



Marlova Hass

**EFEITO DE HORÁRIOS DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA NO  
CONTROLE DE *PHAKOPSORAPACHYRHIZI* NA CULTURA DA SOJA**

Dissertação de Mestrado

Cruz Alta – RS, 2017

Marlova Hass

**EFEITO DE HORÁRIOS DE APLICAÇÃO FUNGICIDA NO  
CONTROLE DA *PHAKOPSORAPACHYRHIZI* NA CULTURA DA SOJA**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural, da Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Rural.

Orientador: Prof. Dr. Jackson Ermani Fiorin

Cruz Alta - RS, Março 2017

Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ  
Centro de Ciências da Saúde e Agrárias  
Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural

**EFEITO DE HORÁRIOS DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO  
CONTROLE DA *PHAKOPSORAPACHYRHIZI* NA CULTURA DA SOJA**

Elaborado por

Marlova Hass

Como requisito parcial para obtenção do grau  
de Mestre em Desenvolvimento Rural.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jackson Ernani Fiorin \_\_\_\_\_ UNICRUZ  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Juliane Nicolodi Camera \_\_\_\_\_ UNICRUZ  
Dr<sup>a</sup>. Caroline Wesp Guterres \_\_\_\_\_ CCGL TEC

Cruz Alta - RS, 13 de março de 2017

## **AGRADECIMENTOS**

É difícil agradecer todas as pessoas que de algum modo, nos momentos serenos e ou apreensivos, fizeram ou fazem parte da minha vida, por isso primeiramente agradeço à todos de coração.

Agradeço aos técnicos de pesquisa da CCGL, Tiago Wyzykowski e Márcio Joel Royer, pela ajuda na formação e condução das parcelas na área experimental.

Agradeço a minha família, mãe, irmão por estarem sempre ao meu lado encorajando-me e me enchendo me energias positivas para que eu nunca desistisse de acreditar que fosse capaz.

Agradeço ao meu orientador, o Professor Dr. Jackson Ernani Fiorin, pelo profissionalismo, paciência e boa vontade, sem o seu apoio nada disso se tornaria possível. Agradeço também a professora Dra. Juliane Nicolodi Camera, pela orientação, determinação, boa vontade e prontidão com a qual sempre me atendeu.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

O275e

Hass, Marlova

Efeito de horários de aplicação de fungicida no controle de phakopsorapachyrhizi na cultura da soja/ Marlova Hass. – 2017. 41f.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Cruz Alta–UNICRUZ  
Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural.  
Orientadora: Prof. Dr. Jackson Ernani Fiorin.

1. Ferrugem asiática - soja. 2. Soja. 3. Fungicida - soja. I. Fiorin, Jackson Ernani. II. Título.

CDU 633.34(816.5)

Catálogo na fonte: Bibliotecária Eliane C. Reck da Rosa CRB-10/2404.

## RESUMO

### EFEITO DE HORÁRIOS DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA *PHAKOPSORAPACHYRHIZI* NA CULTURA DA SOJA

Autora: Marlova Hass

Orientador: Prof. Dr. Jackson Ermani Fiorin

A ferrugem asiática da soja, causada por *Phakopsora pachyrhizi*, é a doença mais destrutiva da cultura, podendo causar grandes danos. O trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes horários de aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática. Os experimentos foram realizados na safra 2015/2016 na área experimental da CCGL Tecnologia, no município de Cruz Alta-RS. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram realizados dois estudos, no estudo 1, foram realizadas duas aplicações de fungicidas, a primeira aplicação foi realizada no dia 01 de fevereiro de 2016, no horário das 9 horas, a segunda aplicação de fungicida foi realizada 16 dias após a primeira, em seis horários, 6h, 9h, 12h, 15h, 18h e 21 horas, e a testemunha sem fungicida. No Estudo 2, foram realizadas a primeira e a segunda aplicação iguais ao Estudo 1, porém neste estudo foi feita uma terceira aplicação de fungicida aos 27 dias após a segunda aplicação, nos seis diferentes horários. No estudo 1, os melhores resultados obtidos no controle da doença (menor severidade) foram nas aplicações realizadas às 6, 9, 12, 15, e 21 horas. Já no estudo 2, a aplicação de fungicida no horário das 21h, não diferiu da aplicação no horário das 6h, 9h, e 12h, onde a severidade da doença foi menor às 21h, devido ao favorecimento das condições climáticas para a aplicação de fungicidas. Aplicações de fungicidas para o manejo da ferrugem asiática da soja realizadas no horário das 6 horas, as 12 horas e às 21 horas, apresentaram maior eficácia no controle da ferrugem asiática da soja.

Palavras-chave: Ferrugem asiática. Tecnologia de aplicação. Temperatura. Umidade.

## ABSTRACT

### EFFECT OF HOURS OF APPLICATION OF FUNGICIDES IN THE CONTROL OF PHAKOPSORAPACHYRHIZI IN SOYBEAN CULTURE

Author: Marlova Hass

Advisor: Prof. Dr. Jackson Ernani Fiorin

Asian soybean rust, caused by *Phakopsora pachyrhizi* is the most destructive disease of the crop, and can cause great damage. The objective of this work was to evaluate the influence of different application time moments for fungicides on the control of Asian rust. The experiments were carried out in the 2015/2016 crop in the experimental area of CCGL Technology, in Cruz Alta-RS. The experimental design was a randomized block design, with four replications. Two studies were carried out, in study 1 two applications of fungicides were carried out, the first application was performed on February 1, 2016, at 9 o'clock, the second application of fungicide was performed 16 days after the first, in six 6h, 9h, 12h, 15h, 18h and 21h, and the control without fungicide. In Study 2, the first and second applications were the same as Study 1, but in this study a third fungicide application was made at 27 days after the second application, at the six different times. In study 1, the best results obtained in the control of the disease were in the applications performed at 6, 9, 12, 15, and 21 hours. In study 2, the application of fungicide in the hours of 21h, did not differ from the application in the schedule of 12h, where the severity of the disease was lower, due to the favorable climatic conditions for the application of fungicides. The spraying time moments interfere in the effectiveness of applying soybean fungicides. Spraying of fungicides for the management of Asian soybean rust from 6 am to 12 noon showed a greater efficiency in the control of soybean Asian rust.

Key words: Asian rust. Application technology. Temperature. Humidity.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 - Precipitação pluviométrica diária e acumulada no período experimental da pesquisa .....	26
Figura 2 - Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja.....	29



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tratamentos, datas e horários das aplicações de fungicidas dos Estudos 1 e 2, na cultivar de soja TEC IRGA 6070 RR. Cruz Alta, 2016 .....	27
Tabela 2 - Condições atmosféricas durante cada horário das aplicações dos tratamentos fitossanitários. TEC IRGA 6070 RR Cruz Alta- RS, 2016 .....	28
Tabela 3 - Severidade, peso de cem sementes (PCS) e produtividade de grãos da soja em resposta aos horários de aplicação de fungicida com 02 tratamentos (Estudo 1). Cruz Alta, RS, 2015/2016 .....	30
Tabela 4 - Severidade, peso de cem sementes (PCS) e produtividade de grãos da soja em resposta aos horários de aplicação de fungicida com 03 tratamentos (Estudo 2). Cruz Alta, RS, 2015/2016 .....	31

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	09
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	11
<b>2.1 A Cultura da Soja</b> .....	11
2.1.1 A Soja no Mundo.....	11
2.1.2 A Soja no Brasil.....	12
2.1.3 A Soja no RS .....	15
<b>2.2 Ferrugem Asiática</b> .....	16
2.2.1 Importância da Doença.....	16
2.2.2 Etiologia .....	17
2.2.3 Sintomas .....	17
2.2.4 Controle .....	18
<b>2.3 Tecnologia de Aplicação de Fungicida</b> .....	19
2.3.1 Horário de Aplicação de Fungicida .....	21
2.3.2 Tecnologia de Aplicação de Fungicida e o Desenvolvimento Rural.....	23
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
<b>3.1 Avaliações</b> .....	28
3.1.1 Severidade da Doença .....	28
3.1.2 Produtividade e Peso de Cem Sementes.....	29
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	30
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	34
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	35
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

A soja é uma das culturas que vem garantindo a sustentabilidade econômica da atividade agrícola no Brasil, sua área de cultivo aumenta ano após ano, além de apresentar grande importância social e econômica provendo mais de 64% do suprimento global de farelo de oleaginosas (SILVA *et al.*, 2009). Introduzida no Brasil no ano de 1882 na Bahia, mas foi em 1914 no município de Santa Rosa, RS, que a cultura teve seu primeiro registro de cultivo. Em 1949, com produção de 25 mil toneladas, o Brasil pela primeira vez, foi reconhecido como produtor de soja nas estatísticas internacionais (EMBRAPA, 2004). A demanda por soja encontra-se em franca expansão em todo o mundo e no Brasil não poderia ser diferente. O quarto levantamento da safra 2016/17 aponta um crescimento na área plantada de 1,6% comparado com o plantio ocorrido na safra anterior. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017), a perspectiva é de que o consumo da soja em grão atinja 54,3 milhões de toneladas no Brasil em 2024/2025, o que significa um crescimento de 2,7% ao ano.

O Brasil é o segundo maior produtor dessa cultura, dentre os aspectos que interferem na produtividade, destacam-se as doenças. Aproximadamente quarenta doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus já foram identificadas atacando esta cultura no Brasil. Esse número continua aumentando pela expansão e pelo monocultivo desta cultura. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20%, porém algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100% (EMBRAPA, 2010).

Dentre as doenças ocorrentes, destaca-se a ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow, uma das doenças mais severas que incidem na cultura da soja com danos que variam de 10% a 90%, nas diversas regiões geográficas em que ocorre. Os sintomas da ferrugem podem ser confundidos com sintomas de outras doenças da cultura da soja, como cretamento bacteriano, pústula bacteriana e sintomas iniciais de mancha parda, assim, é necessária muita atenção no seu diagnóstico no início dos sintomas (FUMIKO, 2013).

Segundo EMBRAPA (2011), os sintomas iniciais da doença são pequenas lesões foliares, de coloração castanha a marrom-escuro. Na face inferior da folha, podem-se observar urédias, que são estruturas que produzem os esporos (uredósporos). Em situação de alta severidade da doença ocorre amarelecimento seguido de perda, queda, das folhas atacadas. O

amarelecimento geral da folhagem com intensa desfolha é o estágio final de uma epidemia de ferrugem da soja numa lavoura, que compromete a formação, o enchimento das vagens e o peso final do grão (REIS; BRESOLIN; CARMONA, 2006).

Dessa forma a busca de melhores resultados no controle da ferrugem asiática na soja, para que cessem ou amenizem os prejuízos aos produtores e ao País, está a necessidade de controle químico aliado a tecnologia de aplicação. Esta prática não é somente aplicar o produto, mas sim, interagir com vários fatores, como a cultura, a doença, o produto, o equipamento e o ambiente. Leiva (2010) afirma que em pulverizações de fungicidas para o controle da ferrugem asiática na soja, devem-se adotar técnicas de aplicação que promovam adequada cobertura do dossel da planta, com especial atenção às folhas do terço inferior das plantas. Segundo o autor, o sucesso na aplicação do tratamento fitossanitário depende da escolha correta da dose e do produto a ser utilizado e a escolha do momento oportuno para o controle e a qualidade de aplicação. Em tecnologia de aplicação, os fatores do ambiente podem auxiliar ou prejudicar a deposição dos produtos fitossanitários, sobre os seus alvos no momento da pulverização (BOLLER; FERREIRA; COSTA, 2011).

O trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes horários de aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática na cultura da soja.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A Cultura da Soja

A soja (*Glycine max* Merrill) é uma planta herbácea, leguminosa, pertencente à família Fabaceae e apresenta ciclo anual. A altura da planta pode variar de 0,35 a 2,0 m, com ciclo de 80 dias nas cultivares hiperprecoces a 200 dias nas cultivares mais tardias (SEDIYAMA *et al.*, 1993).

É a espécie agrícola que mais cresceu nas últimas três décadas. A expansão das fronteiras de plantio e a busca pelo aumento progressivo da produtividade têm gerado desafios e alterações profundas na pressão de doenças e na relação entre fungos e aplicação de fungicidas na cultura da soja, fatores que exigem atenção redobrada para garantir a sustentabilidade no controle químico (MADALOSSO, 2013).

#### 2.1.1 A Soja no Mundo

A soja é uma das principais *commodities* produzidas mundialmente e faz parte do conjunto de atividades agrícolas com maior destaque no mercado mundial. Por ter uma importância considerável globalmente, a sua demanda é de grande relevância no mercado internacional. A dinâmica do mercado de soja é dividida em países produtores-exportadores e países consumidores-importadores.

A produção mundial desta cultura concentra-se em três países: Estados Unidos, Brasil e Argentina. Os outros quatro países que se destacam na produção mundial são: China, Índia, Paraguai e Canadá, juntos esses sete países, representam cerca de 95% da produção mundial da oleaginosa, segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). O Departamento de Agricultura Americano divulgou no mês de novembro de 2016, o quadro de oferta e demanda mundial, para a safra 2016/2017, e estima-se que a produção mundial de soja para a safra 2016/2017 será de 336,09 milhões de toneladas.

A estimativa USDA é de que o Brasil continue como o segundo maior produtor de soja do mundo, com 102 milhões de toneladas de soja em grãos. Para a Argentina, o USDA avalia que a safra 2016/2017 seja de 57 milhões de toneladas, e tenha um aumento de apenas 200 mil toneladas (0,35%) em relação à estimada na safra 2015/2016.

A demanda brasileira desta cultura vem se elevando nos últimos anos. Segundo Chiappa (2001), cinco fatores têm sido responsáveis por esta elevação no mundo, e,

consequentemente, no Brasil: 1) o aumento da renda per capita; 2) crescimento econômico acompanhado de uma maior distribuição do produto; 3) crescimento econômico chinês e indiano; 4) abertura econômica de países até então “fechado” do ponto de vista comercial; 5) aumento da facilidade em investir em empresas dos mais diferentes países.

As exportações brasileiras do complexo-soja, segundo a ABIOVE (2017), deverão totalizar 57 milhões de toneladas em 2016, e a expectativa de esmagamento é de 41 milhões de toneladas. A previsão de produção de farelo foi mantida em 31,1 milhões de toneladas, enquanto a de óleo permaneceu em 8,1 milhões de toneladas. A China é o maior importador de soja no mundo, responsável por 63,13% de todas as importações mundiais, e na safra 2016/17 dos Estados Unidos, a China comprou 1,24 milhão de toneladas. Em segundo lugar, muito distante, vem a União Europeia com 9,54% das importações mundiais (CONAB, 2016).

O mercado de farelo de soja esteve aquecido com venda de 139,20 mil toneladas, sendo os principais compradores: México (48,0 mil t), Canadá (26,8 mil t), destinos não revelados (26,8 mil t), Colômbia (15,5 mil t) e Filipinas (5,7 mil t). Para 2017/18, os EUA comercializaram 500 t com o Canadá. O resultado somado de ambas as safras (144,20 mil t) ficou dentro do esperado por analistas ouvidos pela Dow Jones Newswires, que previam algo entre 125 mil e 275 mil toneladas (REVISTA ISTO É, 2016).

### 2.1.2 A Soja no Brasil

A partir da década de 1960, impulsionada pela política de subsídios ao trigo, visando autossuficiência que a soja se estabeleceu como cultura economicamente importante para o Brasil. Nessa década, a sua produção multiplicou-se por cinco passando de 206 mil (ton) em 1960 para 1.056 milhões de (ton), em 1969, sendo que 98% desse volume eram produzidos nos três estados da Região Sul. Essa concentração da produção é explicada pelo fato de ser o único espaço possível para o plantio de soja no país, até os anos de 1970 por se tratar de um cultivo de climas temperados e subtropicais (EMBRAPA, 2004).

O crescimento da cultura da soja no país esteve sempre associado aos avanços científicos com a devida disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. A mecanização e a criação de cultivo altamente produtivo, adaptados às diversas regiões e o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo de solos, ao manejo de adubação e calagem, manejo de pragas e doenças, além da identificação e solução para os principais fatores

responsáveis por perdas no processo de colheita, tornaram-se fatores propulsores desse avanço (FREITAS, 2011).

No cerrado, o cultivo da soja tornou-se possível graças aos resultados obtidos pelas pesquisas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em parceria com produtores, indústrias e centros privados de pesquisa (MAPA, 2017).

Nos anos 80 a soja liderou a implantação de uma nova civilização no Brasil Central - principalmente nos estados de Goiás e Mato Grosso - levando o progresso e o desenvolvimento para regiões despovoadas e desvalorizadas (FREITAS, 2011). A expansão continuou em novos territórios do bioma Cerrado estabelecendo uma nova fronteira agrícola chamada de MATOPIBA - Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, no Norte e Nordeste do país.

Apesar das condições edafoclimáticas ideais para o cultivo da soja, o crescimento contínuo da área cultivada na região enfrentou desafios como o avanço em logística para o transporte do grão, e, além disso, impasses na questão ambiental, na qual o código florestal tenta reduzir o desmatamento na região (FREITAS, 2011). Após, nas regiões Nordeste e Norte do país, mais precisamente nos anos de 2013 a 2015, com picos de crescimento de Julho à Agosto houvera um crescimento considerável em matéria de valores aportados em financiamentos (Pronaf e Pronamp) em milhões de toneladas (CONAB, 2016).

O cultivo da soja no Brasil se orienta por padrão ambientalmente responsável, ou seja, com o uso de práticas de agricultura sustentável como o sistema integração-lavoura-pecuária e a utilização da técnica do plantio direto. São técnicas que permitem o uso intensivo da terra e com menor impacto ambiental, o que reduz a pressão pela abertura de novas áreas e contribui para a preservação do meio ambiente (MAPA, 2017).

Dall'agnol (2000) afirma que a soja foi a grande responsável pelo surgimento da agricultura comercial brasileira, acelerando a mecanização das lavouras. A soja modernizou o transporte, expandiu a fronteira agrícola, colaborou para a tecnicidade e produção de outras culturas, além de patrocinar o desenvolvimento da avicultura e da suinocultura brasileira. A geração de tecnologias contribuiu para que o Brasil aumentasse sua produção de soja, passando a ocupar o segundo lugar entre os maiores produtores de soja no mundo.

A revolução socioeconômica e tecnológica protagonizada pela soja no Brasil moderno pode ser comparada ao fenômeno ocorrido com a cana de açúcar, no Brasil Colônia e com o café, no Brasil Império/República (NUNES, 2016).

Abrindo fronteiras e semeando cidades, a soja liderou a implantação de uma nova civilização no Brasil Central levando o progresso e o desenvolvimento para uma região

despovoada e desvalorizada fazendo brotar cidades no vazio dos Cerrados e transformando os pequenos conglomerados urbanos existentes em metrópoles.

Segundo Nunes (2016), o explosivo crescimento da produção de soja no Brasil de quase 260 vezes no transcorrer de apenas quatro décadas determinou uma cadeia de mudanças sem precedentes na história do País. Foi a soja, inicialmente, auxiliada pelo trigo, a grande responsável pelo surgimento da agricultura comercial no Brasil. Ela também apoiou ou foi a grande responsável pela aceleração da mecanização das lavouras brasileiras, pela modernização do sistema de transportes, pela expansão da fronteira agrícola, pela profissionalização e pelo incremento do comércio internacional. Fora, também, responsável pela modificação e pelo enriquecimento da dieta alimentar dos brasileiros, pela aceleração da urbanização do país, pela interiorização da população brasileira (excessivamente concentrada no Sul, Sudeste e litoral do Norte e Nordeste), pela tecnificação de outras culturas (destacadamente a do milho), bem como impulsionou e interiorizou a agroindústria nacional, patrocinando a expansão da avicultura e da suinocultura brasileiras.

O cenário otimista de um país que tem para onde e como alavancar a sua produção, pode projetar um salto produtivo na cultura de mais de 40% até 2020, enquanto que nos Estados Unidos, atualmente, o maior produtor mundial, o crescimento no mesmo período deverá ser no máximo de 15. Com essa projeção o Brasil atingirá a produção de mais de 105 milhões de toneladas, quando será isoladamente o maior produtor mundial dessa *commodity* (VENCATO *et al.*, 2010).

A soja é a cultura agrícola brasileira que mais cresceu nas últimas décadas e corresponde a 49% da área plantada em grãos do país. O aumento da produtividade está associado aos avanços tecnológicos, ao manejo e eficiência dos produtores. O terceiro levantamento da safra brasileira de grão 2016/2017 aponta para um crescimento na área plantada de 2%, comparada ao plantio da safra anterior. Na Região Sul é esperada uma redução na área plantada de 1,5% em relação ao ocorrido no exercício anterior, atingindo 11.370,3 mil hectares, contra 11.545,4 mil hectares da temporada passada. O somatório das expectativas para a temporada 2016/2017 indica, para a oleaginosa, uma continuada tendência de crescimento da área plantada, atingindo 33.903,4 mil hectares, com uma expectativa de produção em torno de 102.446,6 mil toneladas (CONAB, 2016).

Os Estados de Mato Grosso, MT; Paraná, PR; Rio Grande do Sul, RS; Goiás, Go e Mato Grosso do Sul, MS, são responsáveis por 75,59% da safra brasileira de grãos. O



chamado MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) deve produzir aproximadamente 11,62% da safra total (CONAB, 2016).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), a previsão para a produção de soja no Brasil em 2016/2017 está em 101,3 milhões de toneladas, estimativa divulgada pela associação em outubro de 2016.

A importância do complexo de soja para o Brasil pode ser dimensionada tanto pelo impressionante crescimento da produção desta leguminosa quanto pela arrecadação com as exportações de soja em grão e derivados (óleo e farelo de soja). A soja por ser fonte de proteínas inesgotáveis na alimentação humana e de grande parte dos animais que produzem carne, leite e ovos, oferece hoje uma variedade de produtos. Trata-se de uma cadeia produtiva bastante abrangente, pois animais criados com rações produzidas a partir do farelo de soja oferecem outros subprodutos que vão afiançar outras áreas de economia, como o setor de couro, o de fertilizantes orgânicos e outros (ROESSIN; SANCHES; MICHELLON; 2005).

A soja também se constitui em alternativa para a fabricação de biodiesel, combustível capaz de reduzir em 78% a emissão de gases causadores do efeito estufa na atmosfera. A previsão da taxa de crescimento anual de produção de soja é de 2,43% até 2019, próxima da taxa mundial estimada em 2,56% para os próximos dez anos. Estima-se a produção de 80,9 milhões de toneladas (MAPA, 2017).

### 2.1.3 A Soja no RS

No Brasil, o primeiro relato sobre o surgimento da soja através de seu cultivo é de 1882, no estado da Bahia (BLACK, 2000). Em seguida foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo, e somente em 1914, a soja foi introduzida no Estado do Rio Grande do Sul, sendo este por fim, o lugar onde as variedades trazidas dos Estados Unidos, melhor se adaptaram às condições edafoclimáticas, principalmente em relação ao fotoperíodo (BONETTI, 1981).

O primeiro registro de cultivo de soja no Brasil, em 1914, no Rio Grande do Sul foi no município de Santa Rosa. Mas somente a partir dos anos de 1940 que adquiriu alguma importância econômica, merecendo o primeiro registro estatístico nacional em 1941, no Anuário Agrícola do Rio Grande do Sul: área cultivada de 640 hectares, produção de 450 toneladas (ton) e rendimento de 700 kg ha<sup>-1</sup>. Nesse mesmo ano instalou-se a primeira indústria processadora de soja do País (Santa Rosa, Rio Grande do Sul) e, em 1949, com produção de

25000 toneladas, o Brasil figurou pela primeira vez, como produtor de soja, nas estatísticas internacionais (EMBRAPA, 2004). Mas o grande impulso ao cultivo da soja, se originou na sucessão “trigo-soja”, adotada no Rio Grande do Sul na década de 60, época em que a política governamental estimulou a expansão da cultura do trigo.

Segundo a CONAB (2016), o Rio Grande do sul é o terceiro produtor brasileiro de soja, com produção de 16,201 milhões de toneladas em área plantada de 5,455 milhões de hectares com produtividade de 2970 kg ha<sup>-1</sup>, na safra 2015/2016.

## 2.2 Ferrugem Asiática

### 2.2.1 Importância da Doença

A Ferrugem asiática é a principal doença que atinge a cultura da soja no Brasil. Ao nível de propriedade frequentemente, atingiu níveis de perda total pela inviabilidade da colheita. A ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow&Sydowfoi descrita pela primeira vez no Japão, em 1902 (HENNING, 1903), sendo que em 1914 já havia se disseminado para diversos países do sudeste da Ásia.

No ano de 2002 a doença foi relatada no Brasil (YORINORI *et al.*, 2002) e na Argentina (ROSSI, 2003). No Brasil, a doença foi encontrada no final da safra de 2000/2001, no estado do Paraná, disseminando-se rapidamente para outros Estados do Brasil. Na safra 2002, a doença foi relatada nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo, e na safra 2003/04 ocorreu de forma generalizada, em quase todo o País, causando prejuízos consideráveis em várias regiões produtoras. É atualmente um dos maiores problemas da cultura na região dos Cerrados Brasileiros, especialmente em Mato Grosso, onde têm sido necessárias excessivas pulverizações de fungicidas para controlar a doença. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com exceção de Roraima, todos os Estados que possuem cultivo de soja já foram atingidos pela doença, envolvendo uma área de 22 milhões de hectares.

A ferrugem asiática da soja tem reduzido significativamente a produção de soja em diversas regiões produtoras do mundo, devido à alta virulência e a velocidade de distribuição do patógeno (BALARDIN; MENEGHETTI, DALLAGNOL, 2005). É uma doença que, sob condições climáticas favoráveis pode causar perda total da produção. Por ser causada por um

fungo facilmente disseminado pelo vento, exige vigilância, treinamento e capacitação contínuos na identificação precoce da doença.

### 2.2.2 Etiologia

A ferrugem asiática é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow (1914), este fungo pertence ao filo Basidiomycota, classe Basidiomycetes, ordem Uredinales e família Phakopsoraceae (REIS; CASA, 2012). Na fase teleomórfica, *P. pachyrhizi* apresenta teliosporos irregularmente distribuídos em camadas de 2 a 7 esporos que apresentam coloração amarelo ao pardo-claro, mas também podem ser hialinos, tendo espessura de 1.0 µm até 3.0 µm nos esporos mais externos da camada (REIS; BRESOLIN; CARMONA, 2006). Já na fase anamórfica, os uredosporos medem 15-24 x 18-34 µm e são ovóides, com paredes de 1.0 µm de espessura e densamente equinulados, aparentando coloração hialina, amarelos ou marrom-claros. A germinação deste fungo ocorre na faixa térmica de 7 e 28°C, com faixa ótima de 15 a 25°C (MARCHETTI; MELCHING; BROMFIELD, 1976).

O fungo *Phakopsora pachyrhizi* é um patógeno biotrófico, que sobrevive somente em tecidos vivos das plantas. Durante a entressafra, inóculos podem sobreviver em tigueras de plantas de soja, hospedeiros secundários, como kudzu e trevo, e em áreas de soja safrinha (CNPSO, 2010). A soja safrinha provavelmente é a principal forma de multiplicação do inóculo da ferrugem (REIS; CASA, 2012).

### 2.2.3 Sintomas

Os sintomas iniciais desta doença são pequenas lesões foliares de coloração castanha a marrom escura. Podem aparecer em qualquer estágio fenológico da cultura e em diferentes partes da planta, como cotilédones, folhas e hastes, sendo os sintomas foliares os mais característicos (ALMEIDA *et al.*, 2005). Sobre as lesões pode-se observar uma ou mais urédias, estas urédias rompem e liberam os uredinosporos. As lesões tendem para um formato angular e podem atingir 2 a 5 mm de diâmetro. As lesões estão frequentemente associadas ao amarelecimento foliar e, em altas densidades, resultam em desfolha prematura (SINCLAIR; HARTMAN, 1999).

São descritos na literatura dois tipos de sintomas da ferrugem: tipo Tan e RB, que se caracterizam por lesões com maior produção de esporos no primeiro, onde as pústulas são

amareladas, ocorrendo em material suscetível, e, no segundo, as lesões apresentam-se com ausência ou pequena produção de uredosporos e com coloração marrom-avermelhada, delimitada pelas nervuras da planta, ocorrendo em material com reação de resistência (FURLAN, 2005).

Os sintomas causados pela ferrugem asiática no seu estado inicial, são facilmente confundidos com outras doenças, como pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodispv. glycines*), crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoipv.glycinea*) e mancha parda (*Septoriaglycines*) (REIS; BRESOLIN; CARMONA, 2006).

As primeiras lesões, em geral são encontradas nas folhas baixas próximas ao solo quando as plantas se encontram no estágio fenológico próximo ou após florescimento (REIS; BRESOLIN; CARMONA, 2006). A desfolha precoce compromete a formação, o enchimento de vagens e o peso final do grão. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho do grão e, conseqüentemente, maior a perda de rendimento e de qualidade (YANG *et al.*, 1991). O monitoramento da doença em seus estágios iniciais é essencial para utilização eficiente do controle químico (EMBRAPA, 2004).

Balardin (2004) destaca que a infecção deste patógeno após o início da floração é mais comprometedora, pois sua severidade aumenta significativamente durante o estágio fenológico de enchimento das vagens, prejudicando, além do rendimento, também, o teor de proteínas dos grãos.

#### 2.2.4 Controle

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

O uso de fungicidas vem aumentando, sendo até a presente data a ferramenta mais importante para controlar o fungo e evitar reduções na produtividade, danos na produção e perdas ao produtor. Após a instalação da doença o controle por parte dos fungicidas acaba sendo prejudicado, já que não há produto com real efeito erradicante. As estrobilurinas e

carboxamidas atuam basicamente de forma preventiva, na germinação dos esporos, enquanto que os triazóis e benzimidazóis atuam de forma curativa, após a penetração nos tecidos e no crescimento micelial. O controle feito de forma preventiva propicia melhor desempenho dos fungicidas, o que resulta em maior residual e conseqüentemente, melhor controle de ferrugem (GUTERRES, 2017). Segundo a autora, o uso de fungicidas dos mesmos grupos químicos ao longo dos anos, tem acarretado em redução da sensibilidade do patógeno às moléculas já existentes. Uma das saídas para essa redução de sensibilidade é a aplicação de fungicidas que combinam mais de um grupo químico em sua composição. A associação de diferentes grupos químicos em um programa de manejo, com distintos modos de ação, como as carboxamidas + estrobilurinas, estrobilurinas + triazóis, carboxamidas + estrobilurinas + triazóis e a utilização de fungicidas protetores, contribuem tanto para o bom controle de doenças, como para a redução do risco de desenvolvimento de resistência do fungo aos fungicidas.

Os fungicidas do grupo químico dos triazóis são inibidores da biossíntese de ergosterol, que são componentes funcionais na manutenção da integridade da membrana, assim, estes fungicidas agem na formação e na seletividade da membrana plasmática. Já os fungicidas do grupo químico das estrobilurinas inibem a respiração mitocondrial, interferindo na formação de ATP, que é a energia vital para o crescimento dos fungos (REIS; FORCELINI; REIS, 2001). O grupo químico das carboxamidas exercem sua atividade inibitória na fosforilação da cadeia respiratória, interrompendo o transporte de elétrons atuando a partir da fosforilação oxidativa (ENCINAS, 2004).

Desde 2008, ingredientes ativos isolados não são recomendados em decorrência da seleção de populações do fungo menos sensíveis aos fungicidas do grupo químico triazóis, sendo recomendados somente misturas comerciais de fungicidas com diferentes mecanismos de ação. Fungicidas com ação multissítio tem se mostrado importante ferramenta para evitar resistência e reduzir prejuízos com a ferrugem asiática na soja. Koslovski (2016) explica que os fungicidas multissítios diminuem a pressão de seleção para resistência dos fungos, ajuda no processo de controle da doença, atuando em diversas enzimas do fungo, garantindo uma melhor eficácia. No entanto, os protetores devem ser utilizados em conjunto com fungicidas “essa é uma tecnologia que não vem para substituir os fungicidas específicos, eles continuam sendo usados, porém, recebem o reforço do multissítio” (FORCELINI, 2015).

Devido à falta de grupos químicos novos no mercado (a pesquisa relata que somente em 10 anos terá uma molécula nova), e como citado, uma das opções para o controle da ferrugem é a aplicação de fungicidas combinados em mais de um grupo químico.

Atualmente mais de 110 fungicidas possuem registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para o controle da ferrugem asiática, sendo que o órgão suspendeu as recomendações de 63 produtos utilizados no controle da ferrugem asiática na cultura da soja. A decisão foi publicada através do Ato 71 no Diário Oficial da União do último dia 23 de dezembro de 2016. De acordo com a medida, os titulares dos produtos relacionados deverão excluir essa recomendação em até 90 dias, contados a partir de 19 de dezembro de 2016. Essa foi a primeira decisão tomada pela Comissão Técnica de Reavaliação Agrônômica de Produtos Formulados de Agrotóxicos para o controle de *Phakopsora pachyrhizi* na cultura da soja (MAPA, 2017).

### **2.3 Tecnologia de Aplicação de Fungicida**

A necessidade de se conhecer melhor todo o processo de aplicação de defensivos agrícolas, fundamentado em conhecimentos científicos para que a aplicação de produtos fitossanitários fosse executada mais racionalmente, motivou, na década de 1970, no Brasil, um maior interesse pela tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas (COSTA, 2009).

A tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas é, por conceito, definida como “o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem uma correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, no momento adequado e com o mínimo de contaminação de outras áreas” (MATUO, 1990).

A tecnologia de aplicação desempenha um papel muito importante na atividade de produção agrícola. Conforme Carvalho (2006), sem o uso da aplicação de agroquímicos na agricultura, a produção de alimentos no mundo sofreria uma redução de 40 a 45 % e o custo da alimentação seria acrescido de 50 a 75 %, além de comprometer a qualidade dos alimentos e fibras produzidas. Os avanços na tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas começaram a acontecer a partir do momento que houve o envolvimento de diversas áreas do saber (biologia, agronomia, física, química, engenharia, economia, comércio, ecologia, meteorologia e medicina), tornando-a uma área de pesquisa e conhecimento multidisciplinar (MATUO, 1990).

De nada adiantam pesquisas isoladas, sem envolvimento multidisciplinar, serem realizadas generalizando os conhecimentos gerados para toda a tecnologia. Pereira (1987) já afirmava que,

o fato de todos os componentes mecânicos e hidráulicos de um equipamento de pulverização trabalhar eficientemente não significa que a operação de controle de

doenças, insetos ou plantas daninhas seja eficiente. Do mesmo modo, um espectro estreito de gotas, um bom fungicida, ou um excelente conhecimento da doença, não são indicativos que um resultado positivo no campo possa ser obtido.

Novos equipamentos e novas tecnologias de aplicação por via aérea e terrestre têm sido desenvolvidos, muitas em âmbito regional, pois já se sabe que as condições climáticas, inerentes a cada região estão relacionadas com o sucesso ou o fracasso de uma aplicação de defensivos agrícolas. A tecnologia de aplicação não se resume ao ato de aplicar o produto, mas sim, na interação entre vários fatores (cultura, praga, doença, planta invasora, produto, equipamento, ambiente) buscando um controle eficiente, com custo baixo e mínima contaminação ambiental (VARGAS; GLEBER, 2005). Buscando-se uma melhor qualidade na tecnologia de aplicação de defensivos, deve-se analisar e melhorar todos os parâmetros fundamentais para o sucesso dessa aplicação como: deriva, tamanho de gotas, dosagem correta, condições climáticas, tipo de bicos, volume de calda entre outros. Os fatores de insucesso no uso de defensivos agrícolas são creditados, na maioria das vezes, ao produto, quando na realidade o mau uso do equipamento, tanto na sua estrutura, com no momento adequado da aplicação, deveria merecer maior atenção e cuidados (SANTOS, 2007).

### 2.3.1 Horário de Aplicação de Fungicida

Uma questão fundamental para o sucesso do tratamento é a adequação da tecnologia de aplicação às condições climáticas. A maior parte das aplicações para o controle de doenças ocorre em épocas em que há maior chance de restrições operacionais ao trabalho no campo. É frequente a necessidade de aplicações de fungicidas justamente no período de maior ocorrência de chuvas quando os horários disponíveis para o trabalho no campo (janelas de aplicação) acabam por se tornar reduzidos (ANTUNIASSI; BOLLER, 2011).

Segundo Santos (2007), devemos considerar sempre que a umidade relativa do ar é o indicador mais importante e prioritário nas definições de início, execução e parada de uma pulverização de defensivos agrícolas. Os efeitos dos demais fatores como vento e temperatura são consequências diretas da umidade relativa do ar. Para a maioria dos casos devem ser evitadas aplicações com umidade relativa do ar inferior a 50% e temperatura ambiente maior que 30°C. O início da manhã, o final da tarde e à noite são períodos onde a umidade relativa é maior e a temperatura é menor, sendo considerados mais adequados para as aplicações. Do ponto de vista prático, é possível e recomendável a utilização de gotas finas nestes horários. Porém, é necessário um monitoramento das condições ambientais com o passar das horas do

dia, pois no caso de haver aumento considerável da temperatura (com redução da umidade relativa), o padrão de gotas precisa ser mudado (passando-se a usar gotas maiores). Neste caso, o volume de aplicação deve ser aumentado, para não haver efeito negativo na cobertura dos alvos (ANTUNIASSI, 2015).

Além dos fatores atmosféricos, as plantas de soja durante a fase reprodutiva apresentam mudanças reversíveis da angulação foliar. Esse fenômeno (heliotropismo) é uma resposta ativa da planta em direção à radiação solar. Nas primeiras horas do sol, as folhas de soja assumem posição horizontal em relação à superfície do solo e nos horários de máxima radiação solar, as folhas se posicionam verticalmente em relação ao solo, retornando à posição horizontal no final do dia. Sendo assim, em horários de menor incidência solar, as folhas do terço superior das plantas podem constituir uma barreira física contra a penetração de gotas das pulverizações no interior do dossel da cultura (MOURA, 2015).

A arquitetura de plantas é o conjunto de características que definem a forma, tamanho, geometria e estrutura externa da planta (ROSS, 1981), podendo ser definida, também, como a organização tridimensional da estrutura da planta. Para os órgãos aéreos da planta, a angulação da ramificação, o tamanho, formato e posição das folhas, ramos e órgãos florais constituem a arquitetura de uma planta (REINHARDT; KUHLEMEIER, 2002). A arquitetura de plantas é representada pelo conjunto de: estatura de plantas, número de ramos por planta e índice de área foliar. Sendo este quanto maior, maior é a dificuldade de penetração da calda aplicada em todo o dossel da planta.

Chuva e orvalho são fatores climáticos que também requerem atenção no momento das aplicações de fungicidas. No caso da chuva, recomenda-se bastante cuidado na observação do intervalo mínimo de tempo entre a aplicação e a ocorrência da chuva, visando permitir o tempo mínimo para a ação dos produtos. No caso do orvalho, a presença de água nas folhas quando das aplicações noturnas (madrugada) e/ou no início da manhã pode causar interferência na técnica de aplicação. Neste caso, problemas podem ocorrer tanto pela diluição do produto, como por um eventual escorrimento em virtude do excesso de água e da ação dos espalhantes contidos nas caldas. Entretanto, existem situações, dependendo da técnica empregada e do tipo de defensivo utilizado, em que a ação do orvalho pode até ser benéfica. A aplicação noturna deve considerar, ainda, a existência de limitações técnicas relativas aos próprios defensivos, no que se refere às questões de eficiência e velocidade de absorção nas situações de ausência de luz ou baixas temperaturas (ANTUNIASSI, 2015).



A deriva representa um dos problemas mais sérios que podem ocorrer durante as aplicações de defensivos agrícolas. As gotas de pulverização, ao percorrer a distância entre o pulverizador e o alvo, podem ser arrastadas pelo vento e pelas correntes aéreas ascendentes. Quanto menor o diâmetro das gotas, maior a sua suscetibilidade à deriva, sendo a resistência do ar à queda de uma gota inversamente proporcional ao seu diâmetro (SCHRÖDER, 1996).

O vento, em excesso, causa deriva, a direção do mesmo pode causar danos às culturas sensíveis ou áreas vizinhas próximas, prejudicando a qualidade da aplicação e ocasionando perdas do produto aplicado. Em outra situação, pode ocorrer uma inversão térmica, quando houver pouco vento (velocidade < 2 km. /h) não permitindo uma adequada redistribuição das gotas da calda sobre a folhagem. Sendo assim, o vento pode interferir negativamente ou positivamente em uma aplicação. Na impossibilidade de postergar uma aplicação sob condições de vento excessivo, a utilização de gotas de categorias grossas a extremamente grossas pode ser uma solução, porém, isso vai depender das exigências do produto a ser aplicado (BOLLER, 2007).

### 2.3.2 Tecnologia de Aplicação de Fungicida e o Desenvolvimento Rural

Analisando historicamente o processo de evolução tecnológica na agricultura, verifica-se que esta sempre foi objeto das observações atentas de todos os que procuravam melhorar as práticas correntes. Isto implicou em um acúmulo de conhecimentos que possibilitasse, ao ser humano, dispor de tecnologias de produção agrícola que diminuíssem as restrições ambientais a esta atividade. Assim, por meio do artificialismo do ambiente natural, procurou-se sempre obter alimentos em qualidade e quantidade suficiente para garantir os padrões nutricionais e a sustentabilidade das diferentes sociedades (PLOEG *et al.*, 2000; CONTERATO, 2008).

Até recentemente o referencial teórico que buscava explicar os processos de mudança social e as alterações nos padrões tecnológicos nas populações rurais e “suas implicações para as populações rurais em termos de qualidade vida” (CONTERATO, 2008) girava em torno das teorias da modernização agrícola, alicerçada na “revolução verde”.

De acordo com Navarro (2001, p. 88), estas teorias preconizavam “a intensificação tecnológica e a crescente absorção de insumos modernos pelos produtores, como parte de uma estratégia de aumento da produtividade, e, como objetivo final, a elevação da renda dos produtores”. Para Ploeg *et al.* (2000), as teorias da modernização agrícola enfatizavam: a

especialização, intensificação no uso de insumos, produção orientada pela lógica de mercado e aumento do grau de “commoditização”. Estas teorias são as primeiras noções de desenvolvimento rural, segundo Navarro (2001), e estão estreitamente ligadas ao conceito de crescimento econômico, pois buscavam somente o crescimento econômico através do aumento da produtividade e renda.

No fim da década de 1970, este paradigma entra em declínio devido às transformações que ocorrem na sociedade a partir dos processos de reestruturação econômica e institucional, e aos resultados insatisfatórios das propostas de desenvolvimento rural, implementadas em diferentes países, particularmente com relação à redução da pobreza rural (ASHLEY; MAXWELL, 2001) que pouco se modificou. Devido a este declínio, pesquisadores do desenvolvimento rural passaram a preconizar a necessidade de se repensar os enfoques até então utilizados como referências teóricas para definir o desenvolvimento rural (NAVARRO, 2001; SCHNEIDER, 2004), emergindo então, um novo enfoque a este conceito, enfoque baseado na definição multidimensional do desenvolvimento. Desta forma, o desenvolvimento rural é visto como um processo que envolve a dimensão econômica, sociocultural, político-institucional e ambiental (PLOEG *et al.*, 2000; KAGEYAMA, 2004; 2008; CONTERATO, 2008) e não apenas como um processo de crescimento econômico medido unicamente pelo produto interno bruto ou renda per capita.

O desenvolvimento rural é um conceito amplo, “[...] o qual está ancorado no tempo (trajetória de longo prazo), no espaço (o território e seus recursos) e nas estruturas sociais presentes em cada caso” (KAGEYAMA, 2008, p. 58).

Navarro (2001, p. 88) define desenvolvimento rural como “uma ação previamente articulada que induz (ou pretende induzir) mudanças em um determinado ambiente rural”. A definição exata do termo “desenvolvimento rural”, conforme o autor tem se alterado ao longo do tempo, porém, todas as definições destacam a melhoria do bem-estar das populações rurais como objeto principal desse desenvolvimento, onde as diferenças surgem das “estratégias escolhidas, na hierarquização dos processos (prioridades) e nas ênfases metodológicas” (p. 88).

Assim, o debate a respeito da definição do desenvolvimento é praticamente inesgotável. Inúmeros fatores contribuem para o processo de desenvolvimento das áreas rurais podendo destacar os seguintes elementos como os principais: a) maior acesso à educação e a terra, com o intuito de elevar a renda e diminuir a pobreza; b) uma agricultura diversificada e um meio rural multifacetado, proporcionando um maior desenvolvimento nas áreas rurais; c)

uma maior concentração das atividades devido às vantagens da proximidade e d) um conjunto de instituições bem alicerçadas, permitindo uma valorização do território e promovendo o desenvolvimento rural (VEIGA, 2001).

Atualmente, com a maior preocupação quanto à contaminação do ambiente com herbicidas e outros defensivos, torna-se essencial a tomada de decisão embasada em recomendações técnicas seguidas do acompanhamento e monitoramento das operações de pulverização (SHIRATSUCHI; FONTES, 2002).

Devido a essa preocupação com o meio ambiente, algumas alternativas vêm sendo buscadas pelo setor tecnológico visando diminuir os índices de contaminação, dispendo no mercado pulverizadores acoplados, que permitam a realização da tríplice lavagem sob pressão, das embalagens e os bicos de pulverizadores que permitem diminuir a deriva da calda (agroquímicos).

Otimizar as aplicações de defensivos é ferramenta, prática importante visando a sustentabilidade do sistema agrícola. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi comparar diferentes horários de aplicação de fungicida e avaliar a eficiência dessas aplicações no controle da ferrugem asiática na soja.

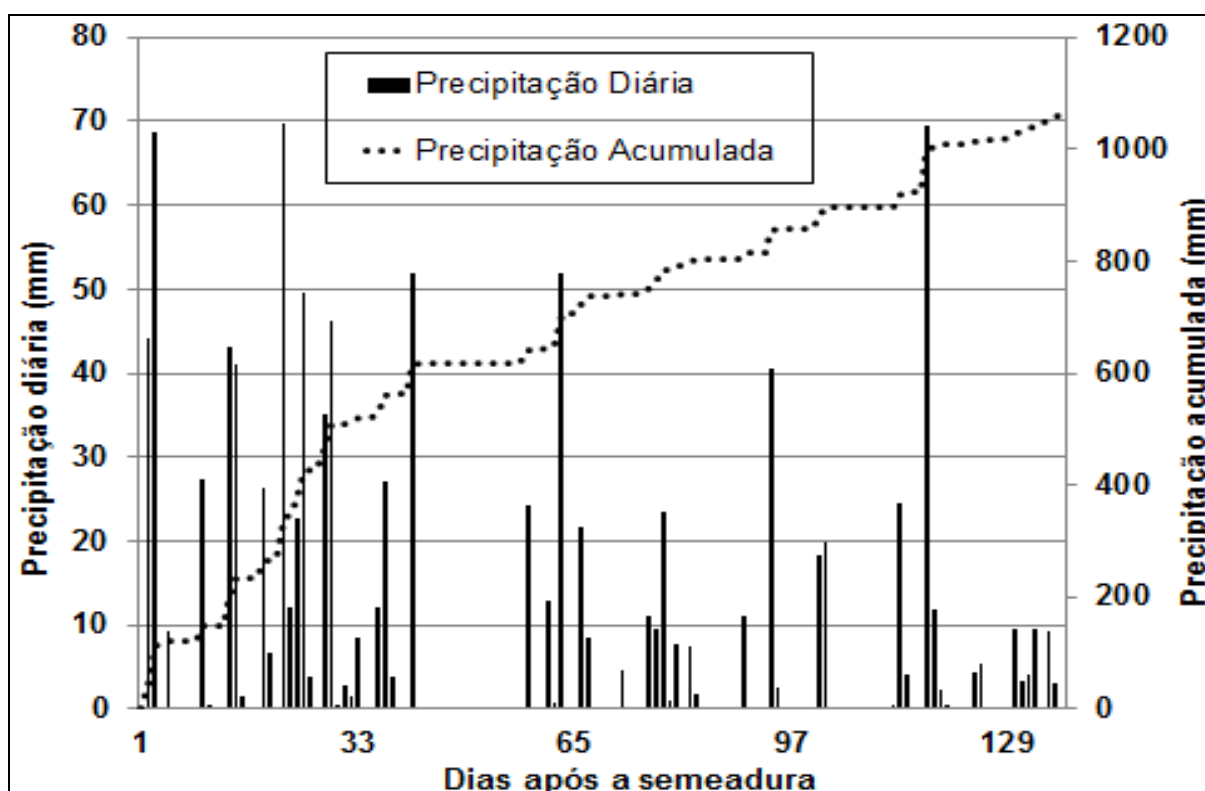
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2015/2016 em área experimental da CCGL Tecnologia, situada na Rodovia RS 342, Km 149, em Cruz Alta, RS. O solo dessa área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 1999), e pertence à Unidade de Mapeamento de Passo Fundo (BRASIL, 1973).

As características químicas na camada de 0 a 20 cm de profundidade para a caracterização da condição inicial da área experimental são: argila 48%, pH H<sub>2</sub>O 5,4, índice SMP 5,9, matéria orgânica 2,6%, Fósforo 21,2 mg dm<sup>-3</sup>, Potássio 193 mg dm<sup>-3</sup>, Alumínio 0,2 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>, Cálcio 5,6 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>, Magnésio 2,0 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>, Enxofre 19,1 mg dm<sup>-3</sup>, Zinco 1,3 mg dm<sup>-3</sup>, Cobre 2,0 mg dm<sup>-3</sup>, Manganês 69 mg dm<sup>-3</sup> e Boro 0,5 mg dm<sup>-3</sup>.

A precipitação pluviométrica, diária e acumulada ocorrida no período experimental é apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Precipitação pluviométrica diária e acumulada no período experimental da pesquisa.



Fonte: Universidade de Cruz Alta, 2015/2016.

Foram realizados 2 estudos (Tabela 1). Em ambos, foi utilizado o delineamento experimental por blocos ao acaso, com 4 repetições, e parcelas de 3,0m x 6,0m (área útil de 18,0 m<sup>2</sup>). A semeadura da cultura da soja foi realizada no dia 30/11/2015, sob o sistema plantio direto. A cultivar da soja utilizada foi TEC IRGA 6070 R, com hábito de crescimento indeterminado, ciclo 6.0, espaçamento entre linhas de 0,45 m, com adubação realizada na fórmula NPK 04-30-10 (170 kg ha<sup>-1</sup>) na linha de semeadura, mais 140 kg ha<sup>-1</sup> de Cloreto de Potássio, imediatamente, após a semeadura, a lançar em superfície. No controle de pragas utilizou-se os inseticidas Imidacloprido(25g.i.a. ha<sup>-1</sup>),Novalurom(10g.i.a. ha<sup>-1</sup>), acrescidos de adjuvante LI 700. Nas aplicações utilizou-se equipamento costal com CO<sub>2</sub>, barra com 6 bicos cone vazio, tipo TXA 8001, 95 L ha<sup>-1</sup> de calda com velocidade de 4,5 km hora<sup>-1</sup>.

Tabela 1 - Tratamentos, datas e horários das aplicações de fungicidas dos Estudos 1 e 2, na cultivar de soja TEC IRGA 6070 RR. Cruz Alta, 2016

Tratamentos	Estudo 1		Estudo 2		
	01/02/16 <sup>1</sup>	17/02/16 <sup>2</sup>	01/02/16 <sup>1</sup>	17/02/16 <sup>2</sup>	15/03/16 <sup>3</sup>
Testemunha	---	---	---	---	---
Tratamento 1	9 h	6 h *	9 h	6 h *	6 h
Tratamento 2	9 h	9 h *	9 h	9 h *	9 h
Tratamento 3	9 h	12h *	9 h	12h *	12h
Tratamento 4	9 h	15h *	9 h	15h *	15h
Tratamento 5	9 h	18h *	9 h	18h *	18h
Tratamento 6	9 h	21h *	9 h	21h *	21h

<sup>1</sup>Azoxistrobina (60 g.i.a. ha<sup>-1</sup>) + Benzovindiflupyr(30 g.i.a. ha<sup>-1</sup>) na dose de 0,2 kg ha<sup>-1</sup>, acrescido de adjuvante Áureo a 0,5% (V/V).

<sup>2</sup>Trifloxistrobina(15 g.i.a. ha<sup>-1</sup>) + Protiocozazol(17,5 g.i.a. ha<sup>-1</sup>) na dose de 0,4 Lha<sup>-1</sup>, acrescidos dos adjuvantes Áureo a 0,2 Lha<sup>-1</sup> e LI 700 a 0,15% (V/V).

<sup>3</sup>Azoxistrobina (60 g.i.a. ha<sup>-1</sup>) + Benzovindiflupyr(30 g.i.a. ha<sup>-1</sup>) na dose de 0,2 kg ha<sup>-1</sup>, acrescidos de óleo mineral Assist a 0,5% e adjuvante LI 700 a 0,15% (V/V).

\* Horário Brasileiro de Verão, adiantamento do relógio em uma hora em relação ao horário legal.

Na Tabela 1 pode-se observar os respectivos tratamentos dos dois ensaios realizados em diferentes datas de aplicações de fungicidas, com 6 horários distintos. Foi mantida uma testemunha sem aplicação de fungicidas

No Estudo 1 foram realizadas duas aplicações de fungicidas. A primeira aplicação foi realizada no dia 01 de fevereiro de 2016, quando a soja encontrava-se no estágio V10, somente no horário das 9 horas, com condições meteorológicas de temperatura 17,6 C° e

umidade relativa do ar em 96% (Tabela 2), sendo a calda constituída do fungicida (Azoxistrobina: 60 g.i.a. ha<sup>-1</sup> + Benzovindiflupyr: 30 g.i.a. ha<sup>-1</sup>) na dose de 0,2 kg ha<sup>-1</sup>, acrescido de adjuvante Áureo a 0,5% (V/V). A segunda aplicação de fungicida com condições meteorológicas de temperatura média 24,6 °C e umidade relativa do ar em 82,5% (Tabela 2), foi realizada 16 dias após a primeira aplicação, no estádio R3 da soja, em seis horários ( 6, 9, 12, 15, 18 e 21 horas. Nesta aplicação utilizou-se o fungicida (Trifloxistrobina:15 g.i.a. ha<sup>-1</sup> + Protioconazol: 17,5 g.i.a. ha<sup>-1</sup>) na dose de 0,4 L ha<sup>-1</sup>, acrescidos dos adjuvantes Áureo a 0,2 L ha<sup>-1</sup> e LI 700 a 0,15% (V/V).

No Estudo 2 foram realizadas a primeira e a segunda aplicação iguais ao Estudo 1, porém neste estudo foi feita uma terceira aplicação de fungicida, realizada 27 dias após a segunda aplicação, nos seis horários ( 6, 9, 12, 15, 18 e 21 horas) quando a soja encontrava-se no estádio R 5.3. Nesta aplicação utilizou-se a calda constituída de fungicida (Azoxistrobina: 60 g.i.a. ha<sup>-1</sup> + Benzovindiflupyr: 30 g.i.a. ha<sup>-1</sup>) na dose de 0,2 kg ha<sup>-1</sup>, acrescidos de óleo mineral Assist a 0,5% e adjuvante LI 700 a 0,15% (V/V). Em todas as aplicações utilizou-se um volume de calda de 95L ha<sup>-1</sup>.

Tabela 2 - Condições atmosféricas durante cada horário das aplicações dos tratamentos fitossanitários. TEC IRGA 6070 RR Cruz Alta- RS,2016

Hora do dia	Dia 01/02/2016				Dia 17/02/2016				Dia 15/03/2016			
	VV(m/s)	T (°C)	UR (%)	PP (mm)	VV (m/s)	T (°C)	UR (%)	PP (mm)	VV (m/s)	T (°C)	UR (%)	PP (mm)
06:00	-	-	-	-	0	19,9	93	0	1,4	17,6	92	0
09:00	0,0	17,6	96	0	0	20,5	94	0	0	16,8	94	0
12:00	-	-	-	-	2,2	26,7	77	0	0,9	23,6	75	0
15:00	-	-	-	-	0,6	29,4	70	0	0	27,8	61	0
18:00	-	-	-	-	0	29,4	69	0	0	29,8	58	0
21:00	-	-	-	-	0	21,9	92	5,6*	0	25,5	61	0

23,5 73,5

\* no dia 17/02/16 houve uma precipitação de 5,6 mm, após às 21 h.

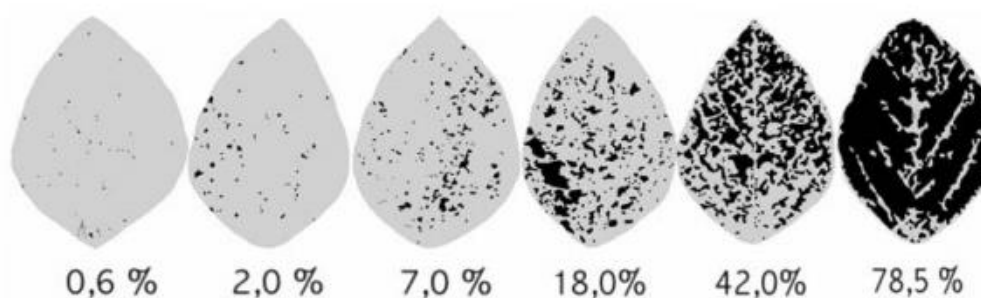
### 3.1 Avaliações

#### 3.1.1 Severidade da Doença

Nos dois ensaios fez-se uma avaliação de severidade da ferrugem no final do ciclo da cultura no estádio R7.1. A avaliação considerou todas as plantas da área útil da parcela, sendo

visualmente mensurada a nota de severidade da doença, baseando-se na porcentagem foliar atacada pelo patógeno. As avaliações de severidade de ferrugem foram realizadas com auxílio de escala diagramática para diminuir a variação da estimativa, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja.



Fonte: GODOY *et al.*, 2006.

### 3.1.2 Produtividade e Peso de Cem Sementes

No final do ciclo da cultura, foram colhidas manualmente as plantas de três linhas de 5 metros de um total de 7 linhas das duas fileiras centrais a fim de determinar o rendimento a partir da pesagem dos grãos obtidos na área útil da parcela. Utilizou-se balança digital (Sonaki SK 80) com precisão de 2 dígitos para pesagem da parcela e um medido de umidade (Dickey John - MiniGAC Plus) para a determinação da umidade. Os dados foram transformados em  $\text{kg ha}^{-1}$ , após a correção da umidade padrão para 13%, utilizando a fórmula:  $P13\% = (PC \cdot (100-U))/87\%$ , no qual P13%: produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) corrigida para a umidade padrão de 13%; PC: produtividade de grãos sem a correção e U: umidade dos grãos observada no momento da pesagem. A determinação do peso de cem sementes (PCS) foi através do contador de sementes manual, separação em tabuleiro contador com 4 repetições de 100 sementes, pesando 400 sementes puras.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são apresentados os resultados de produtividade de grãos e severidade da ferrugem da soja referente ao Estudo 1, para cada horário de aplicação de fungicida, 6horas, 9 horas, 12 horas, 15 horas, 18 horas e 21 horas.

Tabela 3 - Severidade, peso de cem sementes (PCS) e produtividade de grãos da soja em resposta aos horários de aplicação de fungicida com 02 tratamentos (Estudo 1). Cruz Alta, RS, 2015/2016

Tratamentos	Data e Horários de Aplicação			Severidade %	PCS g	Produtividade kg ha <sup>-1</sup>
	01/02/2016	17/02/2016	15/03/2016			
1. Testemunha: sem fungicida .....				72,5 a	10,4 e	2028 d
2. Com Fungicida	9h	6h	---	55,0 b	11,1 ab	2730 a
3. Com Fungicida	9h	9h	---	55,0 b	10,9 bc	2424 ab
4. Com Fungicida	9h	12h	---	58,3 b	11,2 ab	2465 ab
5. Com Fungicida	9h	15h	---	60,0 b	10,9 cd	2369 bc
6. Com Fungicida	9h	18h	---	73,3 a	10,7 de	2092 cd
7. Com Fungicida	9h	21h	---	48,8 c	11,3 a	2585 ab
Média .....				60,40	10,90	2385
FTratamento .....				31,15 *	9,29 *	6,93 *
Coefficiente de Variação ( % ) .....				5,47	1,95	8,02

\* - significativo ao nível de 5 % de probabilidade

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste DUNCAN (p<0,05)

A melhor produtividade foi observada no Tratamento 2 (6h), que não diferiu estatisticamente do Tratamento 3 (9h), do Tratamento 4 (12h) e Tratamento 7 (21h). As menores produtividades estão associadas ao Tratamento 6 (18h), que não diferiu estatisticamente da Testemunha (sem fungicida). Numa situação intermediária está o Tratamento 5 (15h).

A menor severidade da ferrugem da soja foi observada no Tratamento 7 (21h), seguido pelos Tratamentos 2(6h), Tratamento 3 (9h), Tratamento 4 (12h) e Tratamento 5 (15h). Já a maior severidade foi observada no Tratamento 6 (18h), o qual não diferiu estatisticamente da Testemunha (sem fungicida).

Na análise do peso de cem sementes, observou-se que o comportamento em relação aos tratamentos foi semelhante ao observado na produtividade de grãos (Tabela 3).

Analisando a Tabela 3 (Estudo 1), é possível observar que os melhores resultados obtidos no controle da doença, foram nos Tratamentos 7, Tratamento 2, Tratamento 3,



Tratamento 4 e Tratamento 5, respectivamente às 21 horas, 6 horas, 9 horas, 12 horas e 15 horas. Este comportamento provavelmente esteja associado às condições climáticas mais favoráveis (Tabela 2), onde a temperatura foi menor que 30° e umidade relativa do ar foi maior que 60%, o que está de acordo com o apresentado e discutido por Santos (2007).

Os resultados observados na Tabela 3, evidenciam o baixo controle da ferrugem asiática da soja no Tratamento 6 (18h), o que pode estar relacionado com às condições climáticas menos favoráveis (Tabela 2) e devido a angulação das folhas da soja ao longo do dia, o efeito guarda-chuva, causado pelas folhas das camadas superiores que ficam próxima à horizontal, dificultando a penetração das gotas da pulverização no interior do dossel da cultura.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados de produtividade de grãos e severidade da ferrugem da soja referente ao Estudo 2, para cada horário de aplicação de fungicida, 6horas, 9 horas, 12 horas, 15 horas, 18 horas e 21 horas.

Tabela 4 - Severidade, peso de cem sementes (PCS) e produtividade de grãos da soja em resposta aos horários de aplicação de fungicida com 03 tratamentos (Estudo 2). Cruz Alta, RS, 2015/2016

Tratamentos	Data e Horários de Aplicação			Severidade %	PCS G	Produtividade kg ha <sup>-1</sup>
	01/02/2016	17/02/2016	15/03/2016			
1. Testemunha: sem fungicida .....				72,5 a	9,9 d	1996 d
2. Com Fungicida	9h	6h	6h	43,8 d	11,4 b	2526b
3. Com Fungicida	9h	9h	9h	40,0 d	11,2 b	2551b
4. Com Fungicida	9h	12h	12h	43,3 d	11,2b	2601 ab
5. Com Fungicida	9h	15h	15h	55,0 c	11,0 bc	2282 bc
6. Com Fungicida	9h	18h	18h	63,3b	10,6 c	1974 c
7. Com Fungicida	9h	21h	21h	37,0 d	12,1 a	2780 a
Média .....				50,7	11,1	2387
FTratamento .....				23,36*	15,33*	26,00*
Coeficiente de Variação ( % ) .....				10,84	3,13	5,11

\* - significativo ao nível de 5 % de probabilidade

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste DUNCAN (p<0,05)

Nesse Estudo, as maiores produtividades estão associadas ao tratamento 7 (21h), o qual não diferiu estatisticamente do Tratamento 4 (12h). As menores produtividades estão associadas a testemunha sem fungicida, seguida pelo Tratamento 6(18h) o qual não diferiu estatisticamente do Tratamento 5 (15h). Em tendência intermediária, encontram-se os Tratamentos 2 (6h) e o Tratamento 3 (9h).

Na avaliação da severidade, observou-se que as menores severidades foram encontradas no Tratamento 7 (21h), Tratamento 2 (6h), Tratamento 3 (9h) e Tratamento 4 (15h). As maiores severidades estão associadas ao Tratamento 1 (Testemunha) seguido do Tratamento 6 (18h). Numa situação intermediária encontra-se o Tratamento 5 (15h).

O comportamento do peso de cem sementes, relacionado aos tratamentos, foi semelhante ao observado na produtividade de grãos. O controle da ferrugem asiática na cultura da soja está relacionado à várias estratégias de campo, e uma delas são as condições climáticas favoráveis no horário da aplicação.

Na Tabela 4 (Estudo 2), observa-se que o rendimento de grãos foi maior no Tratamento 7 (21h), não diferindo do Tratamento 4 (12h), onde a incidência da doença também foi menor devido as condições climáticas terem sido favoráveis para a aplicação de fungicidas. Na Tabela 2, verifica-se que a umidade relativa do ar estava acima de 60% consequentemente as temperaturas estavam menores que 30°, já que esse fator (temperatura) é uma consequência direta da umidade relativa do ar.

Os dados observados neste trabalho, estão de acordo com experimentos conduzidos em Passo Fundo (BOLLER *et al.*, 2010), em condições de temperatura e umidade relativa do ar favoráveis, demonstraram que pulverizações realizadas no final da tarde entre 17:30 e 18:30 horas, resultaram em eficiência de controle de doenças da soja e rendimento de grãos significativamente menor quando comparados com aplicações realizadas entre o meio dia e às 15 horas e 30 minutos. Bonini (2003), em seu trabalho com horários de aplicação em Santa Maria, RS, também observou que aplicações de fungicidas pela manhã são mais eficientes do que aquelas realizadas à tarde (18h).

A temperatura e umidade relativa do ar, a velocidade do vento, a presença de orvalho e a ocorrência de chuvas logo após as aplicações são fatores de influência no sucesso da aplicação (ANTUNIASSI, 2012), bem como a posição das folhas.

Segundo Matuo (1990) e Boller *et al* (2010), as condições ambientais que mais interferem estão relacionadas a temperatura e umidade relativa do ar, que determinam maiores ou menores perdas de produtos fitossanitários através da evaporação mais rápida das gotas. Para prevenir essas perdas, devem se evitar aplicações quando a temperatura ultrapassar 30° e umidade relativa do ar se encontra abaixo de 60%.

Uma possibilidade concreta para evitar a alta temperatura e a baixa umidade relativa do ar registrada durante parte do dia, pode ser a pulverização noturna. Conforme Antuniassi e Boller (2011), a aplicação noturna apresenta vantagens no que se refere às condições

climáticas, com umidade relativa do ar, temperatura e vento mais adequado à aplicação de gotas finas.

A modificação do ângulo das folhas da cultura da soja ao longo do dia pode ter refletido em alteração do efeito guarda chuva. Nos períodos de final de tarde o posicionamento das folhas é próxima à horizontal, dificultando a penetração das gotas de pulverização no interior do dossel da cultura. Os mesmos autores enfatizam que do meio dia até o meio da tarde os espaços abertos entre as folhas (posicionadas próximas à vertical) possam ter favorecido a maior penetração de gotas de pulverização no interior do dossel da cultura.

Da mesma forma Lobo Júnior (2006) relatou que no início do desenvolvimento da cultura, o controle químico é realizado com maior facilidade, pois a mesma ainda se encontra com pouco enfolhamento. Nessa fase inicial do ciclo, a proteção da planta é mais fácil porque a deposição e a penetração do produto químico são mais eficientes pelo pouco número de folhas nas plantas e pelo grande espaço entre elas. A época de ataque da doença mais crítica para a cultura da soja acontece durante o florescimento, pois, além das plantas se encontrarem mais sensíveis, existe ainda uma maior dificuldade de penetração de gotas nas partes inferiores do dossel pela grande quantidade de folhas.

Além de considerar a importância das condições climáticas, a observação da angulação das folhas da soja ao longo do dia, a arquitetura da planta, também pode permitir ganhos na eficiência de controle de doenças, resultando em ganhos significativos no rendimento de grãos.

## **5 CONCLUSÕES**

Os horários de aplicação interferem na eficácia de aplicação de fungicidas em soja.

Aplicações de fungicidas para o manejo da ferrugem asiática da soja realizadas no horário das 21horas, das 6 horas e ao meio dia, apresentam maior eficácia no controle da ferrugem asiática da soja.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia de aplicação está sendo um assunto recorrente nos últimos anos, até porque há muita carência de informações aos produtores rurais e até mesmo para os técnicos em geral.

Os fatores de insucesso no uso de defensivos agrícolas são creditados, na maioria das vezes ao produto, quando na realidade o mau uso do equipamento, tanto na sua estrutura como no momento adequado da aplicação, deveria merecer maior atenção e cuidados.

Respeitando se os limites das condições climáticas, e a observação da angulação das folhas da soja ao longo do dia, pode se permitir importantes ganhos na eficiência do controle de doenças, oportunizando ganhos significativos no rendimento de grãos.

Essas informações precisam estar presentes no dia a dia da propriedade agrícola, pois são ferramentas, ou parâmetros da tecnologia de aplicação que reunidas proporcionam melhores produtividades.

O presente trabalho é importante para desmistificar alguns conceitos sobre tecnologia de aplicação, especialmente em relação aos horários de aplicação. Porém, mais estudos precisam ser realizados, já que o mercado de tecnologia de aplicação é amplo e abre oportunidade de novas pesquisas, melhorando o acesso da informação, por parte do produtor. O sucesso de um programa de manejo químico de doenças está associado ao uso de produtos eficientes, aplicados de forma correta e no momento certo.

## REFERÊNCIAS

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br>>. Acesso em: 06 jan. 2017.

ALMEIDA, A.M.R.L.P. *et al.* Doenças de soja. In: KIMATI, H.L. *et al.* **Manual de Fitopatologia**. 4. ed. Piracicaba: Livroceres. p. 376-399.

ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011.

ANTUNIASSI, U.R. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. Botucatu/SP, 2012.

\_\_\_\_\_. Qualidade em tecnologia de aplicação de defensivos. In: **V Congresso Brasileiro de Algodão**, FCA/ UNESP, BOTUCATU/SP, 2015.

ANTUNIASSI, U.R.; VEIGA, C.M.; QUEIROZ, P.C. Caracterização Tecnológica da Aplicação de Defensivos na Cultura da Soja em Plantio Direto no Brasil. In: **II CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA 2002**, Foz do Iguaçu. Documentos 181. Londrina: Embrapa Soja, 2002. v. 1, 337 p.

ASHLEY, C.; MAXWELL, S. Rethinking rural development. **Development Policy Review**, v. 10, n. 4, p. 385-425, 2001.

BALARDIN, R. S. Doenças de final de ciclo e ferrugem. In: REIS, E. M. **Doenças na cultura de soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte, p. 97-108, 2004.

\_\_\_\_\_. Fungicidas e doenças em soja e trigo. **Informativo 112**, Cooperativa dos Agricultores de Plantio Direto, 2004.

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.

BOLLER, W. Resposta da tecnologia de aplicação de defensivos em relação à concepção atmosférica visando o controle de doenças de plantas. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, v. 33, p. 113-116, 2007.

\_\_\_\_\_; FORCELINI, C.A.; HOFFMANN, L.L. Tecnologia de aplicação de fungicidas - parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 15, p. 243-276, 2007.

BOLLER, W. *et al.* Aplicações de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja em seis horários ao longo de um dia. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 38, Cruz Alta/RS, 2010. **Atas e Resumos...** Cruz Alta/RS. Fundacep/Fecotrigo, 2010. p.192.

BOLLER, W.; FERREIRA, C. M.; COSTA, I.D. Condições do ar e angulação das folhas influenciam a qualidade das pulverizações na cultura da soja. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.121, p 33. jan/fev. 2011.

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, 1981. p. 1-6.

BONINI, J.V. **Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, 2003.

BRASIL. Ministério de Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973.

CHIAPPA, A.C. Crédito agrícola, produção e exportações de soja. **Agronline**, 2001. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/credito-agricola-producao-exportacao-soja>> Acesso em: 16 dez. 2015.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento, v. 4, n. 3, dez. 2016.

CONTERATO, M.A. **Dinâmicas Regionais do Desenvolvimento Rural e Estilos de Agricultura Familiar: uma análise a partir do Rio Grande do Sul**. 2008. 288 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

COSTA, D.I. **Eficiência e qualidade das aplicações de fungicidas, por vias terrestre e aérea, no controle de doenças foliares e no rendimento de grãos de soja e milho**. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.

DALL'GNOL, A.. **The impact of soybeans on the brazilian economy**. In: **Technical information for agriculture**. São Paulo: Máquinas Agrícolas Jacto, 2000.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1999.

\_\_\_\_\_. Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil. In: **A soja no Brasil**. Sistema de Produção, n. 1, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja>>. Acesso em: 17 out. 2015.

\_\_\_\_\_. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil, 2011**. Sistemas de Produção, 14. Londrina: EmbrapaSoja, 2010. 255 p.

\_\_\_\_\_. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil, anos 2012 e 2013**. Sistemas de Produção, 15. Londrina: EmbrapaSoja, 2011. 261 p.

ENCINAS, O. **Conservación de maderas**. Trujillo (Venezuela): GICOM – Grupode Investigación em Conservación de Maderas, 2004.

FORCELINI, C.A. **Fungicidas com ação multisítio tem se mostrado importante ferramenta para evitar resistência e reduzir prejuízos com a ferrugem asiática na soja**. 2015. Disponível em: <[www.noticiasagricolas.com.br](http://www.noticiasagricolas.com.br)>. Acesso em: 20 dez. 2016.

FREITAS, M.C.M. **A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola**. Uberlândia, 2011.

FUMIKO, M.I. Principais doenças da cultura da soja e manejo integrado. **Nucleus**, Campinas, v. 10, n. 3, p. 83-102, 2013.

FURLAN, S. H. Impacto da ferrugem asiática da soja no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v. 31, p. 119-120, 2005.

HENNING, V. P. A few new japanese uredinaceae. **Hedwigia**, v. 42, p. 107-108, 1903.

GUTERRES, C.W. Por que a ferrugem asiática é considerada a principal doença da soja? In: **Mais Soja**, 4 fev. 2017. Disponível em: <<http://maissoja.com.br/por-que-ferrugem-asiatica-e-considerada-principal-doenca-da-soja/>>. Acesso em: 14 fev. 2017.

KAGEYAMA, A. Desenvolvimento Rural: conceito e medida. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 21, n. 3, p. 379-408, set/dez 2004.

\_\_\_\_\_. **Desenvolvimento Rural: conceitos e aplicações ao caso brasileiro**, Porto Alegre: UFRGS, 2008.

KOSLOVSKI, LUÍS 2016. Áudio.

LEIVA, P. D. **Concepto de calidad de aplicación en pulverización agrícola**. Pergamino, BA: INTA, 2010.

LOBO JR., M.I., Combate com tecnologia de aplicação. **Revista A Granja**, out. 2006.

MADALOSSO, M. Manejo equilibrado. **Cultivar: Caderno Técnico**, Pelotas, p. 3-7, fev. 2013.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <[agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja](http://agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja)>. Acesso em: 10 jan. 2017.

MATUO, T. **Técnica de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: Funep, 1990. 139p.

MOURA, B. **Controle químico de ferrugem asiática em soja de crescimento indeterminado em função dos horários de pulverização e auxílio à barra**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade e Passo Fundo, UPF, 2015.

NAVARRO, Z. Desenvolvimento Rural no Brasil: os limites do passado e os caminhos do futuro. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 83-100, 2001.

NUNES, J.L.S. **Importância econômica**. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/importancia\\_361510.html](https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/importancia_361510.html)>. Acesso em: 10 nov. 2016

PEREIRA, J.L. Tecnologia de aplicação de defensivos: fatores intrínsecos. In: **Simpósio brasileiro sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas: Eficiência, economia e preservação da saúde humana e do ambiente**. Jaboticabal: FCAV, p. 13-40, 1987.

PLOEG, J.D.V.D. *et al.* Rural development: from practices and policies towards theory. **Sociologia Ruralis**, v. 40, n. 4, p. 497-511, 2000.



REINHARDT, D.; KUHLEMEIER, C. Plant architecture. **EMBO reports**, Arlington, v.3, n. 9, p. 846– 851, 2002.

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

REIS, E.M.; FORCELINI, C.A.; REIS, C.A. **Manual de Fungicidas: guia para controle químico de doenças de plantas**. 4. ed. Florianópolis: Insular, 2001.176 p.

REIS, E. M.; CASA, R. T. (Orgs.). Ferrugem asiática. In: **Doenças da soja**. Passo Fundo: Berthier, 2012. p. 69-101.

REVISTA ISTO É. São Paulo, n 2455, dez. 2016.

ROESSING, A. C.; SANCHES, A. C.; MICHELLON, E. as perspectivas de expansão da soja. In: **Anais do Congresso**, XLIII Congresso da Sober em Ribeirão Preto, São Paulo, 2005.

ROSS, J. **The radiation regime and architecture of plant stands**. Junk, The Hague, The Netherlands, 1981.

SANTOS, J.M.F; **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Instituto Biológico, Centro de Sanidade Vegetal, São Paulo, 2009.

SANTOS, J.M.F. **Aspectos críticos na aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo: Instituto Biológico, 2007.

SCHNEIDER, S.A. Abordagem territorial do desenvolvimento rural e suas articulações externas. **Sociologias**, v. 6, n. 11, p. 88-125, jan./jun. 2004.

SCHRÖDER,E.P.**Avaliação de Deriva e Deposição de Pulverizações Aero Agrícolas na Região Sul do Rio grande do Sul**. 68f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Pelotas, UFPEL, 1996.

SHIRATSUCHI, L.S ; FONTES, J.R. **Tecnologia de aplicação de herbicidas**. Planaltina: Distrito Federal, 2002.

SEDIYAMA, T. *et al.* **Cultura da soja**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1993. v. 1.

SHIRATSUCHI, L.S; FONTES, J.R. **Tecnologia de aplicação de herbicidas**. Distrito Federal: EMBRAPA, 2002.

SILVA, A.J. *et al.* A Refletância na Estimativa do Efeito de Fungicidas no Controle da Ferrugem Asiática da Soja. **Summa Phytopathologia**, v.35, n.1, p. 53-56, 2009.

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G.L. Soybean rust. In: HARTMAN, *et al.* **Compendium of soybean diseases**. 4. ed. St. Paul, Minnesota: American Phytopathological Society. p.25-26, 1999.

VARGAS, L; GLEBER, L. Tecnologia de aplicação de defensivos. **Embrapa Uva e Vinho**, Sistemas de Produção 7, dez. 2005.

VEIGA, J.E. **O Brasil rural precisa de uma estratégia de desenvolvimento**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (NEAD), 2001.

VENCATO, A.Z. *et al.* **Anuário Brasileiro da Soja**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2010.

YANG, X.B. *et al.* Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybeans infected with *Phakopsorapachyrhizi*. **Phytopathology**, v. 81, p. 1420-1426, 1991.

YORINORI, J.T. *et al.* Ferrugem da soja (*Phakopsorapachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2001/01 e 2001/02. In: **Anais Congresso Brasileiro de Soja**, 2002.