



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

CLÁUDIO LUIZ CAGLIARI

**MOMENTOS PARA A PRIMEIRA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS ASSOCIADOS A
MULTISSÍTIOS NA CULTURA DA SOJA**

CERRO LARGO
2018

CLÁUDIO LUIZ CAGLIARI

**MOMENTOS PARA A PRIMEIRA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS ASSOCIADOS A
MULTISSÍTIOS NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul como requisito para a obtenção de grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof. Dr^a. Juliane Ludwig

CERRO LARGO

2018

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Cagliari, Cláudio Luiz
MOMENTOS PARA A PRIMEIRA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS
ASSOCIADOS A MULTISSÍTIOS NA CULTURA DA SOJA / Cláudio
Luiz Cagliari. -- 2018.
32 f.

Orientadora: Doutora Prof^o Juliane Ludwig.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia, Cerro Largo, RS , 2018.

1. Glycine max.. 2. Phakopsora pachyrhizie. 3.
Controle de doença.. I. Ludwig, Prof^o Juliane, orient.
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

CLÁUDIO LUIZ CAGLIARI

**MOMENTOS PARA A PRIMEIRA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS
ASSOCIADOS A MULTISSÍTIOS NA CULTURA DA SOJA**

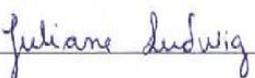
Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para
obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

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

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

26/11/2018

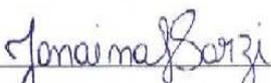
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr.^a. Juliane Ludwig – UFFS



Prof. Dr Sidinei Zwick Radons – UFFS



Eng.^o Agrônoma Janaina Silva Sarzi

DEDICATÓRIA

A quem me transmitiu ensinamentos mais valiosos que os acadêmicos. Ao meu melhor exemplo. A minha grande inspiração que, hoje, é também minha maior saudade.

Mauro José Cagliari, este trabalho é dedicado a ti.

Tu partiste sem ter acompanhado o final desta trajetória e eu precisei concluir este ciclo sem teu apoio, o que tornou o percurso muito mais difícil.

Espero que neste dia, onde estiveres, tu possas sentir por teu irmão mais novo um pouco do orgulho que ele sentia de ti.

AGRADECIMENTO

A concretização deste trabalho tornou-se possível por meio de muito estudo e dedicação. Agora é chegada a hora de agradecer a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização do mesmo, em especial:

A minha família, que esteve ao meu lado em todos os momentos, principalmente aos meus pais Waldemar Aloísio Cagliari e Almei Cagliari. Vocês são minha base e meu exemplo! Obrigada pelo incentivo e apoio dado nos momentos difíceis. Tudo o que sou devo a vocês! Serei eternamente grato pelo amor incondicional.

Ao meu irmão Neimar Cagliari, por me apoiar e incentivar para a realização deste trabalho. As minhas cunhadas Adriane Kasper e Silvani Souza, por estar sempre incentivando e torcendo por mim. Aos sobrinhos Eduardo Augusto Cagliari, João Lucas Cagliari e Pedro Henrique Cagliari, por trazer alegria a nossa família e a mim.

A Tanira Eloísa Konzen, minha amiga e amor, agradeço pelo carinho e apoio em todos os momentos. Obrigado por acreditar em mim!

A minha professora orientadora Juliane Ludwig, agradeço imensamente pelas orientações, paciência e apoio a mim prestado. Obrigado por todos os ensinamentos proporcionados. Tu és inspiração para muitos alunos.

Aos demais membros da banca, professor Sidinei Radons e Eng^o Agrônoma Janaina Sarzi pelas contribuições ao trabalho.

Agradeço especialmente a Eng^o Agrônoma e prima Deise Cagliari, pela disposição, contribuições e sugestões para a realização do meu trabalho.

Aos colegas formandos, Giliard Sapper, Lucas Warpechowski, Jean Donel, Cleiton Hanus, Alexandre Bakes e colegas de curso Romano Teloecken, Adriel Silva, Jeferson Bueno, Fernando Minks, meus amigos, agradeço pelas conversas e risadas nos momentos de descontração e pela força e apoio nos momentos difíceis

Aos colegas de laboratório, especialmente Lucas Anderzevski e Tauani Back, sem a ajuda de vocês esse trabalho teria sido muito mais difícil.

Aos professores da Universidade Federal da Fronteira Sul, especialmente aos do curso de Agronomia, que de uma forma ou outra oportunizaram o conhecimento.

Enfim, agradeço a todos que me auxiliaram nesta caminhada! Obrigado por contribuírem para minha formação pessoal e profissional!

RESUMO

A soja é uma das culturas mais relevantes na economia mundial. Em seu cultivo, várias doenças podem acarretar perdas de produtividade, sendo a ferrugem asiática da soja uma das principais. Os fungicidas com misturas comerciais a base de sítio específico associados a multissítios ainda são pouco utilizados, apesar dos ganhos potenciais que essa prática pode proporcionar. Em virtude disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes momentos para a primeira aplicação de fungicida na cultura da soja, associados a produtos multissítios, na severidade da ferrugem asiática e sobre variáveis de rendimento. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3x3 com quatro repetições entre dezembro de 2017 e abril de 2018 e contou com três momentos de entrada da primeira aplicação dos fungicidas e distribuídos em três programas: 1º programa) fungicida sítio específico; 2º programa) fungicida sítio específico + multissítio Mancozeb; 3º programa) fungicida sítio específico + multissítio Clorotalonil. Semanalmente foram realizadas análises de severidade da ferrugem, utilizadas para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Ao final do ciclo, foram avaliadas as variáveis de rendimento como altura de inserção da primeira vagem, número de nós produtivos, número de vagens por planta, massa de mil grãos e produtividade. As aplicações tardias de fungicidas sítio específico, associado ou não a diferentes multissítios, resultaram em maior severidade da ferrugem asiática da soja, tanto na metade inferior quanto superior das plantas, além de perdas significativas de produtividade. As aplicações antecipadas e nos primeiros sintomas, com a associação do fungicida, diminuíram essa severidade. Em relação às variáveis de rendimento analisadas, não foram observados efeitos significativos dos diferentes momentos para a primeira aplicação de fungicida, nem entre os programas de controle testados.

Palavras-Chave: *Glycine max.* *Phakopsora pachyrhizie*. Controle de doença.

ABSTRACT

Soy is one of the most relevant crops in the world economy. In its cultivation, several diseases can lead to losses of productivity, with soybean rust being one of the main ones. Fungicides with site-specific commercial blends associated with multisite are still poorly used, despite the potential gains that this practice can provide. As a result, the objective of the present work was to evaluate different moments for the first application of fungicide in the soybean crop, associated to multisite products, the severity of Asian rust and yield variables. The experiment was conducted in a 3x3 factorial scheme, with four replications, from December 2017 to April 2018, and counted on three moments of entry of the first application of the fungicides and distributed in three programs: 1st program) fungicide specific site; 2nd program) fungicide specific site + multisite Mancozeb; 3 rd program) fungicide specific site + multisite Chlorothalonil. Weekly analyzes of rust severity were performed, used to calculate the area under the disease progress curve (AACPD), as well as yield variables such as height of insertion of the first pod, number of productive nodes, number of pods per plant, mass of one thousand seeds and productivity. Late applications of site-specific fungicides associated or not with different multisites resulted in greater severity of Asian soybean rust in both the lower and upper half of the plants, as well as significant productivity losses. Early applications and early symptoms with the fungicide association decrease this severity. Regarding the performance variables analyzed, no significant effects of the different moments were observed for the first fungicide application nor between the control programs tested.

Keywords: *Glycine max.* *Phakopsora pachyrhizie*. Disease control.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Escala diagramática para avaliação da ferrugem asiática da soja, causada por *Phakopsora pachyrhizi*.(elaborada por GODOY, KOGA e CANTERI, 2006).....21
- Figura 2 – Distribuição de chuvas, média da temperatura do ar e umidade relativa do ar segundo dados da estação meteorológica da UFFS- Cerro Largo – 2016/17.....23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos utilizados em experimento para o controle de ferrugem asiática em soja.....	21
Tabela 2 – Área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática (AACPD) no terço inferior das plantas de soja submetidas a diferentes momentos de aplicação e diferentes produtos para controle de ferrugem asiática da soja.....	24
Tabela 3 – Área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática (AACPD) no terço superior das plantas de soja submetidas a diferentes momentos de aplicação e diferentes produtos para controle de ferrugem asiática da soja.....	25
Tabela 4- Altura de inserção da 1º vagem (A.V) (cm); Número de nós (NN); Número de vagens por plantas (NVN); Massa de Mil Sementes (g) de plantas de soja submetidas a diferentes produtos de aplicação para controle de ferrugem asiática da soja.....	26
Tabela 5- Altura de inserção da 1º vagem (A.V) (cm); Número de nós (NN); Número de vagens de plantas (NVN); Massa de Mil Sementes (g) de plantas de soja submetidas a diferentes momentos de aplicação para controle de ferrugem asiática da soja.....	26
Tabela 6: Produtividade (Kg.ha ⁻¹) de soja submetida a diferentes momentos de aplicação e diferentes produtos para controle de ferrugem asiática da soja.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 SOJA.	12
2.2 AMBIENTE E CULTIVO DA SOJA.....	13
2.3 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE X DOENÇAS	14
2.4 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (FAS)	16
2.4.1 Identificação e sintomas	16
2.4.2 Controle da Ferrugem asiática da soja	17
2.5 ÉPOCA DE APLICAÇÃO PARA CONTROLE DA FAS.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma das culturas anuais mais importantes, devido a sua capacidade de produzir altos teores de proteínas e de excelente qualidade, tanto para a alimentação animal quanto para consumo humano. Por esse motivo é chamada da planta protaginosa por excelência (FEDERIZZI 2005).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. No país, a região Centro-Oeste lidera a produção e o estado do Mato Grosso aparece como maior produtor, em virtude da área cultivada, atingindo uma produtividade média de 3.350 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2018). Uma nova área agrícola vem se destacando no cultivo de soja no país, a qual abrange estados como Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, denominada de “Matopiba” (FREITAS, 2011).

O aumento de área cultivada com essa oleaginosa pode ser devido ao fato da soja apresentar alta plasticidade. Ou seja, através de modificações genéticas, a planta se adapta as mais variadas condições ambientais, apresentando altas produtividades, podendo ser implantada nas mais diferentes regiões (HEIFFIG, 2002). A temperatura, por exemplo, é um fator importante no desenvolvimento das plantas de soja, onde médias inferiores a 20°C podem acarretar atrasos na emergência e no desenvolvimento vegetativo, e temperaturas superiores a 30°C são capazes de reduzir o número de plântulas emergidas, afetar a nodulação e diminuir a atividade fotossintética (MONDINI; VIEIRA; CAMBAIA, 2001). Estresses de ordem hídrica, térmica e fotoperiódica, resultam na redução da produtividade e da qualidade do produto (BONATO et al., 1998).

O cultivo da soja caracteriza-se como uma atividade de alto risco para o produtor, em função dos efeitos do fotoperíodo e da possibilidade de ocorrência de baixas temperaturas e estresse hídrico durante os estágios de formação dos grãos (NAKAGAWA; ROSOLEM.; MACHADO, 1983). Plantios realizados mais tardiamente propiciam a permanência da cultura por um período maior a campo e, por consequência, a continuidade do inóculo de patógenos, principalmente dos biotróficos, dentre os quais se destaca o fungo *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da Ferrugem Asiática da Soja (FAS). O patógeno necessita temperaturas entre 15 e 28°C para promover a germinação dos uredósporos, além do longo período de molhamento foliar, entre 6 a 12 horas (ALMEIDA et al., 2005).

A FAS pode proporcionar perdas de produtividade de até 90% segundo Sinclair e Hartman (1999). Diante desse cenário, medidas de controle devem ser tomadas para evitar

essas perdas durante o cultivo da soja. Dentre várias formas de controle existentes, o vazio sanitário, adotado em alguns estados brasileiros é uma boa alternativa para evitar a disseminação da soja nas entressafras. A semeadura da soja utilizando cultivares mais precoces, semeados dentro do período estabelecido pelo zoneamento, evitando semeaduras tardias, também são algumas medidas culturais de controle (YORINORI; WILFRIDO, 2002).

Quando a doença já estiver instalada, o controle químico é o mais indicado para realizar o manejo da doença. No entanto, vale ressaltar que atrasos na aplicação, depois do estabelecimento da doença, podem acarretar perdas significativas de produtividade (LEVY, 2005), sendo possível controlar a FAS quando em baixos níveis de severidade (GODOY 2009). Por outro lado, o uso constante de fungicidas vem apresentando alguns problemas de controle, devido, principalmente, à resistência do fungo aos mecanismos de ação, especialmente os que atuam em um único sítio do fungo (REIS et al., 2012). Nesse contexto, o uso de fungicidas de modo de ação de sítio específico associados a um fungicida multissítio (fungicidas protetores), vem mostrando melhorias significativas na eficiência no controle da ferrugem asiática da soja (ZAMBOLIM; VEÂNCIO; OLIVEIRA, 2007).

Diante disso, foi o objetivo desse trabalho avaliar diferentes momentos para a primeira aplicação de fungicida na cultura da soja, associados a produtos multissítios na severidade da ferrugem asiática e sobre variáveis de rendimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das culturas mais relevantes na economia mundial. Na agroindústria, seus grãos são utilizados de várias formas, como na produção de óleo vegetal e em rações para alimentação animal, na indústria química e de alimentos (FREITAS, 2011).

A soja apresenta como centro de origem e domesticação o nordeste da Ásia (China e regiões adjacentes) e sua disseminação para o Ocidente ocorreu através de navegações (CHUNG; SINGH, 2008). O primeiro relato sobre o surgimento da soja no Brasil é de 1882, no estado da Bahia (BLACK, 2000). A semente foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo e, só mais tarde, em 1914, a soja foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul, sendo este, por fim, o local onde as variedades trazidas dos Estados Unidos melhor se adaptaram às condições edafoclimáticas, principalmente em relação ao fotoperíodo (BONETTI, 1981).

O sul do Brasil foi, entre os anos 1960 e 1970, a maior região produtora do país, sobretudo o Rio Grande do Sul e Paraná. Atualmente, estes estados já perderam, em volume, para o Mato Grosso que é o maior produtor nacional. A partir dos anos 1980, a soja estendeu-se para o cerrado, uma vasta região que abrange o chamado polígono dos solos ácidos: Triângulo Mineiro, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Tocantins, sul do Maranhão, sul do Piauí e oeste da Bahia, tornando essa região a maior produtora do país. A expansão para essa nova fronteira agrícola deve-se aos estudos sobre a fertilização dos solos do cerrado, a sua topografia plana e favorável à mecanização e ao desenvolvimento de plantas adaptadas à região (CISOJA 2017).

O plantio nacional de soja apresentou aumento na área de 3,5%, saindo de 33,1 milhões de hectares na safra 2016/17, para 35,1 milhões de hectares na 2017/18 e perspectiva de alcançar os 37,50 milhões de hectares na safra 2018/19. Estima-se que a produção deverá atingir 114.962 mil toneladas, contra as 114.075,3 mil da safra passada, representando um aumento de 0,8%. No Rio Grande do Sul, a produtividade média é estimada em 2.923 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2018).

A cultura da soja apresenta características de alta plasticidade, ou seja, possui capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes do rendimento. A forma com que tais modificações ocorrem pode estar relacionada com fatores como altitude, latitude, textura e fertilidade do

solo, época de semeadura, população de plantas e espaçamento entre linhas, sendo relevante o conhecimento das interações entre estes, para definição do conjunto de práticas que traria respostas mais favoráveis à produtividade agrícola da lavoura (HEIFFIG, 2002).

Na atualidade, uma nova fronteira agrícola está se tornando promissora para a soja e, assim, colocando o Norte e o Nordeste do país em destaque no cenário do agronegócio. O chamado “Mapitoba”, região do Cerrado que compreende as regiões produtoras do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, vem se destacando no mercado nacional de grãos (FREITAS, 2011) e sendo considerado a nova fronteira agrícola brasileira (LIMA FILHO 2013). Características favoráveis associadas ao uso de modernas práticas agrícolas fazem da região um grande atrativo para produtores, principalmente de outros estados, em busca de áreas extensas e baratas para o desenvolvimento de agricultura empresarial em larga escala (FREITAS, 2011), além do acesso às tecnologias, como híbridos e cultivares adaptados às condições edafoclimáticas, boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes, corretivos e defensivos e sistemas conservacionistas de manejo, como o plantio direto e a integração lavoura-pecuária-floresta (EMBRAPA 2006).

2.2 AMBIENTE E CULTIVO DA SOJA

Respeitar a época de semadura de cada cultivar é importante para que esta desenvolva seu maior potencial produtivo, pois fatores como temperatura, umidade do solo e fotoperíodo podem alterar o potencial produtivo da cultura (RODRIGUES et al., 2001).

A temperatura é um dos principais fatores do ambiente que interfere na distribuição natural das plantas, no sucesso e na adaptação das culturas agrícolas. Para a soja, cada fase do ciclo requer temperaturas ideais. Por exemplo, em regiões em que a temperatura média do mês mais quente é inferior a 20°C é passível de ter atrasos na emergência e no desenvolvimento vegetativo. Já quando a temperatura é superior a 30°C pode ocorrer redução na emergência, inibição na nodulação e menor atividade fotossintética. Ainda, em regiões onde a temperatura ultrapassa o 40°C pode ocorrer comprometimento do crescimento e alta taxa de abortamento de flores e vagens (MONDINI; VIEIRA; CAMBAIA, 2001).

Da mesma forma, a soja é uma planta extremamente sensível ao fotoperíodo, comportando-se conforme a variação da duração dos dias, florescendo quando o comprimento dos dias for inferior a determinado valor, que é denominado fotoperíodo crítico (EMBRAPA, 2008). Segundo Rodrigues et al. (2001), a sensibilidade fotoperiódica da soja é diferente para

cada genótipo e, em cultivares mais sensíveis, a resposta ao fotoperíodo é quantitativa e não absoluta, o que significa que a floração ocorre de qualquer jeito.

Outro ponto relevante é a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos ao ambiente e época de semeadura. Segundo Peixoto et al. (2000) quando se determina a época de semeadura, o produtor opta uma combinação da fenologia da cultura com a distribuição dos elementos do clima na região de produção, que resulta em um alto ou baixo rendimento.

A densidade de semeadura é fator determinante para o arranjo das plantas no ambiente de produção e influencia o crescimento da soja, interferindo na competição inter e intraespecífica por recursos do solo (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001 apud BALENA 2016). Assim, mudanças relacionadas à população de plantas reduzem ou aumentam a produtividade, pois essa característica é resultado da densidade das plantas nas linhas e do espaçamento entre as linhas. Reduzir o espaçamento das plantas gera melhor distribuição das plantas na área, permitindo a maior interceptação de luz, ocasionando alterações na arquitetura das plantas e acelerando o fechamento do dossel pelas entrelinhas (TOURINO; RESENDE; SALVADOR, 2002).

O conhecimento do comportamento dos diferentes ciclos de maturação dos diferentes genótipos de soja, ajuda no planejamento das épocas de semeadura e colheita, possibilitando ao produtor enfrentar, com maior grau de sucesso, as variações do ambiente, por exemplo, doenças, pragas, chuvas excessivas, secas, efeitos do fotoperíodo etc (ROCHA; VELLO, 1999).

2.3 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE X DOENÇAS

O ambiente é um fator crucial para que as doenças ocorram. Desta forma, a incidência e a severidade de doenças em soja dependem do grau de compatibilidade entre as plantas e agentes causais de doenças, sob influência do ambiente (COSTAMILAN, 2000), ou seja, para que ocorra uma doença é necessária a interação de três fatores principais: planta, ambiente e agente patogênico, sendo o ambiente um fator caracterizado tanto pelas condições meteorológicas como pelo microclima (ROESE; MELO; GOULART, 2012).

Um menor espaçamento entrelinhas pode causar efeitos diferenciados sobre a patogênese, na fisiologia da planta e, além disso, uma maior ou menor penetração de defensivos no dossel, dependendo da tecnologia de aplicação. Segundo Heiffig et al. (2006), um fechamento de entrelinhas muito acelerado pode diminuir a circulação de ar, diminuindo a incidência de raios solares na parte inferior das plantas vindo a favorecer a incidência de

doenças. Além disso, em cultivos mais adensados, a cobertura e penetração do ingrediente ativo podem ser prejudicadas, pois o produto não consegue atingir o alvo com eficácia, vindo a reduzir o intervalo entre aplicações (NAVARINI, 2008) e, com isso, aumentando os custos de produção. Nem sempre os menores espaçamentos afetam a penetração de fungicida nos diferentes terços das plantas (HANNA et al., 2012).

A condição mais favorável para o aparecimento de doenças em soja ocorre no terço inferior das plantas, devido ao fato de que, com a diminuição da incidência dos raios solares nessa parte da planta, tem-se a formação de um microclima abaixo das folhas, onde há a diminuição de temperatura e uma menor amplitude térmica, aumentando, assim, o tempo de orvalho e gerando um maior molhamento foliar e com longa duração, podendo ser superior a 10 horas por dia, condição favorável para a germinação do esporo (BALARDIN, 2002). O menor espaçamento nas entrelinhas causa uma cobertura de solo mais rápida, proporcionando assim uma maior umidade e uma severidade da doença mais alta (COSTA et al., 2002).

O molhamento foliar e o número de dias de chuva são fatores determinantes para a ocorrência de doenças como a ferrugem asiática da soja. Com um uso de espaçamento correto e o número de plantas por m² adequado, é possível evitar que haja a ocorrência de um microclima que seja favorável ao patógeno, pois obtém-se um melhor arejamento e luminosidade para as plantas, evitando que haja um acúmulo de umidade vindo a favorecer o patógeno (ROESE; MELO; GOULART, 2012).

Em trabalhos realizados com a cultura do feijão (BLAD et al. 2004) e soja (BUZZEL et al., 2005) concluíram que o adensamento de plantas gerou um aumento de temperatura e umidade do ar, podendo vir a favorecer o desenvolvimento de doenças como o mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). Autores como Joye et al. (2014) observaram que a produção de grãos foi afetada devido aos diferentes espaçamentos e associaram essa resposta à alta severidade da mela (*Rhizoctonia solani*), observada nos menores espaçamentos.

Especificamente para a ferrugem asiática da soja, espaçamentos de 45 e 60 cm entrelinhas não se diferenciaram quanto à severidade da doença e à massa de mil sementes. No entanto, o maior espaçamento proporcionou a chegada de mais fungicida no terço inferior da planta, levando a uma menor desfolha das mesmas (SOARES; LONIEN, 2002). No Rio Grande do Sul, Madalosso et al. (2015) observaram que, nos espaçamentos de 40 cm e 50 cm entrelinhas, a ferrugem asiática da soja progrediu mais rapidamente e o controle químico foi menos eficiente, enquanto que o espaçamento de 60 cm proporcionou a menor severidade da doença, levando a uma maior produtividade.

Da mesma forma que a tecnologia de semeadura e a distribuição das plantas na lavoura influenciam o aparecimento de doenças, a época de semeadura pode favorecer ou não a cultura, mesmo que direta ou indiretamente. Nakagawa et al. (1983) atribuíram à redução na produção de sementes de soja, à medida em que se atrasava a semeadura de meados de outubro ao início de janeiro, devido, principalmente, aos efeitos do fotoperíodo, associado à ação de baixas temperaturas e à falta de umidade no solo. Em trabalho realizado por Lima et al. (2009), os autores afirmam que semeaduras realizadas mais tardiamente propiciam a continuidade do inóculo de patógenos, principalmente dos biotróficos, dentre os quais se destaca o fungo *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da ferrugem asiática da soja.

2.4 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (FAS)

2.4.1 Identificação e sintomas

A primeira identificação da doença na América do Sul, aconteceu no Paraguai no ano de 2001, sendo também neste mesmo ano encontrada no Brasil, no estado do Paraná (ALMEIDA et al., 2005). Na soja podem ocorrer dois tipos de ferrugem, a americana (*Phakopsora meibomiae*) e a asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) (REIS et al., 2012), sendo essa última a que causa maiores prejuízos à cultura (KOGA, 2008). Como sua disseminação é fácil, a ferrugem asiática atingiu, ainda em 2001, as demais regiões produtoras de soja do país, além das áreas produtoras dos países vizinhos, como Paraguai, Bolívia e Argentina (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004). O principal dano causado pela doença é a desfolha precoce, o que acarreta em formação incompleta dos grãos, ocasionando a redução da produtividade (SOARES et al., 2004; EMBRAPA, 2007).

O agente causal da doença pertence à classe dos Basidiomycetes, ordem Uredinales, pertencente à família Phakopsoraceae, gênero e espécie *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow (REIS et al., 2012). O fungo possui dois tipos de esporos: teliósporos e uredósporos, sendo que o segundo possui coloração incolor a castanho pálido, é o mais comum e se constitui na fase epidêmica da doença (ALMEIDA et al., 2005).

Por ser um fungo biotrófico, este depende de plantas vivas, ou seja, hospedeiros vivos para sobreviver e se disseminar nos períodos de entressafra (MADALOSSO, 2015). A soja é o principal hospedeiro (RUPE; SCONYERS, 2008), porém, a cultura do feijão também pode ser fonte de inóculo para a doença (REIS et al., 2012). Quando há alto molhamento foliar (6 a 12 horas) e temperaturas entre 15 e 28°C ocorre a germinação dos uredósporos

(ALMEIDA et al., 2005), os quais são, anteriormente, disseminados facilmente pela ação do vento e da chuva e, posteriormente, depositados nos locais de infecção dos novos hospedeiros (REIS et al., 2012).

Com a chegada dos uredósporos, a hifa vai parasitar a parede celular da epiderme e, assim, ela se desorganiza. Quando acontece a colonização, ocorre a invasão das células e dos tecidos do hospedeiro e é dessa forma que aparecem os sintomas da doença (REIS et al., 2012). Em condições ambientais adequadas, após 9 ou 10 dias, ocorre o aparecimento das pústulas nas folhas, processo que se dá após a infecção ter ocorrido (MADALOSSO et al., 2015).

Os sintomas da doença podem ocorrer tanto nos cotilédones como nas hastes, sendo mais comum aparecerem nas folhas, onde podem ocorrer em qualquer estágio da cultura e cujos primeiros sintomas são encontrados, geralmente, no terço inferior da planta (REIS et al., 2012). Os primeiros sintomas da doença são caracterizados pelo aparecimento de pontos mais escuros do que a folha sadia, que posteriormente passam para uma coloração castanho-clara e aparecem, geralmente, na face abaxial da folha. Justamente nesses pontos são liberados os uredósporos (ALMEIDA et al., 2005). As folhas afetadas começam a amarelar e caem, comprometendo o restante das fases da planta, principalmente a fase de enchimento de grãos (YANG et al., 1991).

2.4.2 Controle da Ferrugem asiática da soja

O controle dessa doença abrange várias ações em conjunto. Medidas como utilizar cultivares mais precoces, semeadas no início do zoneamento de cada região, evitar semeaduras tardias, observar se há condições de temperatura e umidade que possam favorecer o fungo, além de vistoriar as áreas são alternativas culturais para controle da doença (YORINORI; WILFRIDO, 2002).

A indução de resistência, a qual consiste em ativar mecanismos de defesa inerentes da planta, vem sendo utilizada na cultura com o intuito de reduzir o fungo. No entanto, a alta variabilidade de *P. pachyrhizi* faz com que se tenha dificuldade em buscar fontes de resistência ao mesmo (MENEGETTI et al., 2010).

O vazio sanitário é outra prática adotada para o manejo da ferrugem asiática da soja, onde se tem a proibição de semadura de soja em um período que pode variar de 60 a 90 dias, sendo considerada uma ação de suma importância e, atualmente, adotada em 12 estados brasileiros e no Distrito Federal, além de países vizinhos do Brasil (EMBRAPA 2016).

Quando a ferrugem da soja já está instalada, o controle químico, como fungicidas, é o método mais indicado para o controle (SOARES et al., 2004). Ademais, variáveis como adensamento de plantas, espaçamento entre linhas e arquitetura da planta devem estar em sintonia para aumentar a eficiência no controle da ferrugem asiática da soja, quando utilizados produtos químicos, fazendo com que se consiga atingir o alvo em folhas do terço inferior das plantas (MADALOSSO et al., 2010), onde iniciam as infecções de FAS, devido ao microclima favorável, conforme relatado anteriormente.

2.5 ÉPOCA DE APLICAÇÃO PARA CONTROLE DA FAS

Muitas vezes as aplicações precoces, tardias ou frequentes podem não ser eficientes para elevar o rendimento da cultura. Um dos fatores mais críticos para o sucesso do controle da FAS é a primeira aplicação, ou seja, atrasos na aplicação, depois do estabelecimento da doença em níveis bastante altos, podem resultar em perdas significativas de produtividade (LEVY, 2005).

Segundo Godoy (2009), é possível controlar a FAS mesmo após introdução da doença, no entanto, em baixos níveis de severidade. Em experimento conduzido em Londrina/PR o autor concluiu que, no 16º estágio fenológico, o controle da FAS, realizado mesmo após o estabelecimento da doença (em níveis de até 2% de severidade), resultou em produtividades elevadas de soja. Em contrapartida, segundo Reis (2007), o controle de ferrugem, baseado no 17º estágio fenológico na cultura da soja, pode não ser eficiente, pois o patógeno pode se instalar em qualquer estágio fenológico.

Em experimento instalado no Zimbábue, entre os anos de 1998 a 2003, constatou-se que três ou mais aplicações preventivas para ferrugem foram suficientes e de grande potencial produtivo, comparando-se a áreas que receberam uma ou duas aplicações nas fases do enchimento de grãos, sendo assim, insuficientes para o controle da doença (LEVY, 2005). Ainda segundo esse autor, o período crítico para proteção da cultura vai do estágio de florescimento (R1) até a maturação fisiológica (R7).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na localidade da Linha Isabel Norte, município de Salvador das Missões, latitude 28°4'39.91"S, longitude 54°48'22.90"O e altitude de 236 m, no período entre dezembro de 2017 e abril de 2018, ao lado de uma área comercial de soja, visando alta pressão de inóculo para o experimento. De acordo com Koppen-Geiger, o clima da região é caracterizado como subtropical úmido (ALVARES, 2013). O solo pertence à Unidade de Mapeamento Santo Ângelo e é classificado como Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006).

O experimento foi implantado e conduzido em sistema de semeadura direta, em sucessão à cultura do milho. Antes da semeadura da soja foi realizado o controle de plantas espontâneas, através da aplicação do herbicida glifosathe (480 g i.a. L⁻¹) na dose de 120 g i.a. ha⁻¹, conforme recomendação do fabricante. A cultivar de soja utilizada foi a BMX PONTA (7166) IPRO.

Realizou-se a semeadura no dia 15 de dezembro de 2017, utilizando uma semeadora adubadora KF de 8 linhas, com profundidade ajustada para 3 a 5 cm e densidade de 22 sementes m², conforme recomendação da detentora da cultivar. A adubação foi realizada na linha e utilizando-se de 12,5 Kg de N ha⁻¹, 50 Kg de P e 50 Kg de P ha⁻¹.

A área total do experimento foi de 290 m², com parcelas (unidades experimentais) medindo 8,1 m², sendo cada uma constituída por 6 linhas, com espaçamento de 0,45 m e 3 m de comprimento. Foi considerada como área útil de cada parcela as 4 linhas centrais, desprezando-se 0,5 m nas extremidades de cada linha, totalizando 3,4 m² por parcela.

Foi realizado, semanalmente, o monitoramento de pragas e doenças. Identificou-se que o nível de percevejo marrom (*Euchistus heros*) atingiu o nível de controle quando as plantas atingiram o estágio R2 e, para redução dos danos, utilizou-se inseticidas dos grupos químicos piretróide (Bifentrin; 50 g. i.a. L⁻¹) e Metilcarbamato de benzofurnila (Carbosulfano; 150 g. i. a. L⁻¹), na dose de 25 g de i.a. ha⁻¹ e 75 g. i.a ha⁻¹, respectivamente.

Quando as plantas atingiram o estágio V9 (01/02/2018) ainda não havia sido detectada a incidência de ferrugem, sendo, neste momento, efetuada a aplicação correspondente ao tratamento identificado como “primeira aplicação de fungicida realizada antecipadamente (antes do aparecimento dos primeiros sintomas da ferrugem)”.

O monitoramento continuou sendo realizado e, a partir do momento do aparecimento da primeira pústula (29/01/2018), iniciou-se a aplicação correspondente ao tratamento identificado como “primeira aplicação de fungicida realizada no momento do aparecimento

dos primeiros sintomas de ferrugem”. A aplicação correspondente ao tratamento identificado como “primeira aplicação de fungicida realizada atrasada” foi realizada 14 dias após ter iniciado o tratamento anterior (12/02/2018).

Dentro de cada um desses momentos foram testados três programas de aplicação: 1º programa: apenas fungicida sítio específico; 2º programa: fungicida sítio específico + multissítio Mancozeb (1125 g i.a ha⁻¹) e, 3º programa: fungicida sítio específico + multissítio Clorotalonil (1000 g i.a ha⁻¹).

A primeira e a segunda aplicações de fungicida sítio específico foram realizadas utilizando uma mistura comercial a base de Trifloxistrobina (60 g i.a. ha⁻¹) + Protioconazol (70 g i.a. ha⁻¹). Para os tratamentos onde houve necessidade de mais aplicações de fungicida sítio específico utilizou-se a mistura comercial a base de Epoxiconazol (40 g i.a. ha⁻¹) e Fluxapiróxade + Piraclostrobina (64,8 g i.a. ha⁻¹).

As pulverizações foram efetuadas com um pulverizador costal pressurizado com oxigênio, utilizando uma barra contendo 4 pontas Jacto®, do tipo cone vazio, modelo JA-2 Preto. O volume de calda foi ajustado para 100 L ha⁻¹ e a velocidade de deslocamento foi de, aproximadamente, de 1 m s⁻¹.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 3x3 (momentos de aplicação x programas de controle) e quatro repetições por tratamento. Os diferentes momentos da primeira aplicação de fungicida, bem como os programas de aplicação utilizados, estão descritos na Tabela 1.

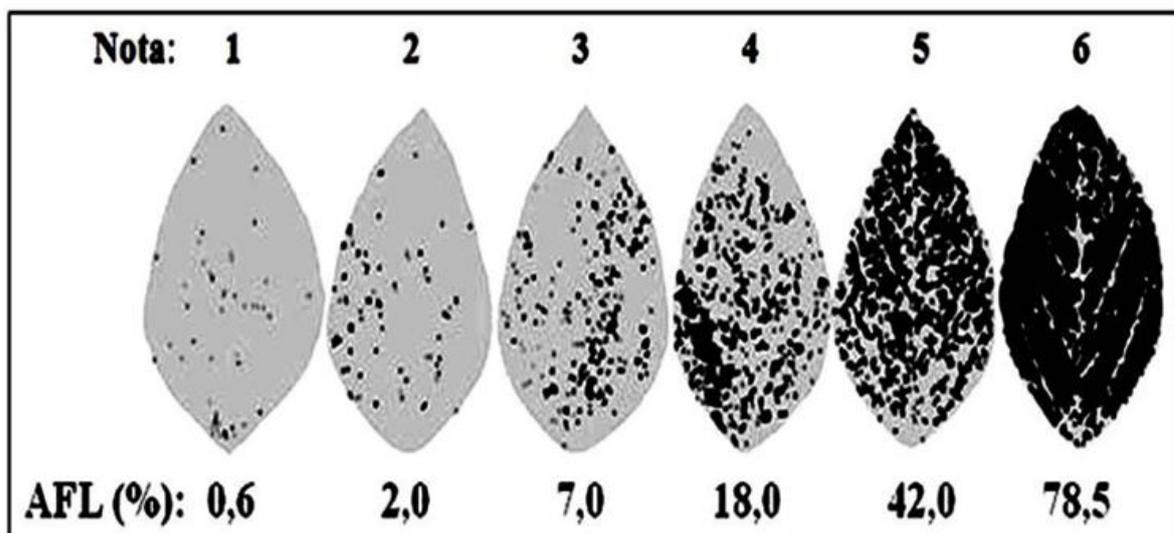
Tabela 1 – Tratamentos utilizados em experimento para o controle de ferrugem asiática em soja.

Momentos de aplicação	Programas de controle	Descrição fungicidas	Aplicações				Total aplicações
			1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	
Antecipada	Programa 1	S.E*	x	x	x	x	4
Antecipada	Programa 2	S.E + Mancozeb	x	x	x	x	4
Antecipada	Programa 3	S.E + Clorotalonil	x	x	x	x	4
1º Sintomas	Programa 1	S.E	x	x	x		3
1º Sintomas	Programa 2	S.E + Mancozeb	x	x	x		3
1º Sintomas	Programa 3	S.E + Clorotalonil	x	x	x		3
Atrasada	Programa 1	S.E	x	x			2
Atrasada	Programa 2	S.E + Mancozeb	x	x			2
Atrasada	Programa 3	S.E + Clorotalonil	x	x			2

*Sítio Específico

Sete dias após a primeira aplicação iniciou-se a avaliação da severidade da ferrugem asiática. Para tanto, foram coletados, aleatoriamente, 10 folíolos na área útil de cada unidade experimental, sendo cinco na metade superior e cinco na metade inferior. As amostras foram encaminhadas ao laboratório e, com auxílio de um microscópio estereoscópico, avaliou-se a severidade, em porcentagem de área foliar afetada e comparou-se com a escala diagramática proposta por Godoy, Koga e Canteri (2006) (Figura 1).

Figura 1- Escala diagramática para avaliação da ferrugem asiática da soja, causada por *Phakopsora pachyrhizi*. (elaborada por GODOY, KOGA e CANTERI, 2006)



Os dados de severidade obtidos em cada avaliação foram utilizados para o cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), utilizando a fórmula:

$$AACPD = \sum_1^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Onde:

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

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

T_i : época de avaliação

i : número de dias após a emergência das plântulas

T_{i+1} : época da avaliação $i+1$

n : número total de avaliações

Quando a cultura atingiu o estágio de maturação para a colheita, dez plantas da área útil de cada parcela foram avaliadas quanto à altura de inserção da primeira vagem, a partir da superfície do solo. Posteriormente, essas mesmas dez plantas foram retiradas da área e avaliadas quanto ao número de vagens por planta e número de nós produtivos.

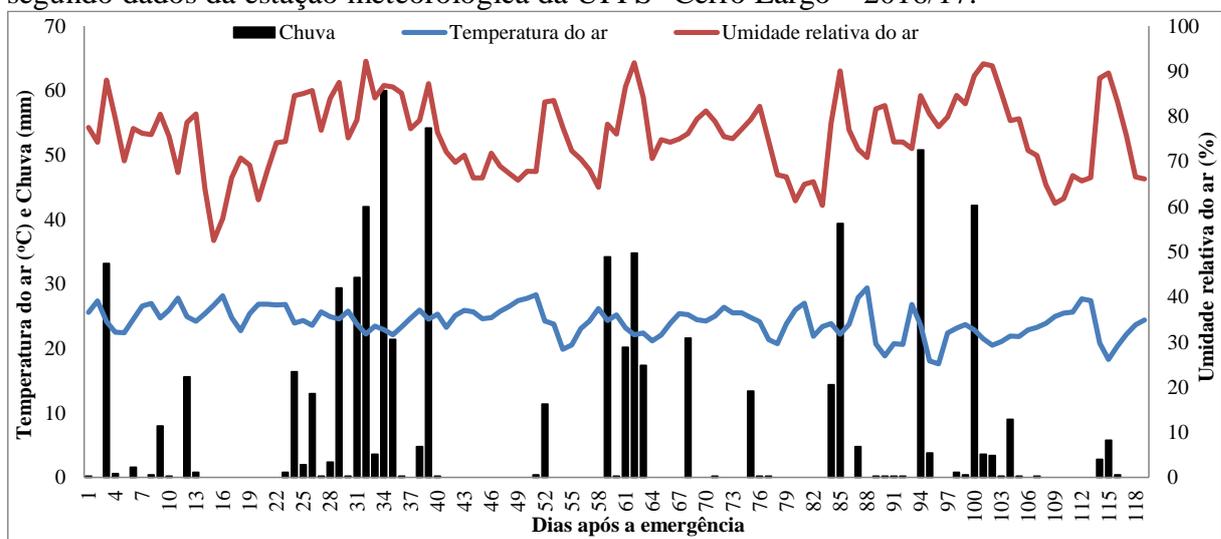
O rendimento de grãos foi obtido a partir da colheita manual de todas as plantas da área útil das parcelas, onde, após a debulha, com auxílio de uma debulhadora de parcelas, foi determinado a massa de mil grãos (MMG) (BRASIL, 2009) e a produtividade, com correção da umidade para 13%.

Os dados obtidos a partir da avaliação de cada uma das variáveis foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas que ocorreram durante os primeiros estádios da cultura, como elevados índices de precipitação e temperatura média de 25°C (Figura 2) foram favoráveis ao desenvolvimento do patógeno. Esta faixa de temperatura é a ideal para que ocorra a germinação dos uredíniosporos, formação de apressório e desenvolvimento das urédias e esporulação de *P. pachyrhizi* (REIS et al., 2012).

Figura 2 – Distribuição de chuvas, média da temperatura do ar e umidade relativa do ar segundo dados da estação meteorológica da UFFS- Cerro Largo – 2016/17.



Em relação à AACPD da metade inferior das plantas foi possível verificar interação significativa entre os fatores momentos de aplicação e programas de fungicidas (Tabela 2). Para essa variável, quando realizada a aplicação tardia, observou-se a maior média em todos os programas de controle, em relação aos demais momentos de entrada da primeira aplicação, indicando os piores resultados. Os menores valores de AACPD foram obtidos quando a aplicação foi realizada de forma antecipada, exceto quando se utilizou apenas o fungicida sítio específico. Devido à alta pressão da ferrugem, não foram observados resultados satisfatórios dessa aplicação realizada tardiamente, uma vez que, em trabalho realizado por Godoy (2009), o autor destaca o controle satisfatório da FAS quando realizado até o 16º estágio fenológico, no entanto, com um nível de severidade de até 2%.

Tabela 2 – Área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática (AACPD), na metade inferior das plantas de soja, submetidas a diferentes momentos de aplicação e diferentes produtos para controle de ferrugem asiática da soja.

Momentos de aplicação	Programas de controle		
	SE**	SE + Mancozebe	SE + Clorotalonil
Aplic. antecip.	138,9 Ba	102,5 Cb	115,2 Cb
Aplic. 1º sintomas	134,9 Ba	135,8 Ba	128,2 Ba
Aplic. Tardia	175,9 Aa	166,1 Aab	150,1 Ab
C.V. 6,61%			

* Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

** SE= Sítio específico (p.a)= Protioconazol; Trifloxistrobina

Quando a primeira aplicação foi realizada no aparecimento dos primeiros sintomas, não houve diferença entre os diferentes programas de controle utilizados. No entanto, quando a primeira aplicação foi realizada tardiamente, a adição do multissítio Clorotalonil se mostrou benéfica, diferindo significativamente da utilização apenas do sítio específico (Tabela 2). Uma menor severidade da doença foi relatada por Teston, Madalosso e Favero (2016), quando associados fungicidas multissítio a sítio específico. Essa menor severidade faz com que haja uma menor desfolha, o que pode contribuir com a elevação dos níveis de rendimento de grãos (RIBEIRO; COSTA 2000).

Adicionalmente, quando a primeira aplicação foi realizada de forma antecipada, a maior média de severidade, ou seja, onde foi observado o maior progresso da FAS, foi obtida utilizando apenas fungicidas do tipo sítio específico e nos programas em que se utilizou multissítio associado ao sítio específico, seja Mancozeb ou Clorotalonil, não diferiram entre si (Tabela 2). Godoy et al. (2015), realizaram um trabalho no qual observaram resultados semelhantes, onde fungicidas de mecanismos de ação sítio específico, associados a fungicidas multissítio, resultaram em menores severidades da ferrugem da soja. Fungicidas protetores de ação multissítio apresentam um controle mais satisfatório da ferrugem asiática da soja, funcionando como importante ferramenta no manejo de resistência, além de proporcionar incremento no rendimento da cultura (JULIATTI et. al., 2016).

Em relação à AACPD da metade superior (Tabela 3), novamente o momento de entrada tardia resultou em maior média da doença (maior progresso da ferrugem), em relação aos demais momentos de entrada da primeira aplicação, especificamente quando se usou apenas fungicidas sítio específico ou a associação deste com Clorotalonil. Quando o sítio específico foi associado com Mancozebe, o tratamento onde a primeira aplicação foi realizada

de forma antecipada mostrou-se estatisticamente superior aos demais. Ribeiro et al (2016) relatam que a associação de fungicidas que tenham distintos mecanismos de ação aumenta a eficiência no controle, além de aumentar o espectro de ação do produto, garantindo, assim, um maior efeito residual e, dessa forma, reduzindo o risco do surgimento de populações do patógeno resistentes ao fungicida.

Tabela 3 – Área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática (AACPD), na metade superior das plantas de soja, submetidas a diferentes momentos de aplicação e diferentes produtos para controle de ferrugem asiática da soja.

Momentos de aplicação	Programas de controle		
	SE**	SE + Mancozebe	SE + Clorotalonil
Aplic. antecip.	116,9 Ca	92,3 Bb	100,2 Bb
Aplic. 1º sintomas	129,1 Ba	126,7 Aa	105,5 Bb
Aplic. tardia	145,6 Aa	131,9 Ab	133,2 Ab
C.V. 5,17%			

* Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

** SE= Sítio específico (p.a)= Protioconazol; Trifloxistrobina

Em relação às variáveis altura de inserção da primeira vagem (A.V), número de nós (NN) e número de vagens por plantas (NVP), não foi possível observar interação significativa entre os fatores momentos de aplicação e programas de fungicidas. Para nenhuma dessas variáveis foram observadas diferenças significativas entre os programas utilizados (Tabela 4), nem entre os momentos para a primeira aplicação (Tabela 5). Isso pode ser explicado pelo fato do máximo ganho, para essas variáveis, ter sido alcançado pelo uso do fungicida sítio específico isoladamente, uma vez que este é capaz de proporcionar ganhos, por exemplo, na massa de 100 grãos (PASQUA, PERIRA, FRANCESCHI, 2015). Assim, a associação de um multissítio não proporcionou aumentos dessas variáveis em relação a esse tratamento.

Tabela 4- Altura de inserção da 1º vagem (AV) (cm); Número de nós (NN); Número de vagens por plantas (NVN); Massa de Mil Grãos (g) de plantas de soja, submetidas a diferentes produtos de aplicação para controle de ferrugem asiática da soja.

Programas de controle	AV	NN	NVP	MMS
S.E*	16,2 ^{ns}	33,7 ^{ns}	66,7 ^{ns}	150,8 ^{ns}
S.E + Mancozeb	16,2	33,8	68,0	153,1
S.E+Clorotalonil	16,0	34,2	66,1	151,5
C.V %	4,6	6,0	10,8	2,2

ns - não significativo

* SE= Sítio específico (p.a)= Protiocoazol; Trifloxistrobina

Tabela 5- Altura de inserção da 1º vagem (A.V) (cm); Número de nós (NN); Número de vagens de plantas (NVN); Massa de Mil Grãos (g) de plantas de soja. submetidas a diferentes momentos de aplicação para controle de ferrugem asiática da soja.

Momentos de aplicação	AV	NN	NVP	MMS
Antecipada	16,2 ^{ns}	33,1 ^{ns}	64,8 ^{ns}	150,8 ^{ns}
1º sintomas	16,0	33,8	68,0	153,1
Atrasada	16,3	34,7	69,0	151,5
C.V %	4,6	11,8	10,8	2,2

ns-não significativo

* SE= Sítio específico (p.a)= Protiocoazol; Trifloxistrobina

Ao verificar o efeito dos tratamentos sobre a variável produtividade, é possível observar interação significativa entre os fatores momentos de aplicação e programas de fungicidas (Tabela 6). Quando a aplicação foi realizada de forma antecipada, a adição de qualquer um dos dois fungicidas multissítio proporcionou um aumento da produtividade. Por outro lado, quando a aplicação ocorreu no aparecimento dos primeiros sintomas ou tardiamente, a adição de multissítio ao sítio específico não proporcionou aumentos significativos dessa variável. Este resultado ratifica os resultados obtidos por Kotz (2016), o qual observou que, quando realizadas aplicações de fungicidas com adição de produtos multissítio tardiamente, não há interferência sobre a produtividade. Esse fato pode ser devido à associação desse fungicida multissítio ter ocorrido a uma molécula mais nova, para a qual o fungo ainda não apresenta resistência, então, a expressão sobre a produtividade será mais baixa (TESTON, MADALOSSO, FAVERO, 2016).

Tabela 6: Produtividade (Kg.ha^{-1}) de soja, submetida a diferentes momentos de aplicação e diferentes produtos para controle de ferrugem asiática da soja.

Momentos de aplicação	Programas de controle		
	SE**	SE + Mancozebe	SE + Clorotalonil
Aplic. antecip.	4282,4 Bb*	5054,4 Aa	4948,5 Aa
Aplic. 1º sintomas	4909,6 Aa	4764,7 Aa	4544,1 Aa
Aplic. Tardia	3632,3 Ca	3702,9 Ba	3930,1 Ba
C.V. 7,8%			

* Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

** SE= Sitio específico (p.a)= Protioconazol; Trifloxistrobina

Quando observados os diferentes momentos para aplicação, sempre a aplicação realizada tardiamente apresentou as menores produtividades, diferindo significativamente dos demais momentos de aplicação (Tabela 6). Atrasos para a primeira aplicação, depois do estabelecimento da doença, em níveis bastante altos, resulta em perdas significativas de produtividade (LEVY, 2005).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As aplicações tardias de fungicidas sítio específico, associado ou não a diferentes multissítios, resultaram em maiores severidade da ferrugem asiática da soja, tanto na metade inferior quanto na superior das plantas, além de perdas significativas de produtividade. As aplicações antecipadas e nos primeiros sintomas, com a associação do fungicida, diminuem essa severidade.

As maiores médias de produtividade em relação aos momentos de aplicação, foram obtidas quando realizadas aplicações antecipadas adicionando-se um dos dois fungicidas multissítio. Aplicações tardias resultaram nas menores médias de produtividade.

Em relação aos componentes de rendimento analisados, não houve efeitos significativos dos diferentes momentos para a primeira aplicação de fungicida nem entre os programas de controle testados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. M. R. et al. Doenças da Soja. In: KIMATI et al. **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. Volume 2: Quarta edição. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. Cap.64, p. 569-588.
- BALARDIN, R.S. **Doenças da soja**. Santa Maria: Ed. Autor, 2002. 107p.
- BLACK, R. J. **Complexo soja**: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). Soja: tecnologia de produção II. Piracicaba: ESALQ, p.1- 18, 2000
- BONATO, E.R. et al. Desempenho de cultivares de soja em três épocas de semeadura, no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.6, p.879-884, 1998.
- BONETTI, L. P. **Distribuição da soja no mundo**: origem, história e distribuição. In : MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). A soja no Brasil. Campinas : ITAL, p. 1-6, 1981.
- BUZZELL, R.I.; WELACKY, T.W.; ANDERSON, T.R. Soybean cultivar reaction and row width effect on Sclerotinia stem rot. **Canadian Journal of Plant Science**, v.73, p.1169-1175, 1993
- CHUNG, G.; SINGH, R.J. Broadening the Genetic Base of Soybean: A Multidisciplinary Approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 27, n.5, p. 295-341, 2008.
- COSTAMILAN, A. M.; SOARES, R. M.; ALMEIDA, A. M. R. Avaliação de resistência de genótipos de soja à ferrugem. In: ALMEIDA, A. M. R. et al., **XXXIV Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul Pelotas - 25 a 27 de julho de 2006 - ATA E RESUMOS**, Pelotas, 2006. Ed.1. 342p. p.281-282.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.
- FEDERIZZI, L. C. A soja como fator de competitividade no Mercosul: histórico, produção e perspectivas futuras. **PRIMEIRAS JORNADAS DE ECONOMIA REGIONAL COMPARADA**, v. 1, 2005.
- 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-GO, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.
- GODOY C. V. et. al. **Eficiência de fungicidas multissítios no controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2017/18**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja 2018 p 6, 2018 Circular Técnica, 144
- GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2015a. 6p. Circular Técnica, 111

GODOY, C.; UTIAMADA, C; SILVA, L.H.; SIQUERI, F. Ensaio de fungicida realizados na safra 2009/10 para avaliar a ação de misturas triazóis e estrobilurinas frente à ferrugem asiática da soja. **Revista Cultivar Grandes Culturas**.v. 34, p. 055-056. 2010.

HEIFFIG, L.S. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max (L) Merrill*) em diferentes arranjos espaciais..** Tese (Mestrado). ESALQ. Piracicaba, 2002

HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M.S.; MARQUES, L.A.; PEDROSO, D.B.; PIEDADE, S.M.S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais, **Campinas**, v.65, n.2, p.285-295, 2006.

JULIATTI, F. C. et al. Fungicidas protetores, aplicados de forma isolada, no controle de ferrugem asiática e oídio na cultura da soja, safra 2015-2016. In: JUNIOR, A. A. B. et al. **Resumos Expandidos da XXXV Reunião de Pesquisa da Soja**. Londrina: Embrapa, p.113-115. 2016.

KOGA, L. J. **Ferrugem Asiática da Soja: Resistência, Controle Químico e Tolerância**. 2008. 92 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2008.

KOTZ. J. E. S. **Efeito da aplicação de fungicida protetor multissítio em diferentes épocas na cultura da soja**. 2016

LEVY, C. Epidemiology and chemical control of soybean rust in southern Africa. **Plant Disease** v. 89, p. 669-674, 2005.

LIMA FILHO, R. R; AGUIAR, G. A. M; TORRES JUNIOR, A. M. MATOPIBA: a última fronteira agrícola. **Revista Agroanalysis**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, mai. 2013.

MADALOSSO, M. G. Momento de aplicação do fungicida. **Phytus Técnica**. Santa Maria. ed.06. Fev. 2015.

MADALOSSO, M. G. et al. Cultivares, espaçamento entrelinhas e programas de aplicação de fungicidas no controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow em soja. **Ciência Rural**, v. 40, n. 11, p. 2256-2251, 2010.

MENEGHETTI, R. C. et al. Avaliação da Ativação de Defesa em Soja contra *Phakopsora pachyrhizi* em Condições Controladas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 823-829, jul./ago., 2010

MONDINI, M. L; VIEIRA, C. P.; CAMBRAIA, L. A. Época de semeadura: um importante fator que afeta a produtividade da cultura da soja. **Embrapa Agropecuária Oeste- Documentos (INFOTECA-E)**, 2001.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. Épocas de semeadura da soja. I. Efeitos na produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, p.1187-98, 1983.

NAVARINI, L. **Resposta de cultivares de soja ao controle químico de ferrugem asiática**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

PEIXOTO, C.P.; CAMARA G.M.S.; MARTINS, M.C.; MARCHIORI, L.F.S. Efeitos de épocas de semeadura e densidade de plantas sobre a produtividade de cultivares de soja no Estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.77, n. 2, p.265-291, 2002.

REIS, E. M. et al. Ferrugem Asiática. In: REIS, Erlei Melo; CASA, Ricardo Trezzi. **Doenças da Soja**. Passo Fundo: Berthier, 2012. Cap.3 p.69-101

REIS, E. M.; LIMA NETO, V. C.; GODOY, C. V.; ROSA, C. T; CASTANHO, H. E. Controle químico da ferrugem asiática da soja na região sul do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n.3, p. 25, 2007.

RIBEIRO, A. L. de P.; COSTA, E. C. Desfolhamento em estádios de desenvolvimento da soja, cultivar BR 16, no rendimento de grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.5, p.767-771, 2000

RIBEIRO, F. de C. et al. Fungicidas aplicados na cultura da soja visando o controle da ferrugem asiática no estado do Tocantins. **Revista cultivando o saber**, Volume 9 - nº2, p. 198 a 209, 2016

RODRIGUES, O. et al. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2001, v. 36, n. 3, pp. 431-437.

ROESE, A. D; MELO, C. L. P.; GOULART, A. C. P. Espaçamento entre linhas e severidade da ferrugem-asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 4, p. 300-305, 2012.

RUPE, J.; SCONYERS, L. Ferrugem asiática da soja, Ferrugem da soja. Portuguese translation by Rubens Cherubini Alves and Emerson M. Del Ponte, 2008. **The Plant Health Instructor**. 2008

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

SOARES, R.M.; Lonien, G. Efeito do espaçamento entrelinhas no desenvolvimento e controle da ferrugem da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.32, supl., p.S256-S256, 2007.

SOARES, R. M; RUBIN, S. A. L; WIELEWICKI, A. P; OZELAME, J. G. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Cienc. Rural [online]**. 2004, vol.34, n.4,

TESTON, R.; MADALOSSO, T.; FAVERO, F. Eficiência de controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em função da aplicação de diferente fungicidas multissítio associado a produtos sítioespecífico na soja In: JUNIOR, A. A. B. et al. **Resumos Expandidos da XXXV Reunião de Pesquisa da Soja**. Londrina: Embrapa, p.137-140. 2016

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. Desenvolvimento da planta de soja e o potencial de rendimento de grãos. In: THOMAS A. L.; COSTA, J. A. **Soja: Manejo para Alta Produtividade de Grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. cap.1, p.13-33.

TOURINO, M. C.; REZENDE, P. M. de; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, ago. 2002

YANG, X. B.; DOWLER, W. M.; TSCHANZ, A. T. A simulation model for assessing soybean rust epidemics. **Journal of Phytopathology**. v.133, p.187-200, 1991.

YORINORI, J. T.; LAZZAROTTO, J. J. **Situação da Ferrugem Asiática da Soja no Brasil e na América do Sul**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 27p. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.236).

YORINORI, J.T., WILFRIDO, M.P. **Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow**. Londrina : Embrapa, 2002. (Folder)

ZAMBOLIM, L.; VENÂNCIO, W. S.; OLIVEIRA, H. F. **Manejo de Resistência de Fungos a Fungicidas**. Viçosa, MG : UFV, DEP, 2007. 168p