



CURSO DE AGRONOMIA

**CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA COM DIFERENTES
TRATAMENTOS FUNGICIDAS**

CONTROL OF ASIAN SOYBEAN RUST WITH DIFFERENT FUNGICIDAL TREATMENTS

Renan Rodrigues Azevedo

DESCALVADO – SP

2017

RENAN RODRIGUES AZEVEDO

**CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA COM DIFERENTES
TRATAMENTOS FUNGICIDAS**

Orientadora: Dra. Kathery Brennecke

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da
Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de
Graduação em Agronomia.

DESCALVADO – SP

2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que no momento certo de minha trajetória neste plano, permitiu que esta graduação pudesse ser alcançada para enriquecer ainda mais minha evolução pessoal e minha vida profissional.

À minha querida e amada esposa Danielle que sempre me apoiou e lutou para que esta graduação fosse alcançada. Obrigado pelo entendimento da distância, da minha ausência, dos compromissos, das obrigações em relação à faculdade e ao trabalho. Esta conquista também é sua, pois se hoje estou aqui é por que você me fortaleceu, apoiou e incentivou.

Aos meus pais, Marlene (*in memoriam*) e Luciano, pelo amor, atenção, incentivo e apoio em todas as escolhas feitas.

Aos meus irmãos Mariana e Flávio, pelo amor e apoio nos momentos em que mais precisei.

Às minhas avós Esther e Maria Aparecida e ao meu avô Francisco Enéas, que sempre me apoiaram e incentivaram em todos os momentos de minha vida.

Agradeço à toda minha família, que me deu suporte, conselhos e incentivo no caminho em que escolhi trilhar.

À professora e orientadora Dra. Kathery Brennecke, por toda atenção, dedicação e profissionalismo durante a graduação. Sou grato por todo suporte na orientação deste meu trabalho!

À professora Dra. Vera Lúcia Monelli Sossai, por toda atenção durante a graduação e suporte na realização das análises estatísticas.

Ao coordenador do curso de Agronomia, professor Dr. Fabio Mazzonetto, pela atenção aos alunos do curso e pela busca incessante da excelente qualidade do ensino.

A todos os professores que durante esta jornada, foram muito mais que professores, foram amigos e conselheiros. Obrigado por tudo que fizeram pela turma da Agronomia 2013.

Agradeço aos amigos que fiz durante o curso e que me acompanharam nesta trajetória, em especial ao Tiago S., Flavia e Fernanda, companheiros de trabalhos e avaliações. Ao Diego e Felipe, companheiros diários no deslocamento até a universidade. Também aos companheiros dos grupos de aulas práticas e de momentos de descontrações Renato, Antônio Claudio, João Otávio, Carlos, Murilo,

Jeferson, Sócrates e Alan. Aprendi muito com cada um de vocês, com todas as histórias de vida e com as vossas conquistas. Admiro cada um em suas qualidades e competências e levarei vocês no coração por toda minha vida!

Ao fitopatologista da FESURV, Dr. Luiz Henrique Carregal e sua equipe pela atenção e suporte nas análises estatísticas sobre eficiência agronômica dos produtos testados.

Agradeço ao Eng. Agrônomo Anderson Versari, pelo suporte para a realização deste trabalho, cuja ajuda foi fundamental.

Aos Senhores Aníbal Esteves (*in memorian*) e Alcino Junior, que acreditaram em meu trabalho e incentivaram ao máximo minha graduação.

Aos Senhores Wagner Florindo e Paulo Mina pela oportunidade de trabalho para que minha graduação pudesse ser alcançada.

À Qualicitrus Agrícola, em especial aos Senhores Adair Rodrigues e Renildo Reis, que me deram todo o suporte necessário para as atividades durante a graduação.

Aos colegas de trabalho Dimas, Italia, Rosa, Israel e Osvair, pelo suporte e incentivo durante minha graduação.

Aos amigos Marcio e Marciel Bertanha, por ceder a área onde foi realizado o trabalho e por todo suporte e atenção.

Ao amigo Paulo Pinheiro, por ceder a trilhadeira de grãos para que os rendimentos deste trabalho pudessem ser mensurados.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado!

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo.”

Martin Luther King

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
RESUMO.....	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A SOJA	2
3.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA	3
3.3. HISTÓRICO DO CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS EM SOJA NO BRASIL	7
3.4. CARACTERÍSTICAS DOS GRUPOS QUÍMICOS DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA <i>PHAKOPSORA PACHYRHIZI</i>	7
3.4.1. <i>Estrobirulinas</i>	8
3.4.2. <i>Triazóis e Triazolitione</i>	9
3.4.3. <i>Carboxamida</i>	9
3.5. FUNGITOXICIDADE E POTÊNCIA DOS FUNGICIDAS.....	10
3.6. A SENSIBILIDADE DOS FUNGOS	11
3.7. RELATOS DE RESISTÊNCIA DE <i>PHAKOPSORA PACHYRHIZI</i> A FUNGICIDAS.....	11
3.8. MANEJO ANTI-RESISTÊNCIA DA <i>PHAKOPSORA PACHYRHIZI</i> AOS FUNGICIDAS	12
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
6. CONCLUSÃO.....	23
7. BIBLIOGRAFIA.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação dos tratamentos, produtos comerciais e doses utilizadas.....	14
Tabela 2: Produtos e suas composições químicas.....	15
Tabela 3: Dados climatológicos do local do trabalho.	17
Tabela 4: Resultados médios e significâncias de Rendimento de grãos e Massa de mil grãos. Porcentagem de redução de produtividade (RP) em relação ao tratamento com o maior rendimento de grãos.....	20
Tabela 5: Análises das avaliações e eficiência dos tratamentos no controle da <i>Phakopsora pachyrhizi</i> (Pp).....	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Uredosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i>	3
Figura 2: Lesões com Urédias de <i>Phakopsora pachyrhizi</i>	4
Figura 3: Ciclo biológico da ferrugem asiática da soja causada por <i>Phakopsora pachyrhizi</i> . .	6
Figura 4: Local de realização deste trabalho.	13
Figura 5: Equipamento utilizado nas pulverizações.....	15
Figura 6: Momento 1º Aplicação, Fase R2.....	16
Figura 7: Momento 2º Aplicação, Fase R5.1.	16
Figura 8: Escala diagramática para % de severidade de <i>Phakopsora pachyrhizi</i>	18
Figura 9: Escala diagramática de desfolha provocada por doenças em soja	19

CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA COM DIFERENTES TRATAMENTOS FUNGICIDAS

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar os tratamentos fungicidas no controle da Ferrugem Asiática da Soja (*Phakopsora pachyrhizi*). O experimento foi conduzido em propriedade particular no município de Cordeirópolis-SP durante a safra 2016/2017 da soja. As aplicações dos fungicidas foram realizadas em dois momentos distintos durante o desenvolvimento da soja, sendo no estágio fenológico R2 e R5.1. Foram utilizados três fungicidas, sendo eles, Fox®, Elatus® e Ativum®. Estes três fungicidas foram utilizados na composição de 10 tratamentos: T1: Testemunha T2: R2-Fox® 400 ml/ha + R5.1- Fox® 400 ml/ha, T3 : R2-Fox® 400 ml/ha + R5.1- Elatus® 200 g/ha, T4: R2- Fox® 400 ml/ha + R5 e1- Ativum® 800 ml/ha, T5: R2– Elatus® 200 g/ha + R5.1- Elatus® 200 g/ha, T6: R2– Elatus® 200 g/ha + R5.1- Fox® 400 ml/ha T7: R2– Elatus® 200 g/ha + R5.1- Ativum® 800 ml/ha, T8: R2– Ativum® 800 ml/ha + R5.1- Ativum® 800 ml/ha, T9: R2– Ativum® 800 ml/ha + R5.1- Fox® 400 ml/ha + T10: R2– Ativum® 800 ml/ha + R5.1- Elatus® 200 g/ha. O delineamento experimental utilizado foi blocos inteiramente ao acaso, com parcelas compostas de 4 linhas de 4 metros, corredores entre blocos de 0,5 m, com 3 repetições. Os tratamentos foram avaliados em três momentos distintos durante o desenvolvimento da soja: R1, R5.1 e R6. Os tratamentos foram submetidos à avaliações de incidência da doença, severidade da doença e desfolha provocada por doença. Após as avaliações, os dados coletados foram submetidos a análises estatísticas. Os resultados foram satisfatórios, pois os tratamentos foram superiores em rendimento de grãos e no controle da *Phakopsora pachyrhizi* em relação à testemunha.

Palavras chave: *Phakopsora pachyrhizi*, doença, severidade.

CONTROL OF ASIAN SOYBEAN RUST WITH DIFFERENT FUNGICIDAL TREATMENTS

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate fungicide treatments in the control of Asian Soybean Rust (*Phakopsora packyrhizi*). The trial was conducted in a private property at Cordeirópolis-SP during the season 2016/2017. Fungicide applications were carried out at two different times during soybean development, being phenological stage R2 and R5.1. Three fungicides were used in this work, being, Fox®, Elatus® and Activum®. These three fungicides were used in the composition of 10 different treatments: T1: Witness T2: R2-Fox® 400 ml / ha + R5.1- Fox® 400 ml / ha, T3: R2-Fox® 400 ml / ha + R5.1- Elatus® 200 g / ha, T4: R2- Fox® 400 ml / ha + R5.1- Activum® 800 ml / ha, T5: R2-Elatus® 200 g / ha + R5.1- Elatus® 200 g / ha, T6: R2 - Elatus® 200 g / ha + R5.1- Fox® 400 ml / ha T7: R2- Elatus® 200 g / ha + R5.1- Activum® 800 ml / ha, T8: R2- Activum® 800 ml / ha + R5.1- Activum® 800 ml / ha, T9: R2- Activum® 800 ml / ha + R5.1- Fox® 400 ml / ha + T10: R2- Activum® 800 ml / ha + R5.1- Elatus® 200 g / ha. The trial design was randomized completely blocks (RCB), with plots composed of 4 rows of 4 meters, corridors between blocks of 0.5 m, with 3 replicates. All treatments were evaluated at three different times during soybean development, stages: R1, R5.1 and R6. All treatments were submitted to evaluations of disease incidence, disease severity, defoliation caused by diseases, visual note. After evaluations, the data collected were submitted to statistical analysis. All results were satisfactory, since all treatments were superior in yield of grains and in the control of *Phakopsora packyrhizi* in relation to the Witness.

Key words: *Phakopsora packyrhizi*, disease, severity.

1. INTRODUÇÃO

A soja é a principal cultura implantada na safra de verão em diversos locais do território brasileiro, podendo se destacar os estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

A soja é uma excelente opção para os agricultores brasileiros por obter custo de implantação da lavoura relativamente baixo quando comparado com culturas de algodão e milho. Além do investimento baixo para implantação da lavoura de soja, o produtor possui no mercado ferramentas de comercialização antecipada da safra, assim podendo assegurar maior liquidez no negócio. Também nesta cultura, várias cooperativas e empresas agrícolas, ofertam aos produtores a ferramenta de aquisição dos insumos denominada no mercado de barter ou troca. Esta ferramenta auxilia produtores menos capitalizados a financiarem os seus insumos e o produtor quita o crédito com o produto de sua produção, ou seja, com a sua própria produção de soja.

Além de sua importância econômica no país, a soja possui valiosas características nutricionais, tanto para a alimentação humana quanto animal, como fonte de proteína, fibras e gorduras insaturadas. Outra importância é para a produção de biodiesel, que é composto por diesel de petróleo e óleo extraído de várias plantas oleaginosas como a soja, a principal fonte da demanda para sua produção, contribuindo assim para a redução na emissão de gases poluentes ao meio ambiente por se tratar de fonte renovável.

O principal entrave no sistema de produção da soja está relacionado às doenças, em especial a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, a qual é considerada a doença mais severa na cultura.

As perdas de produtividade estão diretamente relacionadas com os sintomas da ferrugem asiática, pois as folhas atacadas logo apresentam amarelecimento, queda prematura das folhas, prejudicando assim o pleno enchimento dos grãos.

Uma das estratégias para conter este dano causado pelo fungo da Ferrugem Asiática é o uso de fungicidas, atentando-se para o posicionamento adequado dos fungicidas e o momento ideal de aplicação. Estratégias de manejo buscam maximizar o controle das doenças e minimizam o efeito de resistência do fungo as moléculas dos fungicidas.

Tendo em vista os prejuízos provocados pela doença da ferrugem, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* na cultura da soja, este trabalho teve como objetivo avaliar os principais fungicidas disponíveis no mercado.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi de testar diferentes ingredientes ativos de produtos comerciais, para o controle da Ferrugem Asiática da Soja e caracterizar qual a melhor efetividade de controle.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Considerações gerais sobre a soja

A soja tem um importante papel no cenário nacional, haja vista que na safra 2015/2016 o Brasil foi o segundo maior produtor do mundo, cultivando 33.177 milhões de hectares e produzindo 96.631 milhões de toneladas de grãos, ficando atrás apenas dos Estados Unidos que cultivou 119,732 milhões de hectares e produziu 312,362 milhões de toneladas (Conab, 2017).

Na safra 2016/2017, o Brasil cultivou 33.914,9 milhões de hectares, ou seja, 2% a mais em área em relação à safra 2015/2016, com produção recorde em 114.095,8 milhões de toneladas de grãos. As exportações de soja do período de janeiro a agosto de 2017 são de mais de 57 milhões de toneladas, sendo esse valor superior em mais de 8,7 milhões de toneladas ao mesmo período de 2016 (Conab, 2017).

A soja é a mais importante oleaginosa no mundo, cujos teores de óleo e proteína nos grãos podem ultrapassar 20% e 40% respectivamente (ROESSING e GUEDES, 1993).

Além disso, é a principal oleaginosa produzida e consumida no mundo, sendo importante pelo fato de que quando processada, resulta em farelo e óleo de alto valor proteico. O farelo é destinado principalmente à produção de ração animal e o óleo, é mais destinado ao consumo humano (BRUM et al., 2005).

O chamado “complexo soja” onde é contabilizado as transações comerciais da soja em grão, lidera o agronegócio brasileiro, estimando-se que esta importância está em torno de 24% do total de negócios relacionados aos produtos agrícolas. O agronegócio brasileiro tem grande importância no PIB (Produto Interno Bruto) do país, sendo responsável por aproximadamente 25% do quantitativo de negócios (BOIFÁCIO et al., 2013).

3.2. Considerações sobre Ferrugem Asiática da Soja

O fungo que causa a ferrugem da soja pertence à Classe dos basidiomicetos, Ordem Uredinales e Família Phakopsoraceae. A espécie foi encontrada e descrita em 1902, no Japão, sendo nomeada *Uredo sojae* P. Hennings. No ano de 1914 foi descrita na *Annual Mycology* e nomeada *Phakopsora pachyrhizi* por Hans e Paul Sydow (Reis et al, 2015).

A partir dos anos 2000, a ferrugem asiática chegou a vários países do mundo, em 2001 na África do Sul (Pretorius; Kloppers; Frederick, 2001), Paraguai (Morel, 2001), Brasil safra 2000/01, quando as perdas chegaram até 70% (Yorinoro et al. 2002), Argentina em 2002 (Rossi, 2003), Bolívia em 2003 (Navarro et al., 2004), Estados Unidos, Louisiana, no verão de 2004 (Schneider et al., 2005).

Segundo Maude (1996), o principal tipo de inóculo da Ferrugem Asiática, é o uredosporos (Figura 1). Estes esporos assexuais são pequenos e leves, sendo removidos da urédias (Figura 2) presentes nas folhas infectadas quando se encontram com sua superfície seca. São esporos secos que uma vez removidos são transportados por longa distância pelo vento, assim infectando lavouras distantes da fonte de inóculo. Uma vez sua superfície molhada estes esporos aderidos á folha, dificilmente serão removidos pelo vento, e quando removidos pela chuva, são levados ao solo.

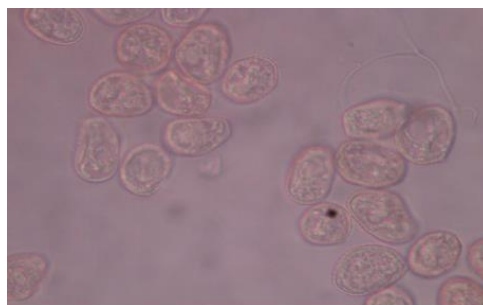


Figura 1: Uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*.

Fonte: Sydow e Sydow (Bars = 10 µm).



Figura 2: Lesões com Urédias de *Phakopsora pachyrhizi*.

Fonte: Arquivo pessoal.

De acordo com Caldwell & Laing (2002), os esporos secos por serem facilmente transportados à longa distância através de correntes aéreas, favoreceu a chegada da Ferrugem Asiática ao continente americano a partir da África do Sul. (apud Kantolic et al, 2012).

Para que ocorra a germinação, o fungo precisa de molhamento por água da chuva ou orvalho e temperatura favorável. Segundo os pesquisadores Marchetti et al. (1976), a melhor temperatura para o desenvolvimento da doença é entre 15 e 25° C. Para Kochman (1979) a temperatura ótima para a germinação é de 21 - 27° C.

Após deposição dos esporos é necessário 6 horas para que ocorra a penetração sobre a cutícula (Bonde et al. (1976) e Koch et al. (1983)), e Zambenedetti et al. (2007) observaram a formação de apreensório entre quatro a seis horas após inoculação.

Os sintomas causados pela ferrugem da soja são denominados como lesões, e não de pústulas, como nas demais ferrugens, porque ocorre a necrose do tecido foliar e cada lesão pode apresentar várias pústulas. (Kantolic et al.; 2012)

As lesões angulares formadas nas folhas estão relacionadas em função do crescimento das hifas serem restritas às nervuras da folha (Reis et al., 2006). Já a formação das urédias se dá por uma agregação de hifas, formando o primórdio uredial (Zambenedetti, 2005).

O alto potencial de dano da doença está atrelado a sua elevada taxa de progressão, sendo necessários 9 dias desde a infecção à reprodução, o que ocorre em condições favoráveis de temperaturas entre 18 e 26,5°C e alta umidade relativa

associada a chuvas frequentes, de forma que podem disseminá-la rapidamente formando uma epidemia nas lavouras (YONG et al., 2011).

Para Navarini et al. (2006), as condições climáticas têm papel fundamental na ocorrência de epidemias da ferrugem, sendo que o molhamento foliar contínuo, com duração de 10 horas/dia, promovido por orvalho ou pela chuva, sob condições ótimas de temperatura entre 18 a 24°C, favorece o rápido desenvolvimento da doença. A precipitação é considerada o fator mais importante para o progresso da doença em condições de campo (Del Ponte et al., 2006).

Os sintomas da Ferrugem Asiática podem aparecer em qualquer estágio de desenvolvimento e em diferentes partes da planta, como cotilédones, folhas e hastes, sendo os sintomas foliares os mais comuns (Almeida et al., 2005).

A cor das lesões pode variar do cinza-esverdeado ao marrom-avermelhado, com uma ou várias urédias globosas, principalmente na parte abaxial da folha (Hartman et al., 1999). Podem ser encontradas esporadicamente as urédias na parte superior das folhas (Almeida et al., 2005; Garcés, 2010).

O número de lesões e urédias numa folha (parte abaxial) podem atingir até 26 e 46 por cm² em condições controladas, respectivamente (Garcés et al., 2010), ou 232 e 375 por cm² a nível de campo (Garcés, 2010).

A manifestação inicial da doença é observada como áreas foliares cloróticas de forma poligonal, por causa da delimitação imposta pelas nervuras, podendo atingir um tamanho de 2-5 mm² (Reis et al., 2006; Sinclair e Backman, 1993). As primeiras lesões, em geral, são encontradas nas folhas baixas próximas ao solo quando as plantas se encontram no estágio fenológico próximo ou após o florescimento (Reis et al., 2006).

A ferrugem asiática da soja está entre as principais doenças da cultura, pois seus sintomas são rápido amarelecimento e queda prematura das folhas, prejudicando o pleno enchimento dos grãos e conseqüentemente queda de produtividade (SOARES et al., 2004). Segundo Reis et al., (2006) um estágio final da epidemia sobre ferrugem asiática da soja numa lavoura, caracteriza-se por amarelecimento geral da folhagem com intensa desfolha, chegando até a queda completa das folhas.

O fungo do grupo das ferrugens pode produzir cinco estágios diferentes em seu ciclo de vida: estágio 0 (espermogônios produtores de espermácias e hifas receptivas), estágio 1 (aécia produzindo aéciosporos), estágio 2 (uredia produzindo

urediniosporos), estágio 3 (télia produzindo teliosporos) e estágio 4 (basídias produzindo basidiosporos). (Alexopoulos et al. 1996, apud Kantolic, et al. 2012).

O fungo *Phakopsora pachyrhizi* é um parasita biotrófico ou seja, parasita obrigatório. De acordo com Reis et al. (2006), biotrófico é o parasita que necessita dos tecidos vivos do hospedeiro, ou seja, da célula viva, de onde extraem os nutrientes essenciais a suas atividades vitais, apresentando assim menor número de oportunidades ou mecanismos para sobrevivência que os necrotróficos. A Figura 3 ilustra o ciclo biológico da *Phakopsora pachyrhizi*.

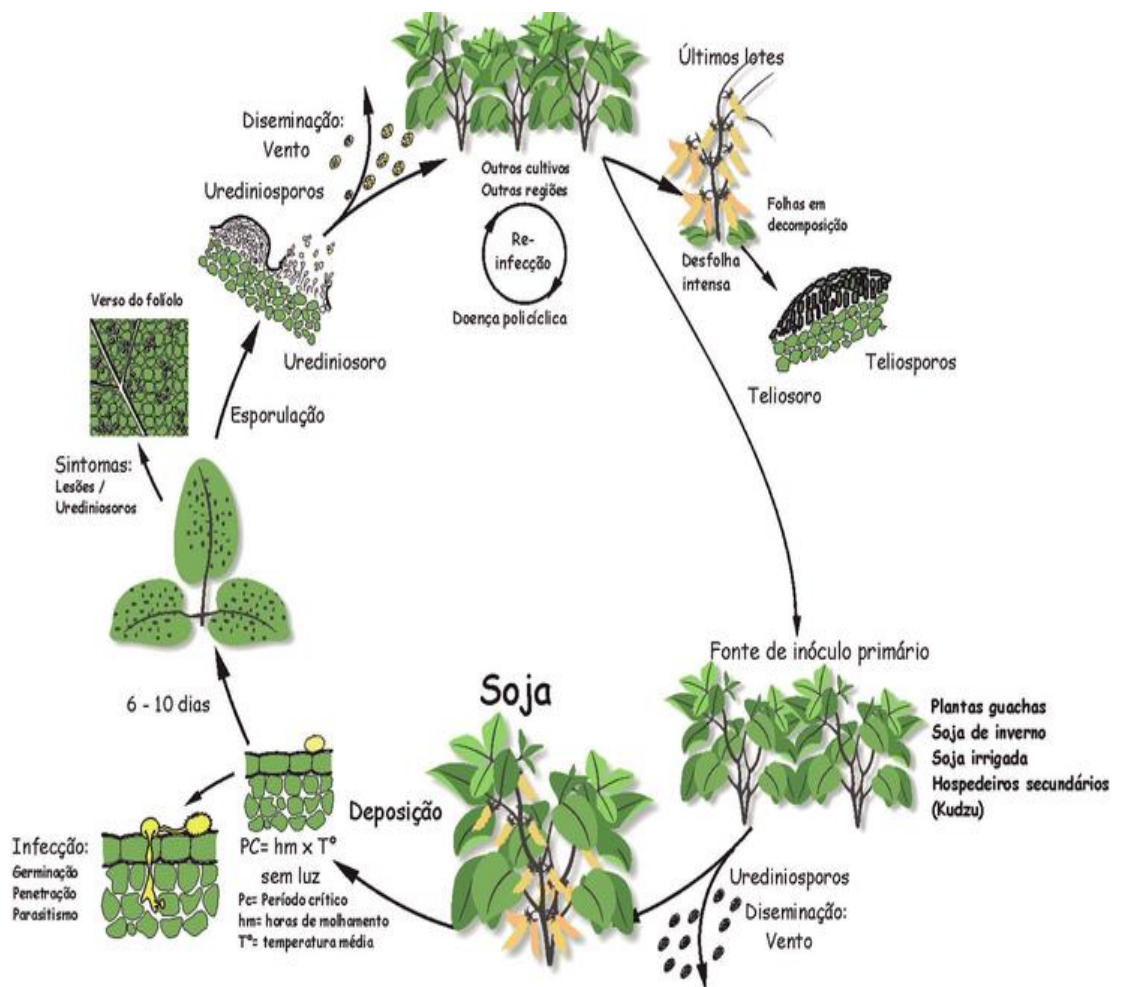


Figura 3: Ciclo biológico da ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*.

Fonte: Reis e Carmona, (2005).

Segundo Kantolic et al.(2012), as principais fontes de inóculo na entressafra no Brasil está relacionada com plantas de soja safrinha em cultivo de sequeiro ou irrigado, plantas voluntárias em meio as culturas de inverno ou áreas sem manejo das plantas “tigueras”, plantas de feijoeiro e hospedeiros secundários.

Segundo Cabi (2001) a *Phakopsora pachyrhizi* é capaz de infectar e esporular em condição de campo, em 35 espécies de 18 gêneros, da subfamília *Papilionoideae*, família *Fabaceae*. Yeh et al. (1981), relatam que o fungo pode atacar até 87 hospedeiros e Bomfield (1986) até 95 hospedeiros.

A identificação da ferrugem asiática da soja pode ser confundida com outros sintomas relacionados a diferentes patógenos, como por exemplo: Pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*), Crestamento Bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*), Mancha-Parda ou Septoriose (*Septoria glycines*), Ferrugem Asiática em Feijoeiro (*Uromyces appendiculatus*), Ferrugem Asiática em kudzú, neste caso os sintomas e sinais da ferrugem são semelhantes aos observados na soja.

3.3. Histórico do controle químico de doenças em soja no Brasil

No Brasil o uso de fungicidas na cultura da soja foi relatado em 1974 quando os pesquisadores utilizaram dois fungicidas penetrantes móveis no controle da incidência de *Cercospora kukuchii* e obtiveram ótimos resultados nas sementes de soja (Lehman; Tarragó, 1974).

Posteriormente durante a safra de 1997/98, durante a epidemia de oídio (*Erysiphe difusa*), passou a serem utilizados fungicidas em lavouras. À partir deste ocorrido, foram necessárias duas safras para estabelecer quais eram as cultivares suscetíveis, obtenção dos registros de fungicidas e os momentos adequados para aplicações. Em 2002 adotou se o controle de oídio a partir do início de florescimento quando detectado a presença do fungo (Tecnologias, 2003).

O uso de fungicidas no controle químico para *Phakopsora pachyrhizi* iniciou se a partir da safra 2002/2003, quando iniciou a epidemia no Brasil, e até hoje, o uso de fungicidas nas lavouras de soja são frequentes devido o complexo de doenças da soja. (Reis et al., 2015).

3.4. Características dos grupos químicos de fungicidas no controle da *Phakopsora pachyrhizi*

Os produtos testados neste trabalho são compostos por misturas de grupos químicos sendo eles os triazóis ou triazolonas, estrobirulinas e carboxamidas. Os produtos disponíveis no mercado podem conter uma, duas ou até três moléculas de grupos químicos distintos. O fungicida Fox, por exemplo, é composto pelo grupo químico triazolone e estrobirulina. Já o fungicida Elatus é composto de estrobirulina e carboxamida e o fungicida Ativum é composto por triazol, estrobirulina e carboxamida.

3.4.1. Estrobirulinas

As moléculas pertencentes ao grupo químico das estrobirulinas são classificadas como Mesostêmicos, às quais penetram nos tecidos das plantas apresentando atividade translaminar, porém com translocação vascular mínima ou inexistente. A única molécula translocada via xilema é a azoxistrobina (Reis, 2016).

São responsáveis por inibir a respiração mitocondrial, no Complexo III, bloqueando o transporte de elétrons entre o citocromo b e o citocromo c, no sítio Qo na cadeia transportadora de elétrons, assim reduzindo formação de ATP nas células do fungo (Moura, 2013).

Os fungicidas mesostêmicos apresentam características lipofílicas, pois aderem fortemente à camada de cera da cutícula apresentando maior resistência à remoção pela água da chuva ou irrigação que possibilita efeito residual longo. A redistribuição na superfície foliar ocorre através da absorção contínua a partir da camada de cera cuticular das folhas para o interior do órgão e também através da fase de vapor e reabsorção pela cera cuticular (REIS; BRESOLIN, 2007).

Os fungos possuem maior sensibilidade às estrobirulinas durante o processo de germinação dos esporos, assim, recomenda-se que as estrobirulinas sejam aplicadas preventivamente, antes da ocorrência da doença (Wewitt, 1998 apud Tsumasuma, 2009).

Os principais produtos que apresentam as estrobirulinas como princípio ativo são: Trifloxistrobina, Azoxistrobina, Piraclostrobina, Picoxistrobina, Cresoxim Metílico (Agrofit, 2017).

Segundo consulta no site Agrofit (2017), estão liberados para comercialização 64 produtos comerciais com ingredientes ativos pertencentes ao grupo químico das

estrobirulinas, sendo estes produtos comercializados através de moléculas isoladas ou em misturas.

3.4.2. Triazóis e Triazolitione

As moléculas pertencentes ao grupo químico dos triazóis e Triazolitione são classificadas como penetrantes móveis, são translocados via xilema ou acrópeta e apresenta translocação parcial via floema (Reis, 2016).

As moléculas dos triazóis e triazolitione têm modo de ação relacionado à inibição na biossíntese de esteróis que esta relacionada a manutenção da integridade da membrana a qual esta presentes todos os eucariotos. A redução na disponibilidade de ergosterol resulta na disrupção da membrana e o escoamento do eletrolítico (Wewitt, 1998 apud Tsumasuma, 2009)

Os triazóis são caracterizados como excelentes fungicidas, pois possuem excelente fungitoxicidade, rápida penetração e translocação nos tecidos vegetais com efeito residual (Moura, 2013).

Também possuem características curativas e protetiva. Em ação protetora atuam sobre a germinação dos esporos, sobre a formação do tubo germinativo e na formação do apressório. Também podem ser considerados curativos, porém os tecidos foliares atingidos pelos fungos não se regeneram. Atua no desenvolvimento do haustório e/ou crescimento miscelial que são inibidos pela presença do fungicida. (Moura, 2013 apund Forcelini, 1994; EHR; Kemmit, 2002).

Os principais produtos que apresentam com o princípio ativo dos triazóis registrados para a cultura da soja são: Tebuconazol, Epoxiconazol, Difeconazol, Propiconazol, Bromuconazol, Ciproconazol, Flutriafol. Já a molécula disponível de Triazolitione é o Protioconazol (Agrofit, 2017).

Segundo Agrofit, (2017), estão liberados para comercialização 152 produtos comerciais com ingredientes ativos pertencentes ao grupo químico dos Triazóis e Triazolitione, sendo estes produtos comercializados através de moléculas isoladas ou em misturas.

3.4.3. Carboxamida

É considerada a nova geração dos fungicidas disponíveis no mercado para controle da *Phakopsora pachyrhizi*, que começaram a ser utilizadas na safra 2011/12 (Madalosso; Balardin, 2017).

As moléculas pertencentes ao grupo químico das Carboxamidas são mobilizadas de forma acropetal ou Xilema e mesossistêmico ou translaminar (Madalosso; Balardin, 2017).

As Carboxamidas possuem mecanismo de ação inibindo a produção da enzima succinato desidrogenase (SDHI), atuantes no Complexo II da cadeia de transporte de elétrons na mitocôndria do fungo, impedindo a oxidação de succinato para fumarato (Madalosso; Balardin, 2017).

Como as Estrobirulinas, o grupo químico das Carboxamidas também tem ação lipofíticas, adsorvendo-se na camada cerosa da folha e depois se redistribuindo pela fase gasosa (Madalosso; Balardin, 2017).

São considerados fungicidas preventivos, sua ação é protetora ou de pré-penetração. Atuam sobre os esporos, micélio primário e secundário dos fungos (Madalosso; Balardin, 2017).

Os principais produtos encontrados que apresentam as Carboxamidas como princípio ativo, registrados para a cultura da soja são: Bixafen, Fluxapiraxade, Benzovindiflupyr. (Agrofit, 2017)

Segundo o site Agrofit (2017), estão liberados para comercialização 11 produtos comerciais com ingredientes ativos pertencentes ao grupo químico das Carboxamidas, sendo estes produtos comercializados somente através de misturas com triazol e/ou estrobirulina.

3.5. Fungitoxicidade e potência dos fungicidas

A fungitoxicidade é medida para estabelecer o quanto a molécula presente nos fungicidas apresenta em baixas concentrações ser tóxica a fungos. A fungitoxicidade dos fungicidas para o controle das doenças em geral, são medidas através da função CI_{50} - concentração inibitória a 50%. A CI_{50} indica o quanto da molécula tóxica do fungicida é necessário para controlar 50% do fungo. Pode ser medida através da inibição do crescimento micelial, germinação esporos; números de lesões, número de urédias. A CI_{50} é totalmente específica entre a molécula e ao

fungo alvo, assim para cada fungo ou fungicida haverá alterações na no valor da CI_{50} (Reis, et al., 2016).

A potência de cada fungicida, esta relacionada de acordo com a CI_{50} . O fungicida é considerado potente quando uma pequena quantidade é suficiente para alcançar o efeito de controle. Então o fungicida que controlar o fungo com baixa concentração de sua molécula é o mais potente (Reis et al, 2015).

3.6. A sensibilidade dos fungos

A sensibilidade é relacionada à genética dos fungos. Quando um fungo for exposto a um fungicida o mesmo deve apresentar sensibilidade para que o fungicida apresente o controle. Quando um fungicida, de acordo com suas características moleculares, for exposto a um fungo e o mesmo não apresentar o efeito desejado, o mesmo é considerado atóxico (Reis, et al., 2016).

3.7. Relatos de resistência de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas

Desde a safra 2003/2004 a Embrapa, promove ensaios cooperativos em todo território brasileiro, a fim de avaliar a eficiência dos fungicidas disponíveis no mercado e em fase de registro (RETI e RETIII) no controle da ferrugem.

Estes ensaios também têm como objetivo monitorar a sensibilidade da ferrugem a estes fungicidas. É possível notar que desde o início destes ensaios cooperativos, alguns fungicidas vêm perdendo eficiência no controle da ferrugem (Godoy et al. 2016).

De acordo com Silva et al. (2008), durante a safra 2006/2007, relataram a falha do controle dos ativos ciproconazol, flutriafol e tebuconazol, todos pertencentes ao grupo químico dos Triazóis.

Segundo Blum e Reis (2014), testes em laboratório com duas amostras de ferrugem, uma de Passo Fundo - RS e outra de Primavera do Leste - MT demonstram alterações nos valores da CI_{50} quando testados os ativos azoxistrobina, picoxistrobina, piraclostrobina e trifloxistrobina. Dos quatro fungicidas testados nestas amostras, todos eles tiveram alteração na CI_{50} quando confrontado o mesmo ativo no controle das duas amostras. A amostra da região de Primavera do Leste necessitou de uma concentração maior das moléculas para o controle da

ferrugem. Neste estudo foi possível observar que os fungicidas testados apresentam redução da sensibilidade pelos fungos de ferrugem da região de Primavera do Leste-MT.

Recentemente, em março de 2017, o FRAC Brasil (*Fungicide Resistance Action Committee*, 2017), informou ao FRAC Internacional, que durante as safras 2015/2016 e principalmente durante a safra 2016/2017, áreas que foram amplamente utilizadas às moléculas carboxamidas, seguido de alta pressão da doença, detectou-se redução da sensibilidade da ferrugem a esta molécula.

3.8. Manejo anti-resistência da *Phakopsora pachyrhizi* aos fungicidas

Uma vez que todos os grupos químicos de fungicidas disponíveis no mercado para controle da ferrugem atuam em sítios específicos dos fungos, as chances de perda da sensibilidade e mutações genéticas podem comprometer o manejo fitossanitário nas lavouras de soja. Dada a importância desta doença na cultura da soja e potencial perda destas moléculas como já relatadas, estratégias de manejo são de suma importância para preservarem estas moléculas e potencializar o controle da ferrugem.

As estratégias de manejo recomendadas no Brasil para essa doença incluem: a utilização de cultivares de ciclo precoce e semeaduras no início da época recomendada, a eliminação de plantas de soja voluntárias e a ausência de cultivo de soja na entressafra por meio do vazio sanitário, o monitoramento da lavoura desde o início do desenvolvimento da cultura, a utilização de fungicidas no aparecimento dos sintomas ou preventivamente e a utilização de cultivares com gene de resistência (TECNOLOGIAS, 2013).

De acordo com Parreira, Neves e Zambolim (2009) para evitar resistência de fungos aos fungicidas, também é necessário adotar estratégias de manejo de doenças, tais como: usar sempre a dose do produto recomendada pelo fabricante, aplicar o produto em mistura com um ou mais fungicidas de modo de ação diferente (Ex. triazol + estrobirulina e/ou estrobirulina + carboxamida), usar o mesmo ativo no máximo duas vezes durante a safra.

Também amplamente recomendado por pesquisadores e instituições de pesquisa, os fungicidas à base de ditiocarbamatos, como é o caso do Mancozebe, que atuam no fungo interferindo generalizadamente nas funções celulares, pois se

tratam de fungicidas de contato, com ação erradicante sobre os fungos (REIS et al., 2007). É um fungicida multissítio, ou seja, age em pelo menos 6 sítios diferentes processos bioquímicos no citoplasma e na mitocôndria da célula dos fungos (Gullino et al., 2010).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado durante a safra de verão 2016/17 da soja, em propriedade particular localizada no município de Cordeirópolis-SP, bairro Cascalho, sob as coordenadas, Longitude S 22°28'8.0688" e Latitude W 47°23'45.042"(Figura 4).

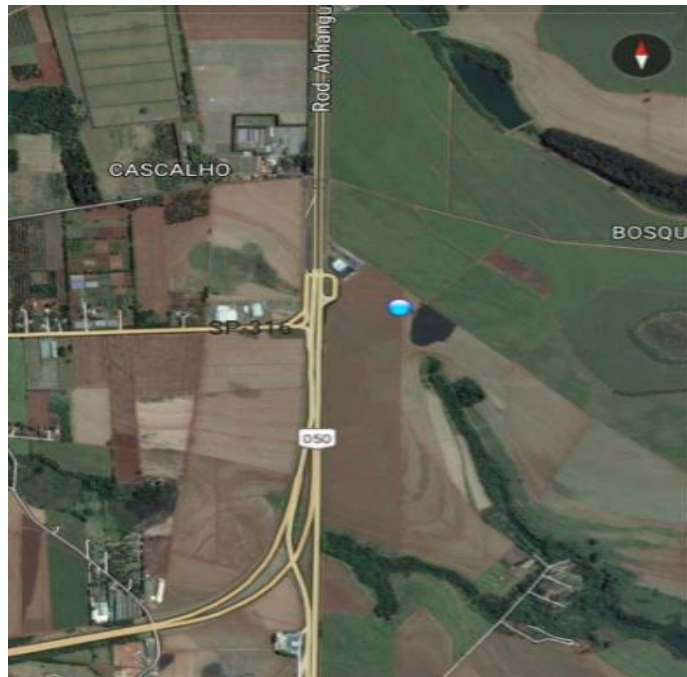


Figura 4: Local de realização deste trabalho.

Fonte: Google Earth.

Em 2016, na safrinha, foi cultivado milho na área do experimento, portanto foi necessária a realização do manejo de gradagem, com a finalidade de revolver solo, eliminando plantas daninhas e “tiguera” do milho.

O plantio foi realizado no dia 26/10/2016 com plantadora Baldan SP Grafic Flex, 7 linhas com espaçamento de 0,5m e trator Jonh Deere 6605 com 121 CV, com a cultivar Monsoy 5947 Ipro, que possui grupo de maturação 5.9, ciclo super

precoce, com a distribuição das sementes em 16 sementes por metro linear, ou seja, 32 plantas por m², com adubação de 280 kg/ha da fórmula 04-20-20 + Micros.

Antes do plantio, as sementes foram submetidas a tratamento “on farm” com os produtos Vitavax-Thiram 200SC (Carboxina 200 g/l + Tiram 200 g/l) na dosagem recomendada de 300 ml para 100 kg de sementes e Cropstar (Imidacloprido 150 g/l + Tiodicarbe 450 g/l) na dosagem de 500 ml para 100 kg de sementes.

A inoculação das sementes com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum* foi feita através do equipamento Micron, instalado junto à plantadora no sistema de jato dirigido nas linhas de semeadura, utilizou-se 6 doses de inoculante líquido por hectare e volume de vazão do equipamento de 60 litros por hectare.

Depois de 15 dias após o nascimento da soja, foi realizado capina manual na área do teste, retirando as plantas daninhas.

O delineamento experimental utilizado foi blocos inteiramente ao acaso (DBC), com parcelas compostas de 4 linhas de 4 metros, corredores entre blocos de 0,5 m, com 3 repetições e 10 tratamentos. Os tratamentos testados foram realizados de acordo com a Tabela 1, com detalhamento do momento de aplicação e combinações utilizadas em cada tratamento.

Tabela 1: Relação dos tratamentos, produtos comerciais e doses utilizadas.

Tratamento	1ª Aplicação-Fase R2	2ª Aplicação-Fase R5.1
1	Testemunha	Testemunha
2	Fox® 0,4 l/ha	Fox® 0,4 l/ha
3	Fox® 0,4 l/ha	Elatus® 0,2 kg/ha
4	Fox® 0,4 l/ha	Ativum 0,8 l/ha
5	Elatus® 0,2 kg/ha	Elatus® 0,2 kg/ha
6	Elatus® 0,2 kg/ha	Fox® 0,4 l/ha
7	Elatus® 0,2 kg/ha	Ativum 0,8 l/ha
8	Ativum 0,8 l/ha	Ativum 0,8 l/ha
9	Ativum 0,8 l/ha	Fox® 0,4 l/ha
10	Ativum 0,8 l/ha	Elatus® 0,2 kg/ha

OBS: Foi adicionado adjuvante específico para cada produto de acordo com as recomendações da bula.

Na Tabela 2, esta apresentada a descrição dos produtos testados como: Titular do registro, ingrediente ativo, e grupo químico.

Tabela 2: Produtos e suas composições químicas.

Titular do registro	Produto comercial	Ingrediente Ativo	Grupo Químico
BAYER S.A.	FOX®	Trifloxistrobina 150 g/l + Protioconazol 175 g/l	estrobirulina + triazolitiona
SYNGENTA S.A.	ELATUS®	Azoxistrobina 300 g/kg + Benzovindiflupir 150 g/kg	estrobirulina + pirazol carboxamida
BASF S.A.	ATIVUM®	Epoxiconazol 50 g/l+ Fluxapiroxade 50 g/l + Piraclostrobina 81 g/l	triazol+ carboxamida + estrobirulina

OBS: Foi adicionado adjuvante específico para cada produto de acordo com as recomendações da bula.

As aplicações foram realizadas com pulverizador de pesquisa Herbicat, com cilindro de CO₂, pressão constante, com barra de aplicação de 1,5 metros de comprimento, com quatro pontas de pulverização tipo leque simples dispostos a 50 cm entre eles (Figura 5). O volume de vazão adotado foi de 200 l.ha¹.



Figura 5: Equipamento utilizado nas pulverizações.

Fonte: Imagem retirada da internet – Herbicat.com.

Foram realizadas duas aplicações em cada tratamento durante o ciclo da soja, de acordo com o programa fitossanitário adotado na região pelos produtores, em sojas de plantio cedo e ciclo super precoce.

A primeira aplicação foi realizada no dia 22/12/2016, quando as plantas se encontravam no estágio fenológico R2 que coincide com o florescimento pleno das plantas (Figura 6), pouco antes do fechamento completo das linhas pela soja.

A segunda aplicação foi realizada no dia 11/01/2017, com intervalo de 20 dias após a primeira aplicação, quando as plantas se encontravam no estágio fenológico R5.1, momento este quando as plantas estão iniciando a granação (Figura 7).



Figura 6: Momento 1º Aplicação, Fase R2.

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 7: Momento 2º Aplicação, Fase R5.1.

Fonte: Arquivo pessoal.

Na Tabela 3, esta apresentado os dados climatológicos da micro região onde foi instalado este trabalho. Nota-se que no decorrer do trabalho as condições climáticas foram excelentes e essenciais para o bom desenvolvimento da cultura e favorecimento da doença.

Tabela 3: Dados climatológicos do local do trabalho.

Período	Dias	Temperatura			Disponibilidade Hídrica
		Máxima.	Mínima (°C)	Média	Precipitação (mm)
Setembro	01 a 10	28,4	8,6	18,2	21,8
	11 a 20	33,6	10,4	22,3	0,3
	21 a 30	30,7	5,9	18,3	0
Outubro	01 a 10	29,6	8,8	19,2	11,7
	11 a 20	35,7	17,1	24,3	29,3
	21 a 31	35,7	10,6	22,03	97,9
Novembro	01 a 10	31,4	13,4	22,4	84,2
	11 a 20	31,4	8,8	20,3	92,5
	21 a 30	31,7	9,9	23,3	4,6
Dezembro	01 a 10	32,1	14,2	22,7	60,9
	11 a 20	30,1	14,5	22,7	61
	21 a 31	32,9	16,2	24,6	53,3
Janeiro	01 a 10	33,2	18,1	24,9	72,7
	11 a 20	30,8	17,8	23,1	176,9
	21 a 31	31,8	16,9	22,6	44,5
Fevereiro	01 a 10	31,7	17,4	23,7	56,9
	11 a 20	33,7	17,1	25,2	2,8
	21 a 28	33,6	15,6	24,1	16,5
Março	01 a 10	31,2	16,5	24,3	117,9
	11 a 20	33,4	15,9	23,8	8,2
	21 a 31	30,5	11,1	20,7	0

Fonte: Dados Fornecidos pelo APTA - Cordeirópolis-SP, através do sistema CIIAGRO.

Durante o desenvolvimento da cultura foram realizadas três avaliações de incidência e severidade da ferrugem em cada tratamento. A primeira ocorreu quando as plantas estavam no estágio fenológico R2, a segunda quando as plantas estavam em R5.1 e a terceira avaliação ocorreu na fase R6.

As avaliações foram realizadas “*in loco*”, observando de forma aleatória 10 plantas de cada tratamento. O método adotado para quantificação da incidência da ferrugem foi através da cruz imaginária na folha, onde cada parte era representada por 25% de incidência. Após as avaliações, foi tirada a média de cada tratamento para incidência da ferrugem asiática.

A avaliação sobre a severidade de ataque da doença foi realizada no mesmo momento da avaliação de incidência da doença, porém foi quantificada em porcentagem de área foliar atacada de acordo com a Escala Diagramática para % de severidade de *Phakopsora pachyrhizi*, (Figura 8), (Godoy et al, 2006).

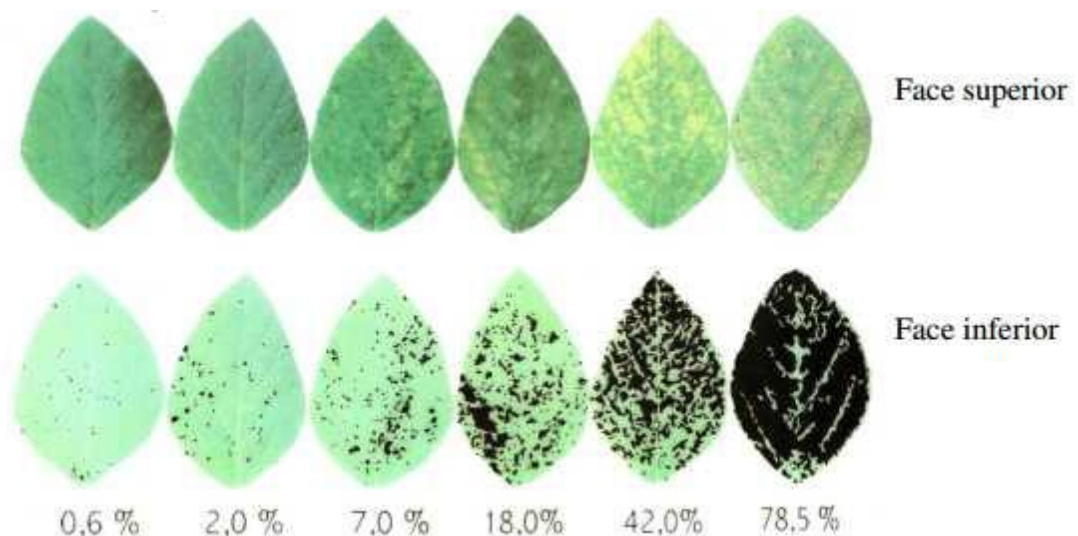


Figura 8: Escala diagramática para % de severidade de *Phakopsora pachyrhizi*.

Fonte: Godoy et al. (2006).

Durante o estágio fenológico R6 da soja que compreende a 100% da granação, além das avaliações de incidência e severidade da *Phakopsora pachyrhizi*, também foi realizado avaliações de desfolha e nota visual. Na avaliação de nota visual, foi feita de acordo com a aparência de cada parcela, estabelecendo notas de 1 a 9, sendo 1 para ruim e 9 para excelente.

Já na avaliação de desfolha foi utilizando os parâmetros da escala diagramática de desfolha provocada por doenças em soja (Cantieri et al, 2010) (Figura 9).

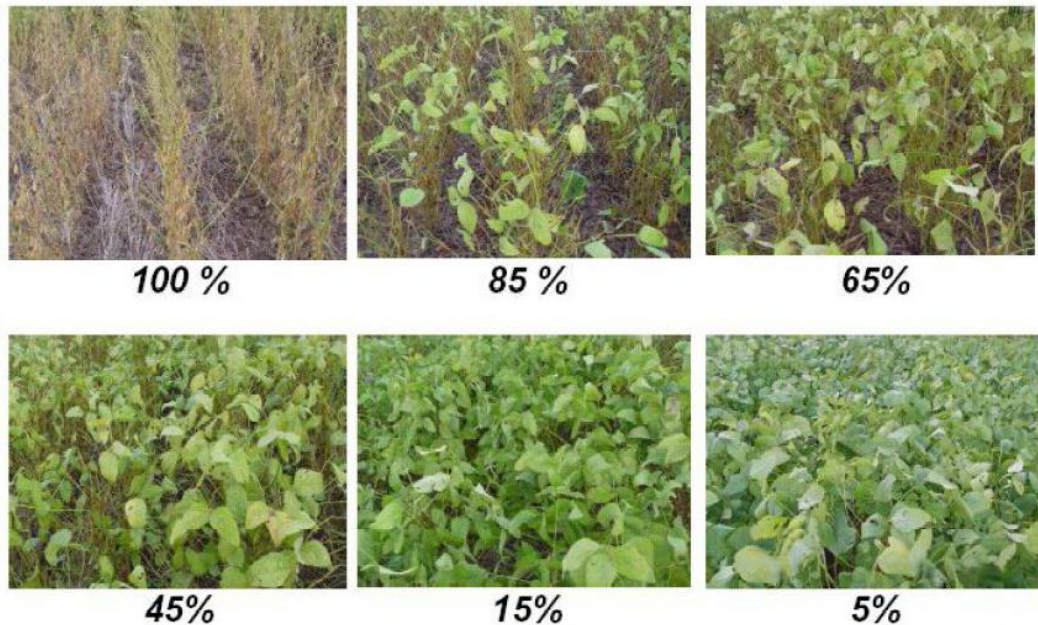


Figura 9: Escala diagramática de desfolha provocada por doenças em soja

Fonte Cantieri et al. (2010).

No dia 21/02/2017, foi realizada a colheita das duas linhas centrais de cada bloco, que foram ensacadas e transportadas até a sede da propriedade para serem trilhadas. Após o processo de trilha das plantas de soja, foi realizada a pesagem do material colhido de cada bloco, retirado amostras que foram submetidas a determinação de umidade e contagem de 1000 sementes para determinação da Massa de Mil Sementes - MMS.

Os dados coletados foram componentes de rendimentos de cada bloco como peso total da parcela e massa de mil sementes (MMS), além dos dados de severidade da ferrugem e desfolha causada por doenças da soja, foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo aplicado o Teste Tukey para comparações múltiplas de médias de tratamentos. Na comparação de médias com a testemunha, foi utilizado o Teste Dunnett. Em todos os testes foi aplicado o nível de 5% de probabilidade, com análise no software ASSISTAT Versão 7.7 pt. (SILVA, 2017).

Foi adotado a fórmula de Abbott (1925), para cálculo da eficiência agronômica dos produtos testados, $(E\%) = t-p/t * 100$, sendo que **t** corresponde a severidade da testemunha e **p** é a severidade da parcela tratada.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as Tabelas 4 e 5, podem-se observar os resultados obtidos. Na Tabela 4, foram analisados os rendimentos de grãos e de massa de mil sementes e porcentagem de redução de produtividade. Na Tabela 5, foram analisados dados de avaliações como desfolha causada por doenças em soja, severidade da doença e resultados sobre a eficiência dos tratamentos no controle da *Phakopsora pachyrhizi*.

Tabela 4: Resultados médios e significâncias de Rendimento de grãos e Massa de mil grãos. Porcentagem de redução de produtividade (RP) em relação ao tratamento com o maior rendimento de grãos.

	Tratamento	Rendimento de grãos (kg.ha ⁻¹)	Massa de mil grãos (g)	RP (%)
1	Testemunha	4.426 c	137 f	33%
2	Fox® + Fox®	6.248 a +	171 bdc +	5%
3	Fox® + Elatus®	6.258 a +	171 bdc +	5%
4	Fox® + Ativum®	5.310 b +	156 e +	19%
5	Elatus® + Elatus®	5.257 bc +	173 bc +	20%
6	Elatus® + Fox®	6.585 a +	188 a +	0%
7	Elatus® + Ativum®	6.323 a +	173 bc +	4%
8	Ativum®+ Ativum®	5.127 bc	159 de +	22%
9	Ativum®+ Fox®	6.455 a +	183 ab +	2%
10	Ativum®+ Elatus®	5.893 ab +	164 cde +	11%
	C.V.%	5,08	2,82	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

+ difere da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste Dunnett.

Tabela 5: Análises das avaliações e eficiência dos tratamentos no controle da *Phakopsora pachyrhizi* (Pp).

Tratamento	Severidade de Ferrugem (%)	Desfolha (%)	Eficiência de controle da Pp. (%)
1 Testemunha	46 a	52 a	0
2 Fox® + Fox®	2 c +	18 b +	97
3 Fox® + Elatus®	2 c +	13 b +	97
4 Fox® + Ativum®	4 bc +	23 ab +	92
5 Elatus® + Elatus®	1 c +	18 b +	98
6 Elatus® + Fox®	5 bc +	15 b +	89
7 Elatus® + Ativum®	2 c +	27 ab	97
8 Ativum® + Ativum®	23 ab	22 ab +	45
9 Ativum® + Fox®	7 bc +	22 b +	85
10 Ativum® + Elatus®	5 bc +	18 b +	89
C.V %	28.3	18.8	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

+ difere da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste Dunnett.

Transformação angular e de raiz quadrada ocorreram na análise estatística das variáveis Severidade de Ferrugem (%) e Desfolha (%), respectivamente.

Os resultados obtidos neste trabalho quanto à severidade de Ferrugem, rendimentos de grãos e eficiência no controle da *Phakopsora pachyrhizi* (Pp) demonstram que os tratamentos testados são melhores quando comparados à testemunha.

Pode se observar que, o tratamento 2 (Fox® + Fox®), tratamento 3 (Fox® + Elatus®) e tratamento 7 (Elatus® + Ativum®), apresentaram a mesma eficiência de controle da Pp., pois tiveram a mesma severidade da ferrugem e apresentam resultados diferentes quanto à desfolha, mesmo assim não diferindo estatisticamente entre eles. De acordo com os resultados de rendimentos de grãos e massa de mil grãos, não apresentaram estatisticamente diferenças significativas.

Em relação aos tratamentos 4 (Fox® + Ativum®), tratamento 6 (Elatus® + Fox®), tratamento 9 (Ativum® + Fox®) e tratamento 10 (Ativum® + Elatus®), apresentaram resultados bem próximos em relação a eficiência no controle da Pp.. Os resultados de severidade da Ferrugem e desfolha não diferem entre eles.

Os resultados dos rendimentos de grãos dos tratamentos 6 (Elatus® + Fox®) que foi o de maior rendimento, tratamento 9 (Ativum® + Fox®) e tratamento 10 (Ativum® + Elatus®), não diferem estatisticamente, mais diferem estatisticamente do tratamento 4 (Fox® + Ativum®). Nos resultados de massa de mil sementes, os tratamentos 6 (Elatus® + Fox®) e tratamento 9 (Ativum® + Fox®), não diferem entre si, porém diferem dos tratamentos 4 (Fox® + Ativum®) e tratamento 10 (Ativum® + Elatus®) que também diferem entre eles.

Para o tratamento 1 (Testemunha), tratamento 5 (Elatus® + Elatus®) e tratamento 8 (Ativum® + Ativum®) não apresentam diferenças estatísticas em relação ao rendimento de grãos, já para massa de mil sementes há diferença estatística. Os tratamentos diferem em severidade da Ferrugem. Para desfolha o tratamento 5 (Elatus® + Elatus®) difere em relação ao tratamento 1 (Testemunha) que por sua vez o tratamento 8 (Ativum® + Ativum®) não difere dos demais. Os resultados quanto a eficiência de controle da Pp., o Tratamento 5 (Elatus® + Elatus®) obteve o melhor resultado de eficiência de controle da Ferrugem, o tratamento 8 (Ativum® + Ativum®), foi o tratamento dos fungicidas que obteve o pior resultado na eficiência de controle, que também pode se atribuir que foi o tratamento que obteve maior severidade da Ferrugem.

Segundo com Godoy et al. (2017), em ensaios cooperativos realizados na safra 2016/2017, foram realizadas avaliações de diferentes fungicidas, cada um aplicado de forma isolada. Em avaliação conjunta de 32 ensaios nas principais regiões produtoras foi obtido os seguintes resultados: O fungicida Fox apresentou 21% de severidade da doença e eficiência de controle de 69% e rendimento de grãos de 3.246 kg.ha⁻¹. O fungicida Elatus apresentou severidade de 22,3%, controle da doença de 67 % e rendimento de grãos de 3.251 kg.ha⁻¹. Já para o fungicida Ativum, apresentou severidade da doença em 21,8%, controle da doença de 68% e rendimento de grãos de 3.276kg.ha⁻¹.

Os resultados obtidos neste trabalho são diferentes dos resultados obtidos por Godoy et al. (2017), já que há divergências de diferentes épocas de plantios, regiões com maior incidência da doença, incidência precoce da doença e influência do clima ocasionado em cada local.

De acordo com Reis (2016), em diferentes regiões de cultivo, a incidência, severidade e controle da doença pelos fungicidas são diferentes, pois os fungos de cada local podem ter sofrido redução na sensibilidade por alguma molécula devido

ao uso excessivo e imprudente por parte dos agricultores. Assim, pode haver diferenças significativas no controle da ferrugem asiática comparado com a utilização de diferentes fungicidas.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que os ingredientes ativos dos produtos comerciais testados foram eficientes no controle da Ferrugem Asiática, destacando-se o tratamento 5 (Elatus® + Elatus®) que foi o melhor controle.

7. BIBLIOGRAFIA

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Economic Entomology**, Riverside, V18, p. 265-267. 1925

AIMEIDA, A. M. R., L. P. FERREIRA, J. T. YORINII, J. F. V. SILVA, A. A. HENNING, C. V. GODOY, L. M. COSTAMILAN, e M. C. MEYER. 2005. Doenças de soja. Em: KIMATI, H., L. AMORIN, J. A. M. REZENDE, A. BERGAMIN FILHO L. E. A. CAMARGO (Eds.) **Manual de Fitopatologia**. Vol. 2 (4ta Ed.). Piracicaba, Livroceres. p. 376-399

BOIFÁCIO, R. D. T. *et al.* O desempenho dos pacotes agrícolas no Brasil: uma análise da dinâmica de exportação da soja 1995-2013. In: **VIII SOBER NORDESTE**, Parnaíba – PI, nov. 2013.

BONDE, M. R., J. S. MELCHING and K. R. BROMFIELD. 1976. Histology of the suscept-pathogen relationship between *Glycine max* and *Phakopsora pachyrhizi* the cause of soybean rust. **Phytopathology** 66:1290-1294.

BLUM, M. M.C.; REIS, E. M. In vivo sensitivity reduction of *Phakopsora pachyrhizi* to QoI fungicides. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, 2014.

BRUM, A. L. *et al.* A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul 1970-2000. In: **XLIII CONGRESSO DA SOBER**, 2005, Ribeirão Preto. Anais. Ribeirão Preto, 2005.

CONAB, **ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS**, v. 4 - Safra 2016/17, n.12 - Décimo segundo levantamento, Setembro, 2017

FRAC, 2017, Disponível em- <http://www.frac-br.org/textos-proprios>
<http://www.frac-br.org/recomendacoes-ferrugem-asiatica-da->. Acesso em 13/10/2017

DEL PONTE, E. M., C. V. GODOY, X. LI, and X. B. YANG. 2006. Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. **Phytopathology** 96:797-803.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 12, 2011.

GARCÉS, F. R. 2010. Efeito de programas de aplicação de fungicidas no progresso da ferrugem, no seu controle e na área foliar da soja. **Dissertação** - Mestrado em Agronomia/Fitopatologia. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 100 p.

GARCÉS, F. R., E. M. REIS, E. DEUNER, F. NICOLINI, R. B. TONIN, e A. AVOZANI. 2010. Severidad de *Phakopsora pachyrhizi* en el cultivo de soya en condiciones de invernadero. **Tropical Plant Pathology** 35 (Suplemento): S169 (Resumo).

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; PIMENTA, C.B.; FORCELINI, A. C.; FAVERO, F.; ASSETARI NETO, D.; JACCOUD FILHO, D.S.; BORGES, E.P.; ANDRADE JUNIOR, E.R.; SIQUERI, F.V.; JULIATTI, F.C.; FEKSA, H.R.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; CARNEIRO, L.C.; SILVA, L.H.C.P.; SATO, L.N.; CANTERI, M.G.; VOLF, M.R.; MADALOSSO, T.; ITO, M.F.; MARTINS, M.C.; BALARDIN, R.S.; FURLAN, S.H.; CARLIN, V.J.; BARROS, V.L.P.; VENANCIO, W.S. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2015/16: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. **Circular Técnica - 119**, Londrina-PR, 2016. 1 p.

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; PIMENTA, C.B.; FORCELINI, A. C.; FAVERO, F.; ASSETARI NETO, D.; JACCOUD FILHO, D.S.; BORGES, E.P.; ANDRADE JUNIOR, E.R.; SIQUERI, F.V.; JULIATTI, F.C.; FEKSA, H.R.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; CARNEIRO, L.C.; SILVA, L.H.C.P.; SATO, L.N.; CANTERI, M.G.; VOLF, M.R.; MADALOSSO, T.; ITO, M.F.; MARTINS, M.C.; BALARDIN, R.S.; FURLAN, S.H.; CARLIN, V.J.; BARROS, V.L.P.; VENANCIO, W.S. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja,

Phakopsora pachyrhizi, na safra 2016/17: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. **Circular Técnica - 129** Londrina-PR, 2017, 9 p.

GODOY, C. V. *et al.* Diagramatic scale for assessment of soybean rust severity.

Fitopatologia Brasileira, Lavras, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fb/v31n1/a11v31n1.pdf>>. Acesso em: 30-09-2017

GULLINO, M. L. *et al.* Mancozeb, past, present and future. **Plant disease**, v. 94, n.9, p 1076, 2006.

HARTMAN, G. L., J. B. SINCLAIR, and J. C. RUPE. 1999. **Compendium of Soybean Diseases** (4ta Ed.). APS Press, Minnesota.

KANTOLINC, A. G., REIS, E. M.; CASA, R. T. (Orgs). **Doenças da soja: sintomatologia, diagnose e manejo integrado**, Passo Fundo-RS, Ed. Berthier, p.80, 2012.

KOCH, E., F. EBRAIN-NESBAT, and H. H. HOPPE. 1983. Light and electron microscopic studies on the development of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) in susceptible soybean leaves. **Journal of Phytopathology** 106: 302-320.

KOCHMAN, J. K. 1979. The effect of temperature on development of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*). **Australian Journal of Agricultural Research** 30: 273-277.

REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina 2002/2003. Cruz Alta: **FUNDACEP/FECOTRIGO**, 2002.

MADALOSSO, M.; BALARDIN, R.; Mecanismo e modo de ação do grupo químico das carboxamidas. Disponível em: <<https://phytusclub.com/materiais-didaticos/mecanismo-e-modo-de-acao-do-grupo-quimico-das-carboxamidas/>>. Data de acesso: 10 de outubro de 2017.

MARCHETTI, M. A., J. S. MELCHING, and K. R. BROMFIELD. 1976. The effects of temperature and dew period on germination and infection by uredospores of *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology** 66: 461-463.

MOREL, P. W. Roya de la soja. Ministério de Agricultura y Ganaderia, Subsecretaria de Agricultura, Dirección de Investigación Agrícola, Centro Regional de Investigación Agrícola – CRIA, Capitán Miranda, Paraguay. **Comunicado Técnico- Reporte Oficial**, Junio 2001. (Série Fitopatologia, 1).

MOURA, P. C. S. Efeitos fisiológicos na aplicação de triazol e estrobirulina em soja. **Dissertação** de mestrado em agronomia/fitopatologia. Esalq, Piracicaba-SP, 2013.

NAVARINI, L. *et al.* Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja. **Departamento de Defesa Fitossanitária**, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

NAVARRO, J. C. *et al.* First report of Asian soybean rust in Bolivia. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, VII: **BRAZILIAN SOYBEAN CONGRESS**, IV. (Supplement), p. 85-86. 2004 (abstract)

PARREIRA, D. F.; NEVES, W. S.; ZAMBOLIM, L. Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 2, p. 34, 2009.

PRETORIUS, Z.A.; KLOPPERS, F.J.; FREDERICK, R.D.; First report of soybean rust in South Africa. **Plant Disease**, v.85, p. 1288, 2001

REIS, E. M., A. C. R. BRESOLIN, e M. CARMONA. **Doenças da soja I: Ferrugem asiática**. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo-RS, 2006.

REIS, E. M. *et al.* **Redução da sensibilidade da *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas e estratégias antirresistências: Porque os fungicidas falham?** 2. ed., Passo Fundo-RS, p.12, 14 Berthier, 2015.

REIS, E. M. et al. **Manual de fungicidas: Guia para o controle químico racional da doenças em plantas**. Passo Fundo –RS, Berthier, 2016

ROESSING, A.C.; GUEDES, L.C.A. Cultura da Soja no Cerrado. Piracicaba: **Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, 1993.

ROSSI, R. L. First report of *Phakopsora pachyrhizi*, the causal organism of soybean rust in the Province of Misiones, Argentina. **Plant Disease**, v.87, n. 1, p.102, 2003

SILVA, L.H.C.P. et al. Eficácia reduzida de triazóis no controle da ferrugem asiática. **Fitopatologia Brasileira**, v.33, p. 228, 2008.

SILVA, F.A.S. Software ASSISTAT: Assistência estatística. Versão 7.7 pt. (2017). Campina Grande: UAEF-CTRN-UFCG. Homepage <http://www.assistat.com>.

SINCLAIR, J. B., and P. A. BACKMAN. 1993. **Compendium of Soybean Diseases** (3th Ed.). American Phytopathological Society, St. Paul.

SOARES, R. M. et al. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004.

TECNOLOGIAS de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. Londrina: **Embrapa Soja**, 2013. 265 p.

VITTI, A. J. et al. **Efeito residual e curativo de fungicidas para o controle de ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*)**. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 29, p. 290,2004.

YORINI JT, PAIVA WM, FREDERICK RD, COSTAMILAN LM, BERTAGNOLLI PF, HARTMAN GE, GODOY CV, NUNES JUNIOR J (2005) Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. *PlantDisease*89:675-677. **Plant Disease** 89:675-677.

ZAMBENEDETTI, E. B. 2005. Preservação de *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow e aspectos epidemiológicos e ultra-estruturais da sua interação com a soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Dissertação** de Mestrado em Agronomia/Fitopatologia. Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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