



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

JONAS AUGUSTO SEIBT

MOLHAMENTO FOLIAR APÓS A APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO
CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

CERRO LARGO

2017

JONAS AUGUSTO SEIBT

**MOLHAMENTO FOLIAR APÓS A APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO
CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de
grau de bacharel em agronomia da
Universidade Federal da Fronteira Sul

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliane Ludwig

Co-orientadora: Prof^a.Dr^a. Tatiane Chassot

CERRO LARGO – RS

2017

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Seibt, Jonas Augusto

MOLHAMENTO FOLIAR APÓS A APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO
CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA / Jonas Augusto
Seibt. -- 2017.

40 f.

Orientador: Juliane Ludwig.

Co-orientador: Tatiane Chassot.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia , Cerro Largo, RS, 2017.

1. Molhamento foliar. I. Ludwig, Juliane, orient. II.
Chassot, Tatiane, co-orient. III. Universidade Federal
da Fronteira Sul. IV. Título.

JONAS AUGUSTO SEIBT

**MOLHAMENTO FOLIAR APÓS APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO CONTROLE
DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliane Ludwig

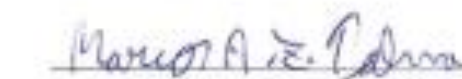
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Tatiane Chassot

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

07/12/2017

BANCA EXAMINADORA


Prof^a. Dr^a. Juliane Ludwig – UFFS


Prof. Dr Marcos Antonio Zambillo Palma - UFFS


Eng. Agron. M.Sc. Odair José Schmitt – UFFS

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida, saúde, oportunidade de trabalhar, estudar e ir em busca de meus objetivos.

Agradeço a família, em especial aos pais, Mário Seibt e Rozane Ágata Seibt, a noiva Greici Taís Gall, ao irmão e cunhada Tiago André Seibt e Ana Carolina Mendes Dias Seibt, e ainda aos demais familiares, pelo carinho, paciência e pelo incentivo.

A orientadora e Co-orientadora, Dr^a. Juliane Ludwig e Dr^a. Tatiane Chassot, pela confiança, dedicação, ensinamentos, amizade, e por serem exemplos de profissionais competentes e capacitados.

Enfim, agradeço a todos amigos e conhecidos que de uma maneira ou de outra ajudaram, apoiaram e estiveram presentes ao longo de minha vida, na escola ou na faculdade contribuindo de alguma forma para a minha formação.

RESUMO

A ferrugem asiática da soja causada pelo fungo (*Phakopsora pachyrhizi*) é um dos principais causadores de redução de produtividade nas lavouras de soja no mundo e o controle químico é a forma mais eficiente de minimizar os danos da doença. A ocorrência de chuva após a aplicação de fungicidas é um dos principais causadores de perda da eficiência dos produtos químicos, seja por escoamento, transporte do ingrediente ativo para outras partes da planta ou para o solo, e ainda, diluição do produto. Diante disso, foi objetivo desse trabalho avaliar efeito da ocorrência de chuva artificial após a aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e na produtividade da soja. O experimento foi conduzido durante a safra 2016/2017, na propriedade do senhor Mário Seibt, localizada no interior do município de Cândido Godói, região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. O experimento foi conduzido no esquema fatorial 4x5 (quatro aplicações em que ocorreu a chuva simulada x cinco tempos após a aplicação em que se realizou a simulação da precipitação) com quatro repetições. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC). As aplicações em que ocorreu a precipitação simulada foram, a primeira aplicação, segunda aplicação, terceira aplicação de fungicidas e em nenhuma das aplicações (testemunha). Os tempos após a aplicação de fungicida em que ocorreu a precipitação foram zero horas, meia hora, uma hora, duas horas e quatro horas após a aplicação de fungicidas. Foram realizadas avaliações de severidade de ferrugem ao longo da fase reprodutiva da cultura, desfolha no estádio R6, altura de inserção da primeira vagem e produtividade. Não houve interação entre os fatores tempo de ocorrência de precipitação simulada e a aplicação em que ocorreu a precipitação. Também não foi possível observar diferença significativa entre os tempos de ocorrência da precipitação após a aplicação de fungicidas para nenhuma das variáveis observadas. Com relação a aplicação em que ocorreu a precipitação simulada, apenas as variáveis desfolha no estádio R6 e altura de inserção da primeira vagem apresentaram diferença estatística.

Palavras-chave: *Phakopsora pachyrhizi*. Rendimento. Aplicações. Controle químico.

ABSTRACT

Asian soy rust caused by the fungus (*Phakopsora pachyrhizi*) is one of the main causes of reduced productivity in soybeans worldwide, and chemical control is the most efficient way to minimize disease damage. The occurrence of rain after the application of fungicides is one of the main causes of loss of efficiency of the chemical products, either by runoff, transport of the active ingredient to other parts of the plant or to the soil, and also, dilution of the product. Therefore, it was the objective of this work to evaluate the effect of the occurrence of artificial rainfall after the application of fungicides in the control of Asian rust (*Phakopsora pachyrhizi*) and soybean yield. The experiment was conducted during the 2016/2017 harvest, in the property of Mário Seibt, located in the interior of the municipality of Cândido Godói, in the northwestern region of the state of Rio Grande do Sul. The experiment was conducted in a 4x5 factorial (four applications in which the simulated rain occurred x five times after the application in which the precipitation simulation was performed) with four replications. The design was a randomized block design. The applications in which the simulated precipitation occurred were the first application, second application, third application of fungicides and in none of the applications (control). The times after application of fungicide in which precipitation occurred were zero hours, half an hour, one hour, two hours and four hours after application of fungicides. Rust severity assessments were performed throughout the reproductive phase of the crop, defoliation at the R6 stage, height of the first pod insertion, and productivity. There was no interaction between the time factors of the occurrence of simulated precipitation and the application in which precipitation occurred. Also, it was not possible to observe a significant difference between the times of precipitation occurrence after the application of fungicides to none of the observed variables. Regarding the application in which the simulated precipitation occurred, only the variables defoliation in the R6 stage and height of insertion of the first pod presented statistical difference.

Key words: *Phakopsora pachyrhizi*. Yield. Application. Chemical control.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem asiática da soja 17
- Figura 2 Escala diagramática para avaliação de desfolha provocada por doenças da soja 18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Tratamentos avaliados no experimento em função do tempo, após a aplicação, para a ocorrência da chuva artificial simulada (CAS) e o número da aplicação em que ocorreu a chuva artificial simulada.....	16
Tabela 2 . Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da ferrugem, em folíolos coletados na parte inferior de plantas que foram submetidas à chuva artificial simulada em diferentes tempos após a aplicação do fungicida.....	20
Tabela 3 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da ferrugem, em folíolos coletados na parte inferior de plantas que foram submetidas à chuva artificial simulada nas diferentes aplicações de fungicidas.	21
Tabela 4 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da ferrugem, em folíolos coletados na parte superior de plantas que foram submetidas à chuva artificial simulada em diferentes tempos após a aplicação do fungicida.....	21
Tabela 5 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da ferrugem, em folíolos coletados na parte inferior de plantas que foram submetidas à chuva artificial simulada nas diferentes aplicações de fungicidas.	22
Tabela 6 Desfolha em plantas de soja em estágio R6 que foram submetidas à chuva artificial simulada em diferentes tempos após a aplicação do fungicida	22
Tabela 7 Desfolha em plantas de soja em estágio R6 que foram submetidas à chuva artificial simulada nas diferentes aplicações de fungicidas.....	23
Tabela 8 Altura de inserção da primeira vagem em plantas de soja que foram submetidas à chuva artificial simulada em diferentes tempos após a aplicação do fungicida	23
Tabela 9 Altura de inserção da primeira vagem em plantas de soja que foram submetidas à chuva artificial simulada nas diferentes aplicações de fungicidas	24
Tabela 10 Produtividade de plantas de soja que foram submetidas à chuva artificial simulada em diferentes tempos após a aplicação do fungicida.....	24
Tabela 11 Produtividade de plantas de soja que foram submetidas à chuva artificial simulada nas diferentes aplicações de fungicidas	25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	REFERENCIAL TEÓRICO	6
2.1	A SOJA	6
2.2	FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE	7
2.3	A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>).....	9
2.4	CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA	12
2.5	EFEITO DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA PERSISTÊNCIA DE FUNGICIDAS.....	13
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1	LOCALIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO	15
3.2	TRATAMENTOS	16
3.3	AVALIAÇÕES	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1 INTRODUÇÃO

A cultura soja (*Glycine max* (L.) Merrill), é uma importante cultura do agronegócio mundial devido a sua ampla utilização e adaptabilidade nas mais diversas condições e ambientes (VELLO; SILVA, 2006). Segundo USDA (2017), os Estados Unidos da América lideram o ranking de maior produtor mundial e Brasil figura como o segundo país que mais produz soja no mundo. A produção brasileira é liderada pelo estado do Mato Grosso, seguido pelo Paraná e Rio Grande do Sul, em segundo e terceiro lugar, respectivamente (CONAB, 2017).

O potencial produtivo de uma lavoura pode ser afetado por diversos fatores, porém, o principal ainda são as doenças (ROESE et al., 2001). Dentre os principais agentes fitopatogênicos destaca-se *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da ferrugem asiática, caracterizando por acarretar grandes prejuízos ao rendimento da oleaginosa devido a precoce e intensa desfolha (ROCHA et al., 2009). O fungo da ferrugem da soja necessita obrigatoriamente de um hospedeiro vivo para sobreviver, possui alta capacidade de disseminação pelo vento, e rápida multiplicação (YORINORI et al., 2004). O potencial de redução da produtividade gerado pelo fungo é variado, dependendo do grau de infecção e da eficiência das práticas de controle empregadas.

As formas de redução desta doença pode ser pelo uso do controle alternativo (MEDICE et al., 2007), controle biológico (DORIGHELLO et al., 2013) e do vazio sanitário (SEIXAS; GODOY, 2007), no entanto, o controle químico é a prática mais recomendada, utilizando, para tanto, fungicidas dos grupos dos triazóis e estrobilurinas e suas misturas (GODOY; CANTERI, 2004)

A eficiência do controle da ferrugem da soja pode ser comprometida, mesmo utilizando produtos eficientes, mas com condições climáticas desfavoráveis. Dentre os fatores que afetam a eficiência das aplicações, estão os ventos, a temperatura, a radiação, a umidade e a chuva que leva a perda do produto aplicado ou o transporte para áreas não desejadas (SCHILDER, 2010). A chuva modifica os depósitos de agrotóxicos em plantas por diluição, redistribuição e por remoção (TRACKER; YOUNG (1999) apud OLIVEIRA, 2009)

Diante dos aspectos apresentados, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o molhamento foliar após a aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e sobre algumas variáveis de rendimento na cultura da soja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem grande participação na economia mundial, sendo uma das leguminosas com maior número de áreas cultivadas e representando a maior fonte de proteína vegetal disponível. Essas condições são atribuídas a sua composição com altos teores de proteína (40%) e de óleo (20%) (CAVALCANTE et al., 2011). Apesar do alto valor como alimento animal, ainda é pouco utilizada na alimentação humana devido à crenças negativas relacionadas à palatabilidade e digestibilidade, tornando sua utilização direta, na culinária brasileira, minimizada, quando comparada ao consumo dos países asiáticos (VELLO; SILVA, 2006).

A planta tem como centro de origem uma região conhecida por Manchúria, localizada no nordeste da China e os primeiros registros da cultura da soja no Brasil são do ano de 1882 no estado da Bahia, no entanto, foi introduzida no Brasil, oficialmente, no ano de 1914, na região de Santa Rosa, estado do Rio Grande do Sul, onde se iniciaram os primeiros cultivos de soja em áreas comerciais a partir de 1924 (EMBRAPA, 2017).

A expansão do cultivo da soja no Brasil ocorreu na década de 70 em função de quebras de safras mundiais, pela suspensão das exportações norte-americanas bem como pela alternância de safras com o hemisfério norte (BURNQUIST et al., 1994). Ainda, os bons preços oferecidos pelo mercado internacional, subsídios destinados a aquisição de máquinas e insumos, sucessão da soja com a cultura do trigo e com isso, beneficiamento indireto da cultura através de políticas de autossuficiência destinadas ao cereal, facilidade da mecanização, tendo em vista o aproveitamento de alguns equipamentos destinados ao cultivo de trigo compõem os fatores que alavancaram a produção de soja brasileira, proporcionando entre 1966 e 1975 um crescimento da área plantada de 40% ao ano (NOGUEIRA JUNIOR e NEGRI NETO, 1982). Foi a partir da década de 90, com a modernização da agricultura, que a soja aumentou sua participação no agronegócio do país, maximizando a renda dos produtores e gerando uma demanda mais elevada de mão de obra (SILVA; LIMA; BATISTA, 2011).

Atualmente, a produção mundial de soja ultrapassa 312,3 milhões de toneladas anuais e a área cultivada é de aproximadamente 119,7 milhões de hectares. Os Estados Unidos da América ocupam o primeiro lugar quando se trata dos maiores produtores mundiais com cerca de 33,1 milhões de hectares cultivadas, produção média de 3230 Kg ha⁻¹ e mais de 106,9

milhões de toneladas de produção total (USDA 2017). A área brasileira cultivada de soja ultrapassa a marca de 33,17 milhões de hectares com produtividade média de 3268 Kg ha⁻¹e produção superior a 95,6 milhões de toneladas tornando o país o segundo maior produtor mundial da oleaginosa (CONAB, 2017). Ainda segundo a CONAB, o ranking dos três estados brasileiros mais produtores é liderado pelo estado do Mato Grosso com 9,1 milhões de hectares cultivadas, uma produção estimada em 26 milhões de toneladas, seguido do Paraná que tem aproximadamente 17,1 milhões de toneladas de produção em uma área total de 5,4 milhões de hectares, e, em terceiro lugar aparece o Rio Grande do Sul com uma área de soja equivalente a 5,4 milhões de hectares, com produtividade média de 2970 quilogramas por hectare, gerando uma produção equivalente a 16,2 milhões de toneladas.

Contudo, o que vem se observando é um constante aumento no consumo de proteínas em países emergentes que possuem renda per capita crescente (LEÃO, 2010) aliado ao fato das projeções apontarem aumento no crescimento populacional e demanda por alimentos (MCKINSEY e Company, 2011), tornando necessário o aumento da área de terras destinadas a produção de alimentos. Por outro lado, isso é dificultado em função de que a maioria das terras agricultáveis do planeta já é utilizada para o cultivo. (LAL, 1990). Frente a isso, o Brasil tem um papel importante uma vez que, se apresenta como uma das únicas regiões onde ainda há possibilidades de aumento de área destinada a produção de alimentos (FIESP, 2014).

A produção brasileira tem condições de ser elevada tanto pelo aumento da área cultivada como também pelo aumento da produtividade das áreas já utilizadas para produzir alimentos. Ainda que a produtividade venha apresentando uma taxa de crescimento positiva, a mesma é afetada por várias adversidades que, de certa forma, prejudicam essa evolução progressiva (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

2.2 FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE

A soja é uma cultura que se adapta às mais diversas regiões do planeta sob grande variabilidade de ambientes, condições climáticas e tipos de solo, contudo, é esperado que a interação genótipo x ambiente assuma papel fundamental na manifestação fenotípica, devendo, portanto, ser considerada (PRADO et al., 2001)

Um dos fatores que se reflete em produtividade tem influência do nível de compactação do solo. O tráfego de máquinas pode gerar alterações nas propriedades físicas do solo indicando uma diminuição da porosidade do solo, bem como o aumento da densidade do

solo impedindo assim o desenvolvimento radicular das plantas (RIBEIRO et al., 2010). Ainda, como consequência da compactação podemos citar a resistência mecânica do solo a penetração das raízes (BEUTLER; CENTURION, 2003; RALISCH et al., 2008).

Considerando práticas culturais, aumentar a quantidade de fertilizantes, principalmente fósforo e potássio, vem sendo uma opção para que haja um acréscimo de produtividade, uma vez que estes nutrientes são exigidos em grandes quantidades e tem pouca mobilidade nos solos (MALAVOLTA, 2006). Porém, em casos de doses muito elevadas, o efeito salino de alguns nutrientes e a deposição inadequada do fertilizante em relação à semente pode causar danos na germinação e emergência de plântulas (BEVILAQUA et al., 1996). Quando ocorre a germinação, mais especificamente no início da embebição, a presença de sais pode inviabilizar os demais eventos que ocorrem durante o processo germinativo (BANSAL et al., 1980).

A distribuição de plantas e a população de plantas por hectare também podem influenciar no potencial produtivo da lavoura, porém, a população é um dos fatores que menos afeta a produtividade da soja desde que as a distribuição de plantas seja uniforme na área (ENDRES, 1996) uma vez que a cultura apresenta efeito de compensação (plasticidade) (PEIXOTO et al., 2000). O vigor das sementes utilizadas na semeadura também influencia, uma vez que plantas provenientes de sementes de alto vigor apresentam maior índice de área foliar e produção de matéria seca além de acréscimos superiores a 35% no rendimento em relação ao uso das sementes de baixo vigor (KOLCHINSKI et al., 2005)

Infestações de plantas daninhas em lavouras de soja também causam reduções drásticas na produtividade devido a competição por recursos como água, luz e nutrientes, e ainda pelo efeito da interferência sobre as variáveis de produtividade da cultura (SILVA et al., 2008). Os efeitos negativos de plantas daninhas sobre a cultura variam de acordo com a densidade da comunidade infestante e com variação do período de interferência (GHERSA; HOLT, 1995).

Outro fator que afeta o potencial produtivo das lavouras é o ataque de pragas. Com isso, entendem-se por pragas, espécies de insetos, ácaros e outros organismos que possam causar danos econômicos quando ocorrem em populações elevadas (DEGRANDE; VIVAN, 2012). Entre as pragas que podem gerar danos na cultura está a lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*), a lagarta elasmopálpus (*Elasmopalpus lignosellus*), a lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*), a lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*), as vaquinhas (*Diabrotica speciosa*) o tamanduá-da-soja (*Sternechus subsignatus*), a mosca-branca (*Bemisia tabaci*) e alguns percevejos (DEGRANDE; VIVAN, 2012). Esses mesmos autores sugerem

que as pragas sejam ser monitoradas a fim de determinar suas populações e a partir daí, conhecendo o nível de dano econômico, estabelecer a forma de controle a ser empregado a cada situação.

Ainda, impossibilitando a exploração máxima do potencial produtivo da soja (mais de 4000 quilogramas por hectare) aparecem as doenças que são causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus (YORINORI, 1986). Dentre os fatores que favorecem o aparecimento de doenças no campo estão o clima favorável, a suscetibilidade das cultivares, a monocultura, alta densidade de semeadura e o plantio direto (REIS et al., 2004).

Dentre as principais doenças que causam prejuízos à cultura da soja estão a antracnose (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*), o cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*), a mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*), a cercospora (*Cercospora kikuchii*), a ferrugem asiática (*Phakopsorapa chyrhizi*), a podridão negra da raiz (*Macrophomina phaseolina*), a mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), as meloidoginoses (*Meloidogyne* spp.), o míldio (*Peronospora manshurica*), o oídio (*Microsphaera diffusa*) e a podridão vermelha da raiz (*Fusarium* sp.) (ROESE et al., 2001). As principais formas de controle das doenças da soja consistem no controle químico (KIMATI et al., 1997), controle alternativo que inclui o controle biológico e a indução de resistência em plantas (BETTIOL, 1991), a rotação de culturas que representa um método de baixo custo e de boa eficiência (HOFFMANN et al., 2004), o uso de cultivares resistentes (ALZATE-MARIN et al., 2005) dentre outras formas.

Dentre as doenças com capacidade de causar prejuízos às lavouras de soja, está a ferrugem asiática, a qual causa desfolha precoce que impede a completa formação de grãos, reduzindo drasticamente a produtividade (ROCHA et al., 2009).

2.3 A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi*)

A ferrugem asiática da soja é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow. Na América do Sul, o primeiro país a registrar a ocorrência do fungo foi o Paraguai em fevereiro de 2001 (MOREL; YORINORI, 2002; YORINORI, et al. 2002a; YORINORI, et al. 2002b). Sua introdução no Brasil foi na safra de 2001/2002 e desde então, vem causando danos significativos as lavouras de soja de todo país (GODOY et al., 2006).

Já foram registradas reduções de 61% no potencial produtivo da cultura (CUNHA et al., 2008), 37% (PRADO et al., 2010), 49% (CHRISTOVAM et al., 2010) e 60% (AGUIAR JÚNIOR et al., 2011). Com a disseminação do patógeno pelas principais regiões produtoras de

soja do Brasil na safra 2001/ 2002, as perdas chegaram a um montante de 112.000 toneladas, isso equivale a cerca de 24 milhões de dólares (YORINORI et al., 2002).

Os sintomas da ferrugem asiática podem ser confundidos inicialmente com outras doenças. Porém, é possível distinguir as pústulas ferruginosas e esses sintomas se caracterizam como lesões, uma vez que o tecido foliar é necrosado e cada lesão contém varias pústulas (REIS et al., 2006). Os sintomas aparecem em partes da planta, como hastes, cotilédones e principalmente folhas, em qualquer fase de desenvolvimento da cultura (ALMEIDA et al., 2005). As lesões possuem cor cinza-esverdeado ou marrom-avermelhado, com a presença de urédias na face abaxial da folha (ALMEIDA et al., 2005; GARCÉS, 2010). Áreas cloróticas podendo atingir de 2 a 5 milímetros quadrados caracterizam o início da doença (REIS et al., 2006). Os primeiros sintomas são identificados nas folhas baixas quando a planta entra no estágio reprodutivo (REIS et al., 2006). Com a evolução do ciclo da doença, as urédias se abrem, liberam os uredosporos, que podem ser disseminados pelo vento ou ficam depositados ao redor dos poros (ALMEIDA et al., 2005). O estágio mais avançado de infestação da lavoura ocorre com o amarelecimento da folhagem e intensa desfolha (REIS et al., 2006).

A ocorrência da ferrugem em soja é associada a duas espécies, a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrizi*) e a ferrugem americana (*Phakopsora meibomia*) (HARTMAN et al., 1999). Conforme Agrios (2005) a primeira tem caráter mais agressivo do que a segunda. Na fase teleomórfica, *P. pachyrizi* possui teliosporos aglomerados em camadas e, os uredosporos na fase anamórfica são ovóides (REIS et al., 2006).

O fungo da ferrugem necessita de um hospedeiro vivo para sobreviver, ou seja, caracteriza-se como um organismo biotrófico (FIALLOS, 2011). Como forma de sobrevivência no inverno, *P. pachyrizi* pode utilizar como fonte de inóculo, plantas de kudzu (*Peuraria lobata*) (REIS et al., 2006; PARK et al., 2008).

O aumento da severidade da doença ao longo do ciclo da cultura está relacionado a vários fatores, dentre eles estão o ambiente (temperatura, umidade), o hospedeiro (estádio fenológico em que se encontra) e o patógeno (idade) (ALVES et al., 2006). Conforme Melching et al. (1989), *P. pachyrizi* é capaz de infectar plantas de soja a partir de condições como molhamento foliar entre 6 e 12 horas e temperaturas que variam entre 15 e 28 °C.

Com relação as perdas ocasionadas pela ferrugem, as lesões e urédias que ocorrem nas folhas reduzem o processo de realização de fotossíntese, causando prejuízos à cultura da soja (AGRIOS, 2005). Quanto maior a infestação por ferrugem, maior o número de lesões, mais

elevada é a interferência no metabolismo das plantas, ocorre uma maior perda de água e consequentemente, maior é a desfolha precoce (GARCÉS, 2010). Essa desfolha é capaz de impedir a formação dos grãos ou diminuir o peso final dos mesmos (ROCHA et al., 2009).

Visando a diminuição das perdas causadas pela ferrugem asiática e o controle da mesma, uma das indicações é a utilização de rotação de culturas com gramíneas a fim de facilitar o manejo de plantas voluntárias decorrentes de perdas no processo de colheita e também eliminar a fonte de inóculo durante um ano (YORINORI, 2004; ZAMBOLIM, 2006). A fim de diminuir o tempo de exposição do hospedeiro ao patógeno deve-se buscar a utilização de cultivar precoces bem como, evitar a semeadura tardia (REIS et al., 2006), pois a pressão da ferrugem aumenta devido a multiplicação do fungo nos cultivos anteriores (YORINORI, 2004).

Observa-se que o aumento do espaçamento entre linhas diminui a severidade da ferrugem, pois a umidade é menor e assim, tornam-se reduzidas as condições favoráveis ao desenvolvimento do fungo, além desta prática contribui para o aumento da cobertura em caso de aplicações de fungicidas (FERREIRA, 2009; RAMOS et al., 2009). Adicionalmente, com o aumento da densidade populacional, torna-se dificultada a penetração da calda no dossel da cultura, diminuindo assim a eficiência dos produtos (ZAMBOLIM, 2006).

Apesar da disponibilidade ainda reduzida, a utilização de cultivares resistentes a ferrugem da soja é uma das estratégias mais eficientes no controle da doença (SHUXIAN, 2010). Koga et al.(2008) avaliaram a resistência à ferrugem asiática em 48 cultivares e selecionaram algumas que consideraram promissoras na resistência à doença. Autores como Yamanaka et al. (2010) realizaram uma análise para avaliar a resistência de genótipos de soja à ferrugem da soja e encontraram apenas dois genes de resistência. Na safra 2009/2010 do Brasil, foram disponibilizadas, em algumas regiões produtoras, duas cultivares com resistência a ferrugem asiática: TMG 801 - INOX® e TMG 803 - INOX® (FUNDAÇÃO MT, 2009). Atualmente, há a disponibilidade comercial de cultivares resistentes à ferrugem da soja, porém, a sua utilização não dispensa o uso de outras formas de controle, seguindo as recomendações dos detentores da tecnologia (CONSÓRCIO..., 2017).

Visando a obtenção de controles alternativos, o controle foi considerado satisfatório, obtendo redução significativa na germinação de urédiosporos com a utilização de óleos essenciais de eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora*), citronela (*Cymbopogon nardus*), nim (*Azadirachta indica*) e tomilho (*Thymus vulgaris*) (MEDICE, 2007). Também, a utilização de extratos de tiririca (*Cyperus rotundus*) ocasionou a inibição de 14% da germinação dos esporos (MACIEL et al., 2009).

Contudo, no momento em que a doenças já se encontra em condições de infestação da cultura, o controle químico é atualmente a principal forma utilizada para evitar ou diminuir as perdas (SOARES et al., 2004).

2.4 CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA

Na hora da orientação sobre a correta utilização de fungicidas no campo, são necessárias informações sobre a eficiência dos produtos e também as especificidades de cada um (GODOY et al., 2007).

Dentre os fungicidas mais eficientes para o controle da ferrugem encontram-se os inibidores da desmetilação (IDMs), os quais tem caráter sitio específico, ligando-se a enzima 14 α -desmetilase (CYP51) e, atuando como inibidores da biossíntese de ergosterol (COOLS; FRAAIJE, 2012). No Brasil, resultados apresentados de 2003 a 2007, demonstraram que os IDMs em geral, apresentavam eficiência superior aos inibidores da quinona oxidase (IQo) (SCHERM et al., 2009). Com essa alta eficiência e custo reduzido, os produtores passaram a utilizar os fungicidas IDMs em aplicações curativas e sequenciais desde o aparecimento da ferrugem no país (GODOY, 2012). Entre as safras de 2007 e 2009 observou-se uma redução na eficiência desses fungicidas e, a partir daí, as recomendações passaram a ser de utilização de misturas formuladas de IDM e IQo (GODOY, 2012; TECNOLOGIAS..., 2013). Também foi relatado que o fungicida tebuconazol, aplicado de forma pura, apresenta eficiência reduzida quando comparado as misturas, sendo assim recomendada a utilização de formulados compostos por triazol + estrobilurina (GARCÉS, 2010). Atualmente, foi confirmada em território brasileiro, a resistência de *P. pachyrhizi* a fungicidas IDM e IQo (SCHMITZ et al., 2014; KLOSOWSKI et al., 2016).

Na safra 2014/2015, com o objetivo de aumentar a eficiência no controle da ferrugem asiática, foram lançados no mercado fungicidas a base de carboxamida que atuam em sítios de ação diferentes dos demais produtos existentes no mercado e estes por sua vez apresentaram alta eficiência no controle da doença mesmo em condições de alta pressão de inóculo (ROCHA et al., 2015). Atualmente, no Brasil, estão registrados 43 produtos para o controle da ferrugem asiática na soja, sendo produtos isolados ou em misturas formuladas a base de triazóis, estrobilurinas ou carboxamidas (AGROFIT 2017)

A melhor forma de obtenção de resultados positivos na aplicação de fungicidas se dá pela aplicação preventiva (HARTMAN et al., 1991). Esse controle, não depende somente da

quantidade de produto depositado sobre as plantas, mas também, da uniformidade com que o fungicida é distribuído (CUNHA et al., 2006).

Em lavouras onde as aplicações são realizadas antes do fechamento de entre linhas, o controle apresenta maior eficiência devido ao fato de que o produto atinge a parte inferior das plantas de maneira mais eficiente e a doença é atingida nas suas fases iniciais (GARCÉS, 2010).

No caso de baixa disponibilidade de fungicidas eficazes no controle da ferrugem da soja, ou em caso de custos elevados para aquisição desses produtos, é possível optar por fungicidas multissítios como mancozeb, sulfato de cobre e clorotalonil, pois estes apresentam baixo risco de resistência e obtiveram recentemente, resultados positivos em misturas com demais produtos caracterizados como sendo ineficientes no controle da doença (GODOY et al., 2015). Com isso, a utilização de fungicidas multissítios no programa de controle da ferrugem asiática, torna-se uma importante ferramenta no intuito de preservação do tempo devida dos fungicidas sítio específicos (FRAC, 2012).

Mesmo utilizando fungicidas com eficiência comprovada, o controle de doenças pode não apresentar resultados positivos se os produtos forem aplicados de forma inadequada (CUNHA et al., 2008).

Sendo assim, a eficácia de fungicidas no controle de doenças, está fortemente ligada aos efeitos externos, dentre os quais podemos citar a deriva pelo vento, radiação solar, calor, umidade, chuva e irrigação, que geram a degradação dos ingredientes físicos, químicos ou biológicos, ou seja, condições climáticas desfavoráveis geram aplicações ineficientes (SCHILDER, 2010).

2.5 EFEITO DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA PERSISTÊNCIA DE FUNGICIDAS

Segundo Debortoli (2008), o controle da ferrugem asiática da soja apresenta resultados variados mediante a utilização de diferentes fungicidas e também, com a ocorrência de chuva artificial. As precipitações pluviométricas podem alterar a eficiência de fungicidas pela diluição, remanejamento ou remoção do local aplicado (TRACKER; YOUNG (1999) apud OLIVEIRA, 2009). Esses efeitos podem variar de acordo com a quantidade, a intensidade e a frequência da chuva (CABRAS et al., 2001; FIFE, NOKES, 2002), o tempo decorrido entre a aplicação e a precipitação (DUARTE, 2008), a formulação dos produtos utilizados (TÖFOLI

et al., 2006), a dose utilizada na aplicação (SCHILDER, 2010), a utilização de adjuvantes (GREEN, 2001) e a superfície foliar atingida pela aplicação (DEBORTOLI, 2008).

De acordo com Weber et al. (1937), em caso de precipitação elevada, a remoção do produto da superfície foliar é maior do que com a ocorrência de várias chuvas mais fracas.

Com relação ao período entre a aplicação e a ocorrência de chuva, quanto menor for este intervalo de tempo, menores serão as chances de absorção dos produtos pulverizados, reduzindo assim a eficiência no controle de doenças (HANCE; HOLLY, 1990).

A aderência dos fungicidas a superfície de aplicação contribui para a sua persistência em casos de precipitações e assim, produtos de ação sistêmica, ou seja, aqueles que são absorvidos e translocados pela planta, tendem a uma elevada performance quando comparados aos fungicidas de contato que apenas realizam uma cobertura da superfície onde são depositados (SCHILDER, 2010). Ainda, a tenacidade também é influenciada pelo tipo de superfície foliar onde ocorre a deposição do produto e essas características variam de uma cultura para outra (REYNOLDS et al., 1994).

Ainda, a utilização de adjuvantes que atuam como espalhante adesivo pode amenizar as perdas geradas por precipitações pluviométricas nas aplicações de defensivos agrícolas (TAYLOR; MATTHEWS, 1986).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido entre os meses de novembro a abril, da safra de soja 2016/2017, na lavoura do senhor Mário Seibt na localidade Linha Paranaguá, município de Cândido Godói, região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, em latitude de 28°00'32" sul, longitude de 54°41'19" oeste e altitude equivalente a 305 metros. De acordo com Koppen-Geiger, o clima da região é caracterizado como subtropical úmido. O solo é classificado como Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006).

A cultura foi implantada no sistema de semeadura direta em sucessão a cultura do trigo. O manejo de plantas espontâneas em pré-semeadura foi efetuado com o herbicida glyphosate 72% na dose recomendada pelo fabricante (AGROFIT, 2017).

A cultivar utilizada no experimento foi BMX Tornado, na densidade de 24 plantas por m² e profundidade média de semeadura foi de 3 cm.

Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com Tiofanato-metílico + fipronil na dose de 100 g.i.a. 100 kg⁻¹ de sementes e inoculante líquido (*Bradyrhizobium elkani*). A adubação da área foi calculada com base na análise de solo e com expectativa de rendimento de 4,2 toneladas por hectare.

O processo de semeadura foi realizado com o auxílio de uma semeadora/adubadora de precisão em linha equipada com 8 linhas espaçadas em 50 centímetros entre as mesmas. A distribuição de fertilizantes foi realizada pelo sistema de dosadores com rosca sem-fim e a deposição destes no solo ocorreu por sulcadores do tipo facão. As sementes foram distribuídas pelo sistema de discos dosadores de precisão e incorporadas ao solo por sulcadores do tipo disco duplo.

A área total do experimento foi de 400 m². Cada parcela apresentava 20 m² (8 metros de comprimento e 5 linhas de largura) e cada uma foi dividida em 4 subparcelas (2 metros de comprimento e 5 linhas de largura). Para fins de avaliações, foram descartados 50 centímetros das extremidades de cada subparcela e utilizadas apenas as 3 linhas centrais das mesmas, sendo assim, a área útil destas foi de 1,5 m².

Os tratamentos foram realizados em quatro repetições sob o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), totalizando 80 unidades experimentais.

O controle de plantas espontâneas e dos insetos-praga ao longo da condução do experimento obedeceu critérios de períodos de interferência e nível de controle segundo amostragem, respectivamente.

Todas as aplicações de agrotóxicos foram realizadas com pulverizador autopropelido, com uma vazão de 100 litros ha⁻¹. As pontas utilizadas foram da marca JACTO[®], modelo AVI TWIN 110 02 duplo leque.

3.2 TRATAMENTOS

Foram realizadas três aplicações de fungicida visando o controle da ferrugem asiática da soja. A primeira aplicação ocorreu no início do florescimento da cultura (estádio R1), a segunda 15 dias após e a terceira 15 dias após a segunda. As aplicações foram realizadas em dias que não havia a previsão de precipitação natural por até 4 horas após aplicação.

Os tratamentos e sua descrição aparecem na Tabela 1.

Tabela 1 Tratamentos avaliados no experimento em função do tempo, após a aplicação, para a ocorrência da chuva artificial simulada (CAS) e o número da aplicação em que ocorreu a chuva artificial simulada

Tempo da chuva artificial simulada (CAS*) após a aplicação	Número da aplicação que ocorreu a chuva artificial simulada (CAS)		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a
CAS imediatamente após a aplicação	SIM	não	Não
CAS imediatamente após a aplicação	Não	SIM	Não
CAS imediatamente após a aplicação	Não	não	SIM
CAS imediatamente após a aplicação	Não	não	Não
CAS 30 minutos após a aplicação	SIM	não	Não
CAS 30 minutos após a aplicação	Não	SIM	Não
CAS 30 minutos após a aplicação	Não	não	SIM
CAS 30 minutos após a aplicação	Não	não	Não
CAS 1 hora após a aplicação	SIM	não	Não
CAS 1 hora após a aplicação	Não	SIM	Não
CAS 1 hora após a aplicação	Não	não	SIM
CAS 1 hora após a aplicação	Não	não	Não
CAS 2 horas após a aplicação	SIM	não	Não
CAS 2 horas após a aplicação	Não	SIM	Não
CAS 2 horas após a aplicação	não	não	SIM
CAS 2 horas após a aplicação	não	não	Não
CAS 4 horas após a aplicação	SIM	não	Não
CAS 4 horas após a aplicação	não	SIM	Não
CAS 4 horas após a aplicação	não	não	SIM
CAS 4 horas após a aplicação	não	não	Não

*CAS: chuva artificial simulada

Para as aplicações foram utilizados os seguintes produtos:

1ª aplicação: fungicida sistêmico (trifloxistrobina (150g/L) + prothioconazol (175 g/L)) + fungicida multissítio de contato (mancozebe (750g/kg)) + adjuvante(ester metílico de óleo de soja (720g/L);

2ª aplicação: fungicida sistêmico (epoxiconazol (50g/L) + fluxapiroxade (50g/L) + piraclostrobina (81g/L)) + fungicida multissítio de contato (mancozebe (750g/kg)) + adjuvante (óleo mineral (756g/L));

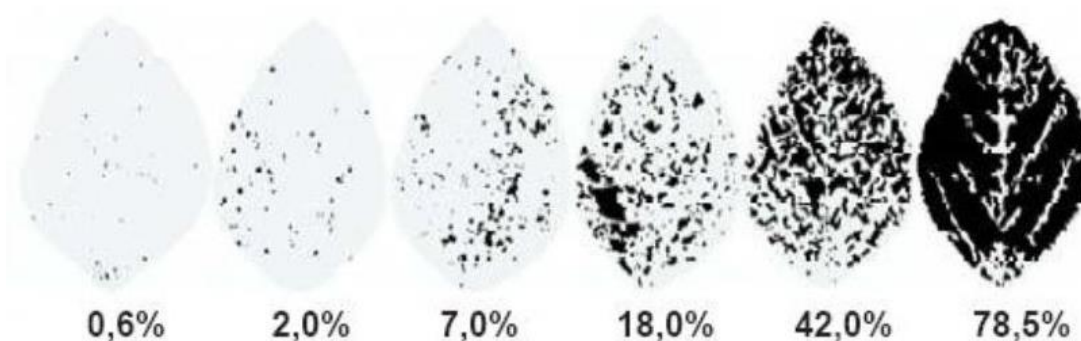
3ª aplicação: fungicida sistêmico (epoxiconazol (50g/L) + fluxapiroxade (50g/L) + piraclostrobina (81g/L)) + fungicida multissítio de contato (mancozebe (750g/kg)) + adjuvante (óleo mineral (756g/L));

Para a simulação de precipitações pluviométricas após as aplicações de fungicidas, foi utilizado um sistema de irrigação por aspersão convencional, sendo que o volume de chuva artificial foi igual a 25 mm por subparcela distribuídos ao longo de 15 minutos. A mudança dos aspersores ocorreu conforme os tratamentos

3.3 AVALIAÇÕES

Juntamente com a primeira aplicação de fungicida no estágio R1, foi realizada a primeira avaliação da severidade de ferrugem asiática. Esse processo foi realizado em laboratório após a coleta aleatória de 5 folíolos da metade superior das plantas de cada tratamento e 5 folíolos da metade inferior. Para auxiliar nas avaliações foi utilizada a escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006) (Figura 1). A coleta dos folíolos e avaliação foi realizada a cada 7 dias até o estágio R6.

Figura 1 Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem asiática da soja



Fonte: Godoy et al., (2006)

A partir dos valores obtidos nas avaliações de severidade da ferrugem, foi calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), utilizando a equação elaborada por Campbell e Madden (1990):

$$AACPD = \sum(((Y_i + Y_{i+1})/2) * (T_{i+1} - T_i))$$

Onde:

Y_i : severidade da doença na época da avaliação $i=(i=1,...,n)$

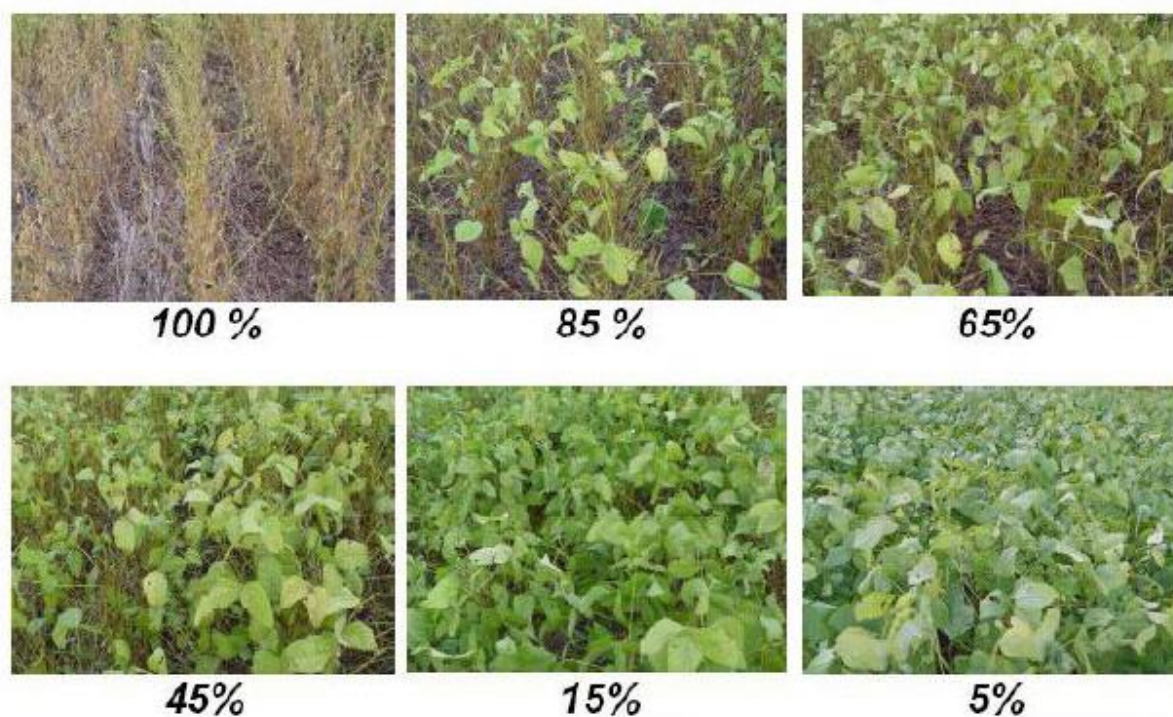
Y_{i+1} : severidade da doença na época de avaliação

T_i : época de avaliação

T_{i+1} : época da avaliação $i+1$

Quando as plantas atingiram o estágio R6, foi realizada uma avaliação da desfolha provocada por doenças utilizando a escala proposta por Canteri et al. (2006) (Figura 2).

Figura 2 Escala diagramática para avaliação de desfolha provocada por doenças da soja



Fonte: Canteri et al., (2006)

No momento em que as plantas atingiram o estágio de maturação plena, foi realizada a colheita manual da área útil de cada subparcela. Foi realizada a avaliação de altura de inserção

da primeira vagem de 10 plantas escolhidas aleatoriamente em cada parcela. As plantas colhidas foram debulhadas manualmente para determinação da produtividade, com a correção da umidade para 13%.

Os valores obtidos de cada variável foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro com auxílio do software estatístico Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a interpretação dos dados obtidos nas avaliações do experimento, foi constatado que não houve interação significativa para os fatores tempo da chuva artificial simulada (CAS) após a aplicação de fungicida e número da aplicação que ocorreu a chuva artificial simulada (CAS) para nenhuma das variáveis observadas.

Em relação a AACPD da ferrugem na parte inferior, no que se refere ao tempo, após a aplicação do fungicida, para a ocorrência da chuva artificial simulada, não foi possível observar diferença significativa entre os tratamentos ($p=0,9581$) (Tabela 2). Esse baixo valor observado para AACPD mesmo sendo a avaliação realizada no “baixeiro” da planta bem como a não ocorrência de diferença significativa entre os tratamentos pode ser atribuído a uma reação de evasão ou escape. Esse tipo de resistência é classificada como aparente (AGRIOS, 1997). A semeadura no início da época recomendada, como ocorreu no presente experimento, é uma prática de manejo recomendada para diminuir a severidade da ferrugem, uma vez que, por ser um patógeno biotrófico, inicia sua multiplicação nas primeiras semeaduras, que servem para a multiplicação inicial do fungo, estando essas semeaduras sujeitas a uma menor pressão de inóculo (OLIVEIRA et al., 2005).

Tabela 2 . Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da ferrugem, em folíolos coletados na parte inferior de plantas que foram submetidas à chuva artificial simulada em diferentes tempos após a aplicação do fungicida

Tempo da chuva artificial simulada após a aplicação	AACPD
CAS* imediatamente após a aplicação	5,65 ^{n.s}
CAS 30 minutos após a aplicação	5,18
CAS 1 hora após a aplicação	5,60
CAS 2 horas após a aplicação	5,49
CAS 4 horas após a aplicação	5,22
C.V (%)	39,57

*CAS= chuva artificial simulada; n.s.= não significativo; C.V.=coeficiente de variação

O mesmo foi observado quando se avaliou a doença em função da aplicação que ocorreu a chuva artificial simulada, ou seja, também não foi observada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3). Esses trabalhos anteriores Soares et al., (2004) e Navarini et al., (2007), encontraram que a aplicação de fungicidas reduziu a severidade da ferrugem em soja.

Tabela 3 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da ferrugem, em folíolos coletados na parte inferior de plantas que foram submetidas à chuva artificial simulada nas diferentes aplicações de fungicidas.

Número da aplicação que ocorreu a chuva artificial simulada	AACPD
Apenas na primeira aplicação	5,70 ^{n.s.}
Apenas na segunda aplicação	5,12
Apenas na terceira aplicação	5,49
Em nenhuma das aplicações	5,42
C.V (%) 39,57	

n.s.= não significativo; C.V.=coeficiente de variação

Como ocorreu com os valores de AACPD na parte inferior (Tabela 2), na parte superior também não foram observadas diferenças significativas ($p=0,7114$) no que se refere ao tempo, após a aplicação do fungicida, para a ocorrência da chuva artificial simulada, ou seja, não foi possível observar diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4). Vale destacar que foi possível notar valores bem inferior no que se refere a AACPD da ferrugem na parte inferior (Tabela 2) em relação a superior (Tabela 4). De acordo com o que foi observado e discutido por Furtado et al. (2009), a maior suscetibilidade das folhas mais velhas, juntamente com maiores períodos de molhamento proporcionados pelo microclima e menor radiação nas folhas baixas das plantas de soja são responsáveis pelo desenvolvimento da doença no sentido base-ápice das plantas de soja, em condições de campo.

Tabela 4 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da ferrugem, em folíolos coletados na parte superior de plantas que foram submetidas à chuva artificial simulada em diferentes tempos após a aplicação do fungicida.

Tempo da chuva artificial simulada após a aplicação	AACPD
CAS* imediatamente após a aplicação	1,72 ^{n.s.}
CAS 30 minutos após a aplicação	1,50
CAS 1 hora após a aplicação	1,58
CAS 2 horas após a aplicação	1,72
CAS 4 horas após a aplicação	1,52
C.V (%) 35,47	

*CAS= chuva artificial simulada; n.s.= não significativo; C.V.=coeficiente de variação

Comportamento similar foi observado quando se avaliou a doença em função da aplicação que ocorreu a chuva artificial simulada no mesmo estrato da planta, ou seja, também não foi observada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 5 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da ferrugem, em folíolos coletados na parte inferior de plantas que foram submetidas à chuva artificial simulada nas diferentes aplicações de fungicidas.

Número da aplicação que ocorreu a chuva artificial simulada	AACPD
Apenas na primeira aplicação	1,48 ^{ns}
Apenas na segunda aplicação	1,52
Apenas na terceira aplicação	1,72
Em nenhuma das aplicações	1,72
C.V (%) 35,47	

n.s.= não significativo; C.V.=coeficiente de variação

Com base nos resultados apresentados para a AACPD da ferrugem asiática, nos diferentes estratos da planta (inferior e superior), os produtos utilizados se mostraram eficientes mesmo em condições de chuva artificial simulada após as aplicações de fungicidas. Assim, o fato de não ter ocorrido diferença estatística entre os tratamentos, pode ser atribuído ao uso de fungicidas a base de misturas de triazóis e estrobilurinas que apresentam alta performance no controle da ferrugem asiática (MENEGETTI et al., 2010; MILES et al., 2007). Da mesma forma, a misturas de dois ou mais ingredientes ativos com mecanismos de ação diferentes, geram maior eficiência no controle de patógenos e maior efeito residual, podendo ter um efeito adicional que é o de diminuir a chance de resistência dos patógenos aos fungicidas (BARBOSA et al., 2014).

No que se refere ao nível desfolha, não foram observadas diferenças significativas ($p=0,4197$) entre os tratamentos em função do tempo decorrido, após a aplicação do fungicida, para a ocorrência da chuva artificial simulada (Tabela 6). Essa avaliação é bastante utilizada em experimentos utilizando o patossistema *P. pachyrhizi* x soja uma vez que o patógeno provoca desfolha intensa quando em alta incidência e severidade da doença (DORETO et al., 2012), havendo uma resposta bastante positiva a aplicação de fungicida (BARROS et al., 2008).

Tabela 6 Desfolha em plantas de soja em estágio R6 que foram submetidas à chuva artificial simulada em diferentes tempos após a aplicação do fungicida

Tempo da chuva artificial simulada após a aplicação	Desfolha
CAS* imediatamente após a aplicação	12,50 ^{n.s}
CAS 30 minutos após a aplicação	10,63
CAS 1 hora após a aplicação	9,38
CAS 2 horas após a aplicação	10,00
CAS 4 horas após a aplicação	10,63
C.V (%) 44,23	

*CAS= chuva artificial simulada; n.s.= não significativo; C.V.=coeficiente de variação

Para o fator aplicação em que ocorreu a precipitação simulada, observou-se diferença significativa entre os tratamentos onde se variou a aplicação onde ocorreu a chuva artificial simulada (Tabela 7).

Tabela 7 Desfolha em plantas de soja em estágio R6 que foram submetidas à chuva artificial simulada nas diferentes aplicações de fungicidas

Número da aplicação que ocorreu a chuva artificial simulada	Desfolha
Apenas na primeira aplicação	13,00 b
Apenas na segunda aplicação	10,00 ab
Apenas na terceira aplicação	11,00 ab
Em nenhuma das aplicações	8,50 a

C.V (%) 44,23

*médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; C.V.=coeficiente de variação

É possível notar que nas parcelas onde não ocorreu molhamento após a aplicação de fungicidas foi onde se teve a menor porcentagem de desfolha, diferindo significativamente apenas do tratamento onde a chuva ocorreu apenas na primeira aplicação. Isso pode ser explicado pelo momento de maior pressão da doença que ocorreu no momento da primeira aplicação de fungicida gerando uma redução na eficiência do produto aplicado e causando uma severidade maior.

Quanto a altura de inserção da primeira vagem não foram observadas diferenças significativas ($p=0,6356$) entre os tratamentos em função do tempo decorrido, após a aplicação do fungicida, para a ocorrência da chuva artificial simulada (Tabela 8).

Tabela 8 Altura de inserção da primeira vagem em plantas de soja que foram submetidas à chuva artificial simulada em diferentes tempos após a aplicação do fungicida

Tempo da chuva artificial simulada após a aplicação	Altura de inserção da primeira vagem (cm)
CAS* imediatamente após a aplicação	16,83 ^{n.s.}
CAS 30 minutos após a aplicação	16,33
CAS 1 hora após a aplicação	16,61
CAS 2 horas após a aplicação	16,12
CAS 4 horas após a aplicação	16,94

CV% 10,19

*CAS= chuva artificial simulada; n.s.= não significativo; C.V.=coeficiente de variação

Observando o fator aplicação em que ocorreu a chuva artificial, houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 9).

Tabela 9 Altura de inserção da primeira vagem em plantas de soja que foram submetidas à chuva artificial simulada nas diferentes aplicações de fungicidas

Número da aplicação que ocorreu a chuva artificial simulada	Altura de inserção da primeira vagem (cm)
Apenas na primeira aplicação	16,23 ab*
Apenas na segunda aplicação	15,97 a
Apenas na terceira aplicação	16,51 ab
Em nenhuma das aplicações	17,56 b
CV % 10,19	

*médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; C.V.=coeficiente de variação

Para a altura de inserção da primeira vagem, onde ocorreu a chuva artificial simulada na segunda aplicação de fungicida observou-se a menor média, diferindo significativamente do tratamento onde não ocorreu chuva artificial simulada em nenhuma das aplicações. O crescimento exagerado das plantas de soja, favorecidas por uma condição climática favorável, pode ter influenciado e aumentado a área foliar, sombreando o estrato inferior das plantas. Balbinot Junior et al. (2015) comprovaram que o aumento da densidade populacional ou o aumento da área foliar contribuem para o aumento da altura de inserção da primeira vagem. Com base nisso explica-se a maior altura de inserção da primeira vagem na testemunha, ou seja, no tratamento que apresentou a menor desfolha.

Com relação à produtividade, não houve diferença significativa ($p=0,2117$) entre os tratamentos em função do tempo decorrido, após a aplicação do fungicida, para a ocorrência da chuva artificial simulada (Tabela 10).

Tabela 10 Produtividade de plantas de soja que foram submetidas à chuva artificial simulada em diferentes tempos após a aplicação do fungicida

Tempo da chuva artificial simulada após a aplicação	Produtividade (kg)
CAS* imediatamente após a aplicação	3775,47 n.s.
CAS 30 minutos após a aplicação	3521,31
CAS 1 hora após a aplicação	3854,63
CAS 2 horas após a aplicação	3738,38
CAS 4 horas após a aplicação	3997,10
CV % 15,03	

*CAS= chuva artificial simulada; n.s.= não significativo; C.V.=coeficiente de variação

Em relação a aplicação em que ocorreu a chuva artificial simulada não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 11). Como não houve diferença na severidade da ferrugem entre os tratamentos, acredita-se que esse fato seja o responsável por

não ter se observado diferença na produtividade dos mesmos. Assim, como a semeadura foi realizada no início da época recomendada e com a utilização de uma cultivar de ciclo precoce aliado ao fato das condições climáticas não terem sido favoráveis a doença, está não impactou significativamente sobre a variável produtividade. A utilização de cultivares precoces, por exemplo, diminui a exposição do material ao patógeno (OLIVEIRA; GODOY; MARTINS, 2005) e ainda, esse processo caracteriza-se como a destruição de hospedeiro secundário e diminuição na pressão de inóculo, contribuindo assim para o aumento na eficiência do controle químico (NAVARINI et al., 2007).

Tabela 11 Produtividade de plantas de soja que foram submetidas à chuva artificial simulada nas diferentes aplicações de fungicidas

Número da aplicação que ocorreu a chuva artificial simulada	Produtividade (kg)
Apenas na segunda aplicação	3631,65 a ^{n.s.}
Apenas na primeira aplicação	3761,62 a
Apenas na terceira aplicação	3807,29 a
Em nenhuma das aplicações	3908,96 a
CV% 15,03	

n.s.= não significativo; C.V.=coeficiente de variação

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em decorrência de um ano de pouca incidência de ferrugem e do uso de fungicidas com ingredientes ativos distintos, a severidade de ferrugem foi reduzida e o controle facilitado.

Não houve interação entre os fatores tempo de ocorrência da precipitação simulada após a aplicação de fungicidas e a aplicação em que ocorreu a precipitação

A produtividade não apresentou variação em função do tempo em que ocorreu a precipitação após a aplicação e nem em relação a aplicação em que ocorreu a precipitação.

A altura de inserção da primeira vagem apresentou variação de acordo com a variação do tempo em que ocorreu a precipitação após a aplicação, apresentando resultado compatível com a desfolha no estágio R6. Os tratamentos que apresentaram menor desfolha foram os que obtiveram maior altura de inserção da primeira vagem. Isso ocorre devido a maior densidade de área foliar e maior severidade de ferrugem registrada na parte inferior das plantas, diminuindo assim a inserção de vagens próximas ao solo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5th Ed..Amsterdam, Elsevier Academic Press. 2005.

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 4th ed. California, Academic Press. 1997.

AGROFIT Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 30 de abril de 2017.

AGUIAR-JÚNIOR, H.O.; RAETANO, C.G.; PRADO, E.P.; DAL POGETTO, M.H.F.A.; CHRISTOVAM, R.S.; GIMENES, M.J. Adjuvantes e assistência de ar em pulverizador de barras sobre a deposição da calda e controle de *Phakopsora pachyrhizi* (Sydow & Sydow) **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.37, n.3, p.103-109, 2011.

ALMEIDA, A. M. R., L. P. FERREIRA, J. T. YORINORI, J. F. V. SILVA, A. A. HENNING, C. V. GODOY, L. M. COSTAMILAN, e M. C. MEYER.. Doenças de soja. Em: Kimati, H., L. Amorim, J. A. M. Rezende, A. Bergamin Filho e L. E. A. Camargo (Eds.) **Manual de Fitopatologia**. Vol. 2 (4ta Ed.). Piracicaba, Livro ceres. p. 376-399; 2005

ALZATE-MARIN, A.L., CERVIGNI, G.D.L., MOREIRA, M.A. & BARROS, E.G. Seleção assistida por marcadores moleculares visando ao desenvolvimento de plantas resistentes a doenças, com ênfase em feijoeiro e soja. **Fitopatologia Brasileira** v.30, n.4, p.333-342. 2005

BALBINOT JUNIOR, ALVADI ANTONIO et al. Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. **Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p.1215-1225, jun. 2015.

BANSAL, R. P.; BHATI, P. R.; SEN, D. N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, v. 22, n. 05, p. 327-331, 1980.

BARBOSA, G. F.; CENTURION, M.A.P.C.; FERRAUDO, A.S. Potencial do manejo integrado da ferrugem asiática da soja: severidade da doença, desenvolvimento vegetativo e componentes da produção, cultivar mg/br-46 (conquista). **Bioscience Journal**, 2014.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; REIS, M. S.; CECON, P. R. Efeito do número de aplicações de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 239-245, 2008.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Efeito do conteúdo de água e da compactação do solo na produção de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.849-856, 2003.

BEVILAQUA, G. A. P. et al. Posição do fósforo e potássio na adubação da semente e no crescimento de plântulas de milho. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 02, n. 02, p. 87-92, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395p. 2009.

BURNQUIST, H. L. et al. Liberalização comercial: um fator de desenvolvimento do setor agrícola brasileiro. Brasília: **IPEA**, (Estudos de Política Agrícola, 14). mar. 1994.

CABRAS, P; ANGIONI, A .; GARAU,V. EU; MELIS, M .; PIRISI, F. M .; CABITZA, F .; PALA, M. O The effect of simulated rain on folpet and mancozeb residues on grapes and wine leaves. **Journal of environmental Science and Health**, v. 36, n. 5, p. 609-618, 2001.

CANTERI, M.G.; KOGA, L.J.; GODOY, C.V. Escala diagramática para estimar desfolha provocada por doenças em soja. In: **Congresso Brasileiro de Soja**, 4º, Embrapa, , p.106, 2006.

CAVALCANTE, A. K.; SOUSA, L. B.; HAMAWAKI, O. T. Determinação e avaliação do teor de óleo em sementes de soja pelos métodos de ressonância magnética nuclear e soxhlet. **Bioscience Journal**., Uberlândia, v. 27, n. 1, p.8-15, jan/fev. 2011.

CHRISTOVAM, R.S.; RAETANO, C.G.; PRADO, E.P.; DAL POGETTO, M.H.F.A.; AGUIAR-JÚNIOR, H.O.; GIMENES, M.J.; SERRA, M.E. Airassistance and low volume application to control of Asian rust on soybean crop. **Journal of Plant Protection Research**, v.50, n.3, p.354-359, 2010.

CONAB - Companhia Nacional do Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos; safra 2016/2017 – abril de 2017**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_04_17_17_20_55_boletim_graos_a_br_2017.pdf Acesso em:01 maio.2017

CONSÓRCIO antiferrugem. Disponível em:<<http://www.consorcioantiferrugem.net>> Acesso em: 22 de abril de 2017.

COOLS, H.J.; FRAAIJE, B.A. Resistance to azole fungicides in *Mycosphaerella graminicola*: mechanisms and management. In: Thind, T.S. **Fungicide resistance in crop protection: risk and management**. cap.5, p.64-77; 2012.

CUNHA, J. P. A. R. da; MOURA, E. A. C.; SILVA JUNIOR, J. L.; ZAGO, F. A.; JULIATTI, F. C. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 2, p. 283-291, 2008.

CUNHA, J. P. A. R., E. F. REIS, E R. O. SANTOS. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural** v.36 n.5 p.1360-1366; 2006.

CUNHA, J.P.A.R.; MOURA, E.A.C.; SILVA JÚNIOR, J.;ZAGO, F.A.; JULIATTI, F.C. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.283-291, 2008.

DEGRANDE, PAULO E.; VIVAN, LUCIA M. **Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2011/2012**: Pragas da Soja. 2012. Disponível em:<<http://www.fundacaoms.org.br/publicacao-1>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

DORETO, RAFAEL BONIFÁCIO SABINO ET AL. Ferrugem asiática e produtividade da soja sob doses de potássio e fungicida, na safra 2007/08. **Ciências Agrárias**, Londrina-pr, v. 33, n. 3, p.941-952, jun. 2012.

DORIGHELLO, D. V.; Controle da ferrugem asiática da soja (*phakopsora packyrhizi*) com óleo de café e *bacillus spp.* 2013. 55 f. **Tese (Doutorado)** - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus de Botucatu, 2013.

DUARTE, AR. Remoção de resíduos de fungicidas por meio de chuva simulada e irrigação em batateira e tomateiro. **Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)** - Universidade Federal de Viçosa; 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro : Embrapa, 2006.

ENDRES, V. C. Espaçamento, densidade e época de semeadura. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). **Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. p. 82-85. (Circular Técnica, 3). 1996.

FERREIRA, M. C. Aplicações de fungicida para o controle da ferrugem asiática da soja e interações com diferentes arranjos espaciais da cultura. **Dissertação de Mestrado em Agronomia**. Fitopatologia. Universidade de Passo Fundo. 2009.

FIALLOS, F. R. G. A ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* sydow e sydow. 2011. 15 f. **Monografia (Especialização)** - Curso de Maestria em Agronomia Com Área em Fitopatologia, 1unidad de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Mocache, 2011. Disponível em: <http://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_A_ferrugen_asiatica.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2017.

FIESP. Federação das Indústrias de São Paulo. Projeções para o agronegócio brasileiro. 2014. FIFE, J. P.; NOKES, S. E. Evaluation of the effect of rainfall intensity and duration on the persistence of chlorothalonil on processing tomato foliage. **Crop Protection**, v. 21, n. 9, p. 733-740, 2002.

FURTADO, G. Q.; ALVES, S. A. M.; CARNEIRO, L. C.; GODOY, C. V.; MASSOLA JÚNIOR, N. S. Influência do estágio fenológico e da idade dos trifólios de soja na infecção de *Phakopsora pachyrhizi*. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 2, p. 118-122, 2009.

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

GHERSA, C. M.; HOLT, J. S. Using phenology prediction in weed management: a review. *Weed Res.*, v. 35, n. 6, p. 461-470, 1995.

GODOY, C. V., C. B. P, D. S. MIGUEL W., E. U. RAMOS JR., F. V. SIQUERI, H. R. FEKSA, I. DOS SANTOS, I. O. N. LOPES, J. NUNES JR., M. A. ITO, M. M. IAMAMOTO, M. F. ITO, M. C. MEYER, M. DIAS, M. C. MARTINS, N. S. ALMEIDA, N. S. ANDRADE,

P. J. M. ANDRADE, P. I. M. SOUZA, R. S. BALARDIN, R. BARROS, S. A. SILVA, S. H. FURLAN, E W. L. GAVASSONI. Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2006/07. **Resultados sumarizados dos ensaios em rede**. EMBRAPA-Soja. (Circular Técnica, 42). 2007.

GODOY, C. V.; KOGA, JUNKO L.; CANTERI, M.G.; Diagrammatic scale for assesment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**31:063-068. 2006.

GODOY, C.V. Risk and management of fungicide resistance in the Asian soybean rust fungus *Phakopsora pachyrhizi*. In: Thind, T.S. **Fungicide Resistance in Crop Protection: Risk and management**. cap.7, p.87-95. 2012.

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, p.97-101, 2004.

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

GODOY, CV; UTIAMADA, CM; MEYER, MC; CAMPOS, HD; FORCELINI, CA; PIMENTA, CB; CASSETARI NETO, D.; JACCOUD FILHO, DS; BORGES, EP; ANDRADE JUNIOR, ER de; SIQUERI, FV; JULIATTI, FC. NUNES JUNIOR, J.; SILVA, LHCP da; SATO, LN; MADALOSSO, M.; MARTINS, MC; BALARDIN, RS; FURLAN, SH; CARLIN, VJ; VENANCIO, WS Eficiência de fungicidas multissítios e fertilizantes sem controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. 7p. (Embrapa Soja, **Circular técnica**, 113). 2015.

GREEN, J. M. Factors that influence adjuvant performance. In: **international symposium on adjuvants for agrochemicals**, 6., p. 179-190. 2001.

HANCE, R. J.; HOLLY, K. Weed control handbook: principles. **BCPC Blackwell Scientific Publication**, 8. ed. 582p., 1990.

HARTMAN, G. L. et al.;. Soybean rust development and the quantitative relationship between rust severity and soybean yield. **Plant Disease** 75: 596-600. 1991.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Embrapa Soja**, 70p.: il. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 349). 2014.

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

KOGA, L. J., M. C. CANTERI, E. S. CALVO, J. R. UNFRIED, A. GARCIA, A. HARADA, AND R. A. S. KIIHL. Análise multivariada dos componentes da resistência à ferrugem-asiática em genótipos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 43(10): 1277-1286. 2008.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p.1248-1256, dez 2005.

LAL, R. Soil Erosion and Land Degradation: The Global Risks. **Advances in Soil Science**. Volume 11. 1990.

LEÃO, R. P. F.; China: Notas sobre a migração, as transformações na produção e os efeitos no mercado de trabalho. **Boletim de Economia e Política Internacional**, IPEA, 2010.

MACIEL, P. H. F. Z. A.; C. A. VIECELLI; F. MIORANZA; T. DALLA NORA.. Controle in vitro de *Phakopsora pachyrhizipor* extratos de *Cyperus rotundus*. **Tropical Tropical Plant Pathology** 34 (Suplemento): S32 (Resumo). 2009.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.**: Agronômica Ceres, 638 p. 2006.

MCKINSEY et al. Resource Revolution: Meeting the world's energy, materials, food, and water needs. Nov, 2011.

MEDICE, R. et al. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *phakopsora pachyrhizi*. **Ciênc. Agrotec.**, v. 31, n. 1, p.83-90, fevereiro 2007.

MEDICE, R. Produtos alternativos no manejo da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja. **Dissertação de Mestrado em Agronomia/Fitopatologia**. Universidade Federal de Lavras. 2007.

MELCHING, J. S., W. M. DOWLER, D. L. KOOGLE, AND M. H. ROYER. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. **Plant Disease** 73:117-122. 1989.

MOREL, W., J. T. YORINORI. Situación de laroya de la soja en el Paraguay. **Centro Regional de Investigación Agrícola-CRIA,Capitan Miranda**. (Boletín Divulgativo, 44). 4 p. 2002.

NAVARINI, L.; DALLAGNOL, L. J.; BALARDIN, R.S.; MOREIRA, M.T.; MENEGHETTI, R.C.; MADOLOSO, M. G. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.2, p.182-186, 2007.

NOGUEIRA JUNIOR, S.; NEGRI NETO, A. Crescimento diferenciado da soja no Brasil: uma análise regional. 23 p. (Relatório de Pesquisa, 3/82). , 1982.

OLIVEIRA, A. C. B.; GODOY, C. V.; MARTINS, M. C.. Avaliação da tolerância de cultivares de soja à ferrugem asiática no oeste da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, 2005.

OLIVEIRA, A.C.B.; GODOY, C.V.; MARTINS, M.C. Avaliação da tolerância de cultivares de soja à ferrugem asiática no Oeste da Bahia. **Fitopatologia Brasileira** v. 30, p. 658-662, 2005.

OLIVEIRA, M. A. P. Remoção pela chuva de diferentes formulações de flutriafol aplicada em soja, com e sem a adição de óleo mineral na calda. 97 f. **Tese (Doutorado)** - Curso de

Agronomia, Energia na Agricultura, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus de Botucatu, 2009.

ONU. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. **World Population Prospects: The 2015 Revision.** Disponível em <<http://esa.un.org/wpp/ExcelData/population.htm>> Acesso, abril, 2017

PARK S.; Z. Y. CHEN.; A. K.; CHANDA; R. W. SCHNEIDER; C. A. HOLLIER. Viability of *Phakopsora pachyrhizi* urediniospores under simulated Southern Louisiana winter temperature conditions. **Plant Disease** 92(10):1456-1462. 2008.

PEIXOTO, C. P. et al. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Sci. Agric.**, 2000.

PRADO, E. E. P.; HIRIMOTO, D. M.; GODINHO, V. P. C.; UTUMI, M. M. RAMALHO, A. R. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36,n. 4, p. 625-635, 2001

PRADO, E.P.; RAETANO, C.G.; AGUIAR JÚNIOR, H.O.; DAL POGETTO, M.H.F.A.; CHRISTOVAM, R.S.; GIMENES, M.J.; ARAÚJO, D. Velocidade do ar em barra de pulverização na deposição da calda fungicida, severidade da ferrugem asiática e produtividade da soja. **Summa Phytopathologica**, v.36, n.1, p.45-50, 2010.

RALISCH; R.; MIRANDA, T. M.; OKUMURA, R. S.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F.; SCOPEL, E.; BALBINO, E. C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.381-384, 2008.

RAMOS, J. P., L. S. DOMINGUES, D. DEBONA, D. D. FAVENA, A. MANFIO, G. LENZ, E R. S. BALARDIN. Arranjo populacional no manejo da ferrugem asiática da soja. **Tropical Plant Pathology** 34 (Suplemento): S178 (Resumo). 2009.

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

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BLUM, M.M.C. et al. Ferrugem da soja: critério indicador do momento para o controle econômico com fungicida. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, p. 85-96. 2004.

RIBEIRO, M. A. V.; NOVAIS, R. N.; FAQUIN, V.; FERREIRA, M. M.; FURTINI NETO, A. E.; LIMA, J. M. DE; VILLANI, E. M. A. Resposta da soja e do eucalipto ao aumento da densidade do solo e a doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1157-1164, 2010.

ROCHA, A. J. S. et al. Avaliação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja na safra 2014/2015. Disponível em: <<http://revista.faifaculdades.edu.br:8080/index.php/cava/article/view/203>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

ROCHA, C. L.; GUERRA, D. S.; RODRIGUES M. A. T.; BEGLIOMINI, E. Eficiência do fungicida piraclostrobin + metconazole (BAS 55601F) no controle da ferrugem asiática da soja. In: **REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL**, 37., 2009,

ROESE, A. D.et. al.; Levantamento de doenças na cultura da soja, *Glycine max* (L.) Merrill, em municípios da região Oeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 5, p.1293-1297, nov. 2001.

SCHERM, H.; CHRISTIANO, R.S.C.; ESKER, P.D.; DEL PONTE, E.M.; GODOY, C.V. **Crop Protection**, v.8, p.774–782, 2009.

SCHILDER, A. Fongicidal properties and Weather Conditions. **Plant & Pest Advisory** , v. 15, n. 12, p. 1-3, 2010.

SCHMITZ, H.K.; MEDEIROS, A.C.; CRAIG, I.R.; STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-ouster-inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, v.7, p.378-88, 2014.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. p.478-533. 1999.

SEIXAS, CLAUDINE DINALI SANTOS; GODOY, CLÁUDIA VIEIRA. Vazio sanitário: Panorama nacional e medidas de monitoramento. In: DALL'AGNOL, Amélio. **Análise do Simpósio Brasileiro de Ferrugem Asiática da Soja**. Embrapa Soja,. p. 23. 2007

SHUXIAN, L. I. Identification of New Sources of Resistance to Soybean Rust. In: Gisi, U., L. L. Chet, and M. L. Gullino. (Eds.) **Recent Developments in Management of Plant Diseases Springer**, p. 357-373. 2010.

SILVA, A. C.; LIMA, CARVALHO É. P.; BATISTA, H. R. Importância da soja para o Agronegócio Brasileiro: Análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. 2011.

SILVA, A. F. et al. Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p.65-71, fev. 2008.

TAYLOR, N.; MATTHEWS, G.A. Effect of different adjuvants on the rainfastness of bendiocarb applied to Brussels sprout plants. **Crop protection** v.5 p.250-253, 1986.

TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA: Região Central do Brasil 2014. Embrapa Soja, 266p. (**Embrapa Soja. Sistemas de produção, 16**). 2013.

THACKER, J. R. M.; YOUNG, R. D. F.The effects of six adjuvants on the rainfastness of chlorpyrifos formulated as an emulsifiable concentrate. **Pesticide Science**, v. 55, n. 3, p. 198-200, 1999.

TÖFOLI, JG; DOMINGUES, RJ; SANTOS, JM F. LOURENZONI JÚNIOR, AM. Efeito de chuva simulada sobre a eficácia de Dithane NT (mancozebe) no controle da requeima do tomateiro. *Biológico*, V.68, Suplemento, p.604-606, 2006.

USDA United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service, Circular Series WAP 04-17 April 2017. Disponível em: <<http://beef2live.com/story-brazil-corn-cotton-soybean-crops-0-158147>>. Acesso em: 30 de abril de 2017.

VELLO, N. A.; SILVA, L. A. S.. Genética busca atender ao consumo humano crescente. **Visão agrícola: soja**. v.5, p.60-62, jan, 2006.

WEBER, A.L.; MCLEAN, H.C.; DRIGGERS, B.F.; ONEIL, W.J. Influence of different materials on coverage and adhesiveness of sprays and their effect on residue removal from apples. **Agr. Exp. Sta. Bull.**, v.627, p.1-16, 1937.

YORINORI, J. T. et al. Ferrugem asiática da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle. Londrina: Embrapa Soja, Documentos 247, 2004. 36 p.

YORINORI, J. T. Ferrugem da soja: ocorrência no Brasil e estratégias de manejo. Em: Reis, E. M. (Ed.). **Doenças na Cultura da Soja**. Aldeia Norte, Passo Fundo. p. 77-84. 2004.

YORINORI, J. T.; P. W. MOREL; R. D. FREDERICK; L. M. COSTAMILIAN; P. F. BERTAGNOLLI. .Epidemia de ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, em 2001 e 2002. **Fitopatologia Brasileira** 27 (Suplemento): S178 (Resumo). 2002.

YORINORI, J.T. Doenças da soja no Brasil. In: **Fundação Cargill. Soja no Brasil Central**. p.301-363. 1986.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; FERNANDEZ, P.F.T. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA** ,. p. 94. 2002

ZAMBOLIM, L. Manejo Integrado da Ferrugem Asiática da Soja. Em: **Zambolim, L. (Org.). Ferrugem Asiática da Soja**. p. 73-98. 2006.