

**COMBINAÇÕES QUÍMICAS E INTERVALOS DE  
APLICAÇÃO: IMPACTOS NA FERRUGEM-ASIÁTICA DA  
SOJA**

**Roberto Pereira Castro Junior**  
Eng. Agrônomo

**ROBERTO PEREIRA CASTRO JÚNIOR**

**COMBINAÇÕES QUÍMICAS E INTERVALOS DE  
APLICAÇÃO: IMPACTOS NA FERRUGEM-ASIÁTICA DA  
SOJA**

Orientador: Prof. Dr. Milton Luiz da Paz Lima

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  
2020

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Urutaí**

Castro-Júnior, Roberto Pereira.

Combinações químicas e intervalos de aplicação: impactos na ferrugem-asiática da soja / Roberto Pereira Castro Júnior. -- Urutaí, GO: IF Goiano, 2018.

31 fls.

Orientador: Dr. Milton Luíz da Paz Lima.

Dissertação (Mestrado Profissional em Proteção de Plantas) – Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, 2018.

1 *Glycine max.* 2. Fungicidas. 3. *Phakopsora pachyrhizi*. 4. Severidade.  
5. controle I. Lima, Milton Luíz da Paz. II. Título



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiano

**Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas**

**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: **ROBERTO PEREIRA CASTRO JÚNIOR**

Matrícula: **2019101330540215**

Título do Trabalho: **COMBINAÇÕES QUÍMICAS E INTERVALOS DE APLICAÇÃO: IMPACTOS NA FERRUGEM-ASIÁTICA DA SOJA**

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

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:

1. 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;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos 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;
3. 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.



Primaveira do Sul MT, 16 / 11 / 2020  
Local Data

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

Ata nº 64/2020 - CREPG-UR/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**  
**ATA Nº/63**  
**BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Aos treze dias do mês de novembro do ano de dois mil e vinte às oito horas, reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de dissertação de autoria de **Roberto Pereira Castro Júnior**, discente do **Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí**. A sessão foi aberta pelo presidente da banca examinadora, **Prof. Dr. Milton Luiz da Paz Lima**, que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da dissertação para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi **APROVADA** mediante correções, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**, na área de concentração em **Fitossanidade**, pelo Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A banca examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa dissertação em periódicos após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da banca examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

<b>Nome</b>	<b>Instituição</b>	<b>Situação Programa</b>	<b>no</b>
Prof. Dr. Milton Luiz da Paz Lima	IF Goiano - Campus Urutaí	Presidente	
Dr. Ailton Reis	Embrapa Hortaliças	Membro externo	
Profa. Dra. Erica Fernandes Leão Araújo	IF Goiano - Campus Urutaí	Membro interno	

Documento assinado eletronicamente por:

- Ailton Reis, Ailton Reis - Professor Avaliador de Banca - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças-Cnpq- Embrapa (00348003005503), em 17/11/2020 11:12:04.
- Erica Fernandes Leao Araujo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/11/2020 10:51:00.
- Milton Luiz da Paz Lima, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/11/2020 10:49:50.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 12/11/2020. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 210002  
Código de Autenticação: 0b70750d38



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Urutaí  
Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, Zona Rural, None, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000  
(64) 3465-1900

## **DEDICATÓRIA**

A DEUS que esteve sempre presente ao longo destes anos.

Meus filhos Nicolas e Alexia pelo carinho recebido diariamente e minha amada mãe Elisabet por todo o apoio e base para este novo desafio pessoal e profissional.

Por fim, minha esposa Tatiane pela dedicação e confiança.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto Federal Goiano Campus Urutaí e ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, em especial aos docentes por todo conhecimento transmitido.

Ao orientador Dr. Milton Luiz da Paz Lima pelo incentivo, ensinamentos, paciência e empenho do dia a dia um professor dedicado e que trás contigo o amor pelo ensino e pela transmissão do conhecimento que sempre demonstra a cada segundo de atenção que é nos recebido por sua parte.

A empresa BASF S.A e toda a liderança pela oportunidade de adquirir mais conhecimento e me tornar um profissional melhor a cada dia.

A todos que de alguma forma colaboraram para a conclusão deste trabalho.

**SUMÁRIO**

RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS .....	5
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	11
CONCLUSÕES .....	20
REFERÊNCIAS .....	21

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Lista dos tratamentos do experimento, mostrando as combinações químicas aplicados em diferentes momentos nos estádios fenológicos da cultura.....	7
<b>Tabela 2.</b> Severidade (%), controle (%), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para ferrugem asiática da soja, fitotoxicidade, desfolha (%) e produtividade (sc/ha) de plantas de soja tratadas com diferentes combinações químicas no intervalo de aplicação de 15 dias.....	12
<b>Tabela 3.</b> Severidade (%), controle (%), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para ferrugem asiática da soja, fitotoxicidade, desfolha (%) e produtividade (sc/ha) de plantas de soja tratadas com diferentes combinações químicas no intervalo de aplicação de 18 dias.....	15

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Vista da área de desenvolvimento do experimento, na Estação de Pesquisa Mini Farm BASF em Primavera do Leste, MT.....	5
<b>Figura 2.</b> Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem-asiática da soja ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ) proposta por Godoy et al. (2006).....	9
<b>Figura 3.</b> Severidade de ferrugem asiática ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ), avaliada através de escala de notas nos diferentes dias após o plantio (DAP).....	17
<b>Figura 4.</b> Severidade de ferrugem asiática ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ) avaliada e seu efeito no momento da aplicação.....	18
<b>Figura 5.</b> Severidade avaliada e seu efeito <i>intervalo de aplicação</i> de aplicação para ferrugem asiática da soja ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ).....	18
<b>Figura 6.</b> Custo por hectare das aplicações dos tratamentos avaliados.....	19

## RESUMO

O controle químico representa uma importante estratégia de manejo de doenças da soja. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de combinações químicas e intervalos de aplicação de fungicidas para controle de doenças da soja. Utilizando a soja TMG 132 RR, na safra 2016/17, em Primavera do Leste, MT, avaliou-se 16 tratamentos com diferentes combinações de fungicidas químicos em delineamento em blocos casualizados. Foram realizadas quatro aplicações de fungicidas (exceção do controle) nos estádios pré definidos, com intervalos de 15 e 18 dias entre as aplicações. As variáveis analisadas foram: severidade da ferrugem asiática (%), controle (%), área abaixo da curva de progresso da doença, fitotoxicidade, desfolha (%) e produtividade. Também foi calculado o custo das aplicações nos diferentes tratamentos. Utilizou-se testes paramétricos (F, Skott-Knott). O tratamento 12 se mostrou mais eficiente no manejo da ferrugem asiática da soja tanto no intervalo de aplicação de 15 dias, quanto no intervalo de 18 dias, além de manter a produtividade entre as maiores médias observadas neste estudo. De modo geral, os tratamentos 2 e 6 foram menos eficientes no manejo da ferrugem asiática da soja, sempre sendo citados nas maiores médias de severidade e fitotoxicidade, e menores médias de controle.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; fungicidas; *Phakopsora pachyrhizi*; severidade; controle.

## ABSTRACT

Chemical control represents an important strategy for managing soybean diseases. The objective of this work was to evaluate the effect of chemical combinations and intervals of application of fungicides to control soybean diseases. Using the soybean TMG 132 RR, in the 2016/17 harvest, in Primavera do Leste, MT, 16 treatments were evaluated with different combinations of chemical fungicides in a randomized block design. Four fungicide applications (except for control) were carried out at pre-defined stages, with intervals of 15 and 18 days between applications. The variables analyzed were: Asian rust severity (%), control (%), area under the disease progress curve, phytotoxicity, defoliation (%) and productivity. The cost of applications in the different treatments was also calculated. Parametric tests (F, Skott-Knott) were used. Treatment 12 proved to be more efficient in the management of Asian soybean rust both in the application interval of 15 days and in the interval of 18 days, in addition to maintaining productivity among the highest averages observed in this study. In general, treatments 2 and 6 were less efficient in the management of Asian soybean rust, always being mentioned in the highest averages of severity and phytotoxicity, and lowest control averages.

**Key words:** *Glycine max*; fungicides; *Phakopsora pachyrhizi*; severity; control.

## INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae)], tem um importante papel no agronegócio brasileiro, sendo uma das principais responsáveis pela introdução do conceito de agronegócio no país, não só pelo volume físico e financeiro, mas também pela necessidade empresarial de administração da atividade por parte dos produtores, fornecedores de insumos, processadores da matéria-prima e negociantes (ESCHER, WILKINSON, 2019; CERETTA et al., 2005). É observado uma trajetória crescente de aumento da produção, produtividade e área plantada de soja no Brasil ao longo dos anos. A geração de tecnologias contribuiu de forma eficiente para que o Brasil aumente a produção da cultura no país (ESCHER, WILKINSON, 2019).

De acordo com CONAB (2020), a cultura da soja atingiu um patamar de produção de 120,3 milhões de toneladas na safra 2019/2020, um ganho de 4,6% em relação à safra 2018/19.

A soja é uma planta com grande variabilidade genética, tanto no ciclo vegetativo (período de emergência da planta até a abertura das primeiras flores), como no reprodutivo (início da floração até o fim do ciclo da cultura). As cultivares brasileiras tem ciclo de 100 a 150 dias e podem ser classificados em grupos de maturação precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio, dependendo da região (condições ambientais) e da cultivar (genótipo), havendo uma tendência no Centro Oeste, por razões fitossanitárias, do plantio de cultivares precoces (THOMAS e COSTA, 2010).

A produtividade de soja no Brasil ainda está aquém da produtividade alcançada pelos Estados Unidos. Dentre os fatores que impactam diretamente na produtividade estão o manejo químico de insetos, doenças, aplicação de adubos foliares e fatores climáticos. Estes elementos auxiliam na compreensão no manejo tecnológico da cultura para fins de ampliação da produtividade, tal como, entender as limitações da produção no campo (THOMAS e COSTA, 2010).

Dentre fatores ligados ao desenvolvimento da cultura e que têm influência direta na produção, as doenças têm papel de destaque por seu elevado potencial de perdas que exercem sobre a cultura quando não manejadas corretamente, e necessitam de atenção dos produtores e pesquisadores visando a manutenção e aumento de produtividade (CARNIEL et al., 2014). De acordo com Amorim et al. (2011) dentre as principais doenças que incidem na cultura pode-se

citar a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.), mancha alvo (*Corynespora cassiicola* Berk. & M.A. Curtis), antracnose [*Colletotrichum dematium* var. *truncata* (Schwein.) Arx], septoriose (*Septoria glycines* Hemmi), cercosporiose (*Cercospora sojina* Hara), míldio [*Peronospora manshurica* (Naumov) Syd.], oídio [*Erysiphe difusa* (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takam.], mofo-branco [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary], crestamento bacteriano (*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*) e pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*).

Dentre as principais doenças que incidem sob a cultura está a ferrugem-asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. que se mostra altamente severa. Perdas de rendimento, causadas pela doença, podem ser de até 80%, sob condições ótimas para o desenvolvimento do fungo (YORINORI et al., 2005). De acordo com Farr e Rosmann (2020), já foram relatadas a ocorrência de *P. pachyrhizi* infectando mais de 400 espécies de plantas.

A doença encontra-se disseminada por todas regiões produtoras de soja do país que expressam condições favoráveis para desenvolvimento do fitopatógeno. Para a ocorrência da doença é necessário que o ambiente seja favorável, o patógeno seja virulento e a planta seja suscetível (AMORIM et al., 2011). As principais variáveis climáticas que determinam a ocorrência de ferrugem asiática da soja são o período de molhamento foliar longo, a temperatura média durante o período úmido e umidade relativa (SUMIDA et al., 2015).

Em face da importância da ferrugem-asiática da soja e demais doenças fúngicas durante e final do ciclo, a obtenção de um programa eficiente de controle e o melhor “timing” de aplicação desses fungicidas é de suma importância, permitindo a obtenção de uma estratégia de maximização dos resultados pelo uso dos produtos disponíveis, permitindo ao produtor o máximo de rentabilidade e rendimento da cultura (SUMIDA et al., 2015).

O controle químico da doença é o método mais utilizado devido a flexibilidade nos planos de manejo durante o período de crescimento, além da sua eficácia no controle preventivo e redução da severidade da doença (PAULA JÚNIOR et al., 2006). Os métodos convencionais de controle da doença são realizados em grande parte através do uso de fungicidas químicos por apresentarem-se como sendo de fácil aplicação (SUMIDA et al., 2015).

A aplicação de fungicidas pode auxiliar no controle da doença, através da redução do inóculo presente no campo, além da possibilidade de uso preventivo e aplicações durante o

período vegetativo ou reprodutivo (MERTZ et al., 2009). É tido como uma medida eficiente de controle devido à simplicidade de execução, e a eficácia sobre vários aspectos, sendo, porém, necessário o planejamento, pois o uso indevido de produtos ou aplicação em momento inadequado resulta em elevação do custo de produção e/ou controle ineficaz do fitopatógeno (GODOY e CANTERI, 2004).

Os triazóis e as estrobirulinas são os ingredientes ativos mais utilizados atualmente para controle da ferrugem da soja. Os triazóis atuam na inibição da biossíntese do ergosterol, pela inativação do processo da demetilação do lanosterol do patógeno e apresenta ação protetora curativa. Já as estrobirulinas atuam através da inibição da respiração mitocondrial do patógeno (NASCIMENTO et al., 2012). Yorinori et al. (2003) afirmam que a formulação triazol + estrobilurina é a principal associação recomendada para o controle da ferrugem asiática, principal doença na cultura da soja, responsável por perdas acentuadas, justificando a associação por serem produtos recomendados para as principais doenças da soja. No entanto, relata-se resistência dos patógenos a esses grupos químicos devido a sua ampla utilização, necessitando de alternativas para o manejo dessa importante doença na cultura.

Nesse sentido, a carboxamida apresenta-se como uma aliada no manejo de resistência, sendo uma molécula diferente das comumente utilizadas. Esta atua como inibidor da enzima succinato desidrogenase, inibindo a formação de ATP essencial nos processos metabólicos dos fungos. Com isso, possui ação na proteção das plantas devido a sua atuação na inibição da germinação dos esporos, desenvolvimento e penetração dos tubos germinativos dos patógenos (NASCIMENTO et al., 2012). Na associação da carboxamida com outros grupos químicos como triazol e estrobilurinas temos os chamados produtos multi sítios, que atuam de diferentes formas e em diferentes locais na planta, sendo uma importante estratégia no manejo da resistência dos patógenos aos ingredientes ativos utilizados (BELUFI et al., 2015).

Os calendários de aplicações são aspectos importantes no manejo do complexo de doenças. O intervalo calendarizado da aplicação de fungicidas deve ser levado em consideração, visto que esses produtos químicos possuem efeito residual que duram um período pré-definido por meio de estudos. Aplicações demasiadamente cedo podem apresentar excesso de moléculas químicas no campo causando resistência; e aplicações muito tardias podem não ser eficazes pelo grande aumento do inóculo; por isso, deve-se levar em consideração diversos fatores relacionados com o produto e região produtora visando maximizar os rendimentos (MUELLER, et al., 2009). Segundo Balardin et al. (2017), uma

aplicação inicial bem posicionada no estágio vegetativo e seguindo os intervalos seguros de aplicação como, por exemplo, 14 a 18 dias, dependendo do ano, se torna essencial para ter-se uma planta mais sadia até o final do ciclo.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de combinações químicas e intervalos de aplicação e seus impactos na severidade da ferrugem-asiática da soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Estação de Pesquisa Avançada BASF, localizada no município de Primavera do Leste, MT, em condições de campo (Figura 1), na safra 2016/2017, utilizando soja da cultivar TMG 132 RR, de ciclo de 125 à 139 dias, e grupo de maturação 8.5; de ciclo determinado e suscetível a ferrugem-asiática da soja. A semeadura foi realizada no dia 15 de novembro de 2016 (recomendação IMEA [2016] de plantio tardio no MT, para maior pressão de inóculo), com auxílio de uma semeadora-adubadora a três cm de profundidade.



**Figura 1.** Vista da área de desenvolvimento do experimento, na Estação de Pesquisa Mini Farm BASF em Primavera do Leste, MT.

O manejo de adubação e controle de insetos-praga foi realizado visando alta produtividade e de acordo com a necessidade da cultura.

O experimento foi composto por 16 tratamentos (Tabela 1), 4 repetições, em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 16x2 (16 combinações de fungicidas químicos e 2 épocas de aplicação). As parcelas foram compostas por 3 metros de comprimento por 3 metros de largura, com espaçamento entre linhas de 0,45 metros, e estande

de 12 plantas por metro linear. Foram realizadas 4 aplicações manuais (A, B, C e D) dos produtos com equipamento pressurizado com CO<sub>2</sub> com barras e bicos tipo TEEJET 110/015 (gota fina) e volume de calda de 150 L/ha.

Os dois intervalos de aplicação dos fungicidas foram de 15 e 18 dias de intervalo entre as pulverizações.

**Tabela 1.** Lista dos tratamentos do experimento, mostrando as combinações químicas aplicados em diferentes momentos nos estádios fenológicos da cultura.

Trat.	Aplicações dos fungicidas			
	A (Estádio V4)	B (Estádio V8)	C (Estádio V8 + 15 dias)	D (Estádio V8 + 30 dias)
T1	Nd	Nd	Nd	Nd
T2	Nd	Orkestra® (fluxapiróxade + piraclostroquina) e óleo mineral (0,3 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Ativum® (epoxiconazol + fluxapiróxade + piraclostroquina) e óleo mineral (0,8 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Fox® (trifloxistroquina + protioconazol) e óleo mineral (0,4 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )
T3	Nd	Orkestra® (fluxapiróxade + piraclostroquina), Versatilis® (fenpropimorfe) e óleo mineral (0,3 + 0,3 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Ativum® (epoxiconazol + fluxapiróxade + piraclostroquina), Status® (oxicloreto de cobre), e óleo mineral (0,8 + 0,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Fox® (trifloxistroquina + protioconazol) e óleo mineral (0,4 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )
T4	Nd	Orkestra® (fluxapiróxade + piraclostroquina), Versatilis® (fenpropimorfe) e óleo mineral (0,3 + 0,3 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Ativum® (epoxiconazol + fluxapiróxade + piraclostroquina), Status® (oxicloreto de cobre) e óleo mineral (0,8 + 0,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Fox® (trifloxistroquina + protioconazol), Versatilis® (fenpropimorfe) e óleo mineral (0,4 + 0,3 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )
T5	Nd	Orkestra® (fluxapiróxade + piraclostroquina), Status® (oxicloreto de cobre) e óleo mineral (0,3 + 0,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Ativum® (epoxiconazol + fluxapiróxade + piraclostroquina), Status® (oxicloreto de cobre) e óleo mineral (0,8 + 0,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Fox® (trifloxistroquina + protioconazol), Status® (oxicloreto de cobre) e óleo mineral (0,4 + 0,5 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )
T6	Nd	Ativum® (epoxiconazol + fluxapiróxade + piraclostroquina) e óleo mineral (0,8 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Ativum® (epoxiconazol + fluxapiróxade + piraclostroquina) e óleo mineral (0,8 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Fox® (trifloxistroquina + protioconazol) e óleo mineral (0,4 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )
T7	Nd	Orkestra® (fluxapiróxade + piraclostroquina) e óleo mineral (0,3 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Orkestra® (fluxapiróxade + piraclostroquina) e óleo mineral (0,3 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Fox® (trifloxistroquina + protioconazol) e óleo mineral (0,4 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )
T8	Nd	Orkestra® (fluxapiróxade + piraclostroquina), Status® (oxicloreto de cobre) e óleo mineral (0,3 + 0,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Orkestra® (fluxapiróxade + piraclostroquina), Status® (oxicloreto de cobre) e óleo mineral (0,3 + 0,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Fox® (trifloxistroquina + protioconazol) e óleo mineral (0,4 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )
T9	Nd	Orkestra® (fluxapiróxade + piraclostroquina), Versatilis® (fenpropimorfe) e óleo mineral (0,3 + 0,3 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Orkestra® (fluxapiróxade + piraclostroquina), Versatilis® (fenpropimorfe) e óleo mineral (0,3 + 0,3 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Fox® (trifloxistroquina + protioconazol) e óleo mineral (0,4 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )
T10	Nd	Fox® (trifloxistroquina + protioconazol) e óleo mineral (0,4 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )	Orkestra® (fluxapiróxade + piraclostroquina) e óleo mineral (0,3 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Ativum® (epoxiconazol + fluxapiróxade + piraclostroquina) e óleo mineral (0,8 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )
T11	Nd	Fox® (trifloxistroquina + protioconazol), Versatilis® (fenpropimorfe) e óleo mineral (0,4 + 0,3 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )	Orkestra® (fluxapiróxade + piraclostroquina), Versatilis® (fenpropimorfe) e óleo mineral (0,3 + 0,3 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Ativum® (epoxiconazol + fluxapiróxade + piraclostroquina), Status® (oxicloreto de cobre) e óleo

				mineral (0,8 + 0,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )
T12	Nd	Fox® (trifloxistrobina + protioconazol), Status® (oxicloreto de cobre) e óleo mineral (0,4 + 0,5 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )	Orkestra® (fluxaproxade + piraclostrobina), Status® (oxicloreto de cobre) e óleo mineral (0,3 + 0,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Ativum® (epoxiconazol + fluxaproxade + piraclostrobina), Status® (oxicloreto de cobre) e óleo mineral (0,8 + 0,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )
T13		Opera® (piraclostrobina + epoxiconazol) e óleo mineral (0,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Orkestra® (fluxaproxade + piraclostrobina) e óleo mineral (0,3 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Ativum® (epoxiconazol + fluxaproxade + piraclostrobina) e óleo mineral (0,8 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )
T14		Opera® (piraclostrobina + epoxiconazol) e óleo mineral (0,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Orkestra® (fluxaproxade + piraclostrobina), Versatilis® (fenpropimorfe) e óleo mineral (0,3 + 0,3 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Ativum® (epoxiconazol + fluxaproxade + piraclostrobina), Status® (oxicloreto de cobre) e óleo mineral (0,8 + 0,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )
T15	Nd		Fox® (trifloxistrobina + protioconazol) e óleo mineral (0,4 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )	Fox® (trifloxistrobina + protioconazol) e óleo mineral (0,4 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )
T16	Nd		Orkestra® (fluxaproxade + piraclostrobina), Polyran® (metiram) e óleo mineral (0,3 + 1,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )	Orkestra® (fluxaproxade + piraclostrobina), Polyran® (metiram) e óleo mineral (0,3 + 1,5 + 0,5 L.ha <sup>-1</sup> )
				Fox® (trifloxistrobina + protioconazol) e óleo mineral (0,4 + 0,4 L.ha <sup>-1</sup> )

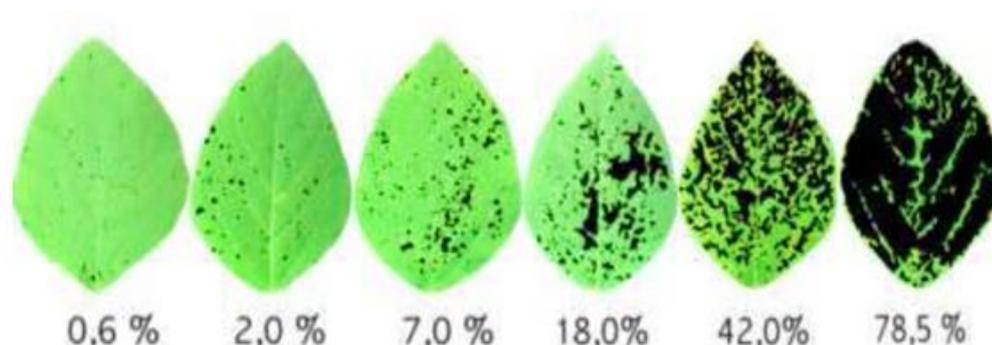
\* Nd - nada

Foi avaliada a % de severidade de ferrugem (*Phakopsora pachyrhizi*) que incidiram sobre a cultura, obtida pela avaliação de 10 folíolos por parcela no terço médio da planta e atribuída notas por meio de escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006) para ferrugem (Figura. 2) durante o período de 30, 37, 53, 60, 71, 78, 89, 96, 103, 110 e 111 dias após o plantio (DAP). Então, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) integrando a curva de progresso da doença para cada tratamento (severidade x dias), por meio da fórmula:

$$AACPD = \sum_i^{n-1} \frac{(X_i + X_{i+1})(t_{i+1} - t_i)}{2}$$

Em que, n é o número de avaliações da severidade, Xi é a severidade da doença e (ti+1-ti) é o número em dias entre as avaliações consecutivas (CAMPBELL e MADDEN, 1990). O valor da AACPD sintetizou todas as avaliações de severidade em um único valor, representando a

epidemia para cada tratamento.



**Figura 2.** Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem-asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) proposta por Godoy et al. (2006).

A % de controle foi calculada comparando-se a severidade da doença observada na testemunha *versus* a observada em cada tratamento, por meio da fórmula:

$$\% \text{ controle} = 100 - ((\text{severidade no tratamento} \times 100) / \text{severidade na testemunha})$$

A % de fitotoxicidade nas folhas das plantas de soja foi obtida pela avaliação de 10 folíolos por parcela e atribuída notas de % de área foliar afetada, por nota dada pelo avaliador. As avaliações foram realizadas em diferentes momentos: Momento da aplicação A (A00); 7 dias após a aplicação A (A07); Momento da aplicação B (B00); 7 dias após a aplicação B (B07); Momento da aplicação C (C00); 7 dias após a aplicação C (C07); Momento da aplicação D (D00); 7 dias após a aplicação D (D07); 14 dias após a aplicação D (D14); 21 dias após a aplicação D (D21).

A avaliação de desfolha foi realizada por meio de diagnose visual atribuindo a % da área da parcela com queda de folhas na maturidade fisiológica da cultura (0-100%).

A produtividade foi obtida no momento da colheita, colhendo-se as linhas centrais da parcela experimental (20 m<sup>2</sup>) e pesando-se os grãos obtidos, descontando-se a umidade no momento da pesagem e transformando-o para a umidade padrão de 13%, e transformando os valores obtidos por regra de 3 para uma área de 10000m<sup>2</sup> (1 ha) e obtendo-se a média de produtividade em kg.ha<sup>-1</sup>.

Os custos dos tratamentos testados foram calculados somando o valor de mercado de

cada produto usando um câmbio médio de US\$ 3,20 como base de preço de venda para clientes. Lembrando que se trata de programas de aplicação, portanto o custo torna-se importante na viabilidade da aplicação.

Os dados obtidos para as variáveis produtividade, desfolha e custos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade com auxílio de programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Utilizando o software R, sobre os dados obtidos para a severidade de doenças e *intervalo de aplicação* de aplicação, foram analisados pelo teste de hipótese paramétrico (ANOVA) seguido do teste de comparação de médias Skott-Knott. Todas as variáveis dependentes foram submetidas a agrupamento de médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as médias obtidas para a severidade de ferrugem asiática da soja no intervalo de aplicação de 15 dias, verificou-se que, para a severidade da doença (%) aos 7 dias após a aplicação D (DAAD), a testemunha apresentou maior média, seguida do tratamento 2, enquanto os tratamentos 4 (B, C e D), 5 (B, C e D), 8 (B, C e D), 9 (B, C e D), 11 (B, C e D), 12 (B, C e D), 13 (A, B, C e D) e 14 (A, B, C e D) apresentaram médias inferiores. Aos 14 DAAD, a testemunha juntamente ao tratamento 2 (B, C e D) apresentaram médias superiores de severidade e o tratamento 12 (B, C e D) a menor média, configurando um melhor controle da doença nessa fase. Aos 21 DAAD, a testemunha e o tratamento 16 apresentaram a maior média de severidade, e novamente o tratamento 12 sozinho apresentou a menor média de severidade da doença (Tabela 2).

Em relação ao controle (%), os tratamentos 1 e 2 apresentaram a menor média aos 7 DAAD, ou seja, foram menos eficientes no manejo da ferrugem asiática da soja, enquanto os tratamentos 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13 e 15 (B – Fox, C – Fox, D - Elatus) apresentaram as maiores médias. Aos 14 DAAD, a testemunha e o tratamento 2 apresentaram as menores médias de controle, enquanto o tratamento 12 foi superior para essa variável. Na última avaliação, os tratamentos 1 e 16 apresentaram menor média de controle e novamente o tratamento 12 apresentou as menores médias para severidade de doença (Tabela 2).

Para a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), observou-se que a testemunha (sem fungicidas) apresentou a maior média, seguida dos tratamentos 2 e 6 (B, C e D); e o tratamento 12 apresentou a menor média para a variável em questão (Tabela 2). A fitotoxicidade foi superior nos tratamentos 3 (B, C e D), 6 e 9, e menores na testemunha, seguida dos tratamentos 7, 8, 10, 12, 15 e 16. A desfolha foi superior na testemunha, seguida dos tratamentos 3, 6 e 11; e menores nos tratamentos 8 e 12 (Tabela 2).

Em relação à produtividade, a testemunha apresentou média inferior, os tratamentos 6, 9 e 11 foram intermediários, e os demais tratamentos foram superiores e semelhantes entre si (Tabela 2).

**Tabela 2.** Severidade (%), controle (%), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para ferrugem asiática da soja, fitotoxicidade, desfolha (%) e produtividade (sc/ha) de plantas de soja tratadas com diferentes combinações químicas no intervalo de aplicação de 15 dias.

Trat.	Severidade (%)			Controle (%)			AACPD	Fitotoxicidade (%)	Desfolha (%)	Produtividade (sc/ha)
	7 DAAD*	14 DAAD	21 DAAD	7 DAAD	14 DAAD	21 DAAD				
1	52,00 a	63,25 a	80,25 a	0,0 d	0,0 f	0,0 g	13523,75 a	0,0 d	100,0 a	33,94 c
2	8,75 b	16,00 b	22,0 c	83,17 c	74,70 e	72,55 e	3328,50 b	3,75 b	72,50 e	62,54 a
3	3,25 c	12,50 c	18,50 d	93,72 b	80,20 d	76,95 d	2710,75 c	5,50 a	92,50 b	65,12 a
4	2,50 d	8,50 d	11,0 f	95,20 a	86,60 c	86,27 b	1771,75 e	3,75 b	88,75 c	62,32 a
5	1,75 d	8,50 d	11,0 f	96,65 a	86,60 c	86,25 b	1792,75 e	3,50 b	70,0 e	63,08 a
6	2,75 c	16,0 b	15,50 e	94,72 b	74,70 e	80,70 c	3241,00 b	5,50 a	92,50 b	52,55 b
7	3,25 c	13,0 c	22,0 c	93,75 b	79,42 d	72,57 e	2799,50 c	2,0 c	60,0 f	64,27 a
8	1,75 d	6,50 e	11,75 f	96,65 a	89,70 b	85,32 b	1777,00 e	1,50 c	57,50 g	68,74 a
9	2,50 d	6,50 e	12,0 f	95,22 a	89,70 b	85,02 b	1780,50 e	5,50 a	82,75 d	58,71 b
10	3,50 c	6,50 e	12,75 f	93,25 b	89,70 b	84,12 b	1813,75 e	2,0 c	87,0 c	64,01 a
11	2,25 d	8,50 d	17,25 d	96,65 a	86,60 c	78,50 d	2093,50 d	3,50 b	91,25 b	56,37 b
12	1,75 d	4,50 f	8,75 g	96,67 a	92,90 a	89,10 a	1469,25 f	1,75 c	55,0 g	62,70 a
13	2,25 d	8,50 d	19,0 d	95,67 a	86,60 c	76,32 d	2131,75 d	3,0 b	83,75 d	64,49 a
14	1,25 d	6,50 e	16,0 e	93,25 b	89,70 b	80,07 c	1782,25 e	4,0 b	88,75 c	60,36 a
15	3,50 c	6,50 e	17,50 d	97,62 a	89,70 b	78,20 d	1813,75 e	1,75 c	75,0 e	63,90 a
16	3,75 c	12,0 c	25,0 b	92,77 b	81,00 d	68,85 f	2547,25 c	1,25 c	63,75 f	61,52 a
CV%	17,79	8,21	7,85	1,8	1,04	2,27	5,16	18,68	4,42	7,44

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si.

Foi aplicado teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

\*DAA D – Dias após a aplicação D.

O tratamento 12 recebeu no início da fase reprodutiva trifloxistrobina + protioconazol, ingredientes ativos pertencentes aos grupos químicos estrobilurina e triazol, e posteriormente, nas demais aplicações, quando há aumento da severidade de doenças de finais de ciclo, produtos com a presença de carboxamida (fluxapiroxade). O triazol que impede o crescimento de fungos por inibir que esses microrganismos sintetizem compostos (esteroides) necessários à sua sobrevivência. A carboxamida atua como inibidor da enzima SDHI (succinato desidrogenase), e a estrobilurina que atua como inibidor do transporte de elétrons nas mitocôndrias das células dos fungos; ambos i.a. inibindo a formação de ATP essencial nos processos metabólicos dos fungos. Com isso, possui ação na proteção das plantas devido a sua atuação na inibição da germinação dos esporos, desenvolvimento e penetração dos tubos germinativos dos patógenos (CARRIJO, 2014).

Além disso, destaca-se que ambos os fungicidas utilizados neste tratamento 12 foram combinados com protetor oxiclureto de cobre, o que pode ter potencializado a proteção às plantas no estudo. Fungicidas protetores ou chamados multissítios afetam diferentes pontos metabólicos do fungo e apresentam baixo risco de resistência, tendo um papel importante no manejo antirresistência para os fungicidas sítio-específicos (McGRATH, 2004). Em razão da diminuição da sensibilidade de fungos aos fungicidas sítio-específicos na cultura da soja, fungicidas multissítios têm sido reavaliados para aumentar as opções de controle de doenças como a ferrugem asiática na cultura (GODOY et al., 2018).

Godoy et al. (2012) observaram que a mistura de estrobilurina e triazol, sem a presença de outro grupo químico na aplicação vem sendo relatada como de baixa eficiência no controle de doenças da soja, incluindo a ferrugem asiática e atribuiu tal resultado à resistência adquirida pelos patógenos à essas moléculas que já vêm sendo utilizada ao longo dos anos, muitas vezes sem rotação de ingredientes ativos. O mesmo resultado foi observado por Belufi et al. (2015), que verificou que os melhores resultados foram obtidos pela mistura de piraclostrobina + fluxapiroxade, corroborando com o que também observado no presente estudo.

Ribeiro et al. (2016) avaliando fungicidas aplicados isoladamente ou em combinação com fungicidas protetores, também encontraram maiores taxas de controle do complexo de doenças da soja com aumento do número de associações dos fungicidas sistêmicos com fungicidas protetores. Os autores deduziram que estes resultados se devem ao fato do fungicida protetor apresentar ação multissítio, com efeito protetor e residual. Estes resultados

evidenciam que a utilização de fungicidas protetores associados a sistêmicos se faz de grande valia no controle deste fitopatógeno.

Para o intervalo de aplicação de 18 dias, a severidade de ferrugem asiática da soja foi superior para a testemunha aos 7 DAAD, seguida do tratamento 2, enquanto os demais tratamentos foram inferiores e semelhantes entre si. Aos 14 DAAD, a maior média de severidade da doença foi verificada na testemunha, seguida dos tratamentos 2 e 6; e o tratamento 12 foi inferior para essa variável. Aos 21 DAAD, a testemunha, seguida dos tratamentos 7 e 16 apresentaram as maiores médias, e os tratamentos 9, 11 e 12 apresentaram menores médias (Tabela 3).

Em relação ao controle, aos 7 DAAD, a testemunha, seguida do tratamento 2 apresentaram as menores médias, e os tratamentos 4, 9, 12, 14 e 16 apresentaram as maiores médias, ou seja, foram mais eficientes no manejo da doença nessa fase. Aos 14 DAAD, a testemunha seguida dos tratamentos 2 e 6 apresentaram as menores médias, enquanto apenas o tratamento 12 apresentou a maior média para a variável. Aos 21 DAAD, a testemunha seguida do tratamento 6 apresentou a menor médias, e as maiores médias de controle foram observadas nos tratamentos 9, 11 e 12 (Tabela 3).

A AACPD foi superior na testemunha, e nos tratamentos 7 e 16. As menores médias para essa variável foram observadas nos tratamentos 9, 11 e 12 (Tabela 3).

Em relação à fitotoxicidade, as menores médias foram observadas na testemunha e nos tratamentos 7, 8, 10, 12, 15 e 16, enquanto nos tratamentos 3, 6 e 9 foram superiores. Para a desfolha, as maiores médias foram observadas na testemunha, seguida dos tratamentos 2, 5 e 11; e menores nos tratamentos 8 e 12 (Tabela 3).

Para a produtividade, observou-se que as maiores médias foram observadas nos tratamentos 5, 7, 8, 10, 12 e 16; e as menores médias na testemunha, seguida dos tratamentos 6 e 11.

**Tabela 3.** Severidade (%), controle (%), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para ferrugem asiática da soja, fitotoxicidade, desfolha (%) e produtividade (sc/ha) de plantas de soja tratadas com diferentes combinações químicas no intervalo de aplicação de 18 dias.

Trat.	Severidade (%)			Controle (%)			AACPD	Fitotoxicidade (%)	Desfolha (%)	Produtividade (sc/ha)
	7 DAAD	14 DAAD	21 DAAD	7 DAAD	14 DAAD	21 DAAD				
1	41,75 a	60,75 a	83,0 a	0,0 d	0,0 g	0,0 g	13839,0 a	0,0 d	100,0 a	35,15 d
2	8,50 b	15,50 b	21,0 d	79,64 c	74,48 f	74,69 d	3405,00 c	3,75 b	72,50 e	62,47 b
3	3,75 c	12,0 d	17,50 e	92,21 b	80,24 d	78,91 c	2766,25 d	5,50 a	92,50 b	62,49 b
4	2,0 c	7,0 e	11,50 f	95,21 a	88,47 b	86,14 b	1802,50 e	3,75 b	88,75 c	63,14 b
5	3,25 c	7,50 e	11,50 f	92,21 b	87,65 b	86,14 b	1828,75 e	3,50 b	70,0 e	70,68 a
6	3,75 c	16,0 b	23,50 c	91,01 b	73,66 f	71,68 e	3706,75 c	5,50 a	92,50 b	59,06 c
7	3,75 c	14,25 c	26,0 b	91,01 b	76,54 e	68,67 f	4040,00 b	2,0 c	60,0 f	68,52 a
8	2,25 c	7,50 e	11,50 f	94,61 a	87,65 b	86,14 b	1813,75 e	1,50 c	57,50 g	68,57 a
9	2,75 c	6,75 e	9,50 g	93,41 a	88,89 b	88,55 a	1520,0 f	5,50 a	82,75 d	56,02 c
10	4,50 c	12,50 d	23,0 c	89,21 b	79,42 d	72,28 e	3590,00 c	2,50 c	87,50 c	68,28 a
11	3,25 c	7,0 e	8,75 g	92,21 b	88,47 b	89,46 a	1422,5 f	3,50 b	91,25 b	56,64 c
12	2,50 c	5,25 f	9,50 g	94,01 a	91,35 a	88,55 a	1493,75 f	1,75 c	55,0 g	70,67 a
13	4,00 c	12,0 d	22,75 c	90,41 b	80,24 d	72,58 e	3538,75 c	3,0 b	83,75 d	63,62 b
14	2,25 c	8,50 e	11,50 f	94,61 a	86,01 c	86,14 b	1828,75 e	4,0 b	88,50 c	60,71 b
15	4,50 c	12,5 d	23,25 c	89,22 b	79,42 d	71,98 e	3626,25	1,75 c	75,0 e	62,71 b
16	3,75 c	14,50 c	26,0 b	91,01 a	76,13 e	68,67 f	4043,75 b	1,25 c	63,75 f	67,78 a
CV%	19,93	7,38	5,67	2,42	1,21	1,36	4,73	18,68	4,42	6,5

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si.

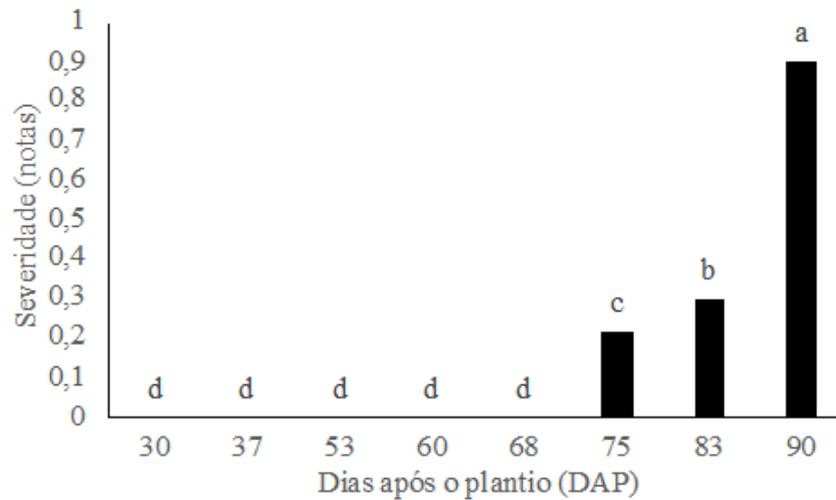
Foi aplicado teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

\*DAA D – Dias após a aplicação.

De modo geral, houve pouca diferença para os caracteres de sanidade e produtividade entre os intervalos de aplicação de 15 e 18 dias. Independente do intervalo de aplicação, o tratamento 12 foi o que apresentou melhor desempenho no manejo da ferrugem asiática da soja no presente estudo. Como já destacada anteriormente a utilização comum dos grupos químicos triazol e estrobilurina, a associação com carboxamidas e protetores no tratamento pode ter contribuído para conferir proteção às plantas frente aos demais tratamentos.

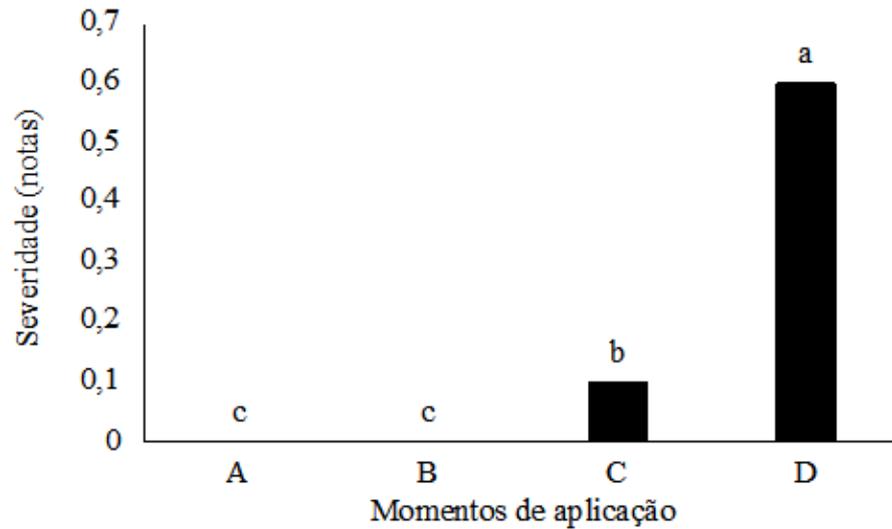
Fatin et al. (2015) avaliando o melhor intervalo entre aplicações do fungicida azoxystrobina + ciproconazol somado ou não ao fungicida protetor mancozebe para o controle de ferrugem asiática da soja, combinadas a intervalos de aplicação, variando entre 14 dias e 21 dias, verificaram para severidade e desfolha no intervalo de aplicação de 14 dias apresentaram as menores porcentagens quando comparado ao intervalo de 21 dias, contudo a adição de mancozebe não implicou em diferença significativa na severidade. Já para os tratamentos com intervalos de aplicação de 21 dias, a utilização de mancozebe associado a ao fungicida sistêmico contribuiu significativamente para a menor severidade de ferrugem, em relação aos tratamentos apenas com o fungicida sistêmico. Os autores atribuíram tais resultados ao maior efeito residual dos fungicidas sistêmicos até 15 dias após a aplicação, o que pode ter relação com a efetividade do protetor no intervalo de aplicação de 21 dias, quando o protetor auxiliou na proteção da planta compensando a perda do sistêmico. No mesmo experimento, a área abaixo da curva de progresso da doença AACPD e a desfolha foram significativamente menores em relação à testemunha para todos os tratamentos, o mesmo observado no presente estudo.

Analisando as médias de severidade nos diferentes dias de avaliação em campo (30, 37, 53, 60, 68, 75, 83 e 90 dias após o plantio - dap) para a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), pôde-se agrupar as médias conforme semelhança estatística para a variável. As médias de severidade foram semelhantes aos 30, 37, 53, 60 e 68, apresentando a porcentagem mais baixa de severidade em comparação aos demais dias de avaliação. Aos 75 dap houve incidência da doença na cultura, porém com média menor aos 83 dap. Aos 90 dap, a média de severidade da doença foi superior às demais avaliações, possivelmente pelo fato de a doença incidir nas fases finais da cultura da soja (doença de final de ciclo) (Figura 3).



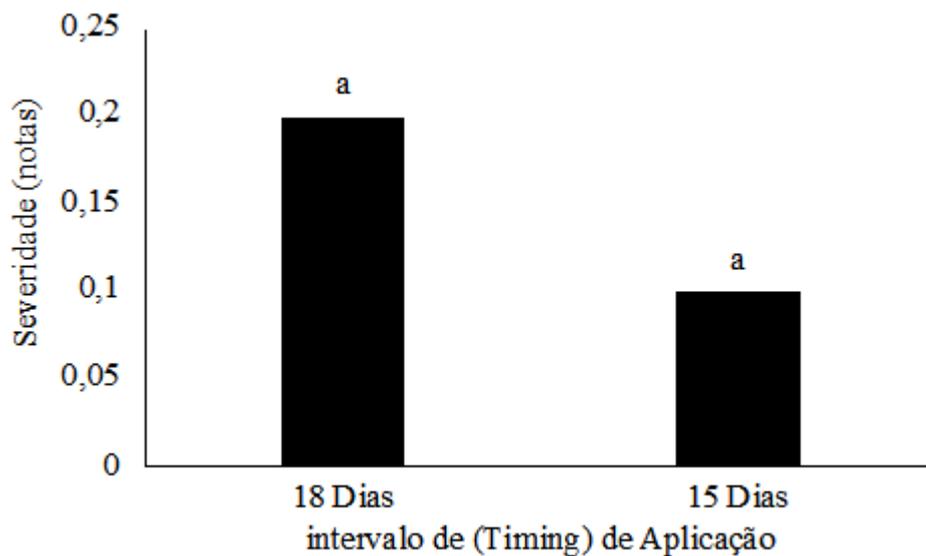
**Figura 3.** Severidade de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), avaliada através de escala de notas nos diferentes dias após o plantio (DAP).

Utilizando o método de agrupamento de médias semelhantes, tomando como base o momento da aplicação das combinações de fungicidas, observou-se que para a ferrugem asiática, as menores médias de severidade da doença foram observadas nos momentos de aplicação A (Estádio V4) e B (Estádio V8). Já no momento de aplicação C (Estádio V8 + 15 dias) observou-se aumento da severidade da doença nas plantas avaliadas, e no momento D (Estádio V8 + 30 dias), verificou-se o pico de severidade da doença no campo (Figura 4). Pode-se atribuir novamente esse acontecimento à doença se tratar de uma patologia de final de ciclo, estando mais severa nos momentos finais da cultura no campo.



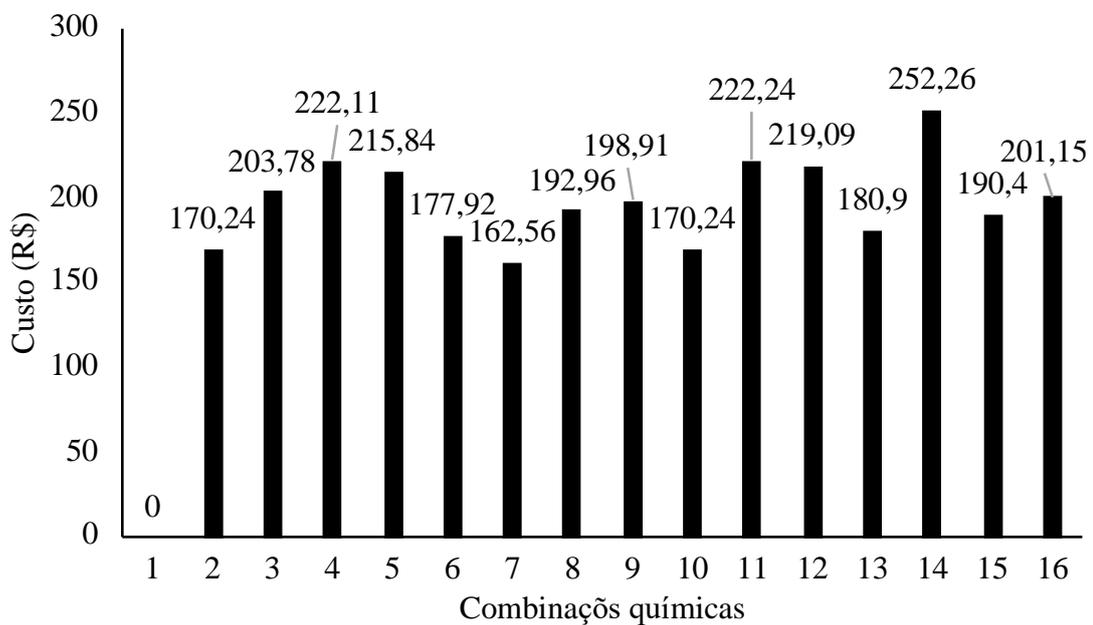
**Figura 4.** Severidade de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) avaliada e seu efeito no momento da aplicação.

Tratando-se do intervalo de aplicação de aplicação, não foram observadas diferenças significativas no intervalo de 15 e 18 dias para a severidade de ferrugem asiática (Figura 5), não foi observada significância (Figura 5).



**Figura 5.** Severidade avaliada e seu efeito intervalo de aplicação de aplicação para ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*).

Tratando-se do custo de cada tratamento, os tratamentos 14, 11, 4 e 12 apresentaram os maiores custos, respectivamente; e o menor custo foi para o tratamento 7 (Tabela 4). O tratamento 12, mesmo apresentando o quarto maior custo entre os tratamentos, foi o mais eficiente no manejo da ferrugem asiática da soja, o que pode justificar a sua utilização no programa de manejo da doença, visto a importância da ferrugem asiática para a cultura da soja, afetando inclusive a sua produtividade, que no presente trabalho, o tratamento 12 apresentou um incremento de 30,94 e 35,52 sc/ha em relação à testemunha no intervalo de aplicação de 15 e 18 dias, respectivamente.



Foi usado um câmbio médio de USD 3,20 como base na precificação de um cliente em cluster 4 como Sementes Carolina. Caso calcular pela distribuição, acrescentar 15% mais, se for um cliente médio, aumentar mais 6%.

**Figura 6.** Custo por hectare das aplicações dos tratamentos avaliados.

## CONCLUSÕES

O tratamento 12 se mostrou mais eficiente no manejo da ferrugem asiática da soja tanto no intervalo de aplicação de 15 dias, quanto no intervalo de 18 dias, além de proporcionar melhor produtividade entre as maiores médias observadas neste estudo.

De modo geral, os tratamentos 2 e 6 foram menos eficientes no manejo da ferrugem asiática da soja, sempre sendo citados nas maiores médias de severidade e fitotoxicidade, e menores médias de controle.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. 4 ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, SP. 2011. 704 p.
- BALARDIN, R. S.; MADALOSSO, M. G.; STEFANELLO, M. T.; MARQUES, L. N.; DEBORTOLI, M. P. **Mancozeb**: muito além de um fungicida. Editora Bookman, Porto Alegre, 2017, 96 p.
- BELUFI, L.M.R.; PITTELKOW, F.K.; PASQUALLI, R.M. Avaliação da eficiência de programas de fungicidas para o controle de doenças na cultura da soja em duas épocas de semeadura no Mato Grosso. Boletim Técnico Safra 2014/15. **Fundação de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico Rio Verde**, versão on-line, 2015. 13 p.
- CAMPBELL, C.L., MADDEN, L.V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. Wiley-Interscience, NY. 532 pp., 1990.
- CARNIEL, L. A.; MENOSSO, R.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Reação de cultivares de soja às doenças de final de ciclo com e sem aplicação de fungicidas. **Unoesc & Ciência**, Joaçaba, v. 5, n. 1, p. 83-90, jan./jun. 2014
- CARRIJO, D.R. **Efeitos fisiológicos provocados pelo fungicida Fluxapiraxade, isolado e em mistura com a Piraclostrobina, na cultura de soja**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 2014. 72p.
- CERETTA, C. A.; PAVINATO, A.; PAVINATO, P. S.; MOREIRA, I. C. L.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E. E. Soja: produtividade e análise econômica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.576-581, 2005.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos**. Disponível em <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_08\\_09\\_12\\_08\\_19\\_boletim\\_graos\\_agosto\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_08_09_12_08_19_boletim_graos_agosto_2016.pdf)>. Acesso em julho de 2020.
- ESCHER, F.; WILKINSON, J. **A economia política do complexo Soja-Carne Brasil-China**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 57, n. 4, 2019.
- FANTIN, L.; CANTERI, M.; BORGES, E.; DIAS, A. Intervalo de aplicações para o controle de ferrugem asiática da Soja e efeito de fungicidas multissítios. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 18, 2015, p. 199.
- FARR e ROSMAN, SBML Systematic Botany of Mycological Resources. Disponível em: <[https://nt.ars-grin.gov/fungalatabases/fungushost/new\\_frameFungusHostReport.cfm](https://nt.ars-grin.gov/fungalatabases/fungushost/new_frameFungusHostReport.cfm)>. Acesso em 06 jun. 2020.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, Lavras, nov./dez. 2011.

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**, v. 29, n. 1, p. 97-101, 2004.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPO, H. D.; PIMENTA, C. B.; BORGES, E.P. **Eficiência de fungicidas para o controle de doenças da soja na safra 2011/12: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina -PR: Embrapa soja, 2012. 6 p. (Circular Técnica 94).

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. O. N.; DIAS, A. R.; DEUNER, C. C.; PIMENTA, C. B.; BORGES, E. P.; SIQUERI, F. V.; JULIATTI, F. C.; JULIATTI, F. C.; FAVERO, F. **Eficiência de fungicidas multissítios no controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2017/18: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina -PR: Embrapa soja, 2018. (Circular Técnica 144)

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

MCGRATH, M. T. **What are fungicides?** The Plant Health Instructor, p. 123-148, 2004.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMER, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Ciência Rural**, v.39, n.1, p.13-18, 2009.

NASCIMENTO, J.M., GAVASSONI, W.L., BACCHI, L.M.A., ZUNTINI, B., MENDES, M.P., LEONEL, R.K., PONTIM, B.C.A. Associação de adjuvantes à picoxistrobina+ciproconazol no controle da ferrugem asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.38, n.3, p.204-210, 2012.

MUELLER, T. A.; MILES, M. R.; MOREL, W.; MAROIS, J. J.; WRIGHT, D. L.; KEMERAIT, R. C.; LEVY, C.; HARTMAN, G. L. Effect of fungicide and timing of application on soybean rust severity and yield. **Plant Disease**, v. 93, p. 243-248, 2009.

PAULA JÚNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; LOBO JÚNIOR, M.; MORANDI, M. A. B.; CARNEIRO, J. E. S.; ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado do mofo branco do feijoeiro**. Viçosa – MG: Epamig, 2006. 48p.

RIBEIRO, F. C.; ERASMO, E. A. L.; ROCHA, F. S.; MORAES, E. B.; MATOS, E. P. Associação de fungicida protetor com fungicidas sistêmicos no controle de mancha-alvo na cultura da soja. **Revista Verde De Agroecologia E Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, 2016, 51-56.

SUMIDA, C. H.; CANTERI, M. V.; PEITL, D. C.; TIBOLLA, F. T.; ORSINI, I. P.; ARAÚJO, F. A.; CHAGAS, D. F.; CALVOS, N. S. Chemical and biological control disease in the soybean crop. **Ciência Rural**, v.45, n.5, 2015.

THOMAS, A. L.; COSTA, J.A. (Eds.). Soja: manejo para alta produtividade de grãos. Porto

Alegre: Evangraf, 248 pp. 2010.

TORBEN, N.R., SILVA, F.D.L., DEBORTOLI, M.P., UEBEL, J.D., FÁVERA, D.D., BALARDIN, R.S. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 7, pp. 802-808, 2012.

YORINORI, J. T. et al. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): identificação e controle. **Informações Agronômicas**, n. 104, p. 4, 2003.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. L.; GODOY, C. V.; NUNES-JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, n. 4, p. 675-677, 2005.