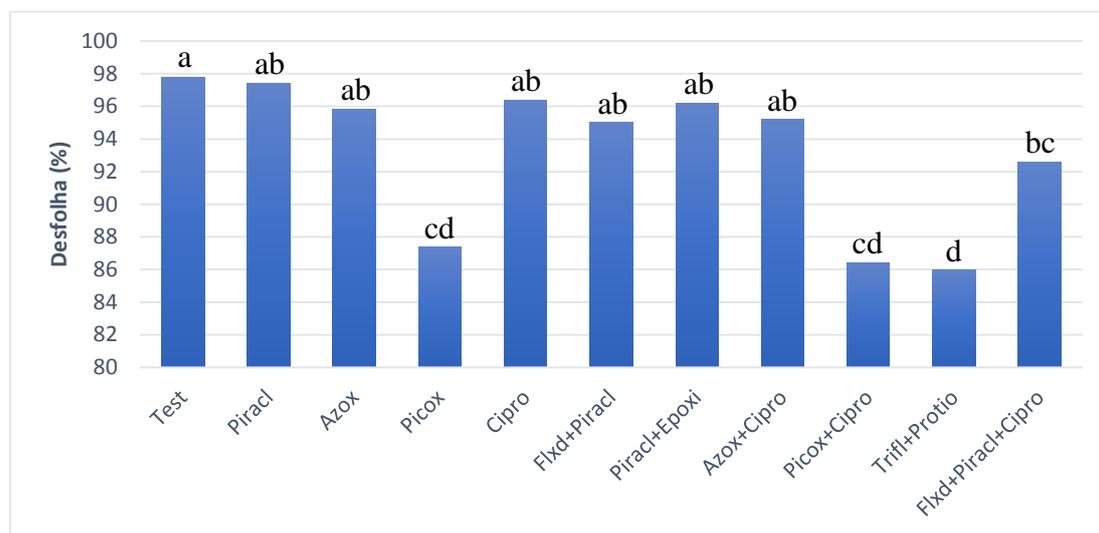


FIGURA 7. Desfolha¹ (%) de plantas de soja, quando a cultura estava no estágio R8.1 para a cultivar BMX Potência RR, avaliada no dia 18/07/2014, em função do tratamento da parte aérea com fungicidas para controle da ferrugem asiática na safra 2013/14 em Dourados-MS. ¹Para análise estatística os dados foram transformados em $\arcsen\sqrt{(x/100)}$. Barras com letras minúsculas iguais no topo não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento com trifloxistrobina+protioconazol foi o que apresentou a menor desfolha, com 86%, sendo semelhante somente à picoxistrobina aplicada isolada ou em mistura ao ciproconazol. Os tratamentos picoxistrobina e picoxistrobina+ciproconazol também foram estatisticamente iguais ao tratamento com fluxapiraxade+piraclostrobina+ciproconazol, diferindo dos demais para a variável porcentagem de desfolha (Figura 4).

O maior dano da ferrugem asiática é a desfolha precoce das plantas atacadas, o que impede a formação plena dos grãos, formando grãos de tamanho menor e mais leves, influenciando negativamente na produtividade das lavouras (YORINORI et al., 2003).

Estes resultados de severidade estão de acordo com o observado por Godoy et al. (2012), que em ensaios realizados em vários estados brasileiros, incluindo o Mato Grosso do Sul, nas safras 2011/12, 2012/13 e 2013/14, para avaliação de controle de ferrugem asiática da soja por fungicidas, concluíram que os tratamentos com maior eficiência de controle da doença foram as misturas de

picoxistrobina+tebuconazol (60+100 g.i.a ha⁻¹), trifloxistrobina+protioconazol (60+70 g.i.a ha⁻¹) e a mistura tripla fluxapiraxade+piraclostrobina+epoxiconazol (40+64,8+40 g.i.a ha⁻¹).

Verifica-se na Figura 8 que o tratamento com a mistura trifloxistrobina+protioconazol foi o que proporcionou a maior massa de mil grãos, diferindo-se significativamente dos tratamentos com aplicação de piraclostrobina, ciproconazol, piraclostrobina+epoxiconazol, azoxistrobina+ciproconazol e picoxistrobina+ciproconazol, no entanto, não houve diferença significativa para os demais tratamentos. Os outros tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si e nem em relação ao tratamento testemunha.

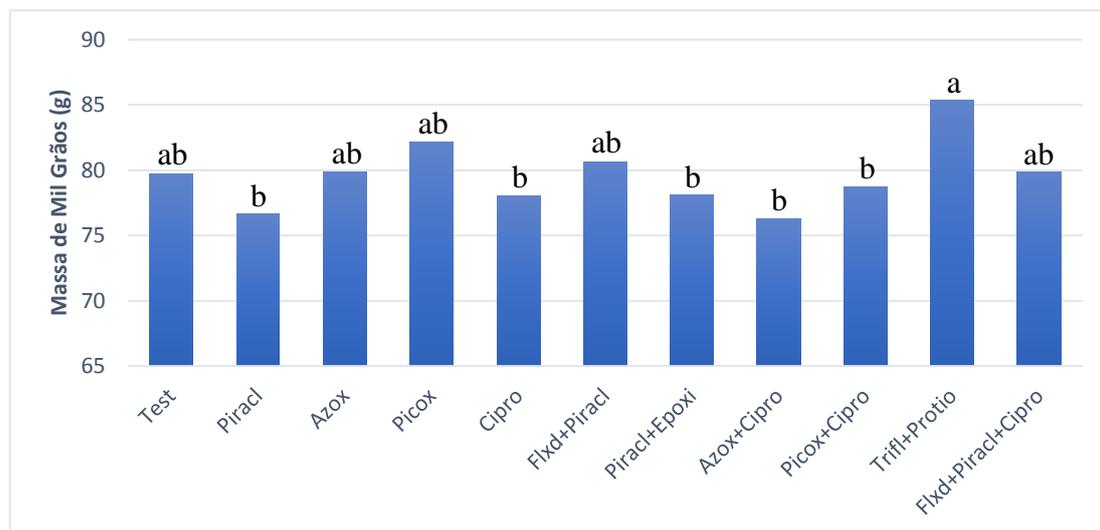


FIGURA 8. Massa de mil grãos de soja (g) em função do tratamento da parte aérea com fungicidas para controle da ferrugem asiática na safra 2013/14 em Dourados-MS.

Observa-se que o tratamento que apresentou os menores números de lesões e urédias em todas as avaliações realizadas, e conseqüentemente, os maiores níveis de controle, foi também o que apresentou menores porcentagens de desfolha e área foliar lesionada, além de proporcionar maior massa de mil grãos.

Problemas de fitotoxicidade nas plantas de soja foram observados nas parcelas tratadas com trifloxistrobina+protioconazol (Figura 9), no entanto, neste experimento não foi possível verificar redução na produtividade devido aos danos causados pela aplicação dos fungicidas (Figura 10). Pesqueira e Correa (2010) também observaram sintomas como clorose e necrose entre as nervuras e redução do porte das plantas quando tratadas com tebuconazol e metconazol. De acordo com Silva et al.

(2008) citado por Pesqueira e Correa (2010), estes sintomas ocorrem devido às plantas sintetizarem fitoesteróis por vias metabólicas semelhantes à que os fungos utilizam para sintetizarem o ergosterol. Sendo assim, triazóis menos seletivos podem interferir neste processo metabólico, causando os sintomas verificados.



FIGURA 9. Sintomas de fitotoxidez em plantas e folíolos de soja causados pelas aplicação da mistura trifloxistrobina+protioconazol.

A produtividade média, entre os todos os tratamentos testados neste experimento, foi de 863,6 kg ha⁻¹, conforme apresentado na Figura 10. Esta produtividade média é baixa se comparadas as médias de produção nacional, que hoje estão em torno de 3000 kg ha⁻¹ (IBGE, 2014).

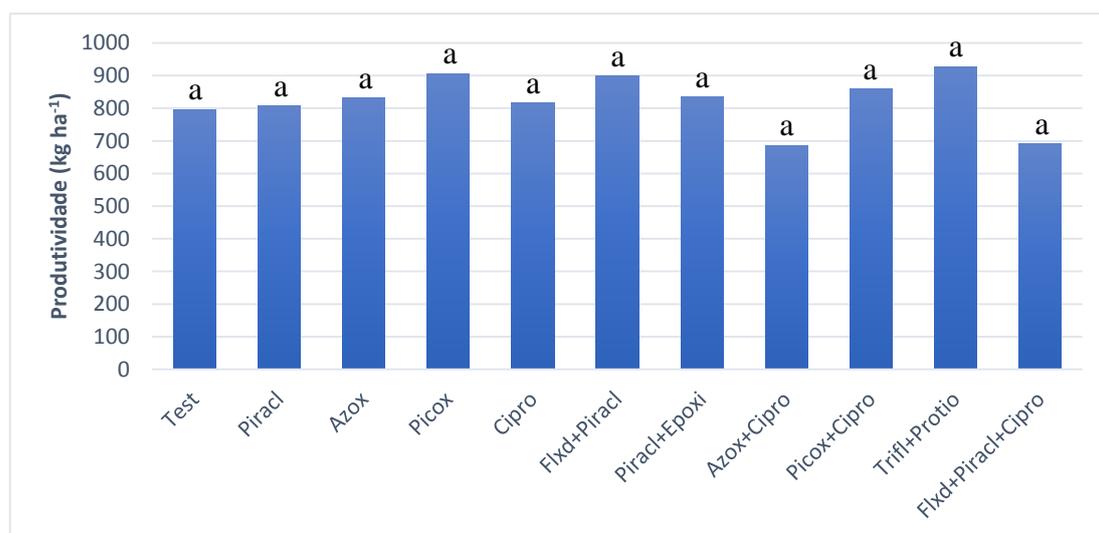


FIGURA 10. Produtividade da soja (kg ha⁻¹), cultivar BMX Potência RR, em função do tratamento da parte aérea com fungicidas para controle da ferrugem asiática na safra 2013/14 em Dourados-MS.

As baixas produtividades médias dos tratamentos são reflexo dos problemas enfrentados na condução do experimento na Fazenda Experimental da UFGD. Dentre os fatores que contribuíram para este resultado, destaca-se a baixa pluviosidade no período em que a cultura estava na fase de enchimento de grãos, conforme apresentado na Figura 11. De acordo com Silva (2011), os estádios de floração e enchimento de grãos são os de maior demanda hídrica por parte da planta, e portanto, mais susceptíveis a déficits hídricos.

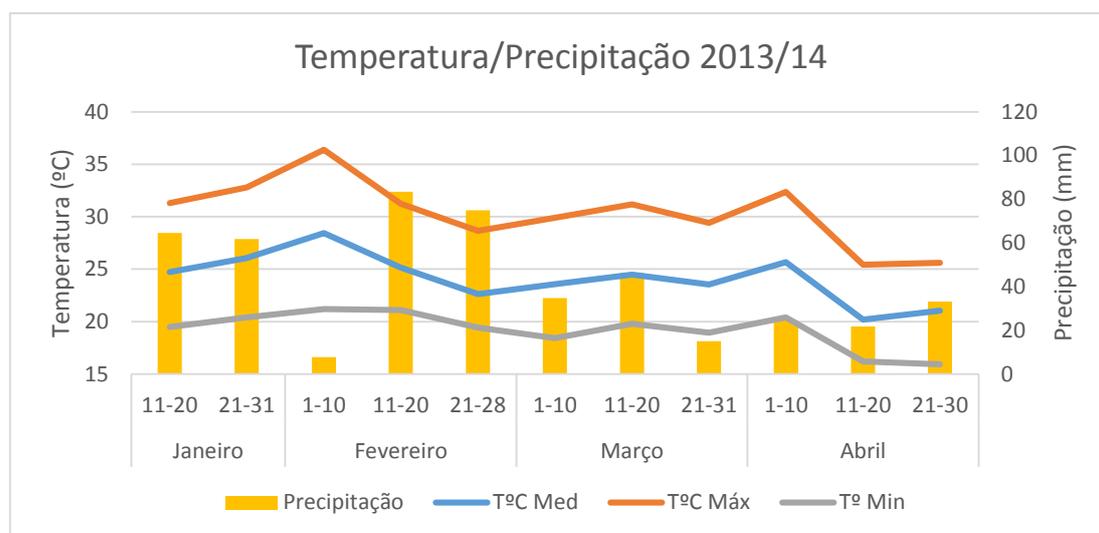


FIGURA 11. Condições climáticas de temperatura e precipitação por decêndios para o município de Dourados-MS para a safra 2013/14. (Fonte: EMBRAPA/CPAO)

Outro fator com grande influência sobre a produtividade, e que neste experimento contribuiu para os baixos resultados, é a data de semeadura. De acordo com a Portaria 127/2014 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, a época de semeadura indicada para a cultura da soja no estado de Mato Grosso do Sul está compreendida entre os dias 01 de outubro e 31 de dezembro. No entanto, Fietz e Rangel (2008), após analisarem uma série de 20 anos de dados climáticos da região, concluíram que a semeadura realizada em novembro é a mais indicada considerando-se o risco de perdas por deficiência hídrica e o fotoperíodo mais adequado para o desenvolvimento das plantas. Este experimento foi semeado no dia 17/01/2014 propositalmente, com o objetivo de obter maior pressão de inóculo de Ferrugem Asiática, para que fossem observadas diferenças entre os tratamentos fungicidas aplicados.

Além dos fatores citados, houve problemas de logística relacionados à Fazenda Experimental de Ciências Agrárias, resultando em comprometimento do controle de plantas daninhas e pragas, principalmente lagartas desfolhadoras e percevejos durante o ciclo da cultura, que causaram interferência no experimento.

Todos estes fatores externos citados causaram interferência nas parcelas do experimento, mascarando os resultados relativos ao controle da doença pelos tratamentos aplicados e com isso, contribuindo para que não houvesse diferença de produtividade, conforme observado na Figura 10.

CONCLUSÃO

A associação das estrobilurinas com ingredientes ativos dos grupos dos triazóis e das carboxamidas proporciona incremento no controle da ferrugem asiática da soja, portanto, a mistura de dois ou mais ingredientes ativos é a estratégia de controle químico mais adequada para esta doença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEDIN, C.; MENDES, L.B.; TRECENTE, V.C.; LOPES, R.L.B.; BOSQUÊ, G.G. Técnicas disponíveis para o controle da ferrugem asiática na cultura da soja. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, SP, n. 12, 2008. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/hev4QydFIMovmc5_2013-5-3-14-57-8.pdf>. Acesso em: 11 out 2014.

CANTERI, M.G.; GODOY, C.V. Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem asiática da soja. In: XXVI CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 2003, Araras. **Summa Phythopatologica**. Botucatu: Grupo Paulista de Fitopatologia. 2003. p.89.

COMITÊ ESTRATÉGICO SOJA BRASIL. Resultados. Disponível em: <<http://www.cesbrasil.org.br/Resultados.aspx>>. Acesso em: 03 dez 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_08_07_08_59_54_boletim_graos_agosto_2014.pdf>. Acesso em 15 set 2014.

EBONE, A. DEL FRARI, B. K.; PATIAS, D.; STEFANELLO, M. T.; SERAFINI, P. T.; MINUZZI, S. G.GAI, R. G.; BALARDIN, R. S. Eficiência de fungicidas de diferentes grupos químicos no controle da ferrugem asiática da soja. In: SEPE – SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 13, 2012, Santa Maria-RS. **Anais Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão Unifra**. Santa Maria, RS: Centro Universitário Franciscano, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRONPECUÁRIA. **Consórcio Nacional Antiferrugem: Parceria público-privada no combate à ferrugem asiática da soja**. Disponível em: <<http://www.consorcioantiferrugem.net/portal/>>. Acesso em: 12 nov 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2004**. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/producaosoja/index.htm>>. Acesso em: 28 ago. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina-PR: EMBRAPA CNPSO, 2011. 261 p.

FIETZ, C. R.; RANGEL, M. A. S. Época de semeadura da soja para a região de Dourados-MS, com base na deficiência hídrica e no fotoperíodo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 666-672, out/dez, 2008.

GARCIA, A. **Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos**. Porto Velho: EMBRAPA CPAF, 1999. 32 p.

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, fev 2004.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; PIMENTA, C. B.; CASSETARI NETO, D.; JAOOUD FILHO, D. S.; BORGES, E. P.; ANDRADE JÚNIOR, E. R.; SIQUERI, F. V.; JULIATTI, F. C.; FEKSA, H. R.; GRIGOLLI, J. F. J.; NUNES JÚNIOR, J.; CARNEIRO, L. C.; SILVA, L. H. C. P.; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; MADALOSSO, M.; ITO, M. F.; MARTINS, M. C.; BALARDIN, R. S.; FURLAN, S. H.; MONTECELLI, T. D. N.; CARLIN, C. J.; BARROS, V. L. N. P.; VENANCIO, W. S. **Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2013/14**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: EMBRAPA CNPSO, 2014.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; ROESE, A. D.; FORCELINI, C. A.; PIMENTA, C. B.; JAOOUD FILHO, D. S.; BORGES, E. P.; SIQUERI, F. V.; JULIATTI, F. C.; HENNING, F. A.; FEKSA, H. R.; NUNES JÚNIOR, J.; COSTAMILAN, L. M.; CARNEIRO, L. C.; SILVA, L. H. C. P.; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; MADALOSSO, M.; ITO, M. F.; BARROS, R.; BALARDIN, R. S.; SILVA, S. A.; FURLAN, S. H.; MONTECELLI, T. D. N.; CARLIN, C. J.; BARROS, V. L. P.; VENANCIO, W. S. **Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2011/12**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: EMBRAPA CNPSO, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 nov 2014.

JULIATTI, F.C. **Modo de ação dos fungicidas sobre plantas e fungos**. Disponível em: <[http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/1c678d0ba742019483256e19004af5b8/4d4c7e5503f5a2c503256fdd004c4a8f/\\$FILE/Anais%20Fernando%20Juliatti.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/1c678d0ba742019483256e19004af5b8/4d4c7e5503f5a2c503256fdd004c4a8f/$FILE/Anais%20Fernando%20Juliatti.pdf)>. Acesso em: 24 set 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agrofit**: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 24 de setembro de 2014.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da soja no Estado de Mato Grosso do Sul, ano-safra 2014/15**. Portaria n. 127, de 24 de julho de 2014. Diário Oficial da União. 24 jul 2014; Seção 1:2.

NASCIMENTO, J. M. **Aplicação de fungicidas em associação com diferentes adjuvantes no controle da ferrugem asiática da soja**. 2012. 61 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

NAVARINI, L, DALLAGNOL, L. J., BALARDIN, R. S., MOREIRA, M. T., MENEGHETTI, R. C., MADOLOSSO, M. G. Controle químico da ferrugem asiática

(*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.33, n.2, p.182-186, 2007.

PARREIRA, D. F.; NEVES, W. S.; ZAMBOLIM, L. Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona. **Revista Trópica**, Chapadinha, MA, v. 3, n. 2, p. 24-34, 2009.

PESQUEIRA, A. S.; CORREA, A. M. P. **Associação de estrobilurinas e triazóis no controle químico da ferrugem asiática da soja**. 2010. 46f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

PIMENTA, C. B.; JULIATTI, F. C.; NUNES J. J. Efeito do tratamento de semente com fungicidas associado à pulverização foliar no controle da ferrugem asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 4, p. 187-193, 2011.

RODRIGUES, M. A. T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC**. 2006. 249 f. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

RUPE, J.; SCONYERS, L. **Lições de doenças de plantas: Ferrugem asiática da soja**. 2008. Trad. de R. C. Alves e E. M. Del Ponte, 2008. The Plant Health Instructor. Disponível em: <www.apsnet.org/education/LessonsPlantPath> Acesso em: 24/09/2014.

SILVA, D. F. **Uso de modelos agrometeorológicos de estimativa de produtividade e de risco climático para a cultura da soja no vale do médio Paranapanema-SP**. 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agrônomo, Campinas, 2011.

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G.L. Soybean rust. In: HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 4. ed. Saint Paul, MN: APS Press, 1999. p.25-26.

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 do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 2, p. 209-221, abr./jun. 2012

UGALDE, M. G. **Controle de Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja**. 2005. 66 f. Dissertação (mestrado). Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

VENANCIO, W.S.; ZAGONEL, J.; FURTADO, E.L.; SOUZA, N.L. Novos fungicidas. I – produtos naturais e derivados sintéticos: estrobilurinas e fenilpirroles. In: LUZ, W.C.; FERNANDES, J.M.; PRESTES, A.M.; PICININI, E.C. **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo, v.7, 1999. p.103-55.

YANG, X. B.; TSCHANZ, A. T.; DOWLER, W. M.; WANG, T. C. **Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybean infected with *Phakopsora pachyrhizi***. Disponível em: < <https://www.apsnet.org/publications>

/phytopathology/backissues/Documents/1991Articles/Phyto81n11_1420.pdf>.
Acesso em 21 ago. 2014.

YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; PAIVA, W. M.; BERTAGNOLLI, P. F. **Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*):** identificação e controle. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/EB6206BA4030ADDA83257AA2005B9BE7/\\$FILE/Page5-8-104.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/EB6206BA4030ADDA83257AA2005B9BE7/$FILE/Page5-8-104.pdf)>. Acesso em: 24 ago. 2014.

YORINORI, J. T.; NUNES JUNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem “asiática” da soja no Brasil:** evolução, importância econômica e controle. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 36 p.

YORINORI, J.T., PAIVA, W.M., FREDERICK, R.D. & FERNANDEZ, P.F.T. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. In: Congresso Brasileiro de Soja, 2., 2002, Foz do Iguaçu. **Perspectivas do agronegócio da soja: resumos.** Londrina: Embrapa Soja, 2002. p.94.