

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CRITÉRIOS PARA O INÍCIO DAS APLICAÇÕES DE
FUNGICIDA E DESEMPENHO DE PONTAS DE
PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE DA FERRUGEM
ASIÁTICA DA SOJA**

MARCELO CIGANA FERREIRA

Orientador: Prof. Dr. Walter Boller

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do Título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Fitopatologia.

Passo Fundo/RS, abril de 2012



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOPATOLOGIA



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a tese

“Critérios para o início das aplicações de fungicida e desempenho de pontas de pulverização no controle da ferrugem asiática da soja”

Elaborada por

MARCELO CIGANA FERREIRA

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
“Doutor em Agronomia – Área de Fitopatologia”

Aprovada em: 24/04/2012
Pela Comissão Examinadora

Dr. Walter Boller
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador

Dra. Simone Meredith Scheffer Basso
Coordenadora PPGAgro

Dr. Erlei Melo Reis
FAMV/UPF

Dr. Hélio Carlos Rocha
Diretor FAMV

Dr. Carlos Alberto Forcelini
FAMV/UPF

Dr. Alcí Enimar Loeck
UFPeI

Dr. Ivan Francisco Dressler da Costa
UFSM

CIP – Catalogação na Publicação

F383c Ferreira, Marcelo Cigana
Critérios para o início das aplicações de fungicida e desempenho de pontas de pulverização no controle da ferrugem asiática da soja / Marcelo Cigana Ferreira. – 2012.

93 f. : il. color. ; 25 cm.

Orientador: Prof. Dr. Walter Boller.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2012.

1. Ferrugem asiática. 2. Ferrugem da soja (Doença).
3. Grãos - Doenças e pragas. 4. Fitopatologia I. Boller, Walter, orientador. II. Título.

CDU: 633.34

Catálogo: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

Ao meu amigo e irmão Luíz Carlos Cigana Ferreira (in Memoriam),
minha esposa Samira Ferreira, aos meus filhos Luíz Hélio Ferreira e
Luíza Helena Ferreira.

Ofereço e dedico

“Recomenda a teus filhos a virtude; isso pode os fazer
mais reluzentes do que o ouro”

Ludwig Von Beethoven, 1770

AGRADECIMENTOS

A DEUS razão de toda a vida;

A minha mãe Dileta Cigana Ferreira pela perseverança, incentivo, força e fé, ao meu pai Romeu de Moraes Ferreira (in Memoriam) e aos irmãos Marlene Ferreira Raposo (in Memoriam), Volnei Cigana Ferreira (in Memoriam), Mauricio Cigana Ferreira (in Memoriam) e Jorge Cigana Ferreira;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Walter Boller, amizade inigualável, agradeço pelo conhecimento transmitido, estímulo e amizade;

A Universidade de Passo Fundo pela oportunidade de realizar o curso de doutorado;

Aos professores do PPGAGRO em Fitopatologia e em especial aos professores Ph.D. Erlei Melo Reis e Ph.D. Carlos Alberto Forcelini;

Ao Ing.-Agr. Roberto Luiz de Rossi pela contribuição na análise dos cartões sensíveis e aos funcionários Ricardo Vivan e Fábio Cecon pelo apoio no momento da colheita;

Ao empresário Ricardo Lopes de Castro e família proprietários da Empresa Sementes e Laboratório GranSul, os meus sinceros agradecimentos;

A todos integrantes da Empresa Sementes Van Ass e em especial ao grande amigo Mario Gallas;

Aos meus amigos Claryntho Sales Pinto Netto, Jerry Oliveira, Julio Librelotto, Paulo Rossato e Cléber Ritter, amizades sem precedentes;

Aos acadêmicos de agronomia Rafael Cecon, Cassiano Machado Artusi, Alexandre Picinin, Rafael Gobbi pelo apoio e contribuição na realização desse trabalho;

À Secretária Mari Viecelli Gomes pela amizade, aos funcionários do Laboratório de Fitopatologia Cinara de Andrade Cardoso e Paulo Tironi pelo apoio e auxílio;

A todos os colegas do curso de mestrado e doutorado sem distinção, que me acompanharam nessa jornada de cinco anos pelo companheirismo e amizade;

A Empresa Bayer CropScience nas pessoas dos Srs. Bruno Welter e Fábio Carlet pela colaboração com os produtos fornecidos;

A todos que de uma forma ou outra contribuíram na realização desta o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO	4
2 REVISÃO DE LITERATURA	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Local, época da realização, precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperatura, safra 2009/2010	28
3.2 Local, época da realização, precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperatura, safra 2010/2011	29
3.3 Características e manejo do solo	30
3.4 Cultivar	31
3.5 Instalação dos experimentos, safras 2009/2010 e 2010/2011	31
3.5.1 Descrição dos tratamentos	34
3.6 Delineamento experimental	36
3.7 Condução do experimento, safra 2009/2010	37
3.8 Condução do experimento, safra 2010/2011	43
3.9 Avaliações	47
3.9.1 Incidência e severidade da ferrugem asiática da soja	47
3.9.2 Número de nós sem pecíolo	48
3.10 Colheita	48
3.10.1 Peso de mil grãos	49
3.10.2 Rendimento de grãos	49
3.11 Análise econômica	49
3.12 Análise estatística	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1 Experimento safra 2009/2010	53
4.2 Experimento safra 2010/2011	66
5 CONCLUSÕES	77
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
APÊNDICE	91
ANEXOS	92

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ciclo da ferrugem da soja	10
2	Croqui dos experimentos, safras 2009/2010 e 2010/2011	33
3	Curvas de progresso da incidência foliolar na testemunha e no critério R1, safra 2009/2010	54
4	Curvas de progresso da incidência foliolar na testemunha e no critério R5.1, safra 2009/2010	55
5	Curvas de progresso da incidência foliolar na testemunha e no critério LDE, safra 2009/2010	56
6	Curvas de progresso da incidência foliolar na testemunha e no critério pré-fechamento, safra 2009/2010	56
7	Curvas de progresso da incidência foliolar na testemunha e no critério soma térmica, safra 2009/2010	57
8	Curvas de progresso da incidência foliolar na testemunha e no critério R1, safra 2010/2011	67
9	Curvas de progresso da incidência foliolar na testemunha e no critério R5.1, safra 2010/2011	68
10	Curvas de progresso da incidência foliolar na testemunha e no critério LDE, safra 2010/2011	69
11	Curvas de progresso da incidência foliolar na testemunha e no critério pré-fechamento, safra 2010/2011	69
12	Curvas de progresso da incidência foliolar na testemunha e no critério soma térmica, safra 2010/2011.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Sugestões de tamanhos de gotas em função da temperatura e umidade relativa do ar	24
2	Precipitação pluvial acumulada (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa do ar média (%) ocorrida durante o desenvolvimento do ensaio na safra 2009/2010. Fonte: Embrapa Trigo, 2012	28
3	Precipitação pluvial acumulada (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa do ar média (%) ocorrida durante o desenvolvimento do ensaio na safra 2010/2011. Fonte: Embrapa Trigo, 2012	29
4	Características botânicas e agronômicas da cultivar utilizada nas duas safras agrícolas	31
5	Produtos e doses utilizados no experimento com suas respectivas observações, safra 2009/2010 ...	38
6	Espaço livre entre linhas de soja em função de datas e estádios fenológicos, safra 2009/2010	39
7	Posicionamento das aplicações de fungicida para cada critério pré-estabelecido, estágio fenológico e data, safra 2009/2010	39
8	Intensidade da doença no momento de cada aplicação, totais das incidências e quantidade final da doença na última quantificação da severidade, safra 2009/2010	40
9	Condições do ar nas datas das aplicações dos tratamentos: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (km/h), safra 2009/2010	41
10	Número de impactos/cm ² e respectivos diâmetros medianos volumétricos (DMV - µm) estimados em cartões sensíveis a água, safra 2009/2010	42

Quadro		Página
11	Produtos, doses utilizadas no experimento com suas respectivas observações, safra 2010/2011 ...	44
12	Espaço livre entre linhas de soja em função de datas e estádios fenológicos, safra 2010/2011	45
13	Posicionamento das aplicações de fungicida, conforme cada critério pré-estabelecido, estágio fenológico e datas, safra 2010/2011	45
14	Intensidade da doença, totais das incidências e quantidade final da doença na última quantificação da severidade, safra 2010/2011 ...	46
15	Condições do ar: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (km/h), safra 2009/2010	46
16	Quantidades finais de incidência e severidade foliolar na testemunha e nos tratamentos, safra 2009/2010	53
17	Quantidades finais de incidência e severidade foliolar na testemunha e nos tratamentos, safra 2010/2011	66

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Área abaixo da curva de progresso da incidência da doença (AACPDI), controle da ferrugem e número de nós sem pecíolo em soja cv. BRS-246 RR em resposta a aplicações do fungicida, segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2009/2010	58
2	Área abaixo da curva de progresso da severidade da doença (AACPDS), controle da ferrugem e peso de mil grãos em soja cv. BRS-246 RR, em resposta à aplicações do fungicida, segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2009/2010	60
3	Rendimento de grãos (kg/ha) de soja cv. BRS-246 RR em função de critérios e pontas de pulverização utilizadas nas aplicações do fungicida na safra 2009/2010	62
4	Receita bruta (R\$/ha) obtida em soja cv. BRS-246 RR em resposta a aplicações do fungicida segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2009/2010	63
5	Aumento da receita (R\$/ha) em relação a testemunha obtida em soja cv. BRS-246 RR em resposta a aplicações do fungicida segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2009/2010	64
6	Ganho econômico (R\$/ha) em relação a testemunha, obtido em soja cv. BRS-246 RR, em resposta a aplicações do fungicida segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2009/2010	65

Tabela		Página
7	Área abaixo da curva de progresso da incidência da doença (AACPD), controle da ferrugem e número de nós sem pecíolo em soja cv. BRS-246 RR, em resposta a aplicações do fungicida segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2010/2011	71
8	Severidade, controle da ferrugem e peso de mil grãos (PMG) em soja cv. BRS-246 RR, em resposta a aplicações do fungicida segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2010/2011.....	73
9	Rendimento de grãos (kg/ha) e receita bruta (R\$/ha) em soja cv. BRS-246 RR, como resposta a aplicações do fungicida segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2010/2011.....	74
10	Aumento de receita (R\$/ha) e ganho econômico (R\$/ha) em soja cv. BRS-246 RR, como resposta a aplicações do fungicida segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2010/2011	75

**CRITÉRIOS PARA O INÍCIO DAS APLICAÇÕES DE
FUNGICIDA E DESEMPENHO DE PONTAS DE
PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE DA FERRUGEM
ASIÁTICA DA SOJA**

MARCELO CIGANA FERREIRA¹

RESUMO - O controle da ferrugem da soja depende da utilização racional de fungicidas. O objetivo do trabalho foi comparar a eficiência de pontas de pulverização e de critérios indicadores para início das aplicações de fungicida, visando ao controle da ferrugem asiática da soja. O experimento foi conduzido nas safras agrícolas de 2009/2010 e 2010/2011 em Passo Fundo/RS. Foi semeada a cultivar de soja BRS-246 RR com espaçamento de 0,45 m entre linhas, população de 300.000 plantas/ha. Os tratamentos constaram de cinco critérios indicadores do momento de início das aplicações e duas pontas de pulverização. Os critérios compreenderam os estádios fenológicos R1 e R5.1, limiar de dano econômico (LDE), pré-fechamento das entre linhas e soma térmica. As pontas utilizadas foram de jatos planos Teejet® XR110015 e TT110015. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com arranjo fatorial (5x2) e quatro repetições. As parcelas mediram 3,15 m x 6 m perfazendo 18,9 m². Utilizou-se o fungicida trifloxistrobina + ciproconazol na dose de 0,15 L/ha + óleo Áureo® a 0,5 L/ha. As pulverizações foram realizadas com volume de calda de 120 L/ha.

¹ Eng.-Agr., Mestre, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Fitopatologia.

Avaliou-se a incidência e a severidade foliolar da ferrugem, o número de nós sem pecíolos, o rendimento de grãos e o peso de mil grãos. Com os dados da colheita procedeu-se à análise econômica, considerando custos e benefícios. Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Concluiu-se que o início das aplicações no estágio fenológico R5.1 foi o critério menos efetivo nas duas safras agrícolas. Os critérios pré-fechamento e soma térmica foram os que mantiveram as plantas com menor intensidade da doença ao longo de todo o ciclo da cultura. Nas duas safras agrícolas os critérios pré-fechamento, soma térmica e estágio fenológico R1 proporcionaram os melhores ganhos econômicos.

Palavras-chave: *Glycine max*, *Phakopsora pachyrhizi*, Tecnologia de aplicação.

**CRITERIA FOR THE BEGINNING OF FUNGICIDE
APPLICATIONS AND PERFORMANCE OF SPRAY NOZZLES
TO CONTROL ASIAN SOYBEAN RUST**

ABSTRACT - The control of soybean rust depends of rational use of fungicides. The objective of this study was to compare the efficiency of spray nozzles and criteria to begin the fungicide applications, aimed at controlling asian soybean rust. The experiment was conducted in the seasons of 2009/2010 and 2010/2011 at Passo Fundo/RS. It was sown soybean cultivar BRS-246 RR with 0.45 m spacing between rows, population of 300,000 plants/ha. Treatments were five

indicators criteria to the start of the fungicide applications, using two types of spray nozzles. The indicators criteria where the growth stages R1 and R5.1, economic damage threshold (LDE), pre-closing between the rows and the thermal sum. The used spray nozzles were Teejet® XR110015 and TT110015. The experimental design was a randomized block with factorial arrangement (5x2) and four repetitions. The experimental units measured 3.15m x 6.0m comprising 18.9 m². It was used the fungicide trifloxystrobin + cyproconazole 0.15 L/ha + Áureo® oil 0.5 L/ha. The treatments were performed with the spray volume of 120 L/ha. It was evaluated the incidence and severity of rust in leaflets, the number of nodes without petiole, grain yield and thousand grain weight. With the harvest data it was proceeded to an economic analysis taking into account the costs and benefits. The data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey's test at 5% error probability. It was concluded that the criterion R5.1 growth stage resulted in less significant rust control of the two seasons. Pre-closing criteria and thermal sum were those who maintained the plants with lower intensity of the disease throughout the crop cycle. In the two growing seasons pre-closing, thermal sum and R1 growth stage criteria provided the best economic gain.

Key words: *Glycine max*, *Phakopsora pachyrhizi*, Application technology.

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill], é uma das principais culturas na agricultura mundial e brasileira em função da sua produtividade e valor nutritivo com diversas aplicações na alimentação humana e animal, bem como no papel sócio econômico, impulsionando de forma significativa o agronegócio.

Dentre os fatores que têm contribuído para o desempenho da cultura da soja no Brasil, pode-se destacar: o preço pago ao produto no mercado internacional, sua liquidez, o melhoramento genético, através de variedades adaptadas às regiões produtoras; o desenvolvimento de técnicas de manejo inerentes a cada região; o avanço da mecanização; o uso do manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas, com base na fisiologia das variedades e nas características edafo-climáticas de cada região; o uso da agricultura de precisão, conectada a técnicas de colheita, logística de armazenamento e transporte. O somatório destes fatores, dentre outros, fazem do Brasil, uma referência mundial na produção de grãos.

Com referência a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow) cabe salientar que a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários é de fundamental relevância para o seu controle eficiente.

As hipóteses desse trabalho são: (i) existe a possibilidade de reduzir o número de aplicações de fungicidas em soja; (ii) aplicando-se fungicida no pré-fechamento das entrelinhas haverá maior rendimento de grãos; (iii) o custo adicional devido ao aumento

do número de aplicações de fungicida (pulverizações antecipadas) é compensado por maior ganho econômico por unidade de área.

O objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência de pontas de pulverização e de critérios indicadores para o início das aplicações de fungicida, visando ao controle da ferrugem asiática da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A soja é uma espécie originária da China, e vem sendo cultivada há centenas de anos. Graças as suas características nutritivas, industriais e à sua adaptabilidade a diferentes latitudes, solos e condições climáticas, o cultivo se expandiu por todo o mundo, constituindo-se na principal leguminosa cultivada atualmente (MARTINS, 2006).

A importância da soja na alimentação humana e animal é relevante, pois trata-se de uma excelente fonte protéica. Estima-se para o Brasil, uma produção de 72,3 milhões de toneladas para uma área cultivada de 24,2 milhões de hectares com uma produtividade média de 3.150 kg/ha (CONAB, 2011).

Estimativas vislumbram a perspectiva de que em 2020 a produção brasileira poderá chegar à cerca de 105 milhões de toneladas, ocupando uma área adicional de 8 milhões de hectares (PARRA, 2006).

A soja está entre as principais culturas do agronegócio, sendo assim uma das mais importantes “commodities” brasileiras e mundiais, utilizada ainda na obtenção de produtos como revestimentos, papel, tintas e biocombustíveis (REUNIÃO..., 2006).

Os benefícios da produção da soja para a economia brasileira são indiscutíveis. A cultura deve ser encarada como uma cadeia que movimenta a indústria, o comércio e vários serviços. Restringir as análises somente ao campo é ignorar a importância social da cultura. O complexo soja representa, sozinho, 12% do produto interno bruto.

Nos últimos anos a soja no Brasil aumentou sua produção e produtividade, uma vez que apresenta elevado potencial produtivo. Entretanto existem fatores que impedem que a máxima produtividade seja atingida, sendo que as doenças contribuem significativamente para essa redução (ALVES, 2007).

Sob este aspecto, a doença que mais preocupa os sojicultores é a ferrugem asiática, que desde a sua primeira ocorrência foi responsável por severos danos econômicos, causando perdas de rendimento de até 70% (SOARES et al., 2004; SILVA, 2007).

A taxonomia do agente causal da ferrugem asiática da soja - *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow refere-se ao reino fungi, filo basidiomycota, classe basidiomicetes, ordem uredinales, família Phakopsoraceae, gênero *Phakopsora* e espécie *pachyrhizi* (SINCLAIR & HARTMAN, 1999).

O primeiro relato de ocorrência da ferrugem asiática foi em 1902, no Japão, a partir desta a sua ocorrência foi relatada em diversos locais do mundo como Austrália, China, Índia, Filipinas, Tailândia, Brasil, Argentina, Bolívia, Uruguai, Paraguai, Porto Rico, Estados Unidos da América do Norte, México, Zimbábue, Nigéria, África do Sul (YORINORI, 2006; LEVY, 2005).

Por sua vez, a primeira descrição de *P. pachyrhizi*, em lavouras no Continente Americano foi relatada no Paraguai, na safra 2001 (MOREL, 2001) e posteriormente no Brasil (COSTAMILAN et al., 2002; REIS et al., 2002).

Desde então, a ferrugem disseminou-se para a Argentina (2002), Bolívia (2003), Uruguai (2004) e Colômbia (2004) (BALARDIN et al., 2005). Sendo que em 2004 foi relatada pela

primeira vez nos EUA, maior produtor mundial de soja (SCHNEIDER et al., 2005).

As ferrugens são causadas por parasitas obrigatórios (biotróficos), isto é, não matam as células e tecidos de seus hospedeiros, mas desenvolvem estratégias efetivas para explorar células vivas como fontes de alimento (SILVA, 2007).

A progressão da doença é inibida pela baixa frequência de precipitação pluvial associada à temperaturas superiores a 30° C ou inferiores a 15 °C (BALARDIN, 2004).

Sua sobrevivência na entressafra ocorre em hospedeiros alternativos e em soja “guaxa” (MARTINS, 2006; PASSINI, 2007).

Conforme Alexopoulos et al. (1996) um fungo do grupo das ferrugens pode produzir cinco diferentes estágios em seu ciclo de vida: estágio 0 (espermogônios produtores de espermácias e hifas receptivas), estágio I (aécia produzindo aeciosporos), estágio II (urédia produzindo uredosporos), estágio III (télia produzindo teliosporos) e estágio IV (basídias produzindo basidiosporos).

Phakopsora pachyrhizi tem sido descrito em seus estágios de urédia e telia. A produção dos demais estágios não se encontra relatada, assim como, a função da fase de telia não está totalmente esclarecida (MARCHETTI et al., 1975; YEH et al., 1981).

A principal fonte de inóculo da ferrugem asiática da soja são os uredosporos. Esses esporos são pequenos e leves, sendo removidos das urédias presentes nas folhas, quando estas se encontram com a superfície seca. São facilmente disseminados para lavouras próximas ou a longas distâncias pelo vento. Uma vez depositados sobre a superfície foliar do hospedeiro, permanecem em

repouso a espera dos estímulos que conduzem ao processo de infecção (YORINORI et al., 2004; REIS et al., 2006).

Na presença de água livre e de temperatura favorável, inicia o processo de germinação (Figura 1).

O ciclo de vida do agente etiológico da ferrugem asiática inicia-se quando os uredospóros, oriundos das urédias, germinam e produzem o tubo germinativo que cresce através da superfície da folha até formar o apressório. Ao contrário da maioria dos fungos causadores de ferrugens que penetram por aberturas naturais (estômatos), o patógeno da ferrugem da soja pode penetrar também diretamente pela cutícula da folha, epiderme e principalmente nas junções entre as células aumentando assim a rapidez da infecção (ZAMBENEDETTI et al., 2007). A colonização ocorre por crescimento miceliano intercelular. A formação de lesões angulares se dá em função do crescimento das hifas do fungo, normalmente, ser restrito às nervuras da folha (REIS et al., 2006).

A intensidade final da ferrugem asiática da soja é diretamente influenciada pelas chuvas ao longo do ciclo da cultura (DEL PONTE et al., 2006; GALLOTI et al., 2006; GODOY et al., 2009).

A ferrugem asiática da soja reduz a atividade fotossintética pela destruição dos tecidos foliares, causando desfolha prematura e redução do ciclo. A queda prematura das folhas não permite a plena formação dos grãos (SINCLAIR & BACKMAN, 1989). A Figura 1 ilustra o ciclo da ferrugem da soja.

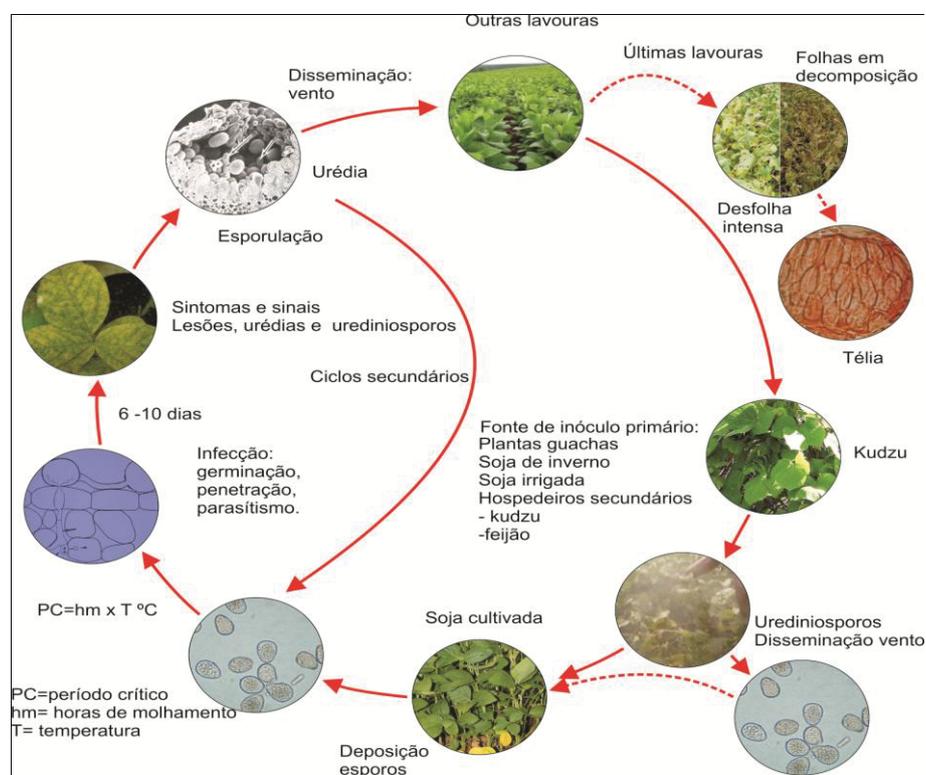


Figura 1 - Ciclo da ferrugem da soja (Danelli, 2012).

Conforme Ogle et al., (1979), os danos causados pela doença são devidos as reduções do número de legumes e de grãos e redução do peso dos grãos causadas pela desfolha precoce. Entretanto, o efeito cumulativo da ferrugem sobre a produção traduz-se em menor peso das sementes e na redução do número de vagens e sementes (SINCLAIR & BACKMAN, 1989).

Segundo Agrios (1997), quando um patógeno se dissemina e infecta diversos indivíduos dentro de uma população, de uma área extensa, em um período de tempo relativamente curto, o fenômeno é denominado epidemia.

A quantificação de danos causados por doenças de plantas

é muito importante para o desenvolvimento de qualquer programa de controle de doenças, independentemente do método a ser empregado (ZADOKS & SCHEIN, 1979).

A ferrugem asiática da soja é uma doença diferente das demais ferrugens, porque: (a) produz lesões necróticas nas folhas do hospedeiro; (b) em cada lesão são formadas inúmeras pústulas (urédias ou uredínias); (c) os esporos presentes nas urédias não apresentam a coloração ferruginosa; (d) o fungo não penetra nos tecidos do hospedeiro pelos estômatos, mas, sim, diretamente pelas células epidérmicas; (e) o parasita não é específico à soja, apresentando uma enorme gama de hospedeiros (REIS et al., 2006).

As primeiras lesões da ferrugem da soja, em geral, são encontradas nas folhas mais próximas ao solo, quando as plantas se encontram no estágio fenológico próximo ou logo após o florescimento. Já os sintomas da ferrugem são denominados de “lesões”, não de pústulas, como nas demais ferrugens, porque ocorre a necrose do tecido foliar e cada lesão pode apresentar várias pústulas (REIS et al., 2006).

O principal dano ocasionado pela ferrugem asiática é a desfolha precoce, que pode impedir a completa formação dos grãos, e conseqüentemente implica na redução da produtividade. O montante de impacto da doença na produção depende do momento em que ela incide na cultura, das condições climáticas favoráveis à sua multiplicação após a constatação dos sintomas iniciais e do ciclo da cultivar utilizada. A ferrugem é considerada uma doença policíclica, ou seja, o patógeno é capaz de ter várias gerações num único ciclo do hospedeiro (EMBRAPA, 2007).

No estado do Mato Grosso, no ano de 2001, acreditava-se que a ferrugem asiática da soja dependia do estágio fenológico da cultura e por essa razão os produtores não necessitariam vistoriar as lavouras para identificá-la anteriormente ao estágio R1. Entretanto no município de Primavera do Leste/MT a doença ocorreu em estádios vegetativos reduzindo a produtividade significativamente (SEIXAS & GODOY, 2007).

A ocorrência da ferrugem asiática da soja independe de estágio fenológico vegetativo ou reprodutivo (MOREIRA, 2009).

A quantidade de doença denominada início, é muito subjetiva ao considerar-se que a ciência agrônômica dispõe de técnicas patométricas precisas e bem definidas para quantificar qualquer quantidade de doença (CAMPBELL & MADDEN, 1990).

A presença constante de plantas voluntárias de soja e os cultivos com irrigação nos meses de inverno e primavera, especialmente na região central do Brasil, têm contribuído para a manutenção do inóculo durante o ano inteiro, através das chamadas “pontes verdes”. Esse fato, aliado a condições ambientais favoráveis, determinam o aparecimento da ferrugem mais cedo, ainda no período vegetativo das plantas (GODOY et al., 2006). Desta maneira, é comum a aplicação de fungicidas quando a doença já está presente o que sabidamente reduz a eficácia e determina um maior número de aplicações, chegando, muitas vezes, a inviabilizar o custo de produção da cultura.

Para o sucesso no controle da ferrugem asiática da soja é importante detectar a infecção das plantas no campo o mais cedo possível, porque a doença progride rapidamente e decisões de

aplicação de fungicidas deveriam ser programadas com antecedência (DORRANCE et al., 2011).

O uso de fungicida para o controle químico da ferrugem da soja é considerado uma medida emergencial, rápida e eficiente, porém, aumenta o custo de produção e lembrando ainda que sem o conhecimento dos danos não se têm indicadores concretos e científicos para a decisão do controle químico. Deste modo, toda aplicação com fungicida deve ter relação com o retorno econômico (REIS et al., 2007).

A decisão sobre o momento correto da aplicação do controle químico é fundamental para a eficiência do tratamento, visto que atrasos na adoção de medidas de controle podem torná-lo tão ineficaz quanto a ausência de aplicações (CALAÇA, 2008).

Dependendo das condições climáticas, da época de semeadura da soja e da quantidade de inóculo disponível na região de cultivo, a ferrugem já na fase vegetativa requer aplicação imediata de fungicidas. Caso contrário, o início das aplicações poderá ser feito na floração ou no pré-fechamento do espaço entre as linhas de cultivo (REIS, 2009).

Os controles preventivo, curativo e erradicativo são considerados como ação dos fungicidas e não critérios indicadores do momento de aplicação (HEWITT, 1998).

Na cultura do feijoeiro comum, as aplicações preventivas e por estádios de desenvolvimento não aumentaram a produtividade, mas sim elevaram o custo e reduziram a produtividade, por outro lado o critério LDE proporcionou maior retorno econômico (KRIEGER, 2006).

Considerando o complexo de doenças foliares que afetam a cultura da soja, o período do ciclo a ser protegido é aquele entre R1 e R6, o que pode demandar duas aplicações em cultivares precoces e semi-precoces, ou três aplicações, em cultivares médias e tardias. A primeira pode ser realizada no início da floração ou no pré-fechamento do espaço entre linhas, o que ocorrer primeiro (VIERO & FORCELINI, 2007).

Segundo Godoy (2007), por mais eficientes que sejam os fungicidas utilizados no controle da ferrugem da soja, ainda existem alguns pontos críticos, como o momento ideal para início da aplicação, o que pode comprometer os resultados.

O efeito do controle curativo de fungicidas pode ser reduzido com o atraso da aplicação após a inoculação (GODOY & CANTERI, 2004; VIERO & FORCELINI, 2007).

As aplicações preventivas atrasam o início da epidemia, reduzem a eficiência de infecção do inóculo inicial e diminuem o ritmo de desenvolvimento da doença, sendo que todos os três efeitos contribuem para a redução da quantidade final da doença, porém o atraso da epidemia é, talvez, o mais importante (REIS, 2009).

A ferrugem da soja é facilmente controlada pelos fungicidas, o que aumenta o custo de produção das lavouras. Há dificuldades no gerenciamento das aplicações em função das condições climáticas adversas como períodos chuvosos prolongados e erro do dimensionamento de máquinas aplicadoras independentemente do tamanho da propriedade rural.

A utilização continuada de triazóis, muitas vezes sob condições impróprias (sub-doses de produtos e tecnologia

inadequada), tem resultado na redução da sensibilidade do patógeno a este grupo de fungicidas.

Levy (2005), no Zimbábue verificou a necessidade de três e até quatro aplicações para manter o potencial produtivo da soja, sendo que uma ou duas aplicações na fase de enchimento de grãos foram insuficientes.

Hartman et al. (1991) relatam que fungicidas aplicados preventivamente tem se destacado como estratégia eficaz no controle da doença. Outros estudos realizados mostram também que, em condições severas da epidemia, são necessárias de três a cinco aplicações em intervalos de 10 dias (SINCLAIR & HARTMAN, 1999).

Nos últimos anos, a tendência é o aumento do plantio de cultivares precoces como medida de controle (escape) da ferrugem da soja (GODOY et al., 2007). O reflexo disso é o número crescente de cultivares precoces licenciados pelas empresas de pesquisa a cada ano.

Para que uma planta atinja seu potencial máximo de rendimento é necessário que, além de encontrar as melhores condições de clima e solo ela sofra o mínimo de competição com as plantas daninhas, insetos e doenças.

Segundo McNew no ano de 1960 a ordem preferencial das medidas de controle para as ferrugens seriam a resistência varietal, a proteção química e por último a eliminação de plantas voluntárias (BERGAMIN FILHO et. al., 1995).

De acordo com relatos de Yorinori (2006), o controle químico deve fazer parte do manejo integrado da cultura e seu planejamento deve ser iniciado antes da semeadura da soja. Para um

controle eficiente da doença, é necessário implantar medidas que envolvam:

- a.** Treinamento e capacitação dos inspetores de campo na correta identificação da ferrugem;
- b.** Vistoria freqüente da lavoura para identificação preventiva da ferrugem;
- c.** Acompanhamento das informações sobre a evolução e os locais de ocorrência da doença a cada safra;
- d.** Monitoramento permanente das condições climáticas e da previsão do tempo para a região envolvida;
- e.** Adequação do tamanho da área cultivada com a capacidade de pulverização ou vice-versa;
- f.** Utilização de cultivares com arquitetura foliar do tipo lanceolada, que permitem maior penetração de calda no interior do dossel da planta;
- g.** Semeadura preferencialmente de cultivares precoces e com menor densidade foliar;
- h.** Concentração da semeadura no início da época indicada para cada região de modo que as plantas atinjam o máximo desenvolvimento quando o fungo ainda não esteja presente ou apresente baixo potencial de inóculo no ar e as condições climáticas menos sejam favoráveis para a ferrugem, com maior oportunidade de pulverização no momento correto;
- i.** Adoção de espaçamento e densidade de plantas de soja que permitam o máximo de penetração do fungicida no interior do dossel foliar;
- j.** Treinamento e capacitação em tecnologia de aplicação;

k. Adoção das recomendações técnicas da tecnologia de aplicação como a escolha do fungicida, momento correto de aplicação, volume da calda e tipo(s) de ponta(s) para cada situação;

l. Realização de freqüentes avaliações da eficiência da aplicação, através da medição da deposição do fungicida nas diferentes alturas do dossel foliar com o uso de papel sensível;

m. Redução das perdas na colheita e com isso da população de plantas guaxas ou ditas sojas de inverno (fonte de inóculo);

n. Eliminação das plantas guaxas;

o. Adoção das normas do vazio sanitário (vale lembrar que o cultivo do feijoeiro é hospedeiro secundário da doença);

p. Busca de informações sobre a adoção de medidas corretas para o controle da doença.

Cabe lembrar também que no manejo integrado, é importante evitar a semeadura ao longo das bordas das lavouras, ao redor dos postes de energia elétrica e onde haja obstáculos que dificultem a pulverização e a colheita. Essas áreas que ficam desprotegidas multiplicam o fungo, dificultando o controle da doença em áreas vizinhas, principalmente em períodos chuvosos que impedem ou atrasam a pulverização, além de produzirem plantas guaxas ou voluntárias (fonte de inóculo).

O critério de aplicação considerando o estágio fenológico da cultura não leva em conta a quantidade de doença e geralmente ocorre de forma atrasada, ou seja, quando a quantidade de doença já ultrapassou o limiar de ação. O LDE pode necessitar mais trabalho e tempo para ser executado, no entanto, quando realizado verifica-se

que no momento da aplicação do fungicida as doenças estão com baixa intensidade, que o tratamento não está atrasado e que os fungicidas apresentam eficiência de controle esperado, prevenindo inclusive alguns inconvenientes de insensibilidade (REIS, 2009).

Temperaturas do ar entre 8 e 36 °C (ótimo entre 19 e 24 °C) e período de molhamento foliar acima de 6 horas favorecem a ocorrência da doença. O monitoramento é fundamental, devendo ser mais freqüente a partir do florescimento e as aplicações de fungicidas devem ser preventivas ou quando da detecção da doença na região. Considerar incidência de 5 % quando do aparecimento dos primeiros sintomas da doença e não aplicar quando a doença aparecer a partir do estágio R6-R7 (REUNIÃO..., 2006). Por outro lado, pode-se resumir em poucas palavras do que foi escrito acima como sendo ideal a temperatura de 22 °C, o molhamento foliar de 8 horas e que o monitoramento constante é fundamental. Ainda, cabe destacar que se deve considerar cada patossistema separadamente e não um somente para todas as doenças.

No caso do oídio aplicar fungicidas quando a severidade da doença atingir pelo menos 20% da área foliar do terço inferior da planta e para doenças foliares de final de ciclo a partir do estágio fenológico R1 até o R5.3. Para a ferrugem asiática da soja o controle poderá ser efetuado na lavoura no início do aparecimento dos primeiros sinais ou preventivamente a partir do surgimento da doença em lavouras da região (REUNIÃO..., 2009). A adoção destes critérios requer cuidados especiais e ponderações, sendo que cada tipo de indicação deve ser analisada em separado. No caso do oídio, citado

acima em 20%, não deveria se deixar avançar desta forma em função do reduzido IAF (índice de área foliar) e debilidade da planta.

Ao regular a maioria dos processos fisiológicos, certa quantidade de calor acumulado é requerida para fornecer energia suficiente para um organismo passar de um estágio para outro de seu desenvolvimento. Esta quantidade de calor externa e necessária pode ser cientificamente quantificada (TRUDGILL, 2005).

Para se calcular a soma térmica, escolhe-se uma data inicial relacionada a um determinado evento biológico, conhecida como data biofixa, a partir da qual se inicia a contagem partindo do valor zero (REIS, 2009).

As estimativas de danos causados pela ferrugem asiática da soja em oito países de maior potencial produtivo cresceram de cento e noventa mil toneladas em 1998 para um milhão trezentos e vinte mil toneladas em 2006 (WRATHER et al., 2010). Esse dado retrata a importância do controle da doença, haja vista que seu atraso ou a falta de controle comprometem o sucesso do agronegócio.

Segundo dados da Embrapa Soja (2011), os cinco fungicidas que proporcionaram acima de 80% de controle da ferrugem asiática da soja foram os seguintes: azoxistrobina + ciproconazol 60+24 g i.a./ha, piraclostrobina + epoxiconazol 66,5+25 g i.a./ha, trifloxistrobina + protioconazol 60+70 g i.a./ha, piraclostrobina + metconazol 65+40 g i.a./ha, picoxistrobina + tebuconazol 60+100 g i.a./ha. Por outro lado os que obtiveram índices abaixo de 40% foram tebuconazol 100 g i.a./ha, ciproconazol 30 g i.a./ha e oxicarboxina 900 g i.a./ha.

Tecnologia consiste na aplicação dos conhecimentos científicos a um determinado processo produtivo. Portanto, tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários consiste no emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação dos produtos fitossanitários biologicamente ativos no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com o mínimo de contaminação de outras áreas (MATUO, 1990).

Por outro lado (MATTHEWS, 1979), cita que a tecnologia de aplicação é uma das atividades de maior desperdício na agricultura tanto em energia quanto de produtos químicos. Tudo isso devido a dificuldade de depositar os produtos somente no alvo onde sua ação é necessária. Para (HIMEL, 1974) a aplicação de defensivos agrícolas é, provavelmente, o processo mais ineficiente que o homem já praticou até hoje. A validade das afirmações destes autores parece persistir até os dias atuais, tendo em vista as dificuldades em depositar os produtos fitossanitários nos alvos onde são desejados.

De acordo com Christofolletti (2001), a pulverização é um processo mecânico de geração de um grande número de gotas, a partir de uma calda preparada para um tratamento fitossanitário. Já, aplicação é o processo de colocar um produto fitossanitário no alvo biológico, depositando-o no local exato onde a sua ação é necessária. Desta forma, a aplicação sempre leva em conta o alvo biológico, suas características e sua localização e considera também as condições ambientais que cercam este alvo no momento em que se pretende aplicar determinado produto fitossanitário.

Dentre os aspectos do ambiente a serem considerados nas aplicações de fungicidas destacam-se a temperatura, a umidade

relativa do ar, a velocidade do vento, a presença de orvalho e a ocorrência de chuvas logo após as aplicações (BOLLER et al., 2011).

Ao efetuar a aplicação de defensivos agrícolas, a finalidade é obter uma distribuição uniforme dos produtos em toda a área a ser tratada. Superfícies tratadas com doses abaixo das mínimas exigidas causam controle deficiente, como também quantidades excessivas irão causar desperdício de produto e fitotoxicidade, encarecendo o processo de aplicação (CHISTOFOLETTI, 1996).

Em pulverizações devem-se priorizar alguns fatores como o alvo que se quer atingir, as características do produto utilizado, a máquina, o momento da aplicação e as condições ambientais, que interferem na eficiência e que nunca agem de forma isolada, sendo as suas interações responsáveis pela eficiência ou ineficiência do controle (RAMOS, 2000).

As pontas de pulverização juntamente com as peneiras fazem parte dos componentes do bico. Nos bicos, o líquido sob pressão (fonte de energia potencial para a formação das gotas) passa pela peneira e por fim pelo orifício da ponta, produzindo uma película que vai aumentando gradativamente a sua superfície e conseqüentemente diminuindo a espessura até romper-se em pequenas gotas (MATUO et al., 2005).

Basicamente as pontas de pulverização possuem três funções importantes, como a determinação da vazão de acordo com o tamanho do orifício, a distribuição e o tamanho de gotas em função do modelo da ponta, das características do líquido e da pressão de trabalho.

As pontas são componentes essenciais para atingir o sucesso nas aplicações. Todo o esforço na defesa fitossanitária não passa de um desperdício se as pontas não são apropriadamente selecionadas, instaladas, operadas e conservadas.

Matuo et al. (2005) fazem uma ressalva com relação a pressão de trabalho estabelecida pelos fabricantes, dizendo que o aumento da pressão acima da recomendada não leva necessariamente as gotas a uma distância maior, podendo ocorrer o inverso, ou seja, aumentando a pressão, haverá a diminuição do tamanho de gotas, as quais terão pouco peso e a distância percorrida pelas mesmas diminuirá, não importando a força com que sejam lançadas ou a condição ambiental.

Observações de relevante importância são destacadas nos relatos de (BROWN-RYTLEWSKI & STATON, 2006), segundo os quais os pontos chave para o sucesso em aplicações de fungicidas para o controle de doenças da soja são pulverizações no momento certo, a obtenção de adequada cobertura e a penetração das gotas no interior do dossel das plantas.

Quanto à tecnologia de aplicação, Antuniassi (2007) afirma que se devem preferir sempre as aplicações preventivas com gotas finas ou muito finas maximizando a cobertura foliar de todas as plantas e das partes baixas. Já para as aplicações curativas “iniciais” indica optar por gotas finas ou médias em função dos baixos níveis de severidade possibilitando a aplicação em um tempo menor, o que é fundamental no controle da doença. O mesmo autor sugere ainda que para aplicações curativas “tardias” sejam empregadas gotas médias, haja vista que as folhas do terço inferior estão comprometidas e com

esse tamanho de gota facilitará a deposição nas folhas dos terços médio e superior, aumentando a eficiência operacional das máquinas aplicadoras em função das condições climáticas.

A escolha da ponta de pulverização a ser utilizada, sua manutenção e conservação, o controle do tamanho das gotas, da deriva e deposição das gotas geradas, são fatores essenciais para que se possa obter sucesso na aplicação de qualquer defensivo agrícola, causando danos mínimos ou nulos ao meio ambiente e ao próprio homem.

Durante as pulverizações com pontas e equipamentos adequados, um pequeno deslocamento lateral das gotas (não podendo exceder 10%) não deverá ser considerado como deriva prejudicial, já que representa a fração das gotas muito finas em consequência do processo físico de geração das gotas pelas pontas, além de necessário para que se obtenha o recobrimento adequado das faixas de deposição, melhor uniformidade e homogeneidade da pulverização (SANTOS, 2010).

Os fatores de insucessos no uso de defensivos agrícolas são creditados, de maneira simplista ao produto, quando na realidade o mau uso do equipamento, tanto na sua estrutura como no momento adequado da aplicação, em sua maioria, deveria merecer mais atenção e cuidados.

Gandolfo (2002) avaliou 76 pulverizadores de barras nos estados do Paraná e São Paulo, onde constatou que 90% destes apresentavam falhas no manômetro. Esta constatação é estarrecedora, uma vez que sem o conhecimento da pressão de trabalho é impossível ter o domínio sobre a qualidade de uma aplicação de defensivos, tendo em vista que este aspecto influi decisivamente no tamanho das gotas

geradas e conseqüentemente na eficiência e no impacto ambiental dos tratamentos fitossanitários. O mesmo autor verificou ainda, que 81,6% dos pulverizadores avaliados apresentaram desuniformidade excessiva na vazão das pontas de pulverização (vazão superior a 10% acima da média da barra). O coeficiente de variação médio da distribuição do líquido ao longo da barra foi de 18,5%, superando o limite de 10% estabelecido como aceitável pelas regras da FAO adotadas nos países membros da União Européia. O autor constatou ainda que em 56,6 % dos pulverizadores ocorriam vazamentos e 80% das máquinas inspecionadas operavam com erros de dosagem do produto aplicado, sendo o erro médio igual a superdosagem de 18,9 %.

Antuniassi et al. (2005) sugerem ajustar o tamanho das gotas de pulverização de fungicidas em função das condições climáticas, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Sugestões de tamanhos de gotas em função da temperatura e da umidade relativa do ar

Fator	Gotas finas	Gotas médias	Gotas grossas
Temperatura do ar	Abaixo de 25°C	25 °C até 28 °C	Acima de 28 °C
URA*	Acima de 70%	60% até 70%	Abaixo de 60%

*URA = Umidade relativa do ar

Outro aspecto que muitas vezes passa despercebido é a modificação das condições do alvo de uma pulverização ao longo do tempo (ciclo de uma cultura). A tecnologia de aplicação deve ser modificada para acompanhar o aumento da área foliar da cultura, visando manter o nível de cobertura dentro dos padrões requeridos

pelo produto a ser aplicado (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2010).

Os possíveis problemas que normalmente ocorrem numa aplicação de fungicida dizem respeito à falta de treinamento de operadores e de acompanhamento da operação, inadequação da calibração do sistema de aplicação, pontas inadequadas e/ou desgastadas, velocidade excessiva do pulverizador, dimensionamento inadequado da capacidade operacional, condições climáticas inadequadas e incompatibilidade de misturas no tanque pulverizador (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2010 e GANDOLFO, 2002).

De acordo com Christofolletti (1996), à medida que as áreas cultivadas vêm aumentando, fica crítico o uso de mão-de-obra para atender às necessidades do campo. Dessa forma, os processos mecânicos na agricultura vêm sofrendo uma série de inovações e melhoramentos, de maneira a atender às necessidades cada vez maiores, para se conseguir aumento na produção e na produtividade das culturas. Isso reforça a importância da atualização da mão de obra.

Observa-se que apesar de serem de épocas passadas as afirmações sobre a tecnologia de aplicação continuam sendo válidas.

O sucesso de um programa de tratamento fitossanitário, na agricultura, depende fundamentalmente da utilização de produtos de eficiência comprovada e de uma tecnologia desenvolvida para a sua aplicação, ficando ainda condicionado ao momento de sua realização e à influência dos fatores agrônômicos, biológicos e meteorológicos incontroláveis (OZEKI & KUNZ, 1996).

Para o controle eficiente da doença é fundamental que haja adequada cobertura da folhagem com fungicidas que tenham maior

período de proteção. A deficiência no controle inicial irá permitir a multiplicação do fungo na parte inferior da folhagem, tornando difícil o acesso do fungicida à medida que elas crescem (YORINORI, 2009).

Aplicação adequada é aquela que, realizada no momento correto, proporcione cobertura suficiente do alvo e nele deposite a quantidade de defensivo necessária para eliminar ou abrandar, com segurança, um determinado problema, a fim de que sejam evitados danos econômicos e ambientais (MATUO, 1990).

Nesse sentido é importante destacar que há uma carência de informações precisas sobre a necessidade de cobertura dos alvos foliares pelos fungicidas. O que se observa na prática é a utilização de tabelas geradas no passado que possivelmente estejam defasadas em relação aos produtos atualmente em uso.

Há necessidade de estabelecer para os fungicidas atualmente em uso uma recomendação de quantidade mínima de gotas/cm² para que o produto fitossanitário expresse a sua eficácia de controle. Neste sentido, alguns autores indicaram que a cobertura mínima para os fungicidas móveis seja de 30 a 40 gotas/cm² e tamanho das gotas de 200 a 300 µm (MÁRQUEZ, 1997 e VÁSQUES MINGUELA & CUNHA, 2010).

Além de conhecimento do produto a ser aplicado, também é necessário aplicá-lo de forma adequada, garantindo que ele alcance o alvo de forma eficiente, minimizando-se as perdas (CUNHA et al., 2005).

De uma forma geral, até 70 % dos produtos fitossanitários nas lavouras podem ser perdidos por má aplicação (ANDEF, 2004). O exemplo disto são algumas aplicações em fruticultura.

A ferrugem asiática da soja, por se tratar de uma doença de grande poder de redução no rendimento, exige máxima qualidade na aplicação do fungicida (MENDES & CABEDA, 2005).

Atualmente, a operação de aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem é uma das principais preocupações dos produtores após o florescimento da cultura da soja. No momento em que as plantas atingem o grau máximo de desenvolvimento vegetativo, com alto índice de área foliar, as aplicações necessitam da máxima capacidade de penetração e deposição no dossel (ANTUNIASSI et al., 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local, época da realização, precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperatura, safra 2009/2010

O experimento foi realizado no Campo Experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária-FAMV/UPF, em Passo Fundo/RS na quadra B2 e semeado na data de 14/12/2009.

A altitude média do local é de 700 m acima do nível do mar, o clima segundo a classificação de Koepen, é do tipo Cfa 1 - subtropical chuvoso (MORENO, 1961) e as coordenadas geográficas são: 28° 12' S e 52° 23' W.

A precipitação pluvial, a temperatura e a umidade relativa do ar durante o período do experimento estão resumidos no Quadro 2.

Quadro 2 – Precipitação pluvial acumulada (mm), temperatura média do ar (°C) e umidade relativa do ar média (%) ocorridas durante o desenvolvimento do ensaio na safra 2009/2010.
Fonte: Embrapa Trigo, 2012.

Mês / ano	Condições climáticas		
	Precipitação acumulada (mm)	Temperatura do ar (°C)	U.R. (%)
Novembro /2009	349,0	22,4	78,7
Dezembro /2009	142,0	22,3	74,0
Janeiro /2010	126,5	22,2	80,6
Fevereiro /2010	103,6	23,1	78,4
Março /2010	68,0	20,1	74,7
Acumulada* ou média**	789,1*	22,0**	77,3**

Observa-se que as precipitações mensais acumuladas diminuíram gradativamente de 349 mm em novembro de 2009 chegando a 68 mm em março de 2010 totalizando um acumulado no período de 789,1 mm. Já a temperatura e a umidade relativa do ar mantiveram-se próximas da média do período do experimento.

3.2 Local, época da realização, precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperatura, safra 2010/2011

O experimento foi realizado na quadra C4 do Campo Experimental da FAMV/UPF, em Passo Fundo/RS e semeado em 08/11/2010. O resumo dos dados climáticos encontra-se no Quadro 3.

Quadro 3 - Precipitação pluvial acumulada (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa do ar média (%) ocorrida durante o desenvolvimento do ensaio na safra 2010/2011. Fonte: Embrapa Trigo, 2012.

Mês / ano	Condições climáticas		
	Precipitação acumulada (mm)	Temperatura do ar (°C)	U.R. (%)
Novembro /2010	60,0	19,5	65,1
Dezembro /2010	194,4	21,5	70,0
Janeiro /2011	150,4	23,0	77,7
Fevereiro /2011	219,4	21,9	84,3
Março /2011	207,9	20,4	75,2
Acumulada* ou média**	832,1	21,2**	74,4**

A localização geográfica não difere do experimento da safra anterior. Conforme se observa no Quadro 3, as precipitações foram bem distribuídas no período com acumulado de chuvas de 832,1 mm, sendo superior a safra anterior. A temperatura variou entre 19,5 e 21,2 °C e a umidade relativa média do ar entre 65,1 e 74,4 %.

3.3 Características e manejo do solo

O solo do Campo Experimental pertence à Unidade de Mapeamento Passo Fundo, sendo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Húmico (Streck et al.,2008), apresentando relevo ondulado e substrato basalto, com teor de argila médio de 0,42 kg/kg, apresentando-se profundo, bem desenvolvido, com boa drenagem e enquadrado na classe 2 (REUNIÃO..., 2010).

As características químicas do solo na profundidade de 0 a 0,01 m foram determinadas no Laboratório de Análises Químicas de Solo da UPF em anexo.

O manejo ao qual foi submetido o solo nas quadras do Campo Experimental compreende o sistema agrícola de plantio direto com rotação de culturas, sendo realizadas duas safras de soja e uma safra de milho (primavera – verão) e aveia e trigo (outono – inverno).

A adubação dos experimentos foi realizada na linha posteriormente a colheita do trigo na safra 2009/2010 e após manejo químico da aveia preta safra 2010/2011. Foram distribuídos na linha de semeadura 250 kg/ha de fertilizante da fórmula N-P₂O₅-K₂O 00-25-20 em ambos os anos agrícolas, suprimindo a necessidade do solo e da adubação de manutenção da cultura.

3.4 Cultivar

Nos dois anos agrícolas foi semeada a cultivar de soja BRS 246 RR com população de 300.000 plantas/ha e espaçamento entre linhas de 0,45 m, sendo que a cultivar usada possui as seguintes características botânicas e agronômicas (Quadro 4):

Quadro 4 - Características botânicas e agronômicas da cultivar utilizada nas duas safras agrícolas

Hábito de crescimento	Determinado
Grupo de maturação	7.3 – Médio
Tipo de crescimento	Determinado
Emergência-maturação	136 dias
Cor da flor	Branca
Cor da pubescência	Branca
Potencial de rendimento	Alto
Plantas/m ²	30
Estatura das plantas	1,20 m
Tipo de planta	Alta e muito ramificada
Peso de mil grãos	160 g

3.5 Instalação dos experimentos, safras 2009/2010 e 2010/2011

As parcelas foram demarcadas com o auxílio de uma fita métrica e estacas, delimitando-se as unidades experimentais para posterior semeadura.

Dois dias antes da semeadura da cultura foi realizado tratamento químico das sementes com máquina industrial própria para essa finalidade.

Foi utilizado o fungicida Vitavax Thiram® 200 SC (Carboxina 75 g i.a./L) + (Tiram 50 g i.a./L) na dose de 2,5 mL de produto comercial por quilograma de semente, inseticida Standak® 250 SC (Fipronil 250 g i.a./L) na dose de 1,0 mL de produto comercial por quilograma de semente e estimulante radicular HAF Plus® (complexo de micronutrientes e enzimas) na dose de 1,0 mL de produto comercial por quilograma de semente, embora esse último não seja indicado pela pesquisa oficial.

A semeadura da cultura da soja foi realizada sob sistema agrícola de semeadura direta sobre restos culturais a profundidade média de 0,05 m.

Foi utilizado um trator com 85 CV de potência no motor e uma semeadora adubadora de precisão com mecanismo dosador de sementes por discos alveolados horizontais, marca Metasa®, modelo PDM Plus 700. A semeadora estava equipada com mecanismo rompedor de solo e palha de discos de corte lisos e sulcadores tipo haste (facão), abridor de sulcos para sementes por discos duplos defasados, rodas calibradoras de profundidade das sementes individuais por linha e rodas compactadoras/cobridoras de sementes em formato convexo.

Na semeadura dos experimentos foi utilizado o espaçamento de 0,45 m entre linhas, visando uma população média de 300.000 plantas /ha.

Na safra 2009/2010 o experimento foi conduzido na quadra B2 e na safra 2010/2011 na quadra C4. Os tratamentos de ambas as safras foram sorteados e alocados conforme croqui da Figura 2.



Estrada interna												
Bloco												
I	7	10	5	8	1	4	9	2	11	6	3	12
II	2	9	6	7	12	1	10	3	4	5	8	11
III	11	4	1	10	3	2	5	8	7	12	9	6
IV	8	3	12	11	6	7	4	9	10	1	2	5

Tratamentos

Descrições resumidas

1	T e PA	T	Testemunha = zero aplicação de fungicida
2	T e PB	R1	Estádio fenológico reprodutivo = início do florescimento = 1 flor aberta em qualquer nó do caule
3	R1 e PA	R5.1	Estádio fenológico reprodutivo = grãos perceptíveis ao tato = 10% da granação
4	R1 e PB	LDE	Limiar de dano econômico = custo x benefício do tratamento
5	R5.1 e PA	PF	Pré-fechamento = início do toque entre folíolos nas entrelinhas
6	R5.1 e PB	ST	Sistema de aviso baseado em unidades de calor acumuladas = data biofixa
7	LDE e PA	PA	Ponta de pulverização A = XR 110015 = gota fina
8	LDE e PB	PB	Ponta de pulverização B = TT 110015 = gota média
9	PF e PA		
10	PF e PB		
11	ST e PA		
12	ST e PB		

Figura 2 - Croqui dos experimentos, safras 2009/2010 e 2010/2011.

3.5.1. Descrição dos tratamentos

Os tratamentos foram escolhidos dentre as práticas adotadas por produtores rurais, empresas do ramo da fitossanidade e das indicações da pesquisa oficial.

O critério estágio fenológico R.1 indica a primeira aplicação de fungicida no início do florescimento, ou seja com uma flor aberta em qualquer nó do caule até 50% das plantas com uma flor.

Para o critério estágio fenológico R 5.1 a primeira aplicação de fungicida é indicada no estágio reprodutivo em que os grãos estão perceptíveis ao tato com 10% da granação da soja.

O critério limiar de dano econômico (LDE) considera que a intensidade da doença na qual se deve fazer a primeira aplicação o benefício do controle se iguala ao seu custo.

$$LDE=Cc/CP=1/1=1, \text{ onde:}$$

Cc = custo do controle

CP = perda

O LDE preconiza que os fungicidas não devam ser aplicados na ausência da doença ou tardiamente. O controle químico deve ser realizado quando a incidência foliolar atingir o valor do LDE, segundo a equação:

$$ID=Cc/(Pp \times Cd) \times Ec, \text{ onde:}$$

ID=intensidade da doença;

Cc=custo do controle;

Pp=preço da tonelada de soja;

Cd=coeficiente de dano;

Ec=eficiência do controle do fungicida fornecida pelo pela pesquisa oficial.

No cálculo do LDE deve-se levar em conta o potencial de rendimento da lavoura a ser tratada.

Para a safra de 2009/2010 os cálculos do LDE indicaram que o momento da primeira aplicação foi com 23,7% de incidência foliolar da doença, enquanto que na safra 2010/2011 foi de 20,5%.

O critério pré-fechamento baseia-se em princípios epidemiológicos e revela que muitas vezes os resultados insatisfatórios são atribuídos apenas ao fungicida, quando na verdade podem estar relacionados a condições inadequadas de uso, estágio da planta, condições ambientais e de que o primeiro ciclo da doença é que dita o ritmo da epidemia.

Entretanto o pré-fechamento cita que as aplicações preventivas são as mais eficientes no controle da doença, porque atrasam o início da epidemia, reduzem a eficiência da infecção do inóculo inicial e diminuem a frequência de desenvolvimento da doença.

No presente trabalho foi preconizado a aplicação de fungicida para o critério pré-fechamento no estágio fenológico V9 e sem sinais visíveis da doença (sem incidência), para ambas as safras agrícolas, onde inicialmente foi feito as medições do espaço livre entre-linhas, desde a emergência da cultura até o início do toque entre folíolos para o espaçamento da cultura de 0,45 metros.

O critério baseado no calor acumulado considera a temperatura média diária, a temperatura basal para *P. pachyrhizi*, sendo o cálculo dos graus-dia iniciado na data biofixa da safra

anterior, dia no qual a ferrugem foi detectada com 1% de incidência foliolar. Portanto, os graus-dia são computados até atingir a constante térmica K na safra seguinte. Os dados diários de temperatura e umidade relativa do ar são lançados diariamente em planilha eletrônica e ao atingir a constante K, a doença deve ocorrer com 1% de incidência foliolar e, portanto, nesse dia procede-se a aplicação de fungicida. A constante térmica utilizada neste trabalho foi de 896 °C. Por razões práticas iniciaram-se as aplicações com incidência foliolar de 2,7% e estágio fenológico V10 (safra 2009/2010) e 6,4% e estágio fenológico R1 (safra 2010/2011).

3.6 Delineamento experimental

O delineamento experimental em ambos anos agrícolas foi o de blocos casualizados com arranjo fatorial (5x2) e 4 repetições, constando de cinco critérios e duas pontas de pulverização, mantendo-se uma testemunha sem aplicação de fungicida por bloco, conforme os croquis das Figuras 4 e 5.

As unidades experimentais mediam 3,15 m x 6,0 m perfazendo 18,9 m² cada uma, sendo 12 parcelas por bloco totalizando, 48 parcelas na safra agrícola de 2009/2010 e a mesma quantidade na safra agrícola 2010/2011 (repetição do experimento).

No experimento da safra 2009/2010 foram realizadas análises da AACPD (área abaixo da curva do progresso da doença) com base na incidência e na severidade, o controle com base na AACPD de incidência e severidade, o rendimento de grãos, o PMG

(peso de mil grãos), o rendimento em função de critérios e pontas, a receita bruta, o aumento da receita e o ganho econômico.

Para o experimento da safra 2010/2011 foram realizadas as mesmas análises exceto a AACPD (área abaixo da curva do progresso da doença) para a severidade da doença.

3.7 Condução do experimento, safra 2009/2010

O Quadro 5 mostra os produtos usados e suas doses em suas respectivas datas de aplicação. Também foi descrito nas observações do referido quadro as aplicações de cada tratamento e a utilização dos produtos.

Os produtos utilizados no experimento possuem as seguintes composições; glifosato 360 g i.a./L (Glifosato Nortox®), endossulfan 500 g i.a./L (Dissulfan SC®), 187 g i.a./L de trifloxistrobina + 80 g i.a./L de ciproconazol (Sphere Max SC®), éster metilado de óleo de soja 720 g i.a./L (Óleo vegetal Áureo®), imidacloprido + beta-ciflutrina 112,5 g i.a./L (Connect SC®), teflubenzurom 150 g i.a./L (Nomolt SC®).

Na data de 04 de janeiro de 2010 foi iniciada a coleta de quatro plantas/parcela da segunda e sexta linhas de semeadura. Essas foram utilizadas para as avaliações de incidência, onde foram retirados os folíolos centrais dos trifólios inseridos na haste principal de cada planta.

A partir da semeadura até o estágio fenológico V10 foram realizadas medições dos espaços livres entre as linhas (Quadro 6).

Na safra agrícola de 2009/2010 as aplicações de fungicida foram realizadas nas datas, estádios fenológicos e critérios indicadores do momento de aplicação pré-estabelecidos (Quadro 7).

Quadro 5 - Produtos e doses utilizados no experimento com suas respectivas observações, safra 2009/2010

Data	Produto	Doses (L/ha)	Observações
20/11/2009	Glifosato Éster metilado de óleo de soja Endossulfan	2,0 0,5 1,0	Dessecação Adjuvante Controle de percevejos
20/01/2010	Trifloxistrobina+ ciproconazol Éster metilado de óleo de soja	0,15 0,5	1ª apl. Pré-Fechamento Adjuvante
26/01/2010	Trifloxistrobina+ ciproconazol Éster metilado de óleo de soja	0,15 0,5	1ª apl. soma térmica Adjuvante
29/01/2010	Glifosato Imidacloprido+beta-ciflutrina Teflubenzuron	2,0 0,8 0,1	Controle pos emerg. Controle de lagartas Controle de lagartas
03/02/2010	Trifloxistrobina+ ciproconazol Éster metilado de óleo de soja	0,15 0,5	1ª apl. LDE Adjuvante
10/02/2010	Trifloxistrobina+ ciproconazol Éster metilado de óleo de soja	0,15 0,5	1ª apl. R1 e 2ª apl. Pré-fechamento Adjuvante
17/02/2010	Trifloxistrobina+ ciproconazol Éster metilado de óleo de soja Imidacloprido+beta-ciflutrina	0,15 0,5 0,8	2ª apl. soma térmica Adjuvante Controle de lagartas
22/02/2010	Trifloxistrobina+ ciproconazol Éster metilado de óleo de soja	0,15 0,5	2ª apl. LDE Adjuvante
03/03/2010	Trifloxistrobina+ ciproconazol Éster metilado de óleo de soja	0,15 0,5	2ª apl. R1 e 3ª apl. Pré-fechamento Adjuvante
10/03/2010	Trifloxistrobina+ ciproconazol Éster metilado de óleo de soja	0,15 0,5	1ª apl. R5.1 e 3ª apl. soma térmica Adjuvante
17/03/2010	Trifloxistrobina+ ciproconazol Éster metilado de óleo de soja	0,15 0,5	3ª apl. LDE Adjuvante

Quadro 6 - Espaço livre entre linhas de soja em função de datas e estádios fenológicos, safra 2009/2010

Data	Estádio fenológico	Espaço livre entre as linhas (m)
14/12/2009	Semeadura	0,45
21/12/2009	V1	0,35
28/12/2009	V2	0,30
06/01/2100	V4	0,16
13/01/2010	V6	0,08
20/01/2010	V9	Toque entre os folíolos*
26/01/2010	V10	---

* Momento que foi considerado o critério pré-fechamento.

Quadro 7 - Posicionamento das aplicações de fungicida para cada critério pré-estabelecido, estágio fenológico e data, safra 2009/2010

Data (estádio)	20/01 (V9)	26/01 (V10)	03/02 (V12)	10/02 (R1)	17/02 (R2)	22/02 (R3)	03/03 (R4)	10/03 (R5.1)	17/03 (R5.3)
Critério									
R1				1 ^a			2 ^a		
R5.1								1 ^a	
LDE			1 ^a			2 ^a			3 ^a
Pré-Fech	1 ^a			2 ^a			3 ^a		
Soma Térmica		1 ^a			2 ^a			3 ^a	

O Quadro 8 mostra os percentuais de incidência e severidade da ferrugem asiática da soja, nas datas em que foram realizadas as pulverizações, segundo os diferentes critérios, indicando-se ainda os respectivos estádios fenológicos.

Quadro 8 - Intensidade da doença no momento de cada aplicação, totais das incidências e quantidade final da doença na última quantificação da severidade, safra 2009/2010

Data (est.)	2001 V9	2601 V10	0302 V12	1002 R1	1702 R2	2202 R3	0303 R4	*0303 R4	1003 R5.1	1703 R5.3	**3003 R7
Crit.											
R1				27,7			58,1	I=58,1			S=12,3
R5.1								I=59,2	5,1		S=8,3
LDE			23,7			36,8		I=63,0		3,5	S=7,2
P.F.	0			9,6			36,7	I=36,7			S=9,2
S.T.		2,7			14,2			I=54,8	2,2		S=9,7

*Incidência (%) final refere-se a última leitura de incidência realizada no dia 03/03/2010, sendo que a partir desta foi analisada somente a severidade foliar

**Severidade (urédias/cm²) final refere-se a última leitura de severidade do experimento

Foram realizadas leituras e registro das condições ambientais médias durante as aplicações, utilizando um termo-higro-anemômetro, marca Kestrel® 3000. Os dados obtidos encontram-se no Quadro 9. Nota-se que na data 03/02/2010 a temperatura do ar excedeu ao limite máximo para pulverização recomendado pela pesquisa e na data de 17/03/2010 a umidade relativa do ar foi muito aquém do mínimo de 55%. Nas demais aplicações as condições do ar foram satisfatórias.

Os volumes de calda utilizados com as pontas de jatos planos XR 110015 e TT 110015 foram de 120 L/ha operadas à pressão de 250 kPa, gerando gotas de categoria fina para a ponta XR 110015 e média para a ponta TT 110015, conforme norma da American Society of Agricultural Engineering (ASAE S-572) (ASAE, 2000).

Quadro 9 - Condições do ar nas datas das aplicações dos tratamentos: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (km/h), safra 2009/2010

Data da aplicação	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Velocidade do vento (km/h)
20/01/2010	20,3	85,0	8,0
26/01/2010	23,4	64,0	7,0
03/02/2010	30,2	65,7	5,2
10/02/2010	23,3	62,5	5,0
17/02/2010	26,5	63,5	6,0
22/02/2010	23,9	85,0	6,5
03/03/2010	24,7	61,4	3,5
10/03/2010	24,4	65,0	7,0
17/03/2010	25,0	43,0	7,7
Média	24,6	66,1	6,2

A aplicação dos tratamentos foi realizada com um pulverizador costal pressurizado por CO₂ e a velocidade do aplicador foi ajustada para percorrer 1,5 m/s para que o volume de calda aplicado fosse de 120 L/ha.

Em cada aplicação dos tratamentos na safra 2009/2010, foram posicionados cartões sensíveis a água no solo e no centro das entre linhas. As imagens dos cartões foram digitalizadas com scanner de mesa com resolução de 600 dpi e submetidas a análise através do software CIR 1.5®, obtendo-se as estimativas do número de impactos de gotas/cm² e do DMV (diâmetro mediano volumétrico) das gotas em µm. Os dados obtidos nesta análise encontram-se no Quadro 10.

Em todas as aplicações, conforme pode ser verificado no Quadro 10, a quantidade de gotas que foram depositadas no solo variou entre 11 e 33 impactos de gotas/cm².

Quadro 10 - Número de impactos/cm² e respectivos diâmetros medianos volumétricos (DMV - μm) estimados em cartões sensíveis a água, safra 2009-2010

Data	Ponta	Impactos/cm ²	DMV (μm)
20/01/2010	XR Teejet 110015	13,0	270
	TT Teejet 110015	14,0	354
26/01/2010	XR Teejet 110015	18,0	215
	TT Teejet 110015	18,5	211
03/02/2010	XR Teejet 110015	19,5	250
	TT Teejet 110015	20,5	266
10/02/2010	XR Teejet 110015	26,5	201
	TT Teejet 110015	19,5	366
17/02/2010	XR Teejet 110015	14,5	213
	TT Teejet 110015	12,0	372
22/02/2010	XR Teejet 110015	21,5	275
	TT Teejet 110015	33,0	300
03/03/2010	XR Teejet 110015	24,5	199
	TT Teejet 110015	13,5	250
10/03/2010	XR Teejet 110015	17,5	316
	TT Teejet 110015	11,0	336
17/03/2010	XR Teejet 110015	19,0	312
	TT Teejet 110015	24,5	232

De maneira geral para fungicidas sistêmicos pode-se considerar uma boa cobertura quando no extrato inferior da cultura da soja se depositem entre 15 e 30 gotas/cm² (CARMONA, 2004).

Por outro lado a informação do DMV dos impactos das gotas mostra o tamanho de gotas que é capaz de vencer a barreira física da cobertura da soja para depositar-se no solo.

3.8 Condução do experimento, safra 2010/2011

Os produtos e doses utilizadas no experimento estão resumidos no Quadro 11. Também consta nas observações do referido quadro as aplicações de cada critério e a utilização de cada produto.

Os produtos utilizados no experimento possuem as seguintes composições: glifosato 360 g i.a./L (Glifosato Nortox®), metamidofós 480 g i.a./L (Tamaron BR CS®), 187 g i.a./L de trifloxistrobina + 80 g i.a./L de ciproconazol (Sphere Max SC®), éster metilado de óleo de soja 720 g i.a./L (Óleo vegetal Áureo®), imidacloprido + beta-ciflutrina 112,5 g i.a./L (Connect SC®), profenofós 500 g i.a./L+ lufenuron 50 g i.a./L(Curyon ES®), tiametoxam 141 g i.a./L+ lambda-cialotrina 106 g i.a./L (Engeo Pleno SC®), espiromesifeno 240 g i.a./L (Oberon SC®).

A partir da semeadura foram feitas medições do espaço livre entre as linhas, até ocorrer o início do toque entre folíolos de linhas adjacentes (Quadro 12).

Na safra agrícola de 2010/2011 as aplicações de fungicida foram realizadas nas datas, estádios fenológicos e critérios indicadores do momento de aplicação pré-estabelecidos (Quadro 13).

Na data de 28/12/2010 foi iniciada a coleta de quatro plantas/parcela com objetivo de determinar o início da doença (Quadro 14).

Quadro 11 - Produtos, doses utilizadas no experimento com suas respectivas observações, safra 2010/2011

Data	Produto	Doses (L/ha)	Observações
25/10/2010	Glifosato	2,0	Dessecação
	Éster metilado de óleo de soja	0,5	Adjuvante
	Metamidofós	1,0	Controle percevejos
06/12/2010	Glifosato	2,0	Controle pós emerg.
	Profenofós+lufenuron	0,1	Controle de lagartas
	Tiametoxana+lambda-cialotrina	0,2	Controle percevejos
28/12/2010	Glifosato	2,0	Controle pós emerg.
	Profenofós+lufenuron	0,1	Controle de lagartas
04/01/2011	Trifloxistrobina+ciproconazol	0,15	1ª aplicação pré-fechamento
	Éster metilado de óleo de soja	0,5	Adjuvante
25/01/2011	Trifloxistrobina+ciproconazol	0,15	1ª apl. R1, 2ª apl. pré-fechamento e 1ª apl. soma térmica.
	Éster metilado de óleo de soja	0,5	Adjuvante
	Espiromesifeno	0,4	Controle de ácaros
	Imidacloprido+beta-ciflutrina	0,8	Controle de lagartas
08/02/2011	Trifloxistrobina+ciproconazol	0,15	1ª apl. LDE
	Éster metilado de óleo de soja	0,5	Adjuvante
15/02/2011	Trifloxistrobina+ciproconazol	0,15	2ª apl. soma térmica, 2ª apl. R1 e 3ª apl. pré-fechamento
	Éster metilado de óleo de soja	0,5	Adjuvante
	Imidacloprido+beta-ciflutrina	0,8	Controle de percevejos
	Profenofós+lufenuron	0,1	Controle de lagartas
22/02/2011	Trifloxistrobina+ciproconazol	0,15	1ª apl. R5.1
	Éster metilado de óleo de soja	0,5	Adjuvante
01/03/2011	Trifloxistrobina+ciproconazol	0,15	2ª apl. LDE
	Éster metilado de óleo de soja	0,5	Adjuvante
08/03/2011	Trifloxistrobina+ciproconazol	0,15	3ª apl. R1 e 3ª apl. soma térmica e 4ª apl. pré-fechamento
	Éster metilado de óleo de soja	0,5	Adjuvante

Quadro 12 - Espaço livre entre linhas de soja em função de datas e estádios fenológicos, safra 2010/2011

Data	Estádio fenológico	Espaço livre entre as linhas (m)
08/11/2010	Semeadura	0,45
19/11/2010	V1	0,43
26/11/2010	V2	0,40
06/12/2010	V4	0,30
10/12/2010	V5	0,25
15/12/2010	V6	0,20
21/12/2010	V7	0,15
28/12/2010	V8	0,06
04/01/2011	V9	Toque entre os folíolos*

*Estádio em que os folíolos de duas linhas adjacentes se tocaram, caracterizando o pré-fechamento.

Quadro 13 - Posicionamento das aplicações de fungicida, conforme cada critério pré-estabelecido, estágio fenológico e datas, safra 2010/2011

Data (estádio)	04/01 (V9)	25/01 (R1)	08/02 (R2)	15/02 (R4)	22/02 (R5.1)	01/03 (R5.3)	08/03 (R5.5)
Critério							
R1		1 ^a		2 ^a			3 ^a
R5.1					1 ^a		
LDE			1 ^a			2 ^a	
Pré-Fechamento	1 ^a	2 ^a		3 ^a			4 ^a
Soma Térmica		1 ^a		2 ^a			3 ^a

Para avaliar a intensidade da doença, retirou-se os folíolos centrais dos trifólios inseridos na haste principal de cada planta.

Foram medidas e registradas as condições atmosféricas médias durante as aplicações como mostra o Quadro 15.

Quadro 14 - Intensidade da doença, totais das incidências e quantidade final da doença na última quantificação da severidade, safra 2010/2011

Data (estádio)	04/01 V9	25/01 R1	08/02 R2	15/02 R4	22/02 R5.1	*	01/03 R5.3	08/03 R5.5	**
Critério									
R1		5,4		38,0		I=54,7		16,4	S=16,4
R5.1					87,7	I=87,7			S=31,3
LDE			20,5			I=63,5	7,1		S=25,6
P.F.	0	2,7		21,6		I=48,0		8,5	S=8,5
S.T.		6,4		33,7		I=51,1		19,4	S=19,4

*Incidência (%) final refere-se a última leitura de incidência (22/02/2011), sendo que a partir desta data foi analisada somente a severidade foliolar

**Severidade (número de urédias/cm²) final refere-se a última leitura do experimento

Quadro 15 - Condições do ar: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (km/h), safra 2010/2011

Data da aplicação	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Velocidade do vento (km/h)
04/01/2011	22,5	80,5	10,0
25/01/2011	28,0	75,6	4,3
08/02/2011	23,9	75,0	3,7
15/02/2011	28,0	64,0	7,0
22/02/2011	25,8	79,5	2,5
01/03/2011	27,0	60,0	3,0
08/03/2011	21,1	67,0	7,5
Média	25,2	71,6	6,2

3.9 Avaliações

3.9.1 Incidência e severidade da ferrugem asiática da soja

Foram realizadas 10 avaliações da intensidade da ferrugem asiática da soja na safra 2009/2010 e 7 avaliações na safra 2010/2011 com intervalos de 7 dias entre uma avaliação e outra, desde quando não se detectava sintoma da doença até o estágio fenológico de R6.

A ocorrência da ferrugem foi quantificada pela incidência e severidade foliolar.

Coletaram-se quatro plantas por parcela, destacando-se os folíolos centrais inseridos nos trifólios da haste principal. Estes foram levados ao Laboratório de Fitopatologia da UPF para posterior contagem do número total de folíolos (NTF) da amostra. Deste total foi observado o número de folíolos doentes (NFD), para posterior cálculo da porcentagem de incidência foliolar $((NFD/NTF) \times 100)$.

As plantas que não puderam ser avaliadas no mesmo dia foram transportadas para o município de Tupanciretã/RS e acondicionadas em geladeira à temperatura de 5 °C e avaliadas no dia seguinte com microscópio estereoscópico cedido pela UPF.

Já a severidade foi obtida através de todos os folíolos doentes da amostra (NFD), quantificando-se em cada folíolo o número de urédias/cm². O somatório do número de urédias/cm² de todas as folhas doentes, dividido pelo número total de folíolos da amostra, foi considerado como sendo a severidade foliolar da parcela, expressa em urédias/cm².

Os valores de severidade da ferrugem foram integralizados na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) calculado pela equação abaixo, descrita em Campbell & Madden, 1990.

$$\text{AACPD} = \sum [(y_1 + y_2)/2] \times (t_2 - t_1)$$

Onde: y_1 e y_2 são o número de urédias da ferrugem por cm² de folha, nos tempos t_2 e t_1

t_2 e t_1 são as datas de duas leituras de severidade consecutivas

A percentagem de controle da ferrugem asiática da soja foi obtida dividindo-se a AACPD de cada parcela pela AACPD média da testemunha.

3.9.2 Número de nós sem pecíolo

Foram coletadas quatro plantas por unidade experimental e contados os nós que não apresentavam pecíolos, conforme metodologia por Ogle et al.(1979).

Estas avaliações foram realizadas na data de 30/03/2010 no estágio fenológico R7.1 para a safra 2009/2010 e 24/03/2011 no estágio fenológico R7.2 na safra 2010/2011.

3.10 Colheita

A colheita foi realizada quando as plantas alcançaram a maturação com a colhedora de parcelas mecanizada. Foram colhidas

as três linhas centrais por seis metros de comprimento, totalizando uma área útil de 8,1 m² em cada parcela. Posteriormente os grãos foram limpos, determinou-se o peso de mil grãos, o teor de umidade e calculou-se o rendimento de grãos.

A colheita da safra 2009/2010 foi em 04/05/2010, ao passo que a colheita da safra 2010/2011 foi na data de 30/03/2011.

3.10.1 Peso de mil grãos

O peso de mil grãos foi determinado nas duas safras agrícolas com auxílio de uma balança de precisão com sensibilidade de centésimos de grama, sendo efetuado no Laboratório de Sementes GranSul/Tupanciretã, segundo as Normas de Análise de Sementes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

3.10.2 Rendimento de grãos

Os grãos limpos foram pesados e o valor obtido foi transformado em rendimento de grãos expresso em kg/ha com padronização da umidade para 13 %.

3.11 Análise econômica

Com os dados obtidos em ambas as safras agrícolas foram realizadas análises econômicas levando em conta os custos e os benefícios de cada tratamento. Para tanto, foram estimadas as variáveis receita bruta, aumento da receita devido aos tratamentos, custo da aplicação, custos dos tratamentos e ganho econômico de cada

tratamento. Para estimar a receita bruta (RB) foi utilizada a seguinte fórmula:

$$RB = [\text{Rendimento (kg/ha)} / 60 \text{ kg}] \times Pr$$

Onde:

RB = Receita bruta (R\$/ha);

Pr = Preço em R\$ da saca de 60 kg (R\$ 42,00/sc)

O aumento da receita (AUR) foi considerado como sendo a diferença entre a receita bruta de cada parcela e a receita bruta da testemunha, conforme a equação:

$$AUR = RBPT - RBTest;$$

Onde:

RBPT = Receita bruta (R\$/ha) de cada parcela tratada;

RBTest = Receita bruta (R\$/ha) da testemunha.

O custo da operação de aplicação (R\$ 11,00/ha) foi estimado calculando-se a depreciação, juros, seguros, abrigo, manutenção, reparos, consumo de combustível e salário do operador, conforme método utilizado pela Fundação ABC (GIMENEZ, 2006).

Levando-se em conta os preços do fungicida e do adjuvante nas respectivas doses, calculou-se o custo do produto aplicado, que foi de R\$ 30,00/ha para cada aplicação. De acordo com o número de aplicações para cada critério foi estimado o custo do tratamento, através da seguinte equação:

$$CT = n^{\circ} \text{ aplicações} \times (\text{custo da aplicação} + \text{custo do produto})$$

Onde: CT = custo do tratamento

No custo do tratamento não foi computada a perda causada pelo amassamento devido ao tráfego de máquinas aplicadoras, uma vez que estas podem variar de 1 a 5% do rendimento de grãos da cultura da soja, dependendo do equipamento e condições de aplicação, conforme relatos de Carvalho (1997), Abi Saab et. al.(2007), Hanna et. al.(2007), Camargo et. al.(2008) e Costa (2008).

Para a estimativa do ganho econômico (GE) advindo de cada tratamento foi utilizada a seguinte fórmula:

$$GE = AUR - CT$$

Onde:

GE = Ganho econômico (R\$/ha)

AUR = Aumento de receita devido ao tratamento

CT = Custo do tratamento

3.12 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (F-Teste a 5% de probabilidade de erro). Quando encontradas diferenças significativas entre os tratamentos foi utilizado o Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Foi realizada análise de regressão da incidência foliolar em função do tempo, durante o intervalo decorrido entre o surgimento da doença e a última leitura desta variável. Na safra 2009/2010 o período de leituras da incidência foliolar foi de 26/01/2010 até 03/03/2010 e na safra 2010/2011 de 25/01/2011 a 22/02/2011. Foram ajustadas

equações exponenciais que representam a linha de tendência do progresso da doença na testemunha e em cada tratamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos serão apresentados e discutidos separadamente por safra agrícola.

4.1 Experimento safra 2009/2010

As quantidades finais de incidência foliolar na data de 03/03/2010 no estágio fenológico R4 e a severidade foliolar na data de 30/03/2010 no estágio fenológico R7 na testemunha e nos demais tratamentos (Quadro 16).

Quadro 16 – Quantidades finais de incidência e severidade foliolar na testemunha e nos tratamentos, safra 2009/2010

Tratamento	Incidência (%)	Severidade (urédias/cm ²)
Testemunha	86,4	93,1
Estádio fenológico R1	58,1	12,3
Estádio fenológico R5.1	59,2	8,3
LDE	63,0	7,2
Pré-fechamento	36,7	9,2
Soma térmica	54,8	9,7

Para uma melhor interpretação das curvas, cada critério será comparado individualmente com a testemunha nas figuras seguintes.

Para a safra agrícola 2009/2010 observa-se que na maioria dos tratamentos, no momento em que foram iniciadas as aplicações do fungicida, a infecção já havia ocorrido. Por esse motivo, as curvas

mantiveram-se sobrepostas até o início dos tratamentos, distanciando-se à partir deste momento.

A Figura 3 ilustra as curvas de progresso da incidência para a testemunha e o critério estágio fenológico R1. A primeira aplicação do fungicida no critério estágio fenológico R1 ocorreu na quarta leitura (sem sintomas visíveis da doença) correspondente a data 10/02/2010. O modelo exponencial mostra o baixo diferencial entre a quantidade inicial da doença e a taxa de progresso para o estágio fenológico R1 e a testemunha.

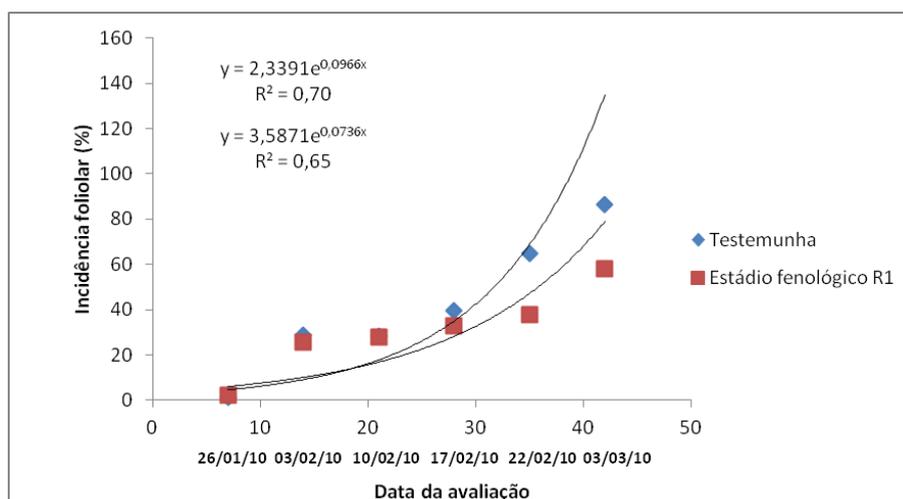


Figura 3 – Curvas de progresso da incidência foliar na testemunha e no critério R1, safra 2009/2010.

A Figura 4 mostra as curvas de progresso da incidência foliar para a testemunha e o critério estágio fenológico R5.1. A primeira aplicação do fungicida no critério estágio fenológico R5.1 ocorreu na sexta leitura (sem sintomas visíveis da doença) correspondente a data 10/03/2010. O modelo exponencial mostra

ainda um pequeno diferencial entre a quantidade inicial da doença e a taxa de progresso entre o estágio fenológico R5.1 e a testemunha.

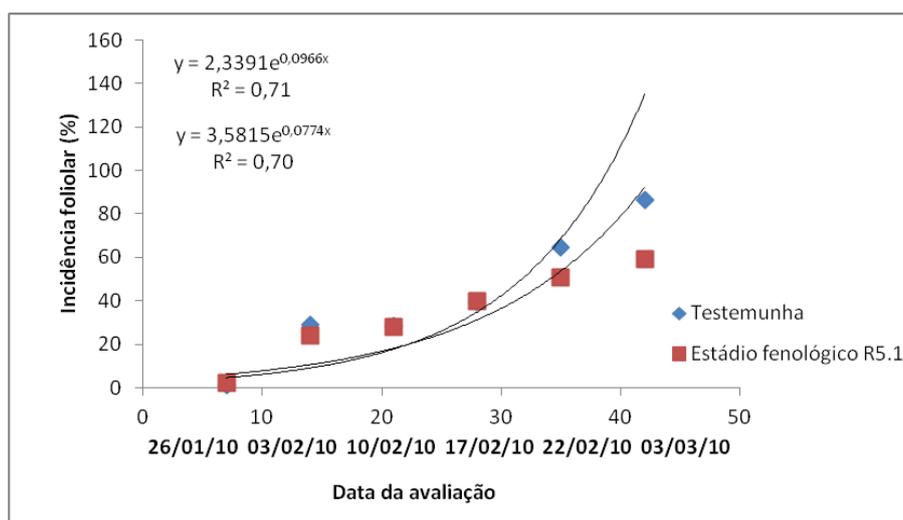


Figura 4 – Curvas de progresso da incidência foliar na testemunha e no critério R5.1, safra 2009/2010.

A Figura 5 mostra as curvas de progresso da incidência foliar para a testemunha e o critério LDE. A primeira aplicação do fungicida no critério LDE ocorreu na terceira leitura (sem sintomas visíveis da doença) correspondente a data 03/02/2010. O modelo exponencial mostra uma diferenciação maior na taxa de progresso da doença do LDE comparada com a testemunha, indicando maior controle da doença do que os obtidos com os critérios estádios fenológicos R1 e R5.1.

A Figura 6 mostra as curvas de progresso da incidência foliar para a testemunha e o critério com início das aplicações de fungicida no pré-fechamento. A primeira aplicação do fungicida no critério pré-fechamento ocorreu na data de 20/01/2010.

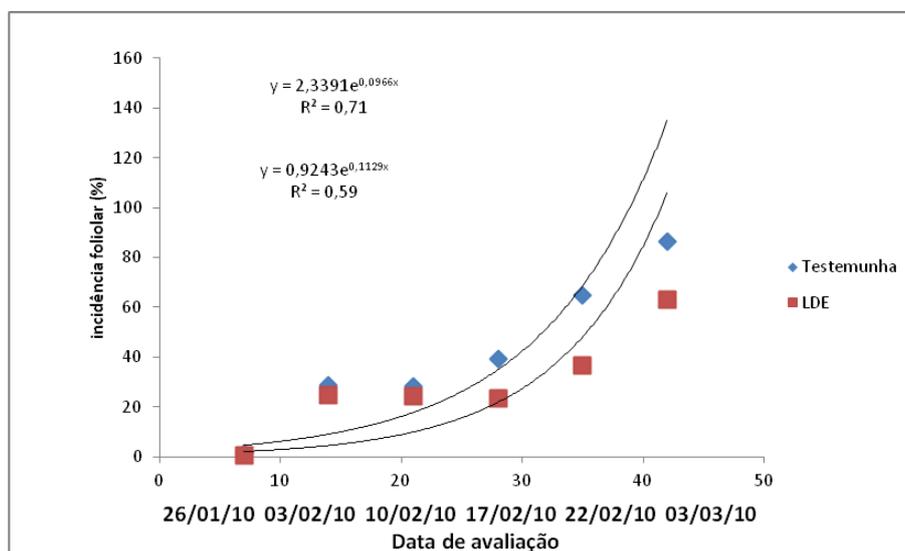


Figura 5 – Curvas de progresso da incidência foliar na testemunha e no critério LDE, safra 2009/2010.

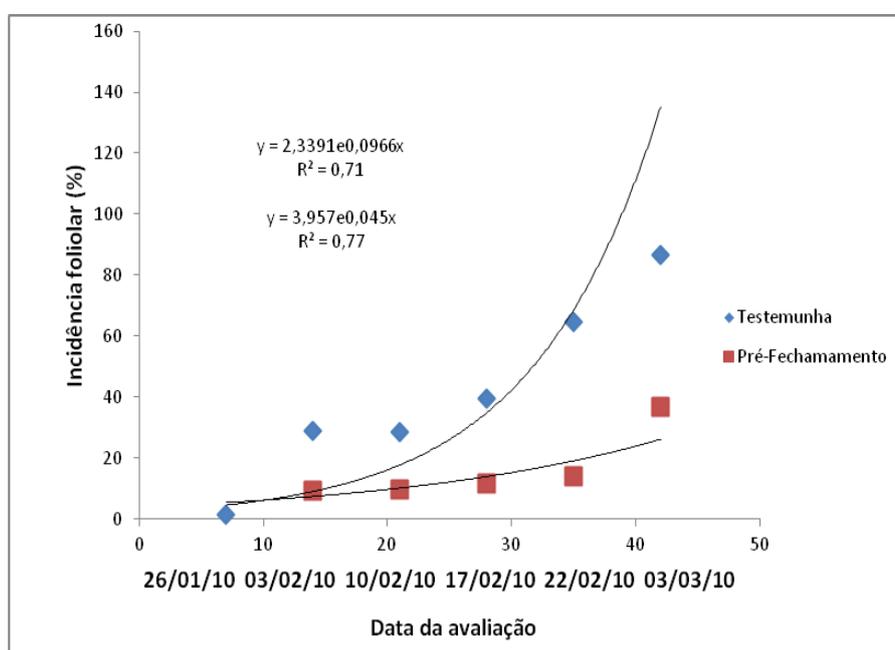


Figura 6 – Curvas de progresso da incidência foliar na testemunha e no critério pré-fechamento, safra 2009/2010.

Observa-se que na Figura 6 houve um maior diferencial na taxa de progresso da doença entre o critério pré-fechamento e a testemunha, conforme explicado pelo modelo exponencial.

A Figura 7 mostra as curvas de progresso da incidência para a testemunha e o critério soma térmica. A primeira aplicação do fungicida no critério soma térmica ocorreu na data da segunda leitura (sem sintomas visíveis da doença) correspondente a data 26/01/2010. Observa-se que existiu um diferencial entre a quantidade inicial da doença e da taxa de progresso entre o estágio soma térmica e a testemunha.

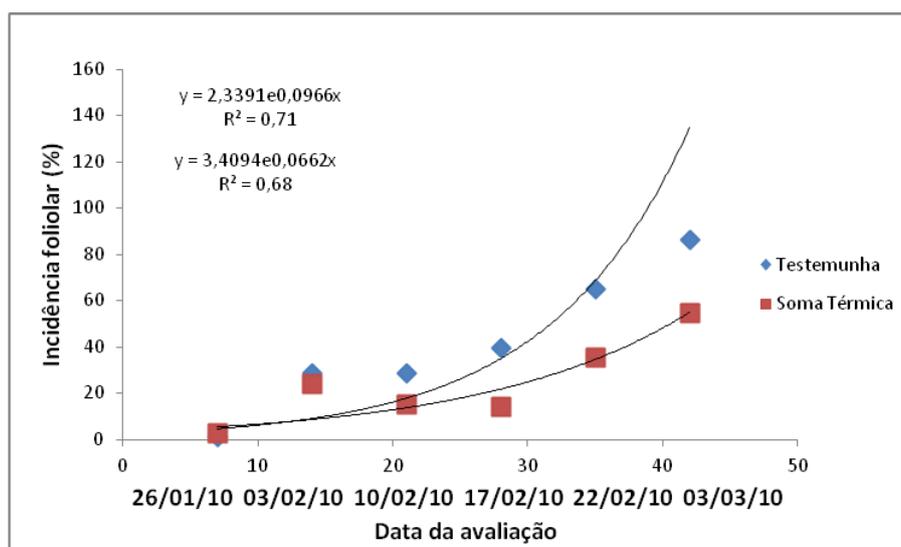


Figura 7 – Curvas de progresso da incidência foliar na testemunha e no critério soma térmica, safra 2009/2010

Na Tabela 1 encontram-se as médias da área abaixo da curva de progresso da doença com base na incidência, controle da ferrugem asiática da soja com base na incidência e do número de nós

sem pecíolo em cada tratamento. A análise estatística mostrou que não houve interações significativas entre os critérios e as pontas de pulverização a 5% de probabilidade de erro. Não houve diferenças significativas entre pontas de pulverização, porém houve diferenças entre os critérios.

Tabela 1 – Área abaixo da curva de progresso da incidência da doença (AACPDI), controle da ferrugem e número de nós sem pecíolo (NSP) em soja cv. BRS-246 RR, em resposta a aplicações do fungicida, segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2009/2010

CRITÉRIO	AACPDI	CONTROLE (%)	NSP
1- Testemunha	1447 a	---	6,94 a
2- Estádio R1	1093 c	24,45 d	4,08 b
3- Estádio R5.1	1223 b	15,47 e	4,25 b
4- LDE	999 d	30,93 c	4,06 b
5- Pré- Fechamento	449 f	68,92 a	3,95 b
6- Soma Térmica	839 e	42,00 b	4,05 b
PONTA			
XR 110015	1020 ^{NS}	29,48 ^{NS}	4,47 ^{NS}
TT 110015	996	31,12	4,63
CV (%)	14,70	10,82	16,66

NS - Diferenças não significativas entre os tratamentos pelo F-Teste ao nível de 5%
Médias seguidas pelas mesmas letras dentro de cada coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Houve diferenças significativas na AACPDI entre todos os critérios. A testemunha apresentou a maior AACPDI o que já era esperado em função de não ter recebido nenhuma aplicação na parte aérea.

Dentre os critérios, a maior área abaixo da curva, correspondeu ao critério estágio fenológico R 5.1 e a menor foi no pré-fechamento. Esses dois critérios proporcionaram respectivamente

15,47% e 68,92% de controle da doença com base na incidência, sendo que os demais critérios apresentaram valores intermediários a estes e estatisticamente diferentes entre si.

Esses resultados evidenciam que iniciar as aplicações no estágio fenológico R5.1 para a região de Passo Fundo não resultou em controle efetivo da doença.

O tratamento soma térmica proporcionou controle superior ao LDE e também ao estágio fenológico R1, enfatizando que o início do controle da ferrugem com base em estágio fenológico apresenta limitações conforme relatado por MOREIRA (2007).

Entre as pontas de pulverização não houve diferenças significativas para as variáveis analisadas. Isso indica que tanto pontas que produzem gotas finas (série XR) como pontas que produzem gotas médias (série TT) tiveram desempenho semelhante na deposição do fungicida, concordando com as indicações de MÁRQUES (1997) e VÁSQUEZ MINGUELA & CUNHA (2010). Além disso, existe a vantagem para pontas de série TT que é de produzir menor percentual de gotas suscetíveis a perdas por deriva e evaporação (SPRAYING SYSTEMS, 2010).

Apesar das diferenças entre os critérios no controle da doença ao final do ciclo não houve diferenças para número de nós sem pecíolos. É possível que o momento adequado para realizar esse tipo de leitura seja anteriormente ao executado.

Na média os tratamentos com fungicida tiveram desfolhamento 41% menor em relação à testemunha o que demonstra a eficácia do fungicida em manter por maior período de tempo a área foliar sadia, concordando com ALÉSSIO (2008).

As médias da área abaixo da curva de progresso da severidade (AAPDS), controle da ferrugem com base na severidade e do peso de mil grãos, encontram-se na Tabela 2, sendo que não houveram interações significativas a 5% de probabilidade de erro entre critérios e pontas.

Tabela 2 – Área abaixo da curva de progresso da severidade da doença (AAPDS), controle da ferrugem e peso de mil grãos em soja cv. BRS-246 RR, em resposta a aplicações do fungicida, segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2009/2010

CRITÉRIO	AACPDS	CONTROLE (%)	PMG(g)
1- Testemunha	947 a	---	121,2 b
2- Estádio R1	151 b	84,01 b	141,8 a
3- Estádio R5.1	138 b	85,47 b	142,9 a
4- LDE	94 c	90,06 a	147,0 a
5- Pré- fechamento	114 c	87,94 a	146,1 a
6- Soma térmica	106 c	88,78 a	145,6 a
PONTA			
XR 110015	264 a	72,14 b	140,3 ^{NS}
TT 110015	253 b	73,28 a	141,2
CV (%)	15,55	12,08	6,79

NS - Diferenças não significativas entre os tratamentos pelo F-Teste ao nível de 5%. Médias seguidas pelas mesmas letras dentro de cada coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Pela AAPDS e para o controle da doença com base na severidade houve a formação de dois grupos de tratamentos, sendo os critérios estágio fenológico R1 e R5.1 iguais entre si e superiores na quantidade de doença e inferiores no percentual de controle (Tabela 2). Isso torna a indicar que os critérios baseados unicamente em estádios fenológicos apresentam limitações no controle da doença.

O controle da severidade da ferrugem variou de 84 a 90%, diferentemente do controle com base na incidência que atingiu valores de 15 a 69%.

Quanto ao PMG, não houve diferenças entre os critérios, porém entre as parcelas tratadas e a testemunha houve diferenças, evidenciando o efeito do controle da doença sobre o peso dos grãos (EMBRAPA, 2007).

Os tratamentos LDE, pré-fechamento e soma térmica apresentaram valores de AACPDS e controle semelhantes entre si, tendo recebido três aplicações de fungicida.

Por outro lado houve diferença significativa entre pontas de pulverização para AACPDS e controle.

O uso da ponta TT 110015 proporcionou controle significativamente superior a ponta XR 110015, embora a diferença entre ambas em valor absoluto seja somente 1,14% o que na prática de campo pode-se considerar ambas as pontas eficientes.

Para as demais variáveis avaliadas durante a safra 2009/2010, a análise estatística indicou que as interações entre critérios e pontas de pulverização foram significativas a 5% de probabilidade de erro. Por essa razão as próximas tabelas mostram as interações.

A Tabela 3 contém as médias do rendimento de grãos em função de critérios e pontas de pulverização. O rendimento de grãos na testemunha foi significativamente inferior as parcelas tratadas.

Ao utilizar a ponta XR 110015 observou-se que o início da aplicação do fungicida no estágio fenológico R5.1 resultou em rendimento inferior aos demais critérios. Esse também foi o único

tratamento em que a ponta XR 110015 resultou em rendimento de grãos inferior ao obtido com a ponta TT 110015. Este resultado concorda com a indicação de Antuniassi (2007), segundo o qual aplicações de fungicidas curativas tardias devem utilizar gotas de categoria média.

Tabela 3 – Rendimento de grãos (kg/ha) de soja cv. BRS-246 RR em função de critérios e pontas de pulverização utilizadas nas aplicações do fungicida na safra 2009/2010

CRITÉRIO	Pontas de pulverização	
	XR 110015	TT 110015
1- Testemunha	2955 cA	2910 bA
2- Estádio R1	3860 aA	3881 aA
3- Estádio R5.1	3614 bB	3779 aA
4- LDE	4007 aA	3933 aA
5- Pré-Fechamento	3959 aA	3884 aA
6- Soma Térmica	3939 aA	3887 aA

CV = 12,05%

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas dentro de cada coluna e letras maiúsculas dentro de cada linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Por sua vez, quando os tratamentos foram aplicados com a ponta TT110015, não houve diferenças nos rendimentos de grãos entre os critérios. Essa observação pode ser devida ao maior ângulo do jato proporcionado por essa ponta que ultrapassa os 110° indicados pelo fabricante (propicia maior penetração de gotas no dossel da cultura) e também pelo fato das gotas geradas por essas pontas apresentarem menor potencial de risco de deriva (TEEJET, 2010).

Por outro lado, esses resultados evidenciam a importância de uma adequada seleção de pontas de pulverização para aplicação de fungicidas na cultura da soja (ANTUNIASSI, 2007).

As médias das receitas brutas da produção em função de critérios e pontas de pulverização encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Receita bruta (R\$/ha) obtida em soja cv. BRS-246 RR, em resposta à aplicações do fungicida, segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2009/2010

CRITÉRIO	Pontas de pulverização	
	XR 110015	TT 110015
1- Testemunha	2068,24 cA	2036,70 bA
2- Estádio R1	2702,13 aA	2717,04 aA
3- Estádio R5.1	2529,72 bB	2645,52 aA
4- LDE	2805,18 aA	2752,90 aA
5- Pré- fechamento	2771,48 aA	2718,76 aA
6- Soma térmica	2757,44 aA	2721,14 aA

CV = 12,01%

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas dentro de cada coluna e letras maiúsculas dentro de cada linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Em todas as parcelas tratadas com fungicida a receita bruta obtida foi superior àquela obtida na testemunha.

Utilizando-se a ponta TT 110015 não houve diferenças entre os critérios, porém com a ponta XR 110015 a menor receita bruta foi obtida no estágio R5.1, sendo que este estágio foi o único em que as aplicações com a ponta XR 110015 proporcionaram a renda bruta inferior a ponta TT 110015.

As médias do aumento da receita em relação a testemunha representam o valor obtido com o aumento da produção devido a utilização do fungicida (Tabela 5).

Tabela 5 – Aumento da receita (R\$/ha) em relação a testemunha, obtida em soja cv. BRS-246 RR, em resposta à aplicações do fungicida segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2009/2010

CRITÉRIO	Pontas de pulverização	
	XR 110015	TT 110015
1- Testemunha	---	---
2- Estádio R1	669,43 aA	684,34 Aa
3- Estádio R5.1	497,02 bB	612,82 aA
4- LDE	772,49 aA	720,20 aA
5- Pré- fechamento	738,78 aA	686,06 aA
6- Soma térmica	724,74 aA	688,44 aA

CV = 10,66%

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas dentro de cada coluna e letras maiúsculas dentro de cada linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O uso de fungicida proporcionou aumentos da receita que variaram entre R\$ 497,02/ha até R\$ 772,49/ha. O custo de uma aplicação estimado no presente trabalho foi de R\$ 41,00/ha, considerando o valor do produto e o custo máquina da aplicação terrestre (Tabela 5). Isso demonstra a sustentabilidade econômica do uso de fungicidas na cultura da soja. A interpretação da Tabela 5 segue o mesmo raciocínio das Tabelas 3 e 4.

A Tabela 6 mostra o ganho econômico em R\$/ha, descontando-se o custo de cada tratamento, sendo que esse dado é de suma importância ao produtor, pois considera o resumo custo x benefício para a tomada de decisão do critério a ser adotado. Nos tratamentos com utilização de fungicida o ganho econômico variou de R\$ 415,02/ha até R\$ 649,49/ha, sendo que o critério com início da aplicação em R5.1 e utilização da ponta XR 110015 proporcionou um resultado significativamente menor que os demais.

Tabela 6 – Ganho econômico (R\$/ha) em relação a testemunha, obtido em soja cv. BRS-246 RR, em resposta a aplicações do fungicida segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2009/2010

CRITÉRIO	Pontas de pulverização	
	XR 110015	TT 110015
1- Testemunha	---	---
2- Estádio R1	587,43 aA	602,34 aA
3- Estádio R5.1	456,02 bB	571,82 aA
4- LDE	649,49 aA	597,20 aA
5- Pré- fechamento	615,78 aA	563,06 aA
6- Soma térmica	601,74 aA	565,44 aA

CV = 11,71%

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas dentro de cada coluna e letras maiúsculas dentro de cada linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O único critério no qual houve diferença significativa no ganho econômico entre as pontas de pulverização foi o estágio fenológico R5.1 (Tabela 6). Para esse critério as pontas TT 110015 (gotas médias) proporcionaram maior ganho econômico que as pontas XR 110015 (gotas finas). Esses resultados concordam com os relatos de Antuniassi (2007) e CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM (2010), segundo os quais na aplicação curativa tardia, a utilização de gotas médias promove maior depósito de produto fitossanitário no dossel para o terço médio e superior se comparado com gotas finas.

A interpretação conjunta das Tabelas 3, 4, 5 e 6 reforça a inadequação do critério R5.1 em relação aos demais. Também, convém considerar, que nesta safra 2009/2010 a implantação da cultura foi realizada no final do período recomendado para semeadura da soja (Reunião..., 2010). Em consequência disso o critério estágio fenológico R5.1 coincidiu com alta incidência e severidade da doença.

4.2 Experimento safra 2010/2011

As quantidades finais de incidência foliolar na data de 22/02/2011 no estágio fenológico R5.1 e a severidade foliolar na data de 08/03/2011 foram avaliadas no estágio fenológico R6 (Quadro 17).

Quadro 17 – Quantidades finais de incidência e severidade foliolar na testemunha e nos tratamentos, safra 2010/2011

Tratamento	Incidência (%)	Severidade (urédias/cm ²)
Testemunha	85,3	98,3
Estádio fenológico R1	54,7	16,4
Estádio fenológico R5.1	87,7	31,3
LDE	63,5	25,6
Pré-fechamento	48,0	8,5
Soma térmica	51,1	19,4

Para a safra agrícola 2010/2011 observa-se que no momento em que foram iniciadas as aplicações de fungicida não havia infecção, exceto nos tratamentos R5.1 e LDE.

As curvas de progresso da incidência na testemunha e no critério estágio fenológico R1 encontram-se na Figura 8. A primeira aplicação do fungicida neste tratamento ocorreu na segunda leitura (sem sintomas visíveis da doença) correspondente a data 25/01/2011. O modelo exponencial mostra o alto diferencial da quantidade inicial e da taxa de progresso da doença entre o estágio fenológico R1 e a testemunha.

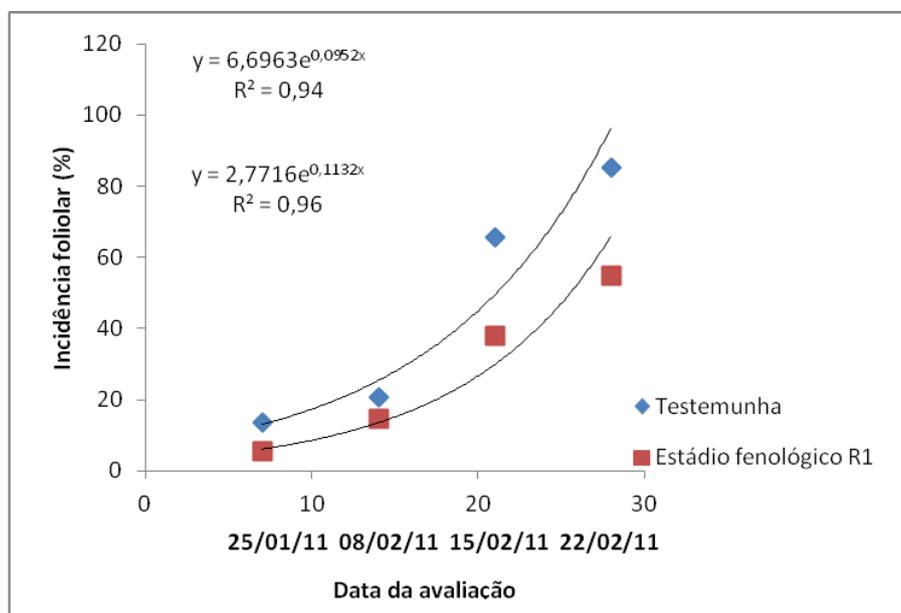


Figura 8 – Curvas de progresso da incidência foliar na testemunha e critério R1, safra 2010/2011.

As curvas de progresso da incidência foliar para a testemunha e o estágio fenológico R5.1 encontram-se na Figura 9. A primeira aplicação do fungicida neste tratamento ocorreu na data da quinta leitura (sem sintomas visíveis da doença) correspondente a data 22/02/2011. O modelo exponencial mostra o baixo diferencial da quantidade inicial da doença e da taxa de progresso entre o estágio fenológico R1 e a testemunha.

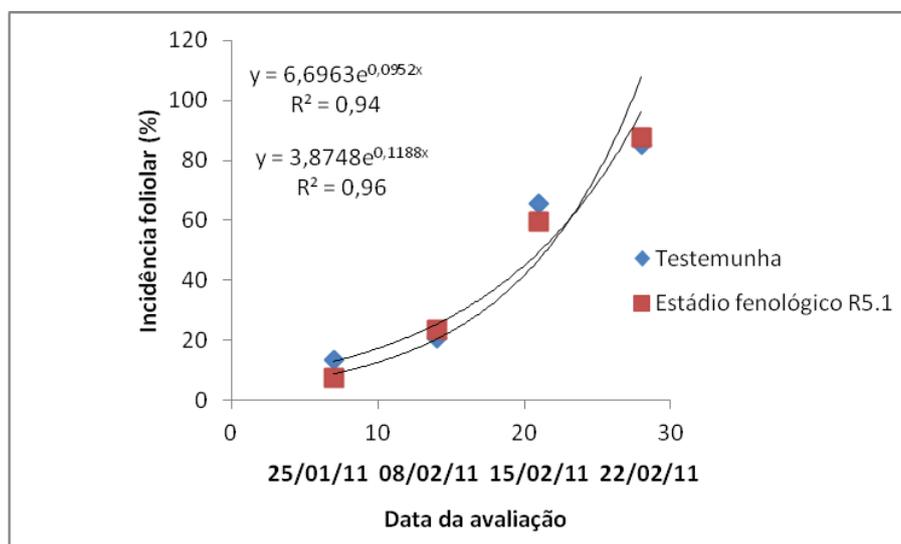


Figura 9 – Curvas de progresso da incidência foliar na testemunha e no critério R5.1. Safra 2010/2011.

As curvas de progresso da incidência para a testemunha e o critério LDE estão na Figura 10. A primeira aplicação do fungicida no critério LDE ocorreu na data da terceira leitura correspondente a data de 08/02/2011, quando a incidência foliar foi de 20,5%. O modelo exponencial mostra o baixo diferencial da quantidade inicial da doença e da taxa de progresso entre o tratamento LDE e a testemunha.

As curvas de progresso da incidência foliar para a testemunha e o critério pré-fechamento estão na Figura 11. A primeira aplicação do fungicida no critério pré-fechamento foi preventiva (sem sintomas visíveis da doença) correspondente a data 04/01/2011. O modelo exponencial mostra o alto diferencial que ocorreu para a quantidade inicial da doença e a taxa de progresso entre o estágio pré-fechamento e a testemunha.

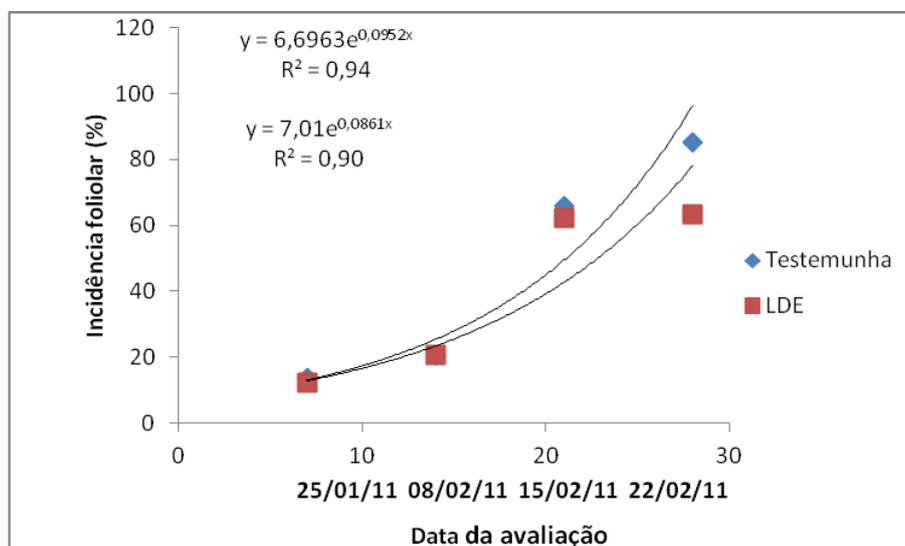


Figura 10 – Curvas de progresso da incidência foliar na testemunha e no critério LDE, safra 2010/2011.

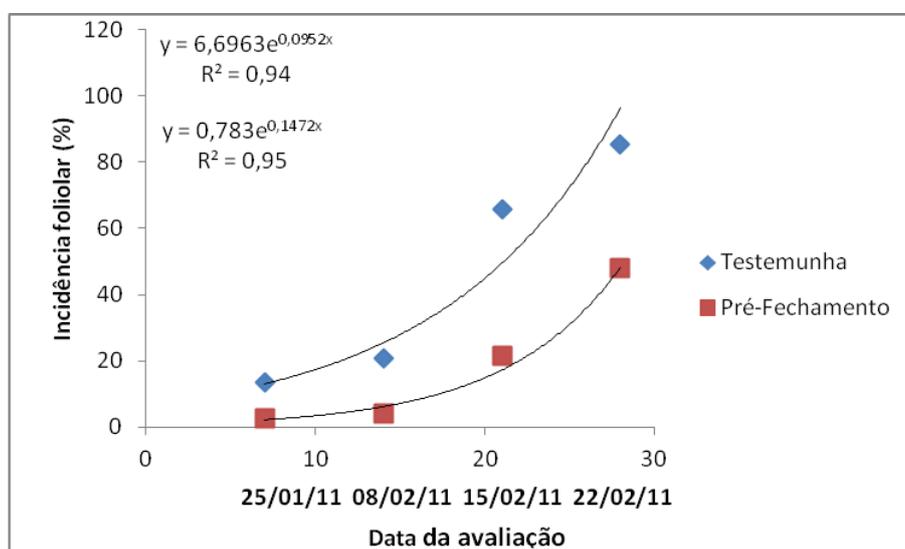


Figura 11 – Curvas de progresso da incidência foliar na testemunha e no critério pré-fechamento, safra 2010/2011.

As curvas de progresso da incidência foliar na testemunha e no critério soma térmica encontram-se na Figura 12. A primeira aplicação do fungicida no tratamento soma térmica ocorreu na data da segunda leitura (sem sintomas visíveis da doença) correspondente a data 25/01/2011 coincidindo com estágio fenológico R1. O modelo exponencial mostra o alto diferencial entre a quantidade inicial da doença e a taxa de progresso entre o tratamento soma térmica e a testemunha.

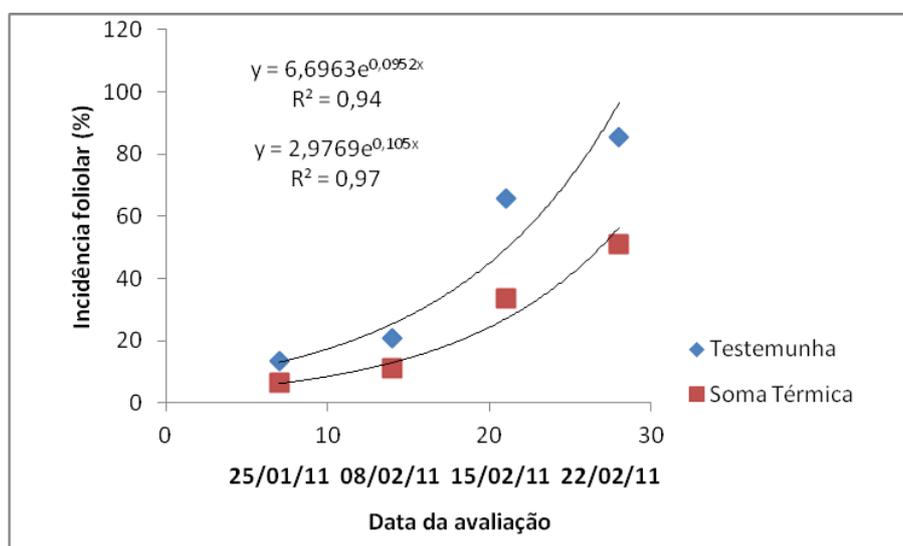


Figura 12 – Curvas de progresso da incidência foliar na testemunha e no critério soma térmica, safra 2010/2011.

A análise estatística dos dados levantados na safra agrícola 2010/2011 indicou não haver interações significativas a 5% de probabilidade de erro entre critérios e pontas de pulverização.

Os resultados da área abaixo da curva de progresso da incidência, controle da ferrugem asiática da soja com base na incidência e do número de nós sem pecíolo em cada tratamento

encontram-se na Tabela 7. A análise estatística mostrou que não houve interações significativas entre os critérios e as pontas de pulverização a 5% de probabilidade de erro.

Houve diferenças significativas na AACPDI entre todos os critérios. A testemunha apresentou a maior AACPDI o que já era esperado, uma vez que esta não recebeu aplicações de fungicida. As avaliações da AACPDI foram realizadas no período de 18/01/2011 até 22/02/2011 (estádios fenológicos V10 até R5.1).

Tabela 7 – Área abaixo da curva de progresso da incidência da doença (AACPDI), controle da ferrugem e número de nós sem pecíolo em soja cv. BRS-246 RR, em resposta a aplicações do fungicida segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2010/2011.

CRITÉRIO	AACPDI	CONTROLE (%)	NÓS SEM PECÍOLO
1- Testemunha	999 a	---	6,83 a
2- Estádio R1	597 d	40,18 c	4,68 bc
3- Estádio R5.1	942 b	5,70 e	5,48 b
4- LDE	888 c	11,14 d	4,61 bc
5- Pré-fechamento	366 f	63,33 a	4,13 c
6- Soma térmica	537 e	46,20 b	4,71 bc
PONTA			
XR 110015	721,28 ^{NS}	27,79 ^{NS}	5,15 ^{NS}
TT 110015	721,82	27,73	4,99 ^{NS}
CV (%)	14,81	12,53	12,06

NS - Diferenças não significativas entre os tratamentos pelo F-Teste ao nível de 5%
Médias seguidas pelas mesmas letras dentro de cada coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Dentre os tratamentos a maior área abaixo da curva correspondeu ao critério estágio fenológico R5.1 e a menor foi no pré-fechamento. Esses dois critérios proporcionaram respectivamente 5,7% e 63,3% de controle da doença, enquanto que os demais critérios

apresentaram valores intermediários a estes dois e estatisticamente diferentes entre si.

Da mesma forma como foi verificado na safra 2009/2010, essas observações reforçam que iniciar as aplicações de fungicida no estágio fenológico R5.1 não resultam em controle efetivo da ferrugem asiática da soja na região de Passo Fundo.

O critério soma térmica proporcionou 46,2% de controle, mostrando-se superior ao R1 (40,2%) e este, por sua vez, superou o critério LDE com 11,2% de controle da doença.

Houve diferenças entre as parcelas tratadas e a testemunha para o número de nós sem pecíolos. Em média os tratamentos com fungicida resultaram em desfolhamento 31% menor que a testemunha. O início das aplicações conforme o critério pré-fechamento proporcionou menor desfolhamento em relação ao critério estágio fenológico R5.1. Os demais critérios não diferiram desses dois e foram estatisticamente semelhantes entre si.

Não houve diferenças significativas a 5 % de probabilidade entre as pontas de pulverização.

As médias da severidade, do controle da ferrugem com base na severidade e do peso de mil grãos encontram-se na Tabela 8. Todos os tratamentos reduziram significativamente a severidade em relação a testemunha.

O maior controle da doença foi de 93,5% no critério pré-fechamento superando os demais. Os percentuais de controle da ferrugem proporcionados pelos tratamentos soma térmica (80,4%) e estágio fenológico R.1 (74,8%) foram semelhantes entre si, inferiores ao pré-fechamento e superiores ao LDE e ao R5.1. A aplicação no

critério R5.1 apresentou o menor controle da doença, sendo inferior aos demais.

Tabela 8 - Severidade, controle da ferrugem e peso de mil grãos (PMG) em soja cv. BRS-246 RR, em resposta a aplicações do fungicida segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2010/2011

CRITÉRIO	SEVERIDADE	CONTROLE (%)	PMG(g)
1- Testemunha	12,76 a	---	123,9 d
2- Estádio R1	3,21 d	74,83 b	147,8 a
3- Estádio R5.1	9,45 b	25,95 d	140,1 c
4- LDE	7,31 c	42,70 c	143,0 b
5- Pré-fechamento	0,83 e	93,54 a	147,6 a
6- Soma térmica	2,50 d	80,41 b	147,5 a
PONTA			
XR 110015	5,94 ^{NS}	53,44 ^{NS}	141,7 ^{NS}
TT 110015	6,08	52,37	141,5
CV (%)	13,26	11,80	5,3

NS - Diferenças não significativas entre os tratamentos pelo F-Teste ao nível de 5%. Médias seguidas pelas mesmas letras dentro de cada coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O peso de mil grãos apresentou o menor valor na testemunha. Já entre os tratamentos R1, pré-fechamento e soma térmica não houve diferenças estatísticas, porém esses superaram o LDE que por sua vez superou o R5.1.

As médias do rendimento de grãos (kg/ha) e da receita bruta em R\$/ha são apresentadas na Tabela 9.

Todos os tratamentos com fungicidas apresentaram rendimento de grãos e receita bruta superiores a testemunha.

As aplicações iniciadas segundo os critérios estágio fenológico R1, pré-fechamento e soma térmica promoveram

rendimento de grãos e receita bruta superiores ao critério LDE, que por sua vez superou o critério estágio fenológico R5.1.

Tabela 9 – Rendimento de grãos (kg/ha) e receita bruta (R\$/ha) em soja cv. BRS-246 RR, como resposta a aplicações do fungicida segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2010/2011

CRITÉRIO	RENDIMENTO DE GRÃOS (kg/ha)	RECEITA BRUTA (R\$/ha)
1- Testemunha	3074 d	2151,64 d
2- Estádio R1	4019 a	2813,07 a
3- Estádio R5.1	3545 c	2481,54 c
4- LDE	3722 b	2605,66 b
5- Pré-fechamento	3997 a	2797,95 a
6- Soma térmica	3977 a	2784,23 a
PONTA		
XR 110015	3739 ^{NS}	2617,37 ^{NS}
TT 110015	3706	2594,00
CV (%)	12,66	12,66

NS - Diferenças não significativas entre os tratamentos pelo F-Teste ao nível de 5%
Médias seguidas pelas mesmas letras dentro de cada coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

As pontas de pulverização não induziram diferenças no rendimento de grãos e na receita bruta.

A justificativa para diferenciar o incremento na produção entre os tratamentos pode residir no início das aplicações, no número de aplicações realizadas e na qualidade da aplicação, conforme ditam os critérios (MENDES & CABEDA, 2005).

O aumento da receita (R\$/ha) e o ganho econômico em R\$/ha encontram-se na Tabela 10. O aumento da receita é diretamente dependente do rendimento de grãos. As aplicações iniciadas segundo os critérios estágio fenológico R1, pré-fechamento e soma térmica

foram semelhantes entre si e proporcionaram os maiores acréscimos de receita superando o critério LDE, que superou o critério estágio fenológico R5.1.

Tabela 10 - Aumento de receita (R\$/ha) e ganho econômico (R\$/ha) em soja cv. BRS-246 RR, como resposta a aplicações do fungicida segundo cinco critérios e dois modelos de pontas na safra 2010/2011

CRITÉRIO	AUMENTO DE RECEITA (R\$/ha)	GANHO ECONÔMICO (R\$/ha)
1- Testemunha	---	---
2- Estádio R1	661,43 a	538,43 a
3- Estádio R5.1	329,91 c	288,91 b
4- LDE	454,03 b	372,03 b
5- Pré-fechamento	646,32 a	482,31 a
6- Soma térmica	632,59 a	509,59 a
PONTA		
XR 110015	460,29 ^{NS}	371,46 ^{NS}
TT 110015	447,80	358,96
CV (%)	12,52	15,56

NS - Diferenças não significativas entre os tratamentos pelo F-Teste ao nível de 5%
Médias seguidas pelas mesmas letras dentro de cada coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O ganho econômico que representa o resultado líquido entre o custo e o benefício variou de R\$ 288,91/ha no tratamento R5.1 a R\$ 538,43/ha no tratamento R1.

Os critérios estágio fenológico R1, soma térmica e pré-fechamento proporcionaram os maiores ganhos reais e foram semelhantes entre si ao passo que o critério LDE e estágio fenológico R5.1 foram semelhantes entre si e inferiores aos demais.

Embora o critério LDE tenha proporcionado acréscimo de receita superior ao estágio fenológico R5.1 o ganho econômico

proporcionado por esses dois critérios foram semelhantes. Isto se justifica pelo fato de que no critério LDE foi realizado duas aplicações ao passo que no critério estágio fenológico R5.1 somente uma aplicação.

As pontas de pulverização não induziram diferenças nessas variáveis.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir por safra agrícola o que segue:

- Safra 2009/2010

Considerando o controle da ferrugem asiática para a incidência foliolar todos os critérios diferiram entre si, sendo a ordem decrescente de eficácia obtida com o início das aplicações de fungicida foi: pré-fechamento, soma térmica, LDE, estágio fenológico R1 e estágio fenológico R5.1.

O LDE, soma térmica e pré-fechamento proporcionam maior controle da ferrugem asiática da soja para a severidade foliolar do que os critérios com início das pulverizações nos estádios fenológicos R5.1 e R1, que são semelhantes entre si.

O LDE, pré-fechamento, soma térmica e estágio fenológico R1 proporcionam os maiores rendimentos de grãos e ganhos reais e não diferem entre si.

A adoção do início das aplicações no estágio fenológico R5.1 implica em rendimento de grãos e ganho econômico menores do que os demais critérios comparados.

A utilização da ponta de pulverização TT 110015 (gotas médias) proporcionou o melhor controle químico da ferrugem da soja do que a ponta XR 110015 (gotas finas), quando as pulverizações são iniciadas no estágio fenológico R5.1 (aplicação tardia).

Para os demais critérios as pontas de pulverização de jatos planos simples Teejet® XR110015 (gotas finas) e Teejet® TT110015 (gotas médias) são igualmente eficientes.

- Safra 2010/2011

O controle da ferrugem asiática da soja para incidência foliolar apresenta diferenças significativas entre todos os critérios comparados.

A eficácia de controle é decrescente com as aplicações iniciando no pré-fechamento, seguindo-se a soma térmica, o estágio fenológico R1, o LDE e o estágio fenológico R5.1.

Já no controle para severidade foliolar, o critério pré-fechamento proporciona o maior controle da doença diferenciando-se dos demais. A soma térmica e o estágio fenológico R1 não diferem entre si, ocupando posição intermediária.

O critério LDE e o estágio fenológico R1 diferem entre si e dos demais critérios, ficando o início das aplicações de fungicida no estágio fenológico R5.1 responsável pela menor eficácia de controle da doença.

Os maiores rendimentos de grãos e ganhos reais são obtidos quando as aplicações de fungicida iniciam-se com o estágio fenológico R1, soma térmica e pré-fechamento.

O critério LDE difere do critério estágio fenológico R5.1 apenas no rendimento de grãos, mas permanece estatisticamente semelhante a este quando se considera o ganho econômico proporcionado.

Não há diferenças na eficácia do controle da doença nem no rendimento de grãos e no ganho econômico quando o fungicida é aplicado com as pontas de pulverização de jatos planos simples Teejet® XR110015 (gotas finas) ou Teejet® TT110015 (gotas médias).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A primeira aplicação do tratamento pré-fechamento permite que a calda atinja o terço inferior das plantas, favorecendo a sua proteção inicial. Apesar do maior número de aplicações o tratamento pré-fechamento é viável economicamente.

Para o tratamento soma térmica e em condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de doenças, haverá uma aplicação a menos que no pré-fechamento, viabilizando a sua utilização.

Nos tratamentos LDE e estágio fenológico R1 as aplicações são realizadas com determinada quantidade de doença. Por isso em condições climáticas desfavoráveis às doenças, ambas tornam-se opções viáveis, resultando na diminuição do número de aplicações se comparado com o pré-fechamento. Entretanto com condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da doença são preferíveis os tratamentos pré-fechamento ou soma térmica.

O início das aplicações realizadas no estágio fenológico R5.1 ou tardiamente não apresentam controle satisfatório da doença, reduzindo a produtividade e lucratividade da lavoura.

A tomada de decisão para o início da primeira aplicação de fungicida é fundamental para as demais aplicações subsequentes, entretanto cabe ao produtor rural escolher o critério indicador que seja adequado a sua capacidade técnica e operacional.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABI SAAB, O. J. G.; COUTO, D. T. A.; HIGASHIBARA, L. R. Perdas de produtividade causadas pelo rodado de pulverizadores. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA AEROAGRÍCOLA, Botucatu, 2007. *Anais...* Botucatu-SP: FEPAF, 2007, p. 1-4.

AGRIOS, G. N. *Plant Pathology*. 4. ed. New York: Academic Press, 1997. 635 p.

ALESSIO, D. *Momentos e número de aplicações de fungicidas e seu efeito sobre a duração da área foliar sadia e o rendimento da soja*. 2008. 81p. Dissertação de mestrado – UPF, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS.

ALEXOPOLUS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. *Introductory mycology*. New York: John Willey & Sons, 1996.

ALVES, S. A. M. *Quantificação de parâmetros da pré-penetração e monocíclicos relacionados ao patossistema Phakopsora pachyrhizi-soja*. 2007. 64p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários. Campinas, São Paulo: Línea Creativa, 2004.

ANTUNIASSI, U. R.; BAIO, F. H .R; BIZARI, I. R. Sistema de suporte a decisão para seleção de pontas de pulverização em sistemas de aplicação de defensivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 5., 2005, Londrina-PR. *Anais...* Londrina-PR: SBI-Agro, 2005. v.1.

ANTUNIASSI, U. R. *Tecnologia de aplicação de defensivos na cultura da soja*. Boletim de pesquisa da soja 2007. Rondonópolis: Fundação MT, vol. 1, p. 199-215, 2007.

ASAE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING. S572. *Spray nozzle classification by droplet spectra*. In: ASAE Standards, AUG99. St. Joseph, 2000. P.389-91.

BALARDIN, R. S. Ferrugem asiática da soja. *Fitopatologia Brasileira*, v. 29, p.18, ago. 2004. Suplemento.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. *Manual de Fitopatologia*. 3.ed. - São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. 919 p.

BOLLER, W.; FERREIRA, M. C.; COSTA, D. I. Condições do ar e angulação das folhas influenciam a qualidade das pulverizações na cultura da soja? *Revista Plantio Direto*. n.121, Jan/Fev 2011. p.33-37.

BROWN-RYTLEWSKI; D.; STATON, M. *Fungicide application technology for soybean rust – 2006*. Michigan State University – Field Crop Advisory Alert. Disponível em www.ipm.msu.edu/cat06field/pdf/sbr_aptechnology.pdf

CALAÇA, H. A. *Ferrugem asiática da soja: relações entre o atraso do controle químico, rendimento, severidade e área foliar sadia de soja (Glycine max L. Merrill)*. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

CAMARGO, T. V.; ANTUNIASSI, U. R.; VEIGA, M.; OLIVEIRA, M. A. P. Perdas na produtividade de soja causadas pelo tráfego de pulverizadores autopropelidos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 4., Ribeirão Preto, 2008. *Artigos...* Jundiaí-SP: Instituto Agronômico de Campinas, 2008. 4p. 1 CD-ROM.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. *Introduction to plant disease epidemiology*. New York: John Wiley & Sons, 1990.

CARMONA, M. *Manual para el reconocimiento y manejo integrado de la roya asiática de la soja*. Ed. FAUBA y Technidea 42 pp., 2004.

CARVALHO, W. P. A. A aviação agrícola-parâmetros técnicos da aplicação aérea. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA

DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1., 1997. *Anais...* Jaboticabal-SP: FCAVJ, 1997. p.140.

CHRISTOFOLETTI, J. C. Considerações sobre tecnologia de aplicação. In: GUEDES, J. C. et al. *Tecnologia e segurança na aplicação de produtos fitossanitários: curso de atualização*. Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1996. p.8-17.

CHRISTOFOLETTI, J. C. Pulverização ou aplicação? *A Granja*, Porto Alegre, n. 625, p. 35-37, jan. 2001.

CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira: grãos, 7º levantamento*, abril de 2011. Brasília: Conab, 2011.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. Embrapa sede, Brasília/DF/Brasil. Disponível em <http://www.consorcioantiferrugem.net/> Acesso em: 07 de abr. 2010.

COSTA, D. I. *Eficiência e qualidade das aplicações de fungicidas por via terrestre e via aérea no controle de doenças foliares e no rendimento de grãos de soja e milho*. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitopatologia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, 2009. 131 p.

COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F; YORINORI, J. T. *Avaliação de danos em soja causados por ferrugem asiática*. REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 30, 2002, CRUZ ALTA. *Atas e Resumos...* Cruz Alta: FUNDACEP, 2002. p.99.

CUNHA, J. P. A. R. da; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicida em feijoeiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35 n.5, set-out, 2005. p.1069-1074.

DANELLI, A. L. D. *Desenvolvimento e danos da ferrugem da soja em cultivares com reação diferenciada à doença*. 2012. 192p. Dissertação de mestrado – UPF, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS.

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

DORRANCE, A. E.; LIPPS, P. E.; MILLS, D.; SÁNCHEZ, M.V. *Soybean rust*. Ohio State University. 2011. Disponível em: <<http://ohioline.osu.edu/ac-fact/0048.html>>. Acesso em: 06 de jul. 2011.

EMBRAPA SOJA. *Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem Asiática da soja, Phakopsora pachyrhizi, na safra 2010/2011: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos*. Londrina: Embrapa Soja, 2011. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 87). 8 p.

EMBRAPA SOJA. *Tecnologias de produção de soja-Paraná 2007*. Sistemas de Produção 10. Embrapa-CNPSO, Londrina. 217 p. 2007.

GALLOTI, G. J. M.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; BACKES, R. L. Efeito da época de semeadura e da aplicação de fungicidas no progresso da ferrugem asiática, oídio e doenças de final de ciclo na cultura da soja. *Ciências Agroveterinárias*, Lages, v. 4, n. 2, p. 87:93, 2006.

GANDOLFO, M. A. *Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas*. Botucatu. 2002. 92 p. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2002.

GIMENEZ, L. M. *Custo da mecanização agrícola*. Fundação ABC – Circular técnica 040, março 2006.

GODOY, C. V.; CANTERI, M. G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.29, p.97-101, 2004.

GODOY, C. V.; DEL PONTE, E.; CANTERI, M. G. *Epidemiologia da ferrugem da soja*. II Workshop de epidemiologia de doenças de

plantas. USP-Esalq, P. 77-81, 2007.

GODOY, C. V.; FLAUSINO, A. M.; SANTOS, L. C. M.; DEL PONTE, E. M. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. *Tropical Plant Pathology*, v. 34, p. 56-61, 2009.

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; HENNING, A. A. *Histórico do vazio sanitário como medida de manejo da ferrugem asiática da soja*, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/download/historico>>. Acesso em: 12 ago. 2011.

HANNA, S.; CONLEY, S.; SANTINI, J. Managing fungicide applications in soybeans. Purdue University. Agronomy Extension. Disponível em: <http://www.ces.purdue.edu/extmedia/sps/sps/-103-W.pdf>. Acesso em 19 jun.2012.

HARTMAN, G. L.; WANG, T. C.; TSCHANZ, A. T. Soybean rust development and the quantitative relationship between rust severity and soybean yield. *Plant Disease*, St. Paul, v. 75, p. 596-600, 1991.

HEWITT, H. G. *Fungicides in Crop Protection*. Cambridge: CAB Internacional, 1998. 221 p.

HIMEL, C. M. Analytical methodology in ULV. In: SYMPOSIUM FOR SPECIALISTS IN PESTICIDE APPLICATION BY ULV METHODS, 2., 1974, Cranfield. *Proceedings...* Brighton: British Crop Protection Council, 1974. p. 112 -119. (BCPC Monographs, 11) http://soybase.org/meeting_presentations/soybean_breeders_workshop/SBW_2010/Wrather.pdf

KRIEGER, I. *Critérios para aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças foliares do feijoeiro comum e análise econômica*. Dissertação de mestrado. Universidade do Estado de Santa Catarina/SC 2006.

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

MÁRQUEZ, L. D. *Tecnología para la aplicación de productos fitosanitarios*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 1997, 96 p. (apostila).

MARTINS, J. A. S. *Caracteres epidemiológicos e uso da análise de agrupamento para a resistência parcial à ferrugem da soja*. 2006. 53p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

MARCHETTI, M. A.; UECKER, F. A.; BROMFIELD, K. R. Uredial development of *Phakopsora pachyrhizi* in soybean. *Phytopathology*, St. Paul, v. 65, p. 822-823, 1975.

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

MATUO, T. et al. *Tecnologia de aplicação e equipamentos*. Brasília, ABEAS; Viçosa, UFV; 2005. (Curso Proteção de Plantas. Módulo 2 - 86p).

MATTHEWS, G. A. *Pesticide application methods*. Ed. Longman, London. 1979. 334 p.

MENDES, C. S.; CABEDA, R. Pontas para fungicidas foliares na cultura da soja. In: *TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS III*, 2005. Cascavel, PR. Encontro Técnico 10. Grupo TA, 2005. p.72-98.

MOREIRA, E. N. *Ferrugem asiática da soja: influência do estágio fenológico na ocorrência e comparação de sistemas de aviso*. 2009. 115p. Dissertação de mestrado – UPF, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS.

MORENO, J. A. A denominação do clima do Rio Grande do Sul. In: _____. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. Parte I. p. 7-12.

MOREL PAIVA, W. *Roya de la soja*. Itapúa: Ministério de Agricultura y Ganadería, Subsecretaría de Agricultura, Dirección de Investigación Agrícola: Centro de Investigación Agrícola - CRIA,

2001. (Comunicado Técnico – Reporte Oficial, Série Fitopatologia, 1).

OGLE, H. J.; BYTH, D. E; McLEAN, R. Effect of rust (*Phakopsora pachyrhizi*) on soybean yield and quality in South-eastern Queensland. *Aust. J. Agric. Res.* v.30, p.883-893. 1979.

OZEKI, Y.; KUNZ, R.P. *Tecnologia de aplicação aérea: aspectos práticos*. In: Curso e atualização: TECNOLOGIA E SEGURANÇA NA APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS. Santa Maria, UFSM / Sociedade de Agronomia de Santa Maria. 1996, Santa Maria.

PARRA, J. R. P. Editorial. *Visão Agrícola: soja*. Piracicaba, v.5, p.60-62, jan. 2006.

PASSINI, F. B. Ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrizi*) da soja (*Glycine max*) na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*). 2007. 79p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa. 2007.

RAMOS, H. H. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. *Fitopatologia Brasileira*, São Paulo, v.25, p.275-283. 2000.

REIS, E. M.; CASA, R. T; MICHEL, C. Ocorrência de epidemia da ferrugem da soja no Rio Grande do Sul na safra 2001/2002. *Fitopatologia Brasileira* . v.27, p.198-199. 2002. (Suplemento).

REIS, E. M. *Critérios indicadores do momento para a aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças em soja e trigo*. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2009. 148 p.

REIS, E. M.; FORCELINI, C. A.; REIS, A. C. *Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas*. Passo Fundo: UPF Editora, 2007. 153p.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; CARMONA, M. *Doenças da soja I: ferrugem asiática*. Passo Fundo. UPF, 2006. 48 p.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL (34:2006:Pelotas,RS). *Indicações técnicas para a cultura da soja no*

Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2006/2007. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 240 p.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL (37:2009:Porto Alegre/RS). *Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2009/2010*. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 144 p.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL (38:2010:Cruz Alta, RS). *Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2010/2011 e 2011/2012*. Cruz Alta: Fundacep Fecotrigo, 2010. 168 p.

SANTOS, J. M. F. *Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas*. Instituto Biológico, Centro de Sanidade Vegetal, Av. Cons. Rodrigues Alves, 1252, CEP 04014-002, São Paulo, SP, Brasil. 2010.

SEIXAS, C. D. S.; GODOY, C. V. Vazio sanitário: panorama nacional e medidas de monitoramento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA, Londrina-PR, 2007. *Anais ...* Londrina, Embrapa Soja, 2007, 131p.

SCHNEIDER, R. W. et al. First report of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* in the Continental United States. *Plant Disease*, v. 89, p. 774, 2005.

SILVA, D. C. G. *Mapeamento de genes de resistência da soja à ferrugem asiática e análise transcricional na interação patógeno-hospedeiro*. 2007. 153p. Tese (Doutorado) – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2007.

SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. Infectious diseases: rust. In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. (Eds.). *Compendium of soybean diseases*. 3. ed. St. Paul: APS Press, 1989. p. 24-27.

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

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. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.4, p.1245-1247, 2004.

SPRAYING SYSTEMS CO. *Catálogo 50A-P*: Teejet Technologies. Wheaton: Spraying Systems Co., 192p. 2010.

STRECK, E. V. et al. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2. Ed., Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

TRUDGIL, D. L. et al. Thermal time, concepts and utility. *Annals of Applied Biology* 146:1-14, 2005.

VÁSQUES MINGUELA, J.; CUNHA, J. P. A. R. *Manual de aplicação de produtos fitossanitários*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2010. 588 p.

VIERO, V. C.; FORCELINI, C. A. Aplicações curativas de fungicidas e seus efeitos sobre infecções latentes da ferrugem asiática em soja. *Fitopatologia Brasileira*. v.32, 2007. (Suplemento).

ZADOKS, J. C.; SCHEIN, R. D. *Epidemiology and plant disease management*. New York: Oxford University Press, 1979.

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

WRATHER, A.; SHANNON, G.; BALARDIN, R.; CARREGAL, L.; ESCOBAR, R.; GUPTA, G.; MOREL, W.; PLOPER, D.; TENUTA, A. 2010. *Diseases effects on soybean yields in the top eight soybean-production countries in 2006*. On line. Plant health progress doi:10.1094/php-2010-0125-01-RS.

YEH, C. C.; TSCHANZ, A. T.; SINCLAIR, J. B. Induced teliospore formation by *Phakopsora pachyrhizi* on soybean and other hosts. *Phytopathology*, St. Paul, v. 71, p. 1111-1112, 1981.

YORINORI, J. T. *Controle da Ferrugem “asiática” da soja na safra 2006/2007*. Londrina/PR: Informativo Embrapa Soja, 2006.

YORINORI, J. T. *Controle da ferrugem asiática da soja-2009, safra 2006/2007*. Embrapa Soja, Londrina, PR.: Disponível em: www.cnpso.embrapa.br/alerta

YORINORI, J. T.; NUNES JUNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. *Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle*. Londrina: Embrapa-Soja, 2004, 36 p.

APÊNDICE

Apêndice I. Características dos estádios reprodutivos da soja

- VC - Da emergência a cotilédones abertos
- V1 - Primeiro nó; folhas unifolioladas abertas
- V2 - Segundo nó; primeiro trifólio aberto
- V3 - Terceiro nó; segundo trifólio aberto
- VN - Enésimo (último) nó aberto antes da floração
- R1 - Início da floração, até 50% das plantas com uma flor
- R2 - Floração plena; maioria dos racemos com flores abertas
- R3 - Final da floração; vagens com até 1,5 cm de comprimento
- R4 - Maioria das vagens do terço superior com 2 a 4 cm, saem grãos imperceptíveis
- R5.1 - Grãos perceptíveis ao tato com 10% da granação
- R5.2 - Maioria das vagens com granação de 10% a 25%
- R5.3 - Maioria das vagens entre 25% e 50% da granação
- R5.4 - Maioria das vagens entre 50% e 75% da granação
- R5.5 - Maioria das vagens entre 75% e 100% da granação
- R6 - Vagens com granação de 100% e folhas verdes
- R7.1 - Início a 50% de amarelecimento das folhas e vagens
- R7.2 - Entre 51% e 75% de folhas e vagens amarelas
- R7.3 - Mais de 76% de folhas e vagens amarelas
- R8.1 - Início a 50% de desfolha
- R8.2 - Mais de 50% de desfolha a pré-colheita
- R9 - Ponto de maturação de colheita

(Fonte: Reunião . . . , 2006)

ANEXOS

ANEXO 1 – Composição química do solo quadra B-2

40		LABORATÓRIO DE SOLOS		FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA											
				Campus I - Bairro São José - Caixa Postal 611 CEP 99.052-900 - Passo Fundo - RS Fone (54) 3316 8379 - Fone/Fax (54) 3316 8166 E-mail: labsolos@upf.br CNPJ: 92.034.321/0001-25											
RESULTADO DE ANÁLISE DE SOLOS															
ANÁLISE BÁSICA *															
Registro: 1214/2011			Data de Recebimento: 13/05/2011												
Nome: PROF. PEDRO			Data de Emissão: 18/01/2012												
Município: PASSO FUNDO, RS			Localidade: B-2												
Amostra	Área (ha)	Arg. (%)	pH H ₂ O	Ind. SMP	P	K	M.O.	Al	Ca	Mg	H+Al	CTC	Saturação		
					mg / dm ³		(%)	cmol _d /dm ³					Bases	Al	K
0-10		37,1	5,6	6,1	25,8	210	2,9	0,0	5,3	2,4	3,9	12,1	88	0	4,4
10-20		42,0	5,6	5,9	15,4	182	2,1	0,0	4,0	2,1	4,9	11,4	57	0	4,1
* Micronutrientes + S em anexo															
RESULTADO DE ANÁLISE DE SOLOS															
ANÁLISE DE MICRONUTRIENTES + ENXOFRE															
Registro: 1214/2011			Data de Recebimento: 13/05/2011												
Nome: PROF. PEDRO			Data de Emissão: 18/01/2012												
Município: PASSO FUNDO, RS															
Amostra	Enxofre	Boro	Manganês	Zinco	Cobre										
	mg/dm ³														
0-10	10,0	0,2	3,6	0,91	1,05										
10-20	6,0	0,3	3,7	0,39	1,20										
Observações															
Arg. = Argila e M.O. = Matéria Orgânica															
CTC é potencial (pH 7,0); Sat. Al relativa a CTC efetiva															
H+Al estimado a partir do Ind.SMP															
VOLNEI DE MOURA FÃO Eng. Agr. CREA-RS 074481 RNP 220192157-1 responsável técnico															
Laboratório integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (ROLAS).															

ANEXO 2 – Composição química do solo quadra C-4

Amostra		Área (ha)	Arg. (%)	pH H ₂ O	Ind. SMP	P	K	M.O. (%)	Al	Ca	Mg	H+Al	CTC	Saturação (%)		
						mg / dm ³			cmol _c /dm ³					Bases	Al	K
						>51	334									
0-10			38,3	5,1	5,4			2,5	0,7	2,9	1,7	8,7	14,2	39	11	6,0
10-20			43,3	5,3	5,6	15,9	202	2,0	0,6	2,9	1,4	6,9	11,7	41	11	4,4

* Micronutrientes + S em anexo

RESULTADO DE ANÁLISE DE SOLOS
ANÁLISE DE MICRONUTRIENTES + ENXOFRE

Registro: 1214/2011
Nome: PROF. PEDRO
Município: PASSO FUNDO, RS

Data de Recebimento: 13/05/2011
Data de Emissão: 18/01/2012

Amostra	Enxofre	Boro	Manganês	Zinco	Cobre
mg/dm ³					
0-10	16,0	0,2	11,2	1,01	1,15
10-20	13,0	0,3	7,7	0,33	1,22

Observações

Arg. = Argila M.O. = Matéria Orgânica
CTC é potencial (pH 7,0); Sat. Al relativa a CTC efetiva
H+Al estimado a partir do Ind.SMP

VOLNEI DE MOURA FÃO
Eng. Agr. CREA-RS 074481
RNP 220192157-1
responsável técnico

Laboratório integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (ROLAS).