

**APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS MULTISSÍTIOS EM MISTURA
E DE FORMA ISOLADA NO MANEJO DA RESISTÊNCIA DE
Phakopsora pachyrhizi NA SOJA**

Ricardo Lopes Nanuci
Engº. Agrônomo

RICARDO LOPES NANUCI

**APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS MULTISSÍTIOS EM MISTURA E DE
FORMA ISOLADA NO MANEJO DA RESISTÊNCIA DE *Phakopsora*
pachyrhizi NA SOJA**

Orientador: Prof. Dr. Carmen Rosa da Silva Curvelo

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas para obtenção do título de MESTRE.

Urutaí – GO
2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

N193a Nanuci, Ricardo Lopes
Aplicação de fungicidas multissítios em mistura e de forma isolada no manejo da resistência de *Phakopsora pachyrhizi* na soja / Ricardo Lopes Nanuci; orientadora Carmen Rosa da Silva Curvêlo. -- Urutaí, 2020.
34 p.

Dissertação (em Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas) -- Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2020.

1. Glycine max. 2. Controle químico. 3. Ferrugem-asiática da soja (FAS). 4. *Microsphaera diffusa*. 5. *Septoria glycines*. I. Curvêlo, Carmen Rosa da Silva, orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: RICARDO LOPES NANUCI

Matrícula: 2018101330540171

Título do Trabalho: APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS MULTISSÍTIOS EM MISTURA E DE FORMA ISOLADA NO MANEJO DA RESISTÊNCIA DE *Phakopsora pachyrhizi* NA SOJA

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 15/09/2020

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutá-GO, 03 / 09 /2020.
Local Data

RICARDO LOPES
NANUCI:38241236816

Digitally signed by RICARDO LOPES
NANUCI:38241236816
Date: 2020.08.31 07:31:50 -03'00'

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS URUTAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

ATA DE DEFESA

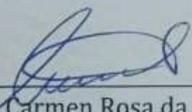
DEFESA PÚBLICA N.º 54 – DISSERTAÇÃO DE MESTRADO – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS - MESTRADO PROFISSIONAL.

Área de Concentração: Fitossanidade

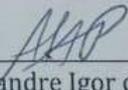
Linha de Pesquisa: Manejo de Pragas, Doenças e Plantas Daninhas

Aos 18 dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte, às 09:00 horas, estiveram presentes na Sala da Pós-Graduação do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí os Doutores(as) Carmen Rosa da Silva Curvêlo (Orientadora), Alexandre Igor de Azevedo Pereira e José Bruno Malaquias, constituindo a Banca Examinadora da dissertação intitulada “**FUNGICIDAS MULTISSÍTIOS EM MISTURA E DE FORMA ISOLADA NO MANEJO DA RESISTÊNCIA NO COMPLEXO DE DOENÇAS DA SOJA**” de autoria de **Ricardo Lopes Nanuci**, candidato ao título de Mestre em Proteção de Plantas. Após leitura da dissertação e arguição pela Banca, concluiu-se que o candidato está () **APROVADO** sem correções, (X) **APROVADO** mediante correções na versão a ser depositada () **REPROVADO**. Nada mais havendo a ser tratado por esta Banca Examinadora, eu, **Carmen Rosa da Silva Curvêlo**, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada, segue assinada por seus integrantes.

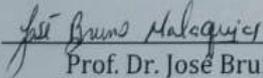
Urutaí - GO, 18 de fevereiro de 2020.



Prof.ª Dra. Carmen Rosa da Silva Curvêlo
Orientadora – IF Goiano – Campus Urutaí



Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí



Prof. Dr. José Bruno Malaquias
Universidade de São Paulo – Esalq



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
PROTEÇÃO DE PLANTAS

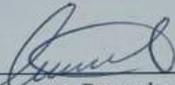
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

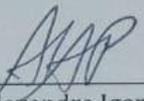
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: FUNGICIDAS MULTISSÍTIOS EM MISTURA E DE FORMA ISOLADA NO MANEJO DA RESISTÊNCIA NO COMPLEXO DE DOENÇAS DA SOJA.

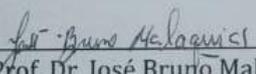
AUTOR: Ricardo Lopes Nanuci

Dissertação defendida e aprovada como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

Banca Examinadora:


Prof.ª Dra. Carmen Rosa da Silva Curvêlo (orientadora)
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí


Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí


Prof. Dr. José Bruno Malaquias
Universidade de São Paulo – Esalq

Urutaí - GO, 18 de fevereiro de 2020



ppgpp.urt@ifgoiano.edu.br



(64) 3465-1912

RODOVIA GERALDO S. NASCIMENTO,
KM 2,5
CEP 75790-000, URUTAÍ - GO
www.ifgoiano.edu.br/urutai



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que foram e sempre serão meus maiores motivadores.

AGRADECIMENTOS

À Deus por sempre ter me dado forças para superar cada obstáculo.

Aos meus pais sem o qual este sonho não seria possível e aos demais familiares pela força e afeto. A minha esposa Taís que sempre esteve ao meu lado incentivando e participando ativamente em todos os momentos. A Syngenta e aos meus gestores, Dhiego, Lucio, Ricardo e Caio, que suportaram toda a construção deste trabalho.

À esta universidade, ao corpo docente e aos demais funcionários que deram sua contribuição à minha formação. Agradeço, em especial, minha orientadora Carmen, por me proporcionar diversas oportunidades e incentivos de aprendizado e crescimento.

Aos meus amigos e colegas que me acompanharam durante esta caminhada.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, se fizeram presentes durante a confecção deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	6
MATERIAL E MÉTODOS	7
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
EFICIENCIA DE FUNGICIDAS MULTISSÍTIOS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA.....	12
EFICIENCIA DE FUNGICIDAS MULTISSÍTIOS NO CONTROLE DE OÍDIO E MANCHA PARDA EM SOJA	17
CONCLUSÕES.....	20
REFERÊNCIAS	21
ANEXOS.....	25

RESUMO

As doenças de plantas estão entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em qualquer cultivar. A ferrugem-asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é a doença mais severa e pode causar reduções de até 80% da produtividade. Outras doenças como o oídio, de agente etiológico o fungo *Microsphaera diffusa* e a mancha parda, causada pelo fungo *Septoria glycines* também tem aumentado a importância na cultura, pois podem acarretar em perdas significativas na produtividade. O controle químico atualmente é a ferramenta mais viável para evitar perdas, mas uma menor sensibilidade dos fungos aos fungicidas tem sido relatada no Brasil. Tem-se como objetivo para esse trabalho, pesquisar novas ferramentas que auxiliem no manejo da resistência a *P. pachyrhizi* juntamente com outras doenças através do controle químico com a adição de fungicidas multissítios em mistura e de forma isolada. Foram realizados dois experimentos no município de Uberlândia-MG, na safra 2018/2019. As cultivares de soja utilizadas no primeiro e no segundo experimentos foram SYN1378C e TMG7063, respectivamente. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, composto por 16 tratamentos e, 4 repetições. Um total de seis fungicidas, a saber: Elatus [200 g p.c/ha] (EL), Cypress [300 mL p.c/ha] (CY), Bravonil [1,5 L p.c/ha] (CTN), Trifloxistrobina+Ciproconazol [200 mL p.c/ha] (SM), Mancozeb [1500 g p.c/ha] (MZB) e Protioconazol+Trifloxistrobina [400 mL p.c/ha] (FOX), foram usados, os quais, em diferentes combinações, compuseram os 16 tratamentos. Os tratamentos foram aplicados a partir dos 38 dias após a emergência da soja, com intervalos de aplicação de 7 e 14 dias. Cada parcela experimental continha área de 18 m², com 6 metros de comprimento, 3 metros de largura e espaçamento entre linhas de 50 centímetros. As avaliações foram realizadas semanalmente, sendo atribuídas notas de severidade de acordo com escala diagramática estabelecida para a cultura, realizadas em 10 folhas de terço médio e do terço inferior da planta. A produtividade foi aferida ao final do experimento, com a colheita de 4,5 m² da parcela. Pela análise dos resultados, constatou-se que nenhum dos produtos avaliados atuou de forma erradicante, impedindo o desenvolvimento das doenças analisadas. Entretanto, em todos os tratamentos houve redução da severidade, favorecendo a produtividade dos dois experimentos. Para a ferrugem, os tratamentos com os melhores desempenhos no controle do patógeno foram T16, T5, T13, T14 e T11, respectivamente. A utilização combinada de produtos sistêmicos com de contato no período inicial de desenvolvimento da doença mostrou-se mais interessante. Para o controle de oídio e mancha parda, o uso alternado dos produtos de forma isolada, e nas fases iniciais do desenvolvimento da doença, se mostraram os mais promissores, podendo destacar o Tratamento 10. Os resultados mostraram que o uso de fungicidas multissítios em mistura ou de forma alternada no controle de doenças fúngicas na cultura da soja é eficiente, assegurando a capacidade produtiva das cultivares avaliadas.

Palavras-chave: *Glycine max*; Controle químico; Ferrugem-asiática da soja (FAS); *Microsphaera diffusa*; *Septoria glycines*.

ABSTRACT

Plant diseases are among the main factors that limit high yields in any cultivar. Asian soybean rust, caused by the fungus *Phakopsora pachyrhizi*, is the most severe disease and can cause yield reductions of up to 80%. Other diseases such as powdery mildew, caused by *Microsphaera diffusa* and brown spot, caused by the fungus *Septoria glycines* are also very important in the crop, as they can lead to significant losses in productivity. Chemical control is currently the most viable tool to prevent losses, but a lower sensitivity of fungi to fungicides has been reported in Brazil. The objective of this work is to research new tools that help in the management of resistance to *P. pachyrhizi* along with other diseases through chemical control with the addition of multisite fungicides in mixture and isolation. Two experiments were carried out in the city of Uberlândia-MG, in the 2018/2019 crop. The soybean cultivars used in first and second trial were SYN1378C and TMG7063 respectively. The randomized block design used, was composed of 16 treatments and 4. A total of six fungicides, namely: Elatus [200 g pc / ha] (EL), Cypress [300 ml pc / ha] (CY), Bravonil [1.5 L pc / ha] (CTN), Trifloxystrobin + Ciproconazole [200 mL pc / ha] (SM), Mancozeb [1500 g pc / ha] (MZB) and Prothioconazole + Trifloxystrobin [400 mL pc / ha] (FOX), were used, which, in different combinations, made up the 16 treatments. The treatments were applied from 38 days after soybean emergence, with application intervals of 7 and 14 days. Each experimental plot contained an area of 18 m², 6 meters long, 3 meters wide and 50 cm line spacing. Evaluations were performed weekly, and severity scores were given according to the diagrammatic scale established for the crop, performed on 10 leaves of the middle third and the lower third of the plant. Yield was measured at the end of the experiment, with a 4.5 m² harvest of the plot. By analyzing the results, it was found that none of the evaluated products acted in an eradicating way, preventing the development of the diseases analyzed. However, in all treatments there was a reduction in severity, favoring the productivity of both experiments. For rust the treatments with the best performance in controlling the pathogen were T16, T5, T13, T14 and T11, and the combined use of systemic and contact products in the initial period of disease development was more interesting. For the control of powdery mildew and brown spot the use of alternate isolated products and in the early stages of disease development showed more promising, highlighting in this work Treatment 10. The results showed that the use of multisite fungicides in mixture or isolation in the control of fungal diseases in soybean crop it is efficient, ensuring the productive capacity of the evaluated cultivars.

Keywords: *Glycine max*; Chemical control; Asian soybean rust (ASR); *Microsphaera diffusa*; *Septoria glycines*.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma oleaginosa, pertencente à família Fabaceae, originária da China e seus primeiros cultivos foram registrados há mais de 5 mil anos a.C. Atualmente, devido a sua versatilidade e elevada produtividade, encontra-se entre os principais grãos cultivados a nível mundial. Seus grãos possuem elevado teor de óleo e proteína, sendo uma das principais fontes de matéria-prima para produção agroindustrial, alimentação humana, ração animal, óleo vegetal e biocombustíveis (CARVALHO, 2014; TEIXEIRA, 2017; BEDIN, 2018).

A safra mundial de 2017/2018 produziu, aproximadamente, 337,5 milhões de toneladas de soja, sendo os Estados Unidos o maior produtor deste grão, seguido por Brasil e Argentina. Juntos, esses três países foram responsáveis por cerca de 82,3% do montante mundial produzido nesta safra. Dessa quantidade, o Brasil contribuiu com cerca de 119,8 milhões de toneladas e, a nível nacional, os estados do Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul destacam-se como os três maiores produtores de soja do país (IBGE, 2018; USDA, 2018). Nessa mesma safra, o Brasil consolidou-se como o maior exportador mundial deste grão e estima-se que para a safra 2018/2019 o país alcance o primeiro lugar em produção (ZAFALON, 2018). Com quase 34 milhões de hectares de área plantada no Brasil, a soja tem grande importância econômica por se tratar de um dos principais produtos agrícolas nacionais, sendo a principal cultura em extensão de área e volume de produção (IBGE, 2018; SOUZA, 2017).

O potencial produtivo da sojicultura é influenciado por fatores internos e externos durante o cultivo, tais como características químicas e físicas do solo, componentes edafoclimáticos, características genéticas da cultivar, manejo fitossanitário e ataque de pragas, doenças e plantas daninhas (CARVALHO, 2014). Doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus estão entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos na produção da soja, podendo ocasionar perdas de 15% a 20% na produção anual da cultura (EMBRAPA, 2004).

O fungo da espécie *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow, relatado pela primeira vez no Brasil em 1979, é o agente causador da ferrugem-asiática da soja (FAS), doença responsável pelas maiores perdas na cultura, podendo ocasionar impactos de produtividade na ordem de 80% (REIS et al., 2012; KAWUKI et al., 2003). É pertencente ao filo Basidiomycota, classe Basidiomycetes e ordem Uredinales, sendo considerado parasita obrigatório e biotrófico, que

pode sobreviver em plantas de várias espécies, o que dificulta a sua erradicação (BITTENCOURT; BORIN, 2016). A infecção do fungo é favorecida com temperaturas entre 15°C e 28°C e abundante umidade, com presença de água constante por um período superior a seis horas (REIS et al., 2012). O processo infeccioso inicia-se com a germinação dos esporos, formação do apressório e penetração nos tecidos celulares de forma direta, através da cutícula foliar, posteriormente, há a formação de haustórios, responsáveis pelo dano na planta (BEDIN, 2018). Os sintomas iniciais podem ser observados em qualquer fase do desenvolvimento da cultura e em diferentes partes da planta, entretanto, é comum notar incidência de pequenos pontos de coloração escura na face adaxial das folhas presentes no terço inferior (REIS et al., 2006). No geral, os sintomas da doença são pequenas lesões foliares, de coloração castanha a marrom-escura e, na face inferior da folha, pode-se observar urédias que se rompem e liberam os uredósporos. Plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, o que compromete a formação, o enchimento de vagens e o peso final do grão, acarretando em prejuízos na produtividade (GODOY; HENNING, 2008; GODOY et al., 2014).

O oídio da soja, [(*Erysiphe diffusa* (Cook & Peck) Braun & S. Takamatsu)], tem grande importância nacional, com relatos de prejuízos nas lavouras de 30 a 40% (GAZZONI; YORINORI, 1995). Embora sua ocorrência seja predominantemente na região foliar, o patógeno pode se desenvolver em qualquer órgão da parte aérea da planta e nos seus mais variados estádios de desenvolvimento. Os sintomas iniciais caracterizam-se pelo aparecimento de uma fina cobertura esbranquiçada, formada de micélio e conídios. Gradualmente há alteração da coloração branca para castanho-acinzentada e, em condições de infecção severa, pode causar seca e queda prematura das folhas. Seu desenvolvimento é favorecido com temperatura variando de 18 °C a 30°C e baixa umidade relativa (GODOY et al., 2014; BRASIL et al., 2018).

A mancha parda corresponde a outra doença de importância no Brasil. É causada pelo fungo *Septoria glycines* e nas fases iniciais causa pequenas pontuações de contornos angulares e castanho-avermelhadas. Progressivamente, há a formação de manchas com halos amarelados e centro de contorno angular, de coloração castanha em ambas as faces. Em estágios mais severos pode resultar em desfolha e redução do ciclo da cultura, causando deformação na granação com prejuízos de até 30% (LOPES et al., 1998). A infecção e o desenvolvimento da doença são favorecidos em condições quentes e úmidas, assim como as demais doenças citadas (GODOY et al., 2014). Estes patógenos, considerados como doenças de final de ciclo (DFC), tem aumentado a sua importância na cultura devido a sua expansão geográfica em todo território

brasileiro.

Embora existam diferentes métodos para realizar o manejo eficiente e diminuir os danos advindos de doenças fúngicas na cultura da soja, ainda é possível observar um número considerável de propriedades que sofrem com tal problema, estando entre as principais causas para ocorrência o plantio tardio, o não cumprimento do vazio sanitário e o controle químico equivocado (BARRETO, 2011). A combinação de medidas preventivas é a melhor maneira para reduzir as perdas, como, por exemplo: a destruição de hospedeiros secundários, semeadura antecipada e não adensada de cultivares de ciclo precoce, monitoramento periódico das lavouras, uso de vazio sanitário, utilização de cultivares resistentes e aplicação de fungicida preventivamente (HENNING, 2014).

Sabe-se que a grande dificuldade no controle da maioria das doenças é devido a ampla variabilidade genética do patógeno, isso faz com que as fontes de resistência sejam suplantadas facilmente (GARCIA, 2008). Assim, o controle químico com fungicidas tem sido o método mais utilizado no combate as doenças, pois além da facilidade de aplicação é possível observar os resultados a curto prazo (BITTENCOURT; BORIN, 2016).

Para que o controle químico seja feito de forma eficiente é essencial que a aplicação ocorra preventivamente ou logo após a detecção dos sintomas iniciais das doenças na cultura. Dessa forma, o monitoramento da doença e sua identificação devem ser realizados nos estádios iniciais de seu desenvolvimento, a partir de vistorias frequentes na lavoura (EMBRAPA, 2010). Durante a aplicação é importante obter uma ampla cobertura da folhagem com fungicidas de elevado período residual. Quando o controle inicial não é eficiente ocorre a multiplicação do fungo na parte inferior da folhagem, tornando cada vez mais difícil o acesso do fungicida a essa parte da planta (YORINORI, 2009).

As classes de fungicidas mais utilizadas no controle de doenças fúngicas e, principalmente, da FAS e DFCs são os triazóis, estrobilurinas, carboxamidas, morfolinas, ditiocarbamatos e isoftalonitrilas. Entretanto, as moléculas com sítio específico de ação têm apresentado diminuição de eficácia quando aplicadas isoladamente, sendo o caso dos triazóis, estrobilurinas e carboxamidas. Devido a isso, em 2016 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) suspendeu o registro de 63 fungicidas utilizados no controle da ferrugem em soja, estando disponíveis atualmente apenas 48 produtos (CEREZOLLI et al., 2018; BEDIN, 2018).

Essa queda de desempenho dos químicos no controle dos patógenos começou a ser

observada, e tem se intensificado, desde a descoberta e, posteriormente, com o grande número de aplicações de fungicidas com modo de ação específico, visto que com alterações de poucos genes (mutações), os patógenos conseguem resistir as aplicações do produto. Para fungicidas inibidores de múltiplos sítios, um número muito maior de alterações é necessário, pois cada molécula atua de maneira distinta nos organismos alvos, dificultando o desenvolvimento da resistência (REIS, 2005; TWIZEYIMANA; HARTMAN, 2017; PEREIRA, 2017; MACHRY et al., 2017).

Os fungicidas multissítios são compostos por moléculas que agem em diversas rotas bioquímicas dos fungos, proporcionando um controle eficaz com menor risco de desenvolvimento de populações resistentes. A utilização desses fungicidas associada a outros com sítio específico de ação vem se mostrando interessante, pois aumenta a eficiência no controle do patógeno e dificulta o desenvolvimento de resistência (MACHRY et al., 2017).

Desde o primeiro diagnóstico da ferrugem-asiática da soja na América do Sul ocorrido no Paraguai, em fevereiro de 2001 (Morel e Yorinori, 2002; Yorinori *et al.*, 2002a; Yorinori *et al.*, 2002b), diversos trabalhos vêm sendo produzidos a fim de aumentar a eficiência no controle da doença. Estudos como o de Bittencourt e Borin (2016) testando a utilização de controle preventivo e curativo no controle da ferrugem-asiática da soja; Cunha e Peres (2010) trabalhando com eficiência de diferentes formas de aplicação para o controle da ferrugem-asiática da soja; Machry et al. (2017) analisando a eficiência das doses de diferentes fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja e, mais recente, o de Cerezolli et al. (2018) estudando o uso de fungicidas multissítios no controle da ferrugem-asiática da soja, continuam sendo produzidos buscando uma melhor eficiência no controle da FAS, o que evidencia que quase 20 anos após a entrada da doença no Brasil ela continua acarretando prejuízos a cultura. Paralelamente, outras doenças como oídio e mancha parda ocasionam prejuízos na sojicultura, sendo interessante obter um método de controle que se mostre eficaz no combate a diferentes doenças de importância na cultura, proporcionando economia para o produtor e menores danos ao meio ambiente.

O processo de pesquisa, desenvolvimento e registro, até a introdução de um novo defensivo agrícola no mercado é complexo, de custo elevado e longo. Os novos produtos precisam ser, além de eficazes, seguros para o homem e para o meio ambiente. É o que a sociedade quer e o que os órgãos responsáveis pelo registro exigem. Na fase de pesquisa, que leva em média dois anos, as empresas investem cerca de US\$ 107 milhões para analisar

milhares de princípios ativos com potencial de se transformar num novo produto. Na fase de desenvolvimento, são realizados testes que verificam a eficácia e, principalmente, a segurança dessas novas descobertas, o que leva pelo menos oito anos, a um custo aproximado de US\$ 146 milhões. No final, apenas um dos milhares princípios ativos chegam à fase de registro, com custos de mais US\$ 33 milhões. A etapa de registro, no Brasil, pode demorar mais oito anos para ser concluída – enquanto em outros países o tempo médio de registro é de cerca de dois anos. (Croplifebrasil, 2019)

Diante deste cenário de elevado custo de desenvolvimento de defensivos agrícolas, relatos de perda de sensibilidade dos patógenos aos principais fungicidas existentes no mercado, ao aumento do número de aplicações no ciclo da soja e ao baixo número de registros anuais de fungicidas com novos modos de ação, faz-se necessário a adoção de técnicas e medidas para preservar a longevidade das moléculas existentes.

Assim, torna-se importante o desenvolvimento de outros estudos que busquem meios cada vez mais eficientes para o controle da ferrugem-asiática e demais doenças de importância na cultura da soja no Brasil.

OBJETIVOS

Objetivou-se pesquisar novas ferramentas que auxiliem no manejo da resistência a *Phakopsora pachyrhizi* e outras doenças através do controle químico com a adição de fungicidas multissítios em mistura e de forma isolada. Além disso, teve por objetivo secundário avaliar o incremento de controle sobre os patógenos, seletividade a cultura da soja, produtividade e determinar o melhor momento da aplicação de fungicidas multissítios.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos na Estação Experimental da Syngenta, localizada no município de Uberlândia-MG, sob as coordenadas geográficas 18° 55' 37,020" Sul e 48° 10' 24,384" Oeste, em altitude de 920 metros em relação ao nível do mar, solo argiloso, local de clima tropical (Figura 1).



Figura 1. Local de instalação do ensaio.

Para a realização do estudo foram utilizadas duas variedades de soja, uma para cada experimento. Em um dos experimentos, foi plantada a cultivar SYN1378C IPRO, susceptível a ferrugem, e no outro a cultivar TMG7063 IPRO/RT, com resistência a ferrugem. O preparo do solo foi realizado através de sub-solagem e posterior gradagem. O plantio aconteceu no dia 16 de novembro de 2018, com a adubação recomendada para a cultura, tendo por base a análise de solo. Os tratos culturais, com exceção da aplicação de fungicidas, foram feitos mediante a necessidade e recomendação para a cultura.

Os experimentos foram conduzidos em blocos casualizados (DBC) com 16 tratamentos e 4 repetições, totalizando 64 parcelas experimentais em cada experimento. Cada parcela (Figura 1.1) continha área de 18 m², sendo 6 metros de comprimento e 3 metros de largura, com espaçamento entre linhas de 0,50 metros.

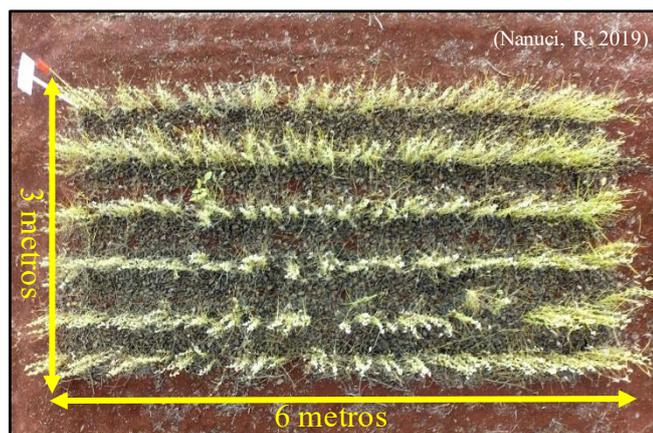


Figura 1.1. Detalhamento da unidade experimental

A densidade populacional das cultivares SYN1378C IPRO e TMG7063 IPTO RT foi utilizada de acordo com a recomendação do fabricante, sendo duzentos e sessenta mil plantas e duzentos e quarenta mil plantas por hectare, respectivamente.

Os tratamentos, aplicados nos dois experimentos, foram estabelecidos através da combinação de 6 fungicidas: Elatus [200 g p.c/ha] (EL), Cypress [300 mL p.c/ha] (CY), Bravonil [1500 mL p.c/ha] (CTN), Trifloxistrobina+Ciproconazol [200 mL p.c/ha] (SM – Sphere Max), Mancozeb [1500 g p.c/ha] (MZB – Unizeb Gold) e Protioconazol+Trifloxistrobina [400 mL p.c/ha] (FOX), todos com adjuvante recomendado pela empresa (a descrição técnica, bem como as características de cada produto encontram-se nos anexos desse documento). Todos os tratamentos, bem como o momento de cada aplicação, encontram-se apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição e momento de aplicação dos 16 tratamentos testados em ambos experimentos.

T	Momento de aplicação								
	38 ¹	7 ²	14 ²	21 ²	28 ²	35 ²	42 ²	49 ²	56 ²
1	Testemunha								
2	EL+CY*			EL+CY*		CY+CTN		CY+CTN	
3	EL+CTN*			EL+CY*		CY+CTN		CY+CTN	
4	EL+CTN*			EL+CTN*		CY+CTN		CY+CTN	
5	EL+CTN*			EL+CTN*	CTN	CY	CTN	CY	
6	EL+CTN*			EL+CTN*		CY	CTN	CY	CTN
7	EL*	CTN		EL*	CTN	CY+CTN		CY+CTN	
8	EL*	CTN		EL*	CTN	CY	CTN	CY	

9		EL*	CTN	EL*	CTN	CY	CTN	CY	CTN
10	CTN	EL*	CTN	EL*		CY+CTN		CY+CTN	
11	CTN	EL*	CTN	EL*	CTN	CY	CTN	CY	
12	CTN	EL*	CTN	EL*		CY	CTN	CY	CTN
13	CTN	EL+CTN*	CTN	EL+CTN*	CTN	CY+CTN	CTN	CY+CTN	CTN
14	CTN	EL*	CTN	EL*	CTN	CY	CTN	CY	CTN
15	CTN	CTN	CTN	CTN	CTN	CTN	CTN	CTN	CTN
16		FOX+ MZB**		FOX+ MZB**		FOX+ MZB**		SM+ MZB**	

¹ Dias após a emergência; ² Dias após a primeira aplicação; * Adição de Adjuvante Ochima® (0,25 L/ha⁻¹); ** Adição de Adjuvante Áureo® (0,4 L/ha⁻¹); T: Tratamentos: Elatus [200 g p.c/ha] (EL), Cypress [300 mL p.c/ha] (CY), Bravonil [1,5 L p.c/ha] (CTN), Trifloxistrobina+Ciproconazol [200 mL p.c/ha] (SM), Mancozeb [1500 g p.c/ha] (MZB) e Protioconazol + Trifloxistrobina [400 mL p.c/ha] (FOX).

O período de condução dos experimentos foi iniciado com a primeira aplicação dos tratamentos aos 38 dias após a emergência da soja, na data 29/12/2018, seguindo as aplicações e respeitando intervalos de 7 e 14 dias, de acordo com cada tratamento. As aplicações foram realizadas utilizando pulverizador de barra horizontal com pressão constante, propelido a CO₂, com comprimento de barra de 3 metros, contendo 6 bicos do tipo 110.02 com jato em leque e espaçamento de 0,5 metro entre eles. O volume de calda foi de 150 L/ha para todos os tratamentos.

A eficácia dos produtos testados no controle de *Phakopsora pachyrhizi* foi avaliada apenas no experimento com a cultivar SYN1378C IPRO, sendo realizadas avaliações semanais, totalizando oito avaliações ao longo do experimento (05/01, 12/01, 19/01, 26/01, 02/02, 09/02, 16/02 e 23/02/2019). As notas de severidade foram atribuídas de acordo com escala diagramática [Figura 2] proposta por GODOY et al. (2006), através da análise de 10 folhas do terço médio e de 10 folhas do terço inferior em plantas aleatórias de cada parcela, com notas variando de zero, para a ausência dos sintomas da doença, e 100% para o acometimento total da planta. Para avaliação de outras doenças, foi atribuído uma nota por unidade experimental de acordo com a escala diagramática [Figura 3] para quantificação do complexo de doenças de final de ciclo em soja. (Martins et al., 2004)

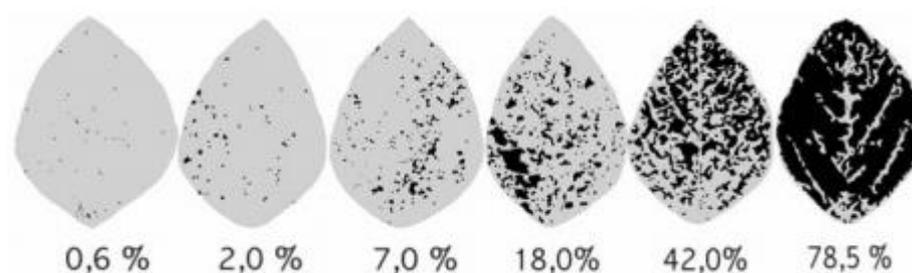


Figura 2. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja (Godoy et al., no prelo).

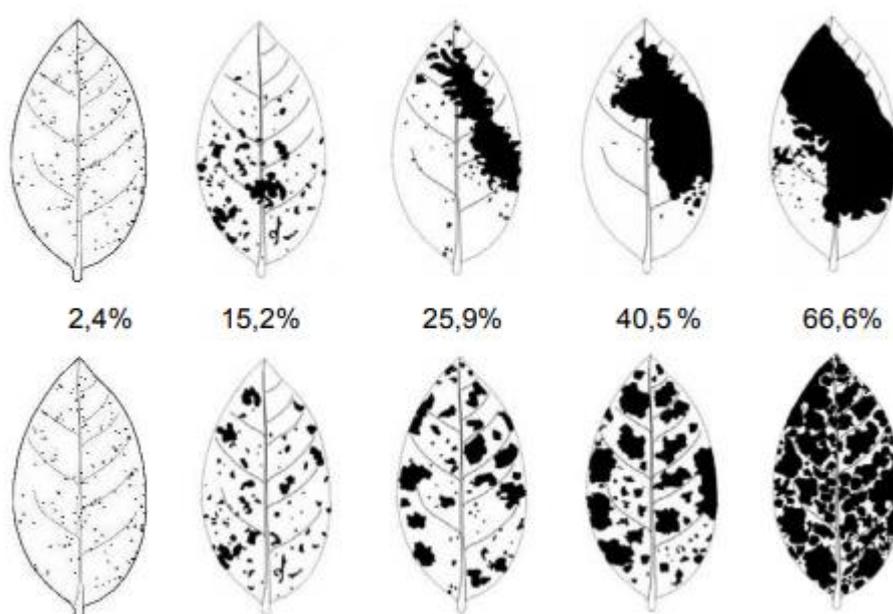


Figura 3. Escala diagramática para quantificação do complexo de doenças de final de ciclo em soja (Martins et al., 2004).

A partir das duas notas obtidas foi calculada a média aritmética de severidade de ferrugem asiática nas plantas, por parcela. Os sintomas de fitotoxicidade foram avaliados visualmente nas mesmas datas das avaliações de severidade, utilizando-se escala percentual, em que zero denota a inexistência deste efeito e 100% a morte das plantas em decorrência da aplicação dos tratamentos. Utilizou-se a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), utilizando a fórmula (Shaner e Finney, 1977) para representar a ocorrência da doença nos tratamentos testados durante o período desse experimento. AAACPD é um útil resumo quantitativo da intensidade da doença ao longo do tempo, para comparação entre anos,

locais ou técnicas de manejo integrado de doenças.

Para o experimento com a cultivar TMG7063 IPRO/RT, que apresenta resistência a FAS, foi testada a eficiência dos tratamentos no controle de oídio e mancha parda. As avaliações de severidade foram realizadas nos mesmos dias já mencionados para o experimento de ferrugem (FAS), entretanto, as notas foram atribuídas com base na planta em sua totalidade e não separadas por terços.

Finalizando as análises, no dia 29/03/2019 foi quantificada a produtividade da soja e o peso de mil grãos em cada tratamento nos dois experimentos através da colheita de 4.5 m² centrais das parcelas, com posterior correção da umidade em 13% e conversão de unidade para quilos e sacas por hectare.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as diferenças entre as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância (SCOTT & KNOTT, 1974). Apenas os dados de severidade não atenderam as pressuposições da análise de variância para normalidade e homocedasticidade, procedeu-se ranqueando os dados, submetendo-os ao teste de Scott-Knott para comparações múltiplas entre os ranques, que logo após foram substituídos por medianas para melhor visualização dos resultados. Os mesmos foram dispostos em um gráfico de linhas para a visualização da progressão da doença no tempo em função de cada tratamento, em seguida foi analisada graficamente a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).

Os dados de produtividade expressos em quilos por hectares, sacas por hectare e peso de mil grãos atenderam as pressuposições da análise de variância, sendo assim, foram analisados e comparados também pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Todos os dados foram analisados no software R de computação estatística, versão 3.5.3 (R CORE TEAM, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS MULTISSÍTIOS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

Na análise feita para severidade da ferrugem-asiática da soja (FAS) no terço médio inferior das plantas ao longo do tempo (Figura 2) observou-se que, a partir dos 28 dias após a aplicação (DAA), o experimento foi conduzido em condição de elevada intensidade de infecção da doença, tendo por base que os índices atribuídos a testemunha (T1) se mantiveram altos. Neste período a soja encontrava-se em R5, fase crítica para o desenvolvimento da cultura, pois corresponde ao enchimento de grãos. A incidência da doença nesta etapa pode resultar em grandes prejuízos na produtividade, sendo imprescindível o bom desempenho dos fungicidas no controle.

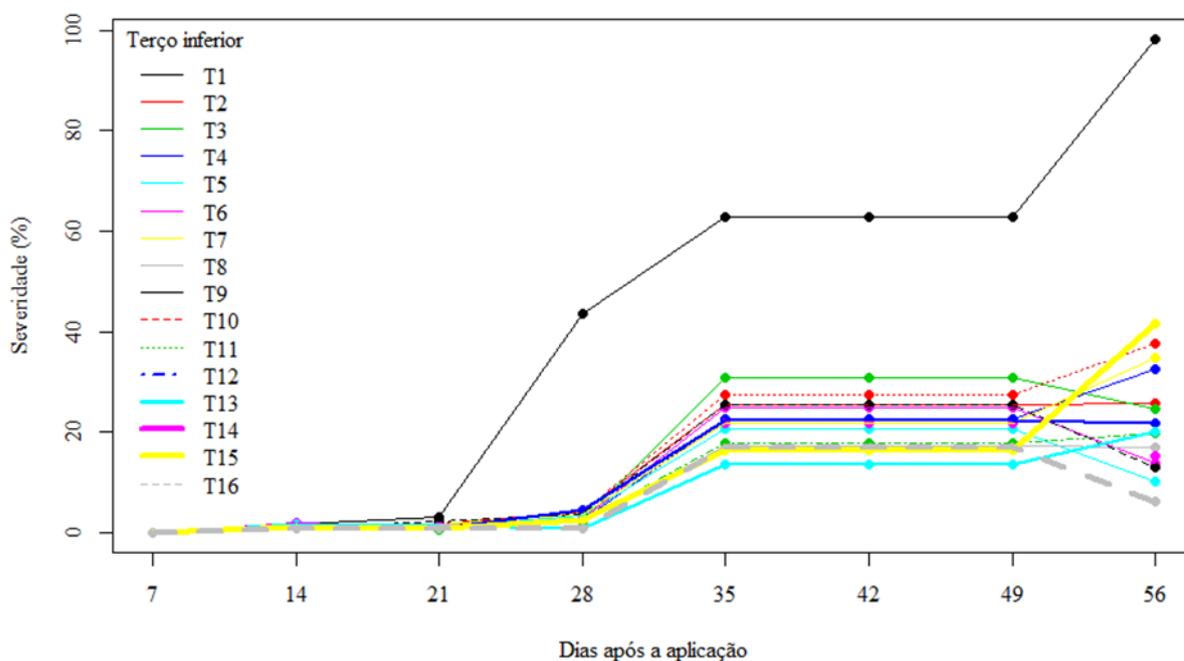


Figura 2. Progressão de severidade de ferrugem (*Phakopsora pachyrhizi*) no terço inferior da cultura da soja em 8 avaliações.

Os tratamentos que continham aplicações de fungicidas (T2 a T16) apresentaram taxas de severidade inferiores a testemunha em todas as avaliações, o que evidencia a eficiência dos produtos utilizados no controle do patógeno. Entretanto, foi possível notar que os tratamentos T8, T11, T13, T15 e T16 se destacaram aos demais, apresentando melhor desempenho no controle da doença durante o período de maior pressão do inóculo (dos 28 aos 49 DAA). Aos

56 DAA observa-se alteração no ranqueamento dos tratamentos, sendo que T5, T6, T9 e T16 apresentaram redução da taxa de severidade da doença, o que resultou em classificação superior aos demais, juntamente com T8 e T14.

Observou-se, também, aumento da intensidade da doença em todos os tratamentos (Figura 2). No início do processo infeccioso é comum que o patógeno se instale nas partes mais baixas da planta, próximas ao solo, zona de difícil acesso durante as aplicações de fungicidas devido a barreira imposta pelas folhas (ZHU et al., 2008). Isso dificulta o controle do patógeno, o que explica o aumento da taxa de severidade com o decorrer do tempo. Entretanto, esse aumento não se deve a ineficiência dos produtos no controle, mas pela falta de contato do químico com o patógeno.

Nas análises de severidade feitas no terço médio das plantas (Figura 3), observa-se que os tratamentos T5, T9, T14 e T16 foram os responsáveis pelo melhor controle da doença ao longo de todas as avaliações. Vale destacar que T5 e T16 apresentaram excelente controle, mantendo a taxa de severidade constantemente baixa, mesmo quando os níveis de infestação da doença encontravam-se bem elevados.

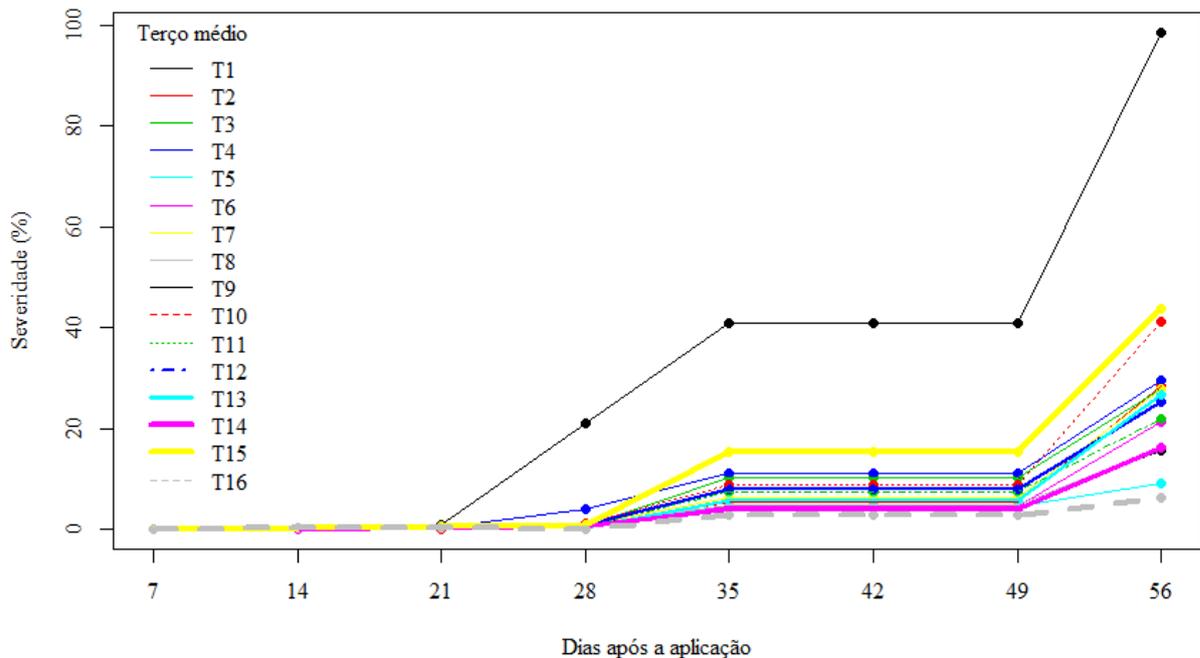


Figura 3. Progressão de severidade de ferrugem (*Phakopsora pachyrhizi*) no terço médio da cultura da soja em 8 avaliações.

Na região do terço médio há grande alcance do fungicida nas folhas, sendo favorecido o controle dos produtos com ação de contato, entretanto, o tratamento composto apenas por

tratamentos com melhores resultados foram T5, T8, T9, T14 e T16, nessa zona os fungicidas que tem o modo de ação ativado ao entrar em contato com o patógeno conseguem efetuar melhor controle, reduzindo a pressão do inóculo e aumentando o seu tempo de proteção. No terço inferior a eficiência dos fungicidas é prejudicada pelo amplo volume foliar, impedindo que os produtos aplicados cheguem as camadas mais baixas na planta, dessa forma o químico não entra em contato com o patógeno, tendo maior eficiência aqueles com ação sistêmica. Nessa zona os tratamentos com melhores resultados foram T8, T11, T13 e T16.

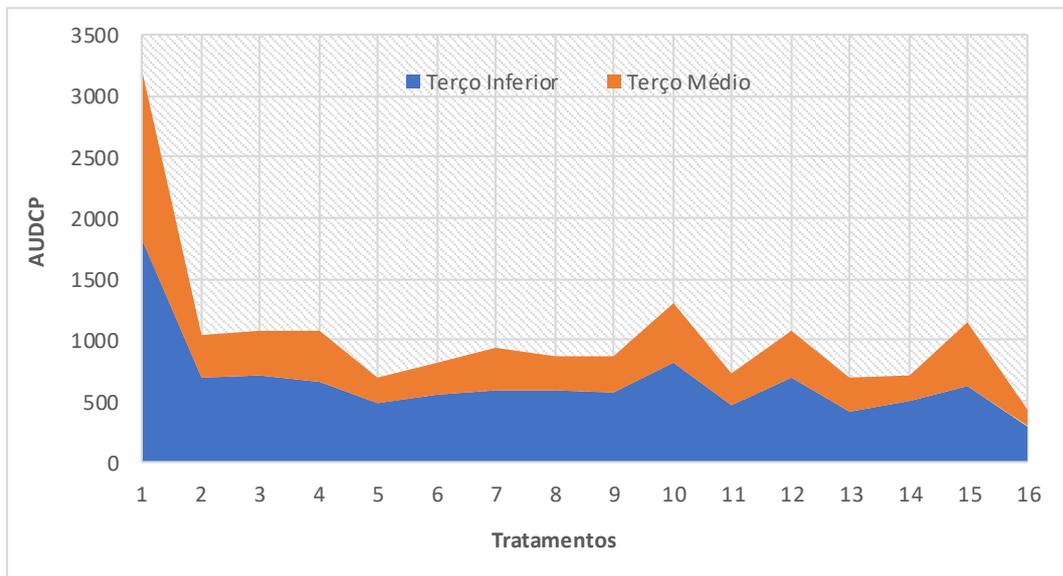


Figura 5. Área abaixo da curva de progressão da doença (AACPD) de ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) nos terços inferior e médio na cultura da soja sob o efeito de 16 tratamentos.

Em termos gerais, o principal dano ocasionado pela ferrugem é através da destruição dos tecidos foliares que resultam em redução da atividade fotossintética, causando a desfolha prematura, redução do ciclo da cultura e formação incompleta dos grãos (SINCLAIR; BACKMAN, 1989).

Na análise feita para desfolha (Figura 6) das plantas aos 102 e 107 dias após o plantio da cultura pode-se observar, através dos dados apresentados na Figura 5, uma menor intensidade para os tratamentos T16, T13 e T5, indicando que a eficiência no método de controle da doença resulta em um período prolongado de folhagem nas plantas, sendo muito interessante este resultado, pois uma desfolha precoce pode influenciar negativamente o peso dos grãos.

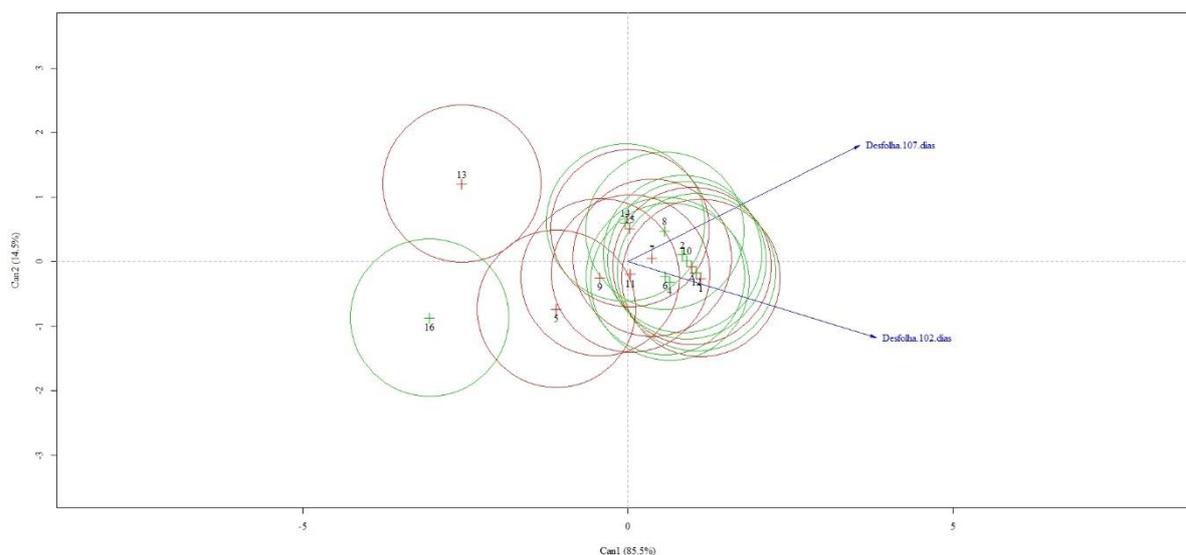


Figura 6. Biplot de scores médios de desfolha aos 102 e 107 dias após o plantio da cultura da soja sob o efeito de 16 tratamentos.

A produtividade média da cultura submetida a diferentes tratamentos é a principal forma de se atestar a eficiência de fungicidas no controle de um patógeno, visto que em condições de elevada infecção há ocorrência de danos severos na planta, que reduzem consideravelmente sua produção. Na tabela 2 encontram-se os dados de produtividade média dos 16 tratamentos. Observou-se similaridade estatística para a produtividade entre os tratamentos em que foi realizado o controle do patógeno, com médias estatisticamente superiores a testemunha. Tal fato indica que embora alguns tratamentos tenham se destacado resultando em menor taxa de severidade e menor desfolha na cultura ao longo do período de maior ocorrência da doença, essa diferença não influenciou significativamente a produtividade, mantendo uma produção favorável.

Para a variável peso de mil grãos (PMG) os tratamentos T13 e T16 se diferiram dos demais, apresentando as melhores médias. Esses dois tratamentos foram os mesmos que apresentaram menores valores na análise de AACPD e desfolha mais tardia, como já comentado anteriormente. A explicação para isso se deve ao fato de que um dos principais componentes de rendimento afetados pela ferrugem é o tamanho da semente. Nos tratamentos com baixa severidade da doença houve menor interferência no processo fotossintético e, conseqüentemente, melhor aproveitamento dos fotoassimilados, gerando grãos mais densos (SOARES et al., 2004).

Tabela 2. Dados de produtividade de soja medidos em quilos por hectare, sacas (60kg) por hectare e peso de mil grãos sob efeito dos 16 tratamentos.

Trat.	Prod. (kg/ha)	Prod. (sacas/ha)	PMG (g)
1	2319.962 b	38.66 b	102.0745 c
2	4093.110 a	68.22 a	140.7868 b
3	3676.731 a	61.28 a	140.2614 b
4	4066.405 a	67.77 a	142.5267 b
5	4210.926 a	70.18 a	150.0122 b
6	3813.129 a	63.55 a	145.8369 b
7	4193.110 a	69.88 a	146.0831 b
8	4227.382 a	70.45 a	148.2105 b
9	3949.943 a	65.83 a	143.2025 b
10	3975.428 a	66.26 a	136.1364 b
11	4156.117 a	69.27 a	145.7630 b
12	3745.038 a	62.42 a	130.3885 b
13	4588.946 a	76.48 a	160.2753 a
14	4269.336 a	71.15 a	149.4682 b
15	4151.335 a	69.19 a	145.0237 b
16	4883.512 a	81.39 a	167.8369 a
Valor p	<0.001		<0.001
CV (%)	12.44		5.12

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Dessa forma, observa-se que uso dos fungicidas proporcionou uma manutenção do potencial produtivo da cultivar, variando de 36,9%, no tratamento com menor produtividade (T3), a 52,49% no tratamento com maior produtividade (T16), quando comparado a testemunha.

EFICIENCIA DE FUNGICIDAS MULTISSÍTIOS NO CONTROLE DE OÍDIO E MANCHA PARDA EM SOJA

O gráfico resultante da análise feita para averiguar a severidade de oídio nas plantas de soja encontra-se na Figura 7. Observou-se semelhanças entre os tratamentos testados com aplicações de fungicidas (T2 a T16) ao longo do tempo de avaliação, sendo que todos se mostraram eficientes no controle da doença. A testemunha se diferenciou dos demais tratamentos, comprovando incidência da doença no experimento.

Resultados semelhantes foram observados na análise feita para mancha parda, em que todos os tratamentos se comportaram de forma semelhante no controle da doença ao longo das avaliações (Figura 8).

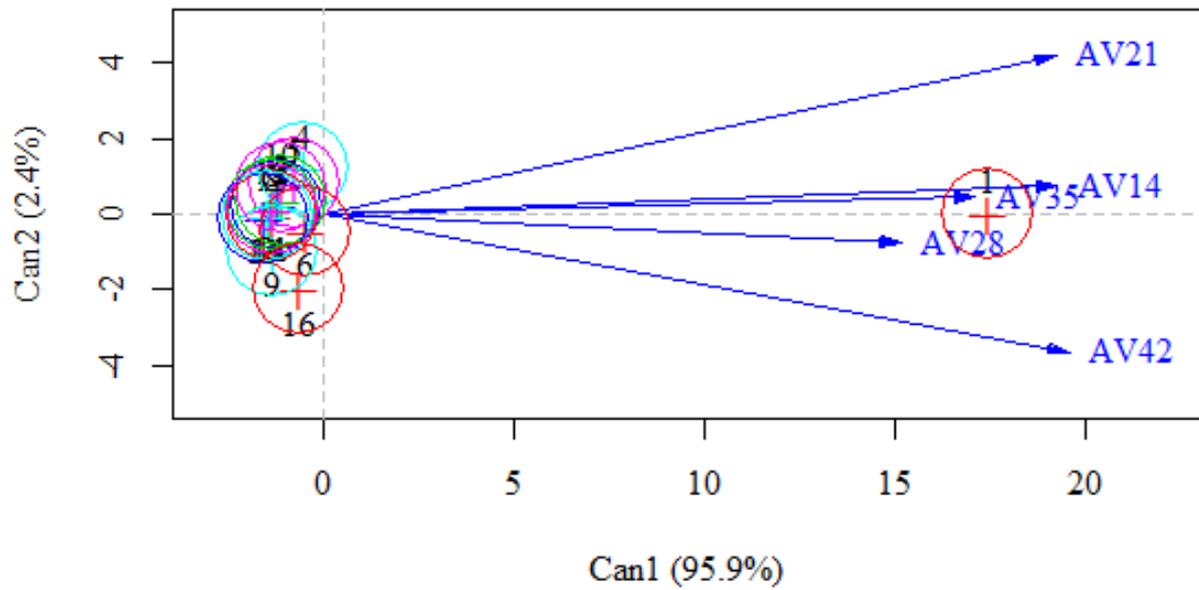


Figura 7. Biplot contendo scores médios de 16 tratamentos com 5 variáveis avaliativas de severidade de oídio (*Erysiphe difusa*) na cultura da soja.

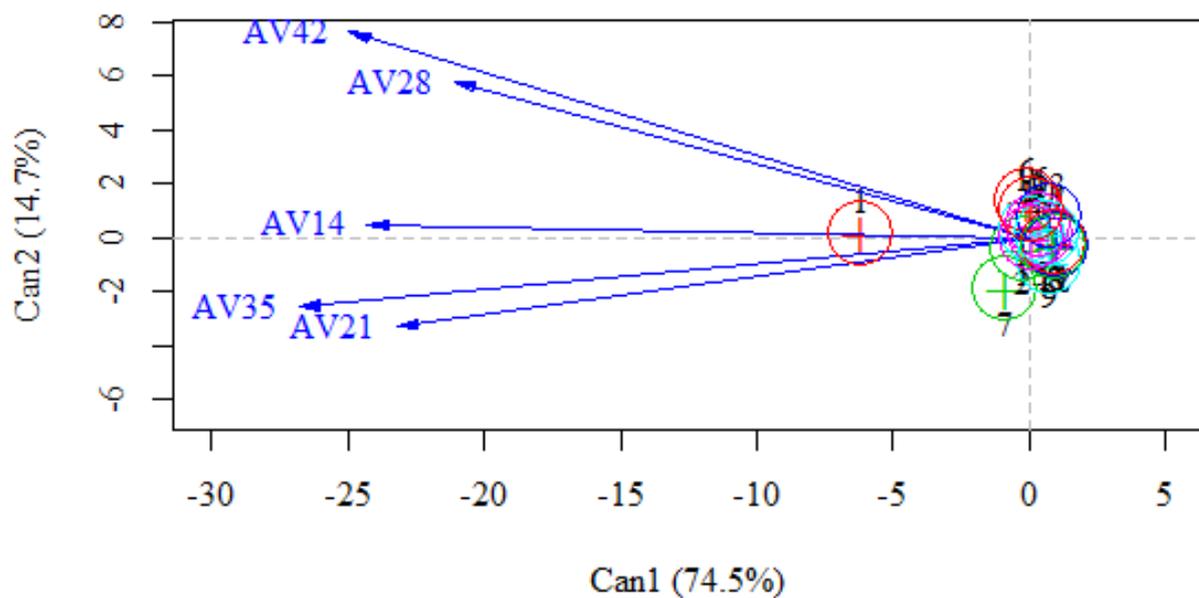


Figura 8. Biplot contendo scores médios de 16 tratamentos com 5 variáveis avaliativas de severidade de mancha parda (*Septoria glycines*) na cultura da soja.

As duas doenças, em níveis de elevada infecção, podem resultar em desfolha precoce e ocasionar graves prejuízos na produtividade da soja, sendo importante salientar a necessidade da realização do controle. Foram observadas diferenças, quanto a taxa de severidade, entre os tratamentos que possuíam algum controle e a testemunha, para as duas doenças, como já comentado, entretanto essa diferença não se manteve na análise feita para produtividade, em

que todos os tratamentos se mantiveram semelhantes (Tabela 3). Contudo, a testemunha foi responsável pela menor produtividade, com diferenças entre os demais tratamentos variando de 385 kg (6,4 sacas/ha) no tratamento 3, até 1212 kg (20,2 sacas/ha) no tratamento 10, isso indica que com a utilização do método mais adequado no controle da doença é possível obter ganhos na produtividade de 22%.

Quanto aos controles, observa-se que os detentores de maiores produtividades foram aqueles em que as primeiras aplicações foram feitas com fungicidas de forma isolada, sem a combinação de diferentes produtos. A antecipação da aplicação também foi vantajosa, visto que o tratamento com melhor desempenho foi resultado do efeito precoce na aplicação juntamente com alternância de produtos isolados durante as primeiras aplicações. É válido destacar que o controle inicial eficiente permite menor rigorosidade quanto ao número de aplicações e o intervalo entre elas em fases mais avançadas do cultivo.

Tratamentos em que as aplicações consistiram, em grande maioria, na combinação de produtos simultaneamente apresentaram médias de produtividade inferiores, não sendo boas estratégias para o controle de oídio e mancha parda.

Tabela 3. Comparações múltiplas entre médias de produtividade de soja sob o efeito de 16 tratamentos.

Tratamentos	Prod. Kg/ha	Sacas/ha
1	4304.89	71.75 a
2	4886.05	81.43 a
3	4690.17	78.17 a
4	5009.53	83.49 a
5	4766.56	79.44 a
6	5176.60	86.28 a
7	5311.65	88.53 a
8	5336.12	88.94 a
9	5046.62	84.11 a
10	5519.24	91.99 a
11	4961.03	82.68 a
12	5290.89	88.18 a
13	4911.74	81.86 a
14	5066.90	84.45 a
15	5011.00	83.52 a
16	4764.89	79.41 a
Valor p	> 0.05	
CV (%)	9.49	

Médias seguidas de mesma letra não se diferenciam pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

CONCLUSÕES

Nenhum dos produtos avaliados atuou de forma erradicante, impedindo o desenvolvimento das doenças analisadas. Entretanto, em todos os tratamentos houve redução da severidade, favorecendo a produtividade dos dois experimentos.

Para a ferrugem asiática da soja os tratamentos com melhores desempenho no controle do patógeno foram T16, T5, T13, T14 e T11 respectivamente, sendo que a utilização combinada de produtos sistêmicos com de contato no período inicial de desenvolvimento da doença mostrou-se mais interessante.

Para o controle de oídio e mancha parda o uso dos produtos de forma isolada e alternados nas fases iniciais do desenvolvimento da doença são mais promissores, tendo-se observado nesse trabalho semelhança em controle entre os tratamentos.

O uso de fungicidas multissítios no controle de doenças fúngicas na cultura da soja é eficiente.

REFERÊNCIAS

- BARRETO, A. F. **Avaliação de parâmetros da Tecnologia de Aplicação para o controle da ferrugem asiática da soja**. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, 2011.
- BEDIN, E. **Aplicações foliares de cobre no manejo da ferrugem-asiática da soja**. Passo Fundo/RS: Universidade de Passo Fundo. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Dez/2018. 90p.
- BITTENCOURT, A. M.; BORIN, L. **Controle preventivo e curativo da ferrugem asiática da soja – safra 2014/2015 – Dourados – MS**. Dourados/MS: Universidade Federal da Grande Dourados. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). Maio/2016. 23p.
- BRASIL, S. D. O. S.; MARQUES, L. D. L.; SILVA, R. F. B.; FREITAS, D. C. L.; SOARDI, K. Importância da resistência de plantas no controle de oídio: um levantamento de cultivares de soja no Brasil. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 2, p. 188-202, 2018.
- CARVALHO, M. M. **Influência de sistemas de semeadura na população de pragas e nas características morfofisiológicas em cultivares de soja**. Botucatu/SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Mar/2014. 66p.
- CEREZOLLI, L; LAJÚS, C. R.; CERICATO, A.; SORDI, A. Eficiência de fungicidas multisítios utilizados na cultura da soja visando o controle da ferrugem asiática. **Anuário Pesquisa e Extensão UNOESC São Miguel do Oeste**. 2018. Disponível em: <<https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/apeusmo/article/view/17419/9113>> Acesso em: 15 ut. 2019.
- CropLife Brasil. **Proteção de Plantas**. Out/2019. Disponível em: <<https://croplifebrasil.org/protecao-de-plantas/>>. Acesso em 15 out. 2019.
- CUNHA, J. P. A. R.; PERES, T. C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 4, p. 597-602, 2010.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância, economia e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2004, 36p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil, 2011**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010, 255p.
- GARCIA, A.; CALVO, E. S.; KIIHL, R. A. S.; HARADA, A.; HIROMOTO, D. M.; VIEIRA, L. G. E. Molecular mapping of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) resistance genes: discovery of a novel locus and alleles. **Theoretical and Applied Genetics**, Belin, v. 117, n. 4, p.

545-553, 2008.

GAZZONI, D. L.; YORINIORI, J. T. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja**. Embrapa, Serviço de Produção de Informação, 1995.

GODOY, C. V. et al., **Doenças da Soja**. Sociedade Brasileira De Fitopatologia (SBF). 2014. 32 p.

GODOY, C. V.; HENNING, A. A. Tratamento de semente e aplicação foliar de fungicidas para o controle da ferrugem-da-soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1297-1302, 2008.

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

HENNING, A. A. **Manual de identificação de doenças de soja**. Londrina: Embrapa Soja: Documento 256. 2014.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Out/2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>>. Acesso em 15 out. 2019.

KAWUKI, R. S.; ADIPALA, E.; TUKAMUHABWA, P. Yield loss associated with soya bean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) in Uganda. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 151, n. 1, p. 7-12, 2003.

LOPES, M. E. B. M.; GUNNEWIECK, R. A. K.; BARROS, B. C.; SINIGAGLIA, C. Controle químico da Mancha Parda e crestamento foliar da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista de Agricultura**, v. 73, n. 1, p. 23-30, 1998.

MACHRY, C. E.; NICOLA, D.; MARTINS, J. D.; Eficiência de doses de fungicidas triazóis, morfolina com mancozebe para controle da ferrugem asiática na cultura da soja. **Seminário de Informação Científica e Tecnológica**. Bento Gonçalves/RS, v. 6, 2017.

PEREIRA, R. O que são multissítios? **ULP Brasil**, 2017. Disponível em: <<http://uplbrasil.com.br/o-que-sao-multissitios/>> Acesso em: 28 out. 2019.

R Core Team (2019). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>> Acesso em: 15 out. 2019.

REIS, E. F. **Controle químico da ferrugem asiática da soja na região sul do Paraná**. Curitiba/PR: Universidade Federal do Paraná. Dissertação (Mestrado em Agronomia), 2005. 53 p.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R.; CARMONA, M. **Doenças da soja I: ferrugem asiática**. Passo Fundo/RS: Universidade de Passo Fundo. Dissertação (Mestrado em Agronomia), 2006. 48 p.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; CARMONA, M.; DANELLI, A. L. D. Ferrugem-asiática. In: REIS, E. M.; CASA, R. T. (Orgs). **Doenças da soja**. Passo fundo: Berthier, p. 69-101, 2012.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, p. 507-512, 1974.

SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. **Infectious diseases: rust**. In: SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. (Ed.). Compendium of soybean diseases. 3.ed. St.Paul: APS Press, 1989. p.24-27.

SOARES, R. M.; RUBIN, S. A. L.; WIELEWICKI, A. P.; OZELAME, J. G. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1245-1247. 2004.

SOUZA, A. C. **Comercialização da commodity soja e o mercado futuro**. Brasília/ DF: Universidade DE Brasília. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma). Dez/2017. 32p.

TEIXEIRA, F. G. **Herança da precocidade e de caracteres agronômicos em soja e seleção de linhagens com base em índices de seleção**. Uberlândia/MG: Universidade Federal de Uberlândia. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia). 2017. 96p.

TWIZEYIMANA, M.; HARTMAN, L. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* isolates to fungicides and reduction of fungal infection based on fungicide and timing of application. **Plant Disease**, v. 101, n. 1, p. 121-182, 2017.

USDA (United States Department of Agriculture). **World Agricultural Production**. Outubro/2018. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em 15 out. 2019.

YORINORI, J. T. **Controle da ferrugem asiática da soja, safra 2006/2007**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. Disponível em: <www.cnpso.embrapa.br/alerta> Acesso em: 28 out. 2019.

Yorinori, J. T., P. W. Morel, R. D. Frederick, L. M. Costamilan, and P. F. Bertagnolli. 2002a. **Epidemia de ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, em 2001 e 2002**. Fitopatologia Brasileira 27 (Suplemento): S178 (Resumo). Garcés

ZAFALON, M. **Brasil assume liderança mundial na produção de soja, segundo EUA**. Maio/2018. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/05/brasil-assume-lideranca-mundial-na-producao-de-soja-segundo-eua.shtml>>. Acesso em 01 nov. 2018.

ZHU, H.; DERKSEN, R. C.; OZKAN, H. E.; REDING, M. E.; KRAUSE, C. R. Development of a canopy opener to improve spray deposition and coverage inside soybean canopies. Opener design with field experiments. **Transactions of the ASABE**, v. 51, n. 6, p. 1913-1922, 2008.

ANEXOS

Tabela A. Informações técnicas dos fungicidas utilizados no experimento.

Produto	Abreviação	Ingrediente ativo (i.a.)	Concentração ¹	Form.	Dose	
					g i.a. ha ⁻¹	g ou mL p.c. ha ⁻¹
Elatus [®]	EL	Azoxistrobina + Benzovindiflupir	300+150	WG	60+30	200
Cypress [®]	CY	Ciproconazol + Difenconazol	150+250	EC	45+75	300
Bravonil [®]	CTN	Clorotalonil	720 g/L	SC	1080	1500
Unizeb Gold [®]	UG	Mancozebe	750	WG	1125	1500
Fox [®]	Fox	Trifloxistrobina + Protioconazol	150+175	SC	60+70	400
Sphere Max [®]	SM	Trifloxistrobina + Ciproconazol	375+160	SC	75+32	200

¹(g i.a./L ou kg)

DESCRIBÇÃO TÉCNICA DOS PRODUTOS

Nome Comercial: Unizeb Gold
 RET n°: 1056/2016
 Data do RET: 05/09/2016
 Validade do RET: 05/09/2019
 Nome comum: Mancozebe
 Grupo químico: Ditiocarbamato
 Formulação: WG – Granulado Dispersível
 Concentração do I.A.: 750 g/L
 Classe toxicológica: Não definida

Nome Comercial: Elatus
 Registro MAPA n°: 02414
 Nome comum: Azoxistrobina + Benzovindiflupir
 Grupo químico: Estrobilurina + Pirazol Carboxamida
 Formulação: WG – Granulado Dispersível
 Concentração do I.A.: 300 + 150 g/kg
 Classe toxicológica: I – Extremamente tóxico

Nome Comercial: Fox
 Registro MAPA n°: 13509
 Nome comum: Protioconazol + Trifloxistrobina
 Grupo químico: Triazolintiona + Estrobilurina
 Formulação: SC - Suspensão Concentrada
 Concentração do I.A.: 175 + 150 g/L
 Classe toxicológica: I – Extremamente tóxico

Nome Comercial: Ochima
Registro MAPA n°: NA
Nome comum: Alquil ester fosfatado
Grupo químico: Ester alquílico do ácido fosfórico
Formulação: EC - Concentrado Emulsionável
Concentração do I.A.: 752 g/L
Classe toxicológica: IV - Pouco tóxico

Nome Comercial: Bravonil 720
Registro MAPA n°: 06300
Nome comum: Clorotalonil
Grupo químico: Isoftalonitrila
Formulação: SC – Suspensão Concentrada
Concentração do I.A.: 720 g/L
Classe toxicológica: I - Extremamente Tóxico

Nome Comercial: Cypress 400 EC
Registro MAPA n°: 6710
Nome comum: Ciproconazol + Difenconazol
Grupo químico: Triazol + Triazol
Formulação: EC – Concentrado Emulsionável
Concentração do I.A.: 150 + 250 g/L
Classe toxicológica: I - Extremamente Tóxico