

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

**EFEITO DE FUNGICIDAS NO PROCESSO  
INFECCIOSO DE *Phakopsora pachyrhizi***

**TIAGO ZANATTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração em Fitopatologia.

Passo Fundo, março de 2009

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

**EFEITO DE FUNGICIDAS NO PROCESSO  
INFECCIOSO DE *Phakopsora pachyrhizi***

**TIAGO ZANATTA**

**Orientador: Prof., M.Sc., Ph.D, Erlei Melo Reis**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração em Fitopatologia.

Passo Fundo, março de 2009

Z27e Zanatta, Tiago

Efeito de fungicidas no processo infeccioso de *Phakopsora pachyrhizi* / Tiago Zanatta. – 2009.  
120 f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2009.

Orientação: Prof. M.Sc., Ph.D., Erlei Melo Reis.

1. Agronomia. 2. Fitopatologia. 3. Soja – doenças e pragas.  
4. Fungicidas. I. Reis, Erlei Melo, orientador. III. Título.

CDU: 632.4

Bibliotecária responsável Lícia Carla Lima da Silva - CRB 10/1748

Ao meu cunhado Eng. Agr.  
Lauriano Tramontina “*in memoriam*”  
pelo exemplo de vida, persistência e, por ser o  
grande incentivador do ingresso no curso  
de Graduação em Agronomia...

## DEDICO

**AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me acompanhar em todos os momentos da minha vida.  
Aos meus pais, Zélio e Idema, pelo amor, carinho, e acima de tudo pelo apoio moral.

A minha irmã Meridiana, pelo incentivo e persistência.

Ao meu irmão Mateus, pelo auxílio na condução dos experimentos.

Ao professor e orientador Erlei Melo Reis, pela orientação, pelo estímulo, incentivo, confiança e, sobretudo, pela amizade.

A família Tramontina, pela amizade, apoio, incentivo e consideração.

A minha namorada Jaqueline Henkes, pelo amor, incentivo, paciência e compreensão.

Ao professor Carlos Alberto Forcelini, pelo auxílio nas análises dos dados.

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

Ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Professores e Funcionários, pelo auxílio e dedicação.

Aos funcionários Cinara e Paulo, pela colaboração nos experimentos.

Aos colegas do Curso de Pós-graduação, Rodrigo, Mirella, Gisele, Marta, Márcia, Rita, Danubia, Juliana e Eder.

Aos estagiários do Curso de Graduação em Agronomia, os principais colaboradores no desenvolvimento dos experimentos, Darlan, Luciano, Douglas, Anderson, Rubens, Ana, Elaine, Fernando Brustolin, Fernando Desso.

A todas as pessoas que contribuem para a minha formação pessoal e profissional.

AGRADEÇO...

**SUMÁRIO**

	<b>Página</b>
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
ANEXOS.....	xii
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	17

**CAPÍTULO I****A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**

1 INTRODUÇÃO.....	19
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1 Importância econômica da cultura da soja.....	21
2.2 Danos causados pela ferrugem.....	22
2.3 Etiologia, taxonomia e morfologia do agente causal.....	23
2.4 Sintomatologia.....	25
2.5 Efeito do clima.....	26
2.6 CONTROLE.....	28
2.6.1 Resistência genética.....	28
2.6.2 Práticas culturais.....	30
2.6.3 Eliminação de plantas voluntárias e hospedeiros secundários.....	31
2.6.4 Controle químico.....	32

**CAPÍTULO II****EFEITO DE CONCENTRAÇÕES DE ESPALHANTE E DE  
UREDOSPOROS NA EFICIÊNCIA DA INFECÇÃO  
DE *Phakopsora pachyrhizi*, EM SOJA**

RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	35
1 INTRODUÇÃO.....	36
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.1 Local de condução dos experimentos.....	37
2.1.1 Cultivo das plantas.....	37

2.1.2 Origem, preparo da suspensão de uredosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> e manutenção do inóculo.....	38
2.1.3 Repetição dos experimentos.....	39
2.2 Concentrações de espalhante.....	39
2.3 Concentrações de uredosporos.....	39
2.3.1 Ajuste das concentrações do inóculo.....	39
2.3.2 Avaliação.....	40
2.3.3 Análise estatística.....	40
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
3.1 Efeito de concentrações de espalhante na eficiência de infecção de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , em soja.....	40
3.2 Efeito de concentrações de uredosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> na intensidade da ferrugem asiática da soja.....	44
4 CONCLUSÕES.....	47

### CAPÍTULO III

#### ACÇÃO CURATIVA E ERRADICATIVA DE FUNGICIDAS

##### À *Phakopsora pachyrhizi*, EM SOJA

RESUMO.....	48
ABSTRACT.....	49
1 INTRODUÇÃO.....	50
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	52
2.1 Local de condução dos experimentos.....	52
2.1.1 Cultivo das plantas.....	52
2.1.2 Origem, preparo da suspensão de uredosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> e manutenção do inóculo.....	53
2.1.3 Fungicidas utilizados.....	54
2.1.4 Momento da aplicação.....	55
2.1.5 Concentração de inóculo.....	55
2.1.6 Aplicação dos fungicidas.....	55
3 Quantificação da intensidade da doença na acção curativa.....	56
3.1 Quantificação da intensidade da doença na acção erradicativa	56
3.2 Viabilidade dos uredosporos.....	57
3.2.1 Análise estatística.....	58
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4.1 Acção curativa de fungicidas.....	58

4.2 Ação erradicativa de fungicidas.....	66
5 CONCLUSÕES.....	74

#### **CAPÍTULO IV**

### **PERÍODO DE PROTEÇÃO EM APLICAÇÃO PREVENTIVA E AÇÃO ERRADICATIVA DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA, NO CAMPO**

RESUMO.....	75
ABSTRACT.....	76
1 INTRODUÇÃO.....	78
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	79
2.1 Local de condução dos experimentos.....	79
2.1.1 Sistema de cultivo e manejo da cultura.....	79
2.1.2 Unidades experimentais.....	80
2.1.3 Avaliação da intensidade da doença.....	81
2.1.4 Análise estatística.....	81
3 Momento da aplicação preventiva.....	81
3.1 Momento da aplicação erradicativa e intensidade da doença	81
3.1.1 Quantificação do período de proteção e ação	
erradicativa.....	82
3.1.2 Fungicidas testados.....	83
3.1.3 Tecnologia de aplicação.....	84
3.1.4 Delineamento experimental e análise estatística.....	84
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	86
4.1 Progresso da doença.....	86
4.1.1 Período de proteção de fungicidas em aplicação	
preventiva.....	87
4.1.2 Ação erradicativa de fungicidas.....	94
4.1.3 Peso de mil grãos.....	96
4.1.4 Rendimento de grãos.....	98
5 CONCLUSÕES.....	101
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO II</b>		
1	Relação entre concentrações do espalhante e número de urédias ou lesões.cm <sup>-2</sup> no cultivar CD 214 RR. Primeiro experimento (A) e segundo experimento (B). Universidade de Passo Fundo, 2008.....	42
2	Relação entre o número de urédias ou lesões com o número de lesões ou urédias.cm <sup>-2</sup> obtidas pela inoculação de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> com concentrações do espalhante no cultivar CD 214 RR. Primeiro experimento (A) e segundo experimento (B). Universidade de Passo Fundo, 2008.....	43
3	Relação entre concentrações de uredosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> e número de urédias ou lesões.cm <sup>-2</sup> no cultivar CD 214 RR. Primeiro experimento (A) e segundo experimento (B). Universidade de Passo Fundo, 2008.....	45
4	Relação entre o número de urédias ou lesões com o número de lesões ou urédias.cm-2 no cultivar CD 214 RR. Primeiro experimento (A) e segundo experimento (B). Universidade de Passo Fundo, 2008.....	46
<b>CAPÍTULO III</b>		
1	Efeito da aplicação curativa de fungicidas sobre infecções latentes avaliadas pela da área abaixo da curva de progresso de urédias (AACPU) ou área abaixo da curva de progresso de lesões (AACPL) causadas pelo fungo <i>Phakopsora pachyrhizi</i> no cultivar CD 214 RR. Primeiro experimento (A-C) e segundo experimento (B-D). Universidade de Passo Fundo, 2008.....	64
2	Efeito da aplicação erradicativa de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja avaliada pela densidade de urédias	68

- (U) ou lesões.cm<sup>-2</sup> (L). Primeiro experimento (A-C-E-G-I-K) e segundo experimento (B-D-F-H-J-L). Epoxiconazol + piraclostrobina, (A e B) ciproconazol + azoxistrobina, (C e D) ciproconazol + picoxistrobina, (E e F) ciproconazol + trifloxistrobina, (G e H) flutriafol e (I e J) clorotalonil (K e L) no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.....
- 3 Efeito da aplicação erradicativa de fungicidas avaliada pela germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* (dias após a aplicação). Primeiro experimento (■) e segundo experimento (▲). Epoxiconazol + piraclostrobina (A) ciproconazol + azoxistrobina (B), ciproconazol + picoxistrobina (C), ciproconazol + trifloxistrobina (D), flutriafol (E) e clorotalonil (F) no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008..... 71
- 4 Efeito da aplicação erradicativa de fungicidas avaliada pela área abaixo da curva de progresso de germinação (AACPG), área abaixo da curva de progresso de urédias (AACPU) e área abaixo da curva de progresso de lesões (AACPL). Primeiro experimento (A-C-E) e segundo experimento (B-D-F) no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008..... 73

#### CAPÍTULO IV

- 1 Progresso da ferrugem asiática da soja nas parcelas do tratamento testemunha, em duas épocas de semeadura. Primeira (▲) e segunda época (■) (I, incidência e T, tempo) no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008. 86
- 2 Período de proteção de fungicidas em aplicação preventiva em função da incidência foliolar (%) da ferrugem asiática da soja em duas épocas de semeadura, (A-B-E-F-I-J-M) primeira época e (C-D-G-H-K-L-N) segunda época. Testemunha, (A e C) epoxiconazol + piraclostrobina, (B e D) ciproconazol + azoxistrobina, (E e G) ciproconazol + picoxistrobina, (F e H) ciproconazol + trifloxistrobina, (I e 90

	K) flutriafol (J e L) e tebuconazol (M e N) no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.....	
3	Efeito de fungicidas aplicados preventivamente na área abaixo da curva de progresso da incidência foliolar (AACPI) e na área abaixo da curva de progresso da densidade de lesões (AACPL) em duas épocas de semeadura, (A e C) primeira época e (B e D) segunda época no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.....	93
4	Efeito de fungicidas aplicados erradicativamente avaliado pela incidência foliolar (%) e densidade de lesões viáveis com coloração normal ( $n^{\circ} \cdot \text{cm}^{-2}$ ) da ferrugem asiática da soja em duas épocas de semeadura, (A e C) primeira época e (B e D) segunda época no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.....	95
5	Efeito de aplicações preventivas (A-B) e erradicativas (C-D) de fungicidas no peso de mil grãos de soja (g) em duas épocas de semeadura, (A-C) primeira época e (B-D) segunda época no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.....	97
6	Efeito de aplicações preventivas (A e B) e erradicantes (C e D) de fungicidas no rendimento de grãos de soja ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) em duas épocas de semeadura, (A e C) primeira época e (B e D) segunda época no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.....	100

### LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
<b>CAPÍTULO III</b>		
1	Fungicidas utilizados, formulação, concentração e dose.....	54
2	Efeito da aplicação curativa de fungicidas no controle (%) de infecções lantentes avaliado pela densidade de urédias de <i>Phakopsora pachryzi</i> , em soja no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.....	60
3	Efeito da aplicação curativa de fungicidas no controle (%) de	62

infecções lantentes avaliado pela densidade de lesões de *Phakopsora pachyrhizi*, em soja no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.....

#### CAPÍTULO IV

1	Fungicidas utilizados, formulação, concentração e dose.....	84
2	Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e valores dos resíduos obtidos após o ajuste dos modelos Logístico e Gompertz, aos dados de incidência foliolar da ferrugem da soja no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.....	88
3	Parâmetros estimados pelo modelo logístico ajustado aos dados de progresso da incidência foliolar da ferrugem asiática da soja no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.....	89
4	Peso de mil grãos (%) nos tratamentos com aplicação de fungicidas em relação à testemunha no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, safra 2007/08.....	99
5	Rendimento de grãos (%) nos tratamentos com aplicação de fungicidas em relação à testemunha no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, safra 2007/08.....	100

#### LISTA DE ANEXOS

Anexo	Página
1	Cultivo das plantas em câmara climatizada..... 115
2	Estádio de inoculação das plantas..... 115
3	Metodologia de preparo da suspensão do inóculo..... 115
4	Metodologia de quantificação da suspensão do inóculo..... 115
5	Detalhe da inoculação das plantas..... 115
6	Detalhe da cobertura foliolar..... 115
7	Metodologia de incubação das plantas..... 116
8	Detalhe da cobertura foliar completa após a aplicação da calda fungicida..... 116
9	Demarcação da área para quantificação da intensidade da doença em aplicações curativas..... 116

10	Demarcação da área para quantificação da intensidade da doença em aplicações erradicantes.....	116
11	Desenvolvimento da ferrugem asiática da soja em plantas mantidas em câmara climatizada (3, 5, 7, 9 e 11) dias após a inoculação.....	117
12	Ilustração da parcela no campo.....	117
13	Metodologia de coleta dos folíolos de plantas de soja em experimentos conduzidos no campo.....	118
14	Estádios de desenvolvimento da cultura da soja.....	119
15	Precipitação pluvial (mm) (colunas) e temperatura média (°C) do ar (linha), entre 01/11/2007 a 30/04/2008 em Passo Fundo/RS. Modificado de <a href="http://www.cnpt.embrapa/agromet/">www.cnpt.embrapa/agromet/</a> .....	119

## **EFEITO DE FUNGICIDAS NO PROCESSO INFECCIOSO DE *Phakopsora pachyrhizi*, EM SOJA**

**TIAGO ZANATTA<sup>1</sup> & ERLEI MELO REIS<sup>2</sup>**

**RESUMO** - A cultura da soja ocupa uma das mais importantes commodities no cenário do agronegócio brasileiro e mundial. As doenças estão entre as principais causas da redução do rendimento de grãos. A partir de 2000/01 a ferrugem asiática da soja se tornou a principal doença da cultura no Brasil. Grande volume de trabalho tem sido feito visando à seleção de cultivares resistente, sem obter sucesso. Por esta razão, até o momento, a principal medida de controle da moléstia é o uso de fungicidas aplicados nos órgãos aéreos. Nos últimos anos, muito tem se falado do efeito de fungicidas em aplicação preventiva, curativa e erradicante. Por outro lado, embora inúmeras pesquisas já foram conduzidas avaliando o efeito de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja, as informações ainda são limitadas a somente alguns fungicidas e, são escassas referentes ao seu efeito no processo infeccioso. Para tanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fungicidas triazóis e misturas de triazóis + estrobilurinas em aplicação preventiva, curativa sobre infecções latentes/virtuais e, a ação erradicante sobre

---

<sup>1</sup> Eng. Agr., Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Fitopatologia. tiagozanatta@ig.com.br

<sup>2</sup> Orientador, Eng. Agr., M. Sc., Ph.D., Professor do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF. erleireis@tpo.com.br

urédias esporulantes. Avaliou-se os fungicidas clorotalonil, flutriafol, tebuconazol, ciproconazol + trifloxistrobina, epoxiconazol + piraclostrobina, ciproconazol + azoxistrobina e ciproconazol + picoxistrobina. Inicialmente, em câmara climatizada, avaliou-se o efeito de concentrações do adjuvante polioxietileno sorbitano monolaurato 0, 30, 60, 120, 240, 480 e 960  $\mu\text{L.L}^{-1}$  fixando-se uma concentração de  $2 \times 10^4$  uredosporos. $\text{mL}^{-1}$ . Na segunda fase inoculou-se as seguintes concentrações 0,  $5 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $2 \times 10^4$ ,  $4 \times 10^4$ ,  $8 \times 10^4$  e  $16 \times 10^4$  uredosporos. $\text{mL}^{-1}$  e fixando-se a concentração do espalhante em 240  $\mu\text{L.L}^{-1}$ , selecionada no experimento anterior. Na seqüência, o efeito curativo e erradicante de fungicidas foi avaliado após a inoculação da concentração de  $5 \times 10^3$  uredosporos. $\text{mL}^{-1}$  com a adição de adjuvante 240  $\mu\text{L.L}^{-1}$  de água. E finalmente, no campo, avaliou-se o período de proteção e o efeito erradicante de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. As concentrações de adjuvante acima de 240  $\mu\text{L.L}^{-1}$  possibilitaram a máxima intensidade da doença e, a intensidade da doença aumentou com o acréscimo das concentrações de uredosporos. Por fim, o período de proteção dos fungicidas flutriafol, tebuconazol e ciproconazol + trifloxistrobina foi de 14 dias e, 25 dias para os fungicidas epoxiconazol + piraclostrobina, ciproconazol + azoxistrobina e ciproconazol + picoxistrobina. As misturas de fungicidas apresentaram maior ação erradicante na primeira época e na segunda época não houve diferença.

**Palavras Chave:** *Glycine max*, *Phakopsora pachyrhizi*, infecções latentes, controle químico.



**EFFECT OF FUNGICIDES ON INFECTIONS PROCESS OF  
*Phakopsora pachyrhizi*, ON SOYBEAN**

**ABSTRACT** - Soybean crop occupies one of the most important highlights in the scenario of Brazilian agribusiness and in the world. The diseases are among the main causes of the reduction of grain yield. From 2000/01 the asian soybean rust has become the main disease of the crop in Brazil. Countless work has been done to develop resistant cultivars. However, with no success. For this reason, until now, the main control measure of the disease is the use of fungicides application above found organs. In recent years, much has been discussed about the effect of fungicide in preventive, curative and eradivative application. Furthermore, although many studies have been conducted evaluating the effect of fungicides in the control of asian soybean rust, the results are still limited to only certain fungicides, and only a little information available concerning the major fungicides used at this time. The objective of this study was to evaluate the effect of triazole fungicides and mixtures of triazoles + strobilurins in preventive, curative application (latent infections), and the eradivative effect on uredia and spores. Fungicides chlorothalonil, flutriafol, tebuconazole, cyproconazole + trifloxystrobin, epoxiconazole + pyraclostrobin, cyproconazole + azoxystrobin and cyproconazole + picoxystrobin were evaluated. Initially, in growth chamber the effect of adjuvant polyoxyethylene sorbitane monolaurate (Tween 20%) in concentrations of 0, 30, 60, 120, 240, 480 and 960  $\mu\text{L.L}^{-1}$

and a fixed concentration of  $2 \times 10^4$  uredospores.mL<sup>-1</sup> were evaluated. In the second phase the following concentrations 0,  $5 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $2 \times 10^4$ ,  $4 \times 10^4$ ,  $8 \times 10^4$ , and  $16 \times 10^4$  uredospores.mL<sup>-1</sup> and the concentration of the spreader in 240  $\mu$ L.L<sup>-1</sup>, selected in the previous experiment were tested. The curative and eradicated fungicides effect were evaluated after inoculation of the concentration of  $5 \times 10^3$  uredosporos.mL<sup>-1</sup> with the addition of adjuvant 240  $\mu$ L.L<sup>-1</sup> of water. And finally, in the field, protection period and eradicated effect of fungicides in the control of asian soybean rust were assessed. It was determined that the best concentration of adjuvant was 240  $\mu$ L.L<sup>-1</sup> of water, and the best concentration of uredospores was  $4 \times 10^4$ .mL<sup>-1</sup>, however, it was used the concentration of  $5 \times 10^3$  uredosporos.mL<sup>-1</sup>. Finally, the period of protection of fungicides flutriafol, tebuconazole and cyproconazole + trifloxystrobin was 14 days, and 25 days for fungicides epoxiconazole + pyraclostrobin, cyproconazole + azoxystrobin and cyproconazole + picoxystrobin. The eradicated effect of fungicides in the first season was higher for mixtures of fungicides and in the second season there was no difference.

**Key words:** *Glycine max*, *Phakopsora pachyrhizi*, latent infection, chemical control.

## **CAPÍTULO I**

### **A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**

**TIAGO ZANATTA<sup>1</sup> & ERLEI MELO REIS<sup>2</sup>**

#### **1 INTRODUÇÃO**

Na agricultura, um dos maiores desafios é produzir alimentos em qualidade e quantidade suficientes para alimentar milhões de pessoas. Pela limitação de expansão da área cultivada, torna-se imprescindível manter e elevar o potencial produtivo para garantir a demanda mundial, garantindo a sustentabilidade econômica e ambiental.

A soja é uma das mais importantes espécies vegetais de oleaginosas cultivadas no mundo. É um dos principais produtos de exportação do Brasil e uma das principais commodities do mundo. A sua proteína é utilizada na alimentação animal e o seu óleo na alimentação humana. Credita-se a isto o fato de que cresce aceleradamente a sua participação na alimentação humana e na obtenção de outros produtos como adubos, revestimentos, papel, tintas e até combustível “biodiesel” (RECOMENDAÇÕES, 2007).

O desenvolvimento de pesquisas e de novas tecnologias aumentou nos últimos anos, tendo como reflexo a área cultivada e a

produção que aumentaram cerca de 50% nos últimos dez anos (CONAB, 2008).

Todavia, ao lado da expansão da cultura da soja, constata-se paralelamente o aumento da intensidade de doenças e o surgimento de novas moléstias (YORINORI, 2000; COSTAMILAM, 2000 & ALMEIDA et al., 2005). Alguns fatores como a monocultura, o plantio direto, população elevada de plantas superior ao recomendado pela pesquisa, desequilíbrios nutricionais do solo e planta, o clima favorável e a indisponibilidade de cultivares com níveis satisfatórios de resistência ao complexo de doenças desta leguminosa, tem sido apontado como as principais causas do aumento da intensidade das doenças em soja (CASA & REIS, 2004).

No Brasil, as condições climáticas favoráveis possibilitam o desenvolvimento de inúmeras doenças de importância econômica a cultura da soja (SINCLAIR & BACKMAN, 1989; YORINORI, 2000; BALARDIN, 2004).

Na safra agrícola 2000/2001 surgiu uma nova doença, a ferrugem asiática da soja (FAS), causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow (COSTAMILAM et al., 2002; REIS et al., 2002; YORINORI et al., 2002a). A ferrugem é a doença mais temida pelos sojicultores causando danos de até 90% (HARTMAN et al., 1991).

No Brasil, inúmeras pesquisas foram desenvolvidas com o patossistema FAS. Entretanto, poucos são os trabalhos disponíveis na literatura e realizados com o objetivo de quantificar a ação curativa de

fungicidas sobre as infecções latentes/virtuais, a ação erradicante de fungicidas sobre urédias esporulantes e quanto a quantificação do período de proteção de fungicidas em aplicações preventivas em soja.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Importância econômica da cultura da soja**

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma planta da família das leguminosas originária da Ásia e o centro de origem é a China. É cultivada a cerca de cinco mil anos. A introdução da cultura no Brasil ocorreu no século VIII e a expansão da área cultivada iniciou a partir da década de 60, pelo interesse em utilizar o grão (óleo) na dieta humana e pela demanda do mercado internacional (MUNDSTOK & THOMAS, 2005).

É a mais importante entre as espécies vegetais de oleaginosas e ocupa a quarta posição em termos de grão mais produzido, ficando atrás apenas do milho, do trigo e do arroz. Os Estados Unidos da América no Norte é o país que detém a maior produção no contexto mundial e o Brasil o segundo produtor. Na safra agrícola 2007/08 a área cultivada no Brasil foi cerca de 21,1 milhões de hectares, obtendo uma produção de 59,9 milhões de toneladas, aproximadamente 26,1% do total mundial, ao passo que, os Estados Unidos produziu cerca de 41,5% do total mundial (FAO, 2008 & CONAB, 2008). No mesmo período, o Rio Grande do Sul cultivou 3,8 milhões de hectares, e a produção de 8,1 milhões de

toneladas, o terceiro estado maior produtor de soja do Brasil (CONAB, 2008).

A cultura da soja participa da economia de pequenos, médios e grandes produtores rurais do país. A produção tem sido crescente, pela boa tecnologia aplicada, o uso de material genético de bom potencial produtivo e pela crescente profissionalização dos técnicos e dos produtores rurais (GASSEN & BORGES, 2004; RECOMENDAÇÕES, 2007).

O grão de soja é um dos principais produtos de exportação do Brasil e uma das principais commodities do mundo. A sua proteína é amplamente utilizada na alimentação animal e o seu óleo, na alimentação humana. A demanda de soja também é crescente na obtenção de produtos como adubos, revestimentos, papel, tintas e também, tem sido utilizada até para a fabricação de combustível “biodiesel” (RECOMENDAÇÕES, 2007).

## **2.2 Danos causados pela ferrugem**

As doenças da cultura da soja destacam-se entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos de grãos de soja, por causarem danos e perdas (ALMEIDA et al., 2005).

Os danos são atribuídos a redução do rendimento de grãos e a qualidade dos grãos, enquanto que as perdas são atribuídas à redução

financeira por unidade de área (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 1996).

Aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foram identificados no Brasil. Esse número continua aumentando com a expansão da área cultivada com soja, como consequência da monocultura e com a introdução de novos patógenos. Os danos causados pelas doenças da soja no Brasil podem variar de 15 a 20%, no entanto, algumas doenças, podem causar danos de até 100% (ALMEIDA et al., (2005). Estimativas indicaram que as perdas causadas pela FAS desde a safra agrícola 2001/02 a 2006/07 atingiram 26,4 milhões de toneladas de grãos e as perdas em US\$ 10,2 (YORINORI & YUYAMA, 2008).

### **2.3 Etiologia, taxonomia e morfologia do agente causal**

A cultura da soja é infectada por duas espécies de fungo do gênero *Phakopsora* que causa a doença conhecida como ferrugem. A *P. meibomiae* (Arthur) Arthur, nativa no Continente Americano e que ocorre em leguminosas silvestres e cultivadas, desde Porto Rico até o Sul do Estado do Paraná, e a temida *P. pachyrhizi*, presente na maioria dos países asiáticos e na Austrália (ONO et al., 1992; BROMFIELD & HARTWIG, 1980) e ausente nas Américas até a safra 1999/00 (MOREL, 2001; YORINORI et al., 2002a).

No Brasil o fungo *P. pachyrhizi* foi constatado primeiramente em 1979 por Deslandes (1979) em Minas Gerais. Entretanto, na época foi identificado erroneamente baseando-se somente nos sintomas apresentados pela planta hospedeira. No entanto, Carvalho Junior & Figueiredo, 2000 avaliaram as principais diferenças entre as duas espécies do gênero *Phakopsora* com base na análise morfológica dos teliosporos e, demonstraram que *P. pachyrhizi* possui teliosporos organizados de duas a sete camadas, as paredes dos esporos são marrons amarelo pálidas, com espessura mais ou menos uniforme 1 mm ou apenas levemente engrossadas acima e, com até 3 mm de espessura nas células das camadas apicais. Por outro lado, *P. meibomiae* apresenta teliosporos organizados de uma a quatro camadas, raramente cinco, a parede dos esporos são de coloração canela a castanho claras, com 1,5 a 2 mm de espessura, mas com células da camada apical com espessura de até 6 mm. Acredita-se que a espécie predominante que ocorria no Brasil até o ano de 2000 tenha sido a *P. meibomiae*.

No continente Americano, a FAS foi identificada pela primeira vez no Paraguai na safra 2000/01 (MOREL, 2001; YORINORI et al., 2002a). Posteriormente, verificou-se que a doença se disseminou amplamente para todas as regiões produtoras de soja do Brasil (YORINORI et al., 2002a; REIS et al., 2002; COSTAMILAN et al., 2002 & YORINORI et al., 2003). Nos anos seguintes, também foi constatada na Argentina, Colômbia, Bolívia e Uruguai (REIS et al., 2006a).



## 2.4 Sintomatologia

Os sintomas causados pela ferrugem asiática da soja são considerados distintos das ferrugens dos cereais como da aveia e do trigo. As ferrugens dos cereais apresentam frutificações evidentes, de modo que a olho nu se podem distinguir pústulas ferruginosas (REIS et al., 2006a). Entretanto, os sintomas causados pela FAS são denominados de lesões, por que ocorre a necrose do tecido foliar e cada lesão pode ser composta por várias urédias (BROMFIELD et al., 1980; REIS et al., 2006a). Inicialmente, ocorre a formação de pequenas lesões na face inferior das folhas, com formato angular e coloração marrom escura, podendo atingir de 2 a 5 mm de diâmetro. No interior das lesões ocorre a formação das urédias salientes que apresentam formato angular com um poro central no ápice (SINCLAIR & HARTMAN, 1999; REIS et al., 2006a).

Bromfield et al., (1980) observaram que a expansão da lesão é um importante componente no progresso da epidemia e Melching et al., (1979) determinaram que o tamanho da lesão variou de 0,30 a 0,77 mm<sup>2</sup> duas semanas após a inoculação e, sete semanas após a inoculação o tamanho passou para 1,43 a 2,01 mm<sup>2</sup>.

Embora a intensidade da ferrugem seja maior em folhas, também pode infectar pecíolos, legumes e hastes (SINCLAIR & HARTMAN, 1999; REIS et al., 2004a; REIS et al., 2006a).

## 2.5 Efeito do clima

A ocorrência de doenças esta na dependência da interação e da interdependência dos fatores, hospedeiro, patógeno e ambiente. Por hospedeiro, entende-se a planta cultivada, o patógeno, representa o agente causal de doenças bióticas ou parasitárias e, a condição ambiental, é representada pelo conjunto de fatores climáticos e edáficos que envolvem patógeno-hospedeiro. Dos fatores climáticos, os mais importantes são, a água (horas de molhamento) e a temperatura (REIS & CASA, 2007).

A água é o fator determinante essencial a ocorrência de doenças parasitárias em plantas. A temperatura, por sua vez, age como um catalizador, ou seja, retarda ou acelera o processo de reprodução (REIS & CASA, 2007).

O início do ciclo de infecção (germinação dos uredosporos) do fungo *P. pachyrhizi* em meio de cultura ágar-água e os processos de infecção em folhas de soja iniciam uma hora após a incubação, ocorrendo à germinação total num período de até seis horas (MELCHING et al., (1979).

Conforme Marchetti et al., (1976) os uredosporos oriundos de quatro locais, germinaram na faixa de temperaturas entre 10 a 28 °C e, a máxima infecção ocorreu com temperatura variando de 20 a 25 °C e 10 a 12 horas de molhamento foliar.

A relação do período de molhamento e o desenvolvimento da doença Marchetti et al., (1976); Melching et al., (1989), demonstraram

que a penetração do fungo ocorreu a partir de seis horas a temperatura de 18 a 26,5 °C e Alves et al., (2007) observaram que a doença foi capaz de se desenvolver a partir de seis horas de período de molhamento foliar com aumento da frequência de infecção e severidade na faixa de 8 e 12 horas.

No trabalho de Melching et al., (1989) a faixa de temperatura ótima foi de 18 a 26,5 °C e período de molhamento foliar acima de 8 horas e no trabalho de Bonde et al., (2007) a máxima germinação de uredosporos e o comprimento do tubo germinativo foi favorecido por temperaturas variando 21,8 a 24,3 °C.

Com isolados obtidos no Brasil, Alves et al., (2006 e 2007) demonstraram que a germinação dos uredosporos ocorreu em todas as temperaturas testadas de 8 a 30 °C, com ótimo de 15 a 25 °C. Por outro lado, a frequência máxima de infecção, severidade e tamanho da lesão, foram proporcionadas pelas temperaturas de 20 a 27,5 °C (ALVES et al., 2006; Alves et al., 2007).

Alves et al., (2006b) indicam que o menor período latente (nove dias) ocorreu na temperatura de 22,5 °C e Kochman (1979) quantificou período latente de nove dias entre 17 a 27 °C e 11 dias no regime de 22 a 32 °C.

Durante duas safras da soja Del Ponte et al., (2006) quantificaram as variáveis climáticas, temperatura e precipitação pluvial após a primeira detecção da FAS e relacionaram com a severidade final da doença. Os resultados indicaram haver correlação significativa entre a quantidade da precipitação pluvial e a intensidade final da doença.

Entretanto, a variável temperatura nesse caso, não influenciou significativamente, e Alves et al., (2007) demonstraram que a variável temperatura não é um bom componente para representar o progresso a epidemia da ferrugem asiática da soja.

## **2.6 Controle**

### **2.6.1 Resistência genética**

O uso da resistência genética tem sido uma das principais medidas utilizadas no controle de doenças de plantas. É à medida que apresenta menor custo ao produtor e por ser de fácil utilização (CAMARGO & BERGAMIM FILHO, 1995).

Vanderplank (1963) definiu os dois tipos de resistência genética, a resistência vertical (RV) e resistência horizontal (RH). A resistência vertical é efetiva a poucas raças do patógeno e pode ser superada facilmente pelas novas raças do patógeno. Por outro lado, a resistência horizontal geralmente é efetiva contra várias raças do patógeno.

Pesquisas foram conduzidas visando selecionar cultivares com resistência vertical e resistência horizontal a FAS. Alguns cultivares resistentes foram selecionados, porém, os mesmos não persistiram por vários anos de cultivo (MCLEAN et al., 1980; BROMFIELD et al., 1980; HARTWIG, 1986).

A resistência específica ao fungo *P. pachyrhizi* foi identificada somente em quatro genes dominantes, o Rpp1 (MCLEAN et al., 1980), Rpp2 e Rpp3 (BROMFIELD et al., 1980), e Rpp4 (HARTWIG, 1986).

Inicialmente, Rpp1 foi descrito como gene dominante resistente, no entanto, a resistência do gene não foi durável (BROMFIELD, 1980). Por exemplo, a ascensão PI230970 foi identificada como resistente em avaliações de lavouras de soja cultivadas no campo. Porém, alguns anos após, os mesmos cultivares se tornaram suscetíveis (BROMFIELD, 1984).

No Brasil, YORINORI (2002a) identificou somente 11 cultivares com resistência a FAS e, Azevedo et al., (2007) após terem avaliado 50 genótipos de soja, demonstraram que todos foram suscetíveis. Carneiro et al., (2004) indicaram haver redução do tamanho da lesão da FAS em alguns cultivares.

Por outro lado, nos últimos anos, a Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso (Fundação MT), desenvolveu alguns cultivares com resistência a FAS denominados de Tecnologia Inox®. Após a penetração do fungo nos tecidos dos cultivares com Tecnologia Inox®, ocorre uma reação de hipersensibilidade formando lesões escuras necrosadas denominadas de lesões do tipo RB (Reddish Brown). Posteriormente, pode ocorrer a formação de urédias e de uredosporos, porém, com menor intensidade em relação os cultivares

comerciais, o que não dispensa o controle químico pela aplicação de fungicidas (FUNDAÇÃO MT, 2009).

### **2.6.2 Práticas culturais**

Uma das táticas para o controle de doenças de plantas é o cultivo de cultivares de ciclo precoce. Neste princípio, o controle da doença ocorre pela evasão, escape ou fuga da doença em função do hospedeiro estar presente na área na ausência de propágulos do patógeno, em baixa quantidade ou em condições ambientais desfavoráveis (KIMATI & BERGAMIM FILHO, 1995). Esta prática tem sido explorada com sucesso em algumas regiões de cultivo da soja, pela semeadura de cultivares precoce preferencialmente no início da época de semeadura para cada região (YORINORI, 2004).

A partir da entressafra 2006 alguns estados produtores de soja adotaram com sucesso ao vazio sanitário. O principal objetivo foi impedir o cultivo de soja no período da entressafra, visando reduzir a quantidade inicial de inóculo no ambiente e, dessa forma, reduzir a ocorrência da doença nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura da soja (YORINORI, 2006).

Em cultivos irrigados, deve-se evitar o aumento do período de molhamento foliar irrigando à noite, ou durante o dia, após a secagem das plantas (REIS et al., 2006a).

O aumento da densidade de plantas indicada pela pesquisa e a arquitetura das plantas, podem dificultar o controle pela dificuldade de deposição da calda fungicida nas folhas inferiores da planta (ZAMBOLIM, 2006).

Conforme Madaloso (2007) o aumento do espaçamento entre linhas da soja, tem reduzido a intensidade da FAS e ampliado a duração da área foliar verde da soja. Tais resultados podem ser devido a menor duração do molhamento foliar e por consequência, o menor número de períodos críticos.

### **2.6.3 Eliminação de plantas voluntárias e hospedeiros secundários**

O fungo *P. pachyrhizi* é encontrado em hospedeiros secundários produzindo uredosporos em condições de campo em cerca de 95 espécies em 18 gêneros da sub-família Papilionoideae, família Fabaceae (BROMFIELD apud REIS et al., 2006a).

A eliminação de hospedeiros secundários é uma prática fundamental a fim de reduzir a fonte de inóculo primário para a próxima safra (REIS et al., 2006a). No Brasil, ainda não é conhecida precisamente a gama de hospedeiros secundários da FAS, apenas o kudzú (REIS et al., 2006) e a soja perene (*Neonotonia wightii* Am.) foram citados (REIS, 2008) “comunicação pessoal”.

#### **2.6.4 Controle químico**

O controle químico de doenças de plantas é em alguns casos, a única medida eficiente e economicamente viável para garantir o rendimento potencial da cultura e a qualidade da produção, ambas visadas pela agricultura moderna (KIMATI, 1995). No entanto, embora no momento seja a medida mais eficiente para o controle da FAS, esta prática deve ser adotada de forma racional, realizando o controle no momento correto e na quantidade necessária, para evitar a inviabilidade econômica da cultura da soja e os danos ao meio ambiente (GODOY & CANTERI, 2004).

A Comissão Brasileira de Pesquisa de Soja (EMBRAPA SOJA), tem recomendado os fungicidas pertencentes aos grupos químicos dos triazóis e misturas de triazóis + estrobilurinas para o controle da FAS (RECOMENDAÇÕES... 2007).

A recomendação para o controle da FAS é baseada nos resultados obtidos nos ensaios em rede os quais demonstraram que a média de controle foi de 62% para os fungicidas triazois, e de até 70% para as misturas de triazois + estrobilurinas. Tais resultados foram considerados baixos, e são conseqüências dos fungicidas terem sido aplicados somente duas vezes no ciclo da cultura, sendo consideradas insuficientes para a respectiva safra pelas condições climáticas que favoreceram o desenvolvimento da doença.



Vários critérios empíricos indicadores do momento para a aplicação de fungicida visando ao controle da FAS foram propostos aos produtores. Inicialmente, têm-se o preventivo, o curativo, o erradicativo, o início da doença, estágio fenológico e, o pré fechamento das entre linhas. Entretanto, por serem empíricos, estes critérios são subjetivos e, não levam em consideração a presença ou ausência da doença, a intensidade, o custo de controle e o retorno econômico.

Conforme Hewitt, (1998) a ação fungicida preventiva refere-se quando o fungicida for aplicado nos tecidos sadios (pré-penetração), o curativo naqueles que houve a penetração do fungo, porém, os sintomas ainda não são visíveis (infecções latentes/virtuais) e o erradicativo quando os sintomas estão presentes (lesões/urédias esporulantes). No entanto, o preventivo, curativo e erradicativo, se referem a ação fungicida e não ao critério de aplicação.

Godoy & Canteri, (2004) em ensaio conduzido em casa-de-vegetação, avaliaram os efeitos protetor, curativo e erradicativo de alguns fungicidas recomendados para o controle da FAS, e encontraram algumas diferenças na eficiência de controle em relação ao momento de aplicação (sub-fase de infecção). Os resultados demonstraram que, com exceção do carbendazim, os princípios ativos tebuconazol, difenoconazol, azoxistrobina e epoxiconazol + piraclostrobina, apresentaram efeito protetor até o quarto dia após a pulverização. Porém, a partir do oitavo dia após a pulverização, todos os tratamentos desenvolveram sintomas.

Entretanto, o efeito de controle curativo dos fungicidas, foi reduzido com o atraso da aplicação após a inoculação (GODOY & CANTERI, 2004; VIERO & FORCELINI, 2007).

Por fim, embora os fungicidas não apresentaram nenhum efeito erradicante, houve redução da viabilidade de germinação dos uredosporos (GODOY & CANTERI, 2004). Entretanto, em experimentos conduzidos no campo (ALVES et al., 2006) observaram que alguns fungicidas triazóis apresentaram efeito erradicante sobre lesões/urédias esporulantes.

Como o erradicativo não é subjetivo, após a detecção dos primeiros sintomas (lesões/urédias), a literatura tem proposto o limiar de dano ação (LA) para o controle da FAS (REIS et al., 2004) que pode ser de até 5% de incidência foliolar (RECOMENDAÇÕES... 2007).

## CAPÍTULO II

### EFEITO DE CONCENTRAÇÕES DE ESPALHANTE E DE UREDOSPOROS NA EFICIÊNCIA DA INFECÇÃO DE *Phakopsora pachyrhizi*, EM SOJA

TIAGO ZANATTA<sup>1</sup> & ERLEI MELO REIS<sup>2</sup>

**RESUMO** - Em experimentos conduzidos em câmara climatizada avaliou-se os efeitos da concentração de inóculo e de espalhante na eficiência da infecção de *Phakopsora pachyrhizi* agente causal da ferrugem da soja. Utilizou-se o cultivar de soja CD 214 RR e as seguintes concentrações do espalhante polioxietileno sorbitano monolaurato 0, 30, 60, 120, 240, 480 e 960  $\mu\text{L.L}^{-1}$  de água fixando-se uma concentração de  $2 \times 10^4$  uredosporos. $\text{mL}^{-1}$ . Na segunda fase inoculou-se as seguintes concentrações 0,  $5 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $2 \times 10^4$ ,  $4 \times 10^4$ ,  $8 \times 10^4$  e  $16 \times 10^4$  uredosporos. $\text{mL}^{-1}$  e fixando-se a concentração do espalhante em 240  $\mu\text{L.L}^{-1}$ , selecionada no experimento anterior. A concentração de 240  $\mu\text{L.L}^{-1}$  do espalhante pode ser utilizada em trabalhos com inoculação artificial e até  $4 \times 10^4$  uredosporos. $\text{mL}^{-1}$ . Houve correlação entre a densidade de urédias e lesões.

**Palavras chave:** *Glycine max*, ferrugem da soja, patometria.

---

<sup>1</sup> Eng. Agr., Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Fitopatologia. tiagozanatta@ig.com.br

<sup>2</sup> Orientador, Eng. Agr., M. Sc., Ph.D., Professor do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF. erleireis@tpo.com.br

**EFFECT OF SPREADER AND UREDOSPORES  
CONCENTRATION ON THE INFECTION EFFICIENCY  
OF *Phakopsora pachyrhizi*, ON SOYBEAN**

**ABSTRACT** - In experiments carried out in growth chamber the effect of inoculum and spreader concentrations on infection efficiency of *Phakopsora pachyrhizi* causal agent of asian soybean rust were evaluated. CD 214 RR soybean cultivar was inoculated with the following polyoxyethylene sorbitane monolaurate concentrations: 0, 30, 60, 120, 240, 480 e 960  $\mu\text{L.L}^{-1}$  of water and a fixed uredospores concentration of  $2 \times 10^4$  spores.mL<sup>-1</sup>. In a second phase the inoculum concentrations of 0,  $5 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $2 \times 10^4$ ,  $4 \times 10^4$ ,  $8 \times 10^4$  and  $16 \times 10^4$  uredospores.mL<sup>-1</sup> were evaluates and a spreader concentration of  $240 \mu\text{L.L}^{-1}$  selected in the previous experiment was fixed. The spreader concentration of  $240 \mu\text{L.L}^{-1}$  may be used in artificial inoculation work and up to  $4 \times 10^4$  uredospores.mL<sup>-1</sup>. In this work was showed a correlation between uredia and lesions density. Hence it is suggested to use lesion density in disease intensity assesment for being precise and less time consuming. There was correlation between the density of urédias and lesion.

**Key words:** *Glycine max*, asian soybean rust, pathometry.

## 1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] se tornou uma das culturas de maior importância econômica no mundo. A expansão da área cultivada nas últimas safras e a crescente utilização de seus produtos e subprodutos na alimentação humana e animal estão entre os principais fatores (CONAB, 2008).

A cultura da soja, da germinação a colheita, é submetida a contínuos e variados estresses de natureza biótica e abiótica de diferentes intensidades (BONATO, 2000). Destacam-se os fatores de natureza biótica, nematóides, vírus, bactérias e por fim, os fungos (HENNING & GODOY, 2006).

A ferrugem asiática da soja (FAS) causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow desde sua primeira constatação no Brasil, tem sido considerada a doença de maior importância para a cultura da soja (YORINORI & YUYAMA, 2008).

Inúmeros trabalhos já foram desenvolvidos avaliando o efeito de fungicidas e a reação de cultivares de soja a FAS. Por outro lado, na literatura consultada, não se encontrou trabalhos relativos à avaliação do efeito de concentrações de espalhante e de uredosporos na eficiência da infecção e na intensidade de *P. pachyrhizi* em soja.

A determinação da melhor concentração de espalhante e de inóculo sobre a eficiência da infecção são fatores indispensáveis da otimização e padronização de inoculações artificiais.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de concentrações de espalhante e de uredosporos na eficiência da infecção refletida na intensidade de *P. pachyrhizi* em soja.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local de condução dos experimentos**

Os experimentos foram conduzidos em câmara climatizada da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo/RS.

#### **2.1.1 Cultivo das plantas**

Sementes de soja do cultivar CD 214 RR foram semeadas semanalmente em vasos de polietileno contendo 2,0 kg de substrato Tenomax (Ferticel) e mantidas em câmara de crescimento (Anexo 1). Foram abertos cinco orifícios de 2,0 cm de profundidade na superfície do substrato e depositadas duas sementes por orifício. Após a emergência as plântulas foram desbastadas mantendo-se cinco por vaso. O fungo *P. pachyrhizi* foi inoculado nas plantas (Anexo 2) no estágio de desenvolvimento V3 – V4 (RITCHIE et al., 1982).

### **2.1.2 Origem, preparo da suspensão de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* e manutenção do inóculo**

Uma suspensão de uredosporos foi preparada a partir de folíolos de soja com urédias em abundante esporulação coletados no campo experimental da Universidade de Passo Fundo. Os folíolos foram introduzidos em um recipiente (garrafa plástica descartável com volume de 500mL) contendo água destilada e espalhante polioxietileno sorbitano monolaurato (Tween 20 – Synth) na concentração de  $240 \mu\text{L.L}^{-1}$  (Anexo 3). O recipiente foi agitado manualmente para a remoção dos uredosporos. A quantificação da concentração da suspensão de uredosporos foi realizada pela varredura em microscópio óptico de uma gota com volume de  $10 \mu\text{L}$  observando-se quatro repetições (Anexo 4).

Para a manutenção do inóculo, semanalmente procedeu-se a inoculação de uma suspensão de  $4 \times 10^4$  uredosporos.mL<sup>-1</sup> do fungo *P. pachyrhizi* em plantas de soja. A suspensão de uredosporos foi pulverizada com um atomizador manual equipado com uma ponta do tipo cone (Anexo 5) até a completa cobertura foliar das plantas (Anexo 6).

As plantas foram mantidas em uma câmara de incubação (Anexo 7), no escuro, por 24 horas com temperatura de  $21^\circ\text{C} \pm 2$  e período de molhamento foliar de 48 horas. Finalizado o período de incubação, as plantas foram mantidas no interior de uma câmara climatizada com fotoperíodo de 14 h de luz e 10 h de escuro e temperatura de  $23^\circ\text{C} \pm 2$ .

### **2.1.3 Repetição dos experimentos**

Os experimentos foram repetidos duas vezes com a mesma metodologia.

### **2.2 Concentrações de espalhante**

Nesta etapa foram testadas as seguintes concentrações de espalhante polioxietileno sorbitano monolaurato (Tween 20 - Synth) 0, 30, 60, 120, 240, 480 e 960  $\mu\text{L.L}^{-1}$  de água fixando-se uma concentração de  $2 \times 10^4$  uredosporos. $\text{mL}^{-1}$ .

### **2.3 Concentrações de uredosporos**

Nesta fase inoculou-se as seguintes concentrações 0,  $5 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $2 \times 10^4$ ,  $4 \times 10^4$ ,  $8 \times 10^4$  e  $16 \times 10^4$  uredosporos. $\text{mL}^{-1}$  de água e fixando-se a concentração do espalhante na quantidade de 240  $\mu\text{L.L}^{-1}$ , selecionada no experimento anterior.

#### **2.3.1 Ajuste das concentrações do inóculo**

As concentrações de uredosporos foram quantificadas pelo método de varredura em microscópio óptico em um volume de 10  $\mu\text{L}$



observando-se quatro repetições. Inicialmente, ajustou-se a maior concentração de inóculo e as demais foram obtidas por diluição.

### **2.3.2 Avaliação**

A intensidade da doença foi quantificada aos 15 dias após a inoculação em 10 folíolos ao acaso em cada tratamento. Quantificou-se o número de lesões e de urédias.cm<sup>-2</sup> em dois círculos de 0,9 cm de diâmetro marcados na região central lateral de cada folíolo (Anexo 10). Foram considerados somente os folíolos centrais de cada trifólio.

### **2.3.3 Análise estatística**

Observou o desenho experimental de tratamentos inteiramente casualizados e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos submetidos à análise de regressão.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Efeito de concentrações de espalhante na eficiência de infecção de *Phakopsora pachyrhizi*, em soja**

A absorção de água e produtos químicos pela folha é dificultada pela presença de barreiras natural presentes nos vegetais. A

principal é a cutícula que reveste externamente as folhas dos vegetais e tem a função de proteger o tecido foliar da desidratação (VIDAL e FLEK, 2002 e 2006). Por ser constituída por substâncias lipofílicas e pela existência de placas de cera, possuem a capacidade de repelir a água, reduzindo ou dificultando o molhamento foliar das plantas (VIDAL & FLEK, 2002; LICHSTON & GODOY, 2006).

As substâncias tenso-ativas ou espalhantes reduzem a tensão superficial das gotas pulverizadas causando o seu achatamento aumentando a superfície de contato além de prolongar a vida da gota (THEISEN & RUEDELL, 2004). Conseqüentemente, pela melhora da molhagem e pelo prolongamento do período de molhamento, pode haver aumento na eficiência da infecção de fungos fitopatogênicos que requerem molhamento no processo infeccioso (SUTTON, 1988).

O aumento da concentração de substância espalhante proporcionou o surgimento de maior número de urédias e lesões da FAS, em ambos os experimentos. A menor intensidade da doença foi obtida no tratamento sem a adição de espalhante e, por outro lado, a intensidade máxima foi obtida com a adição da maior quantidade de espalhante, 960  $\mu\text{L.L}^{-1}$  da suspensão de uredosporos de *P. pachyrhizi*.

Em ambos os experimentos observou-se que os resultados apresentaram tendências semelhantes onde, o acréscimo das concentrações de espalhante, possibilitou o aumento do número de urédias e lesões da FAS, até ocorrer estabilização com a adição das concentrações a partir de 240  $\mu\text{L.L}^{-1}$ .

Os resultados obtidos nos experimentos com o cultivar de soja CD 214 RR, demonstraram que o uso do espalhante (240  $\mu\text{L.L}^{-1}$ ) melhorou a cobertura dos folíolos de soja e manteve o molhamento foliar por um período mínimo de 48 horas.

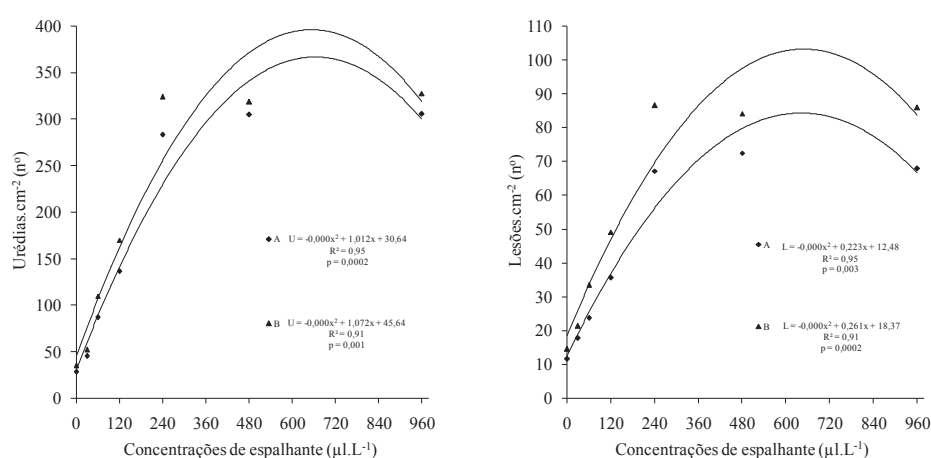


Figura 1. Relação entre concentrações do espalhante e número de urédias ou lesões. $\text{cm}^{-2}$  no cultivar CD 214 RR. Primeiro experimento (A) e segundo experimento (B). Universidade de Passo Fundo, 2008.

Por tanto, em trabalhos futuros com o mesmo cultivar de soja utilizada nos experimentos ou em cultivares que apresentam características semelhantes, acredita-se que é desnecessário o uso de maiores concentrações de espalhante, desde que, as metodologias utilizadas sejam semelhantes as que geraram os resultados (Figura 1).

Trabalhos conduzidos com a inoculação artificial de *Bipolaris sorokiniana* (Sorok) em trigo apresentaram resultados semelhantes (ZANATTA et al., 2007). No mesmo trabalho, os autores observaram o

aumento da intensidade da mancha foliar em consequência do uso de maior concentração da substância espalhante e, a intensidade máxima da mancha foliar foi obtida com o uso de  $240 \mu\text{L.L}^{-1}$  do espalhante na suspensão de conídios em água.

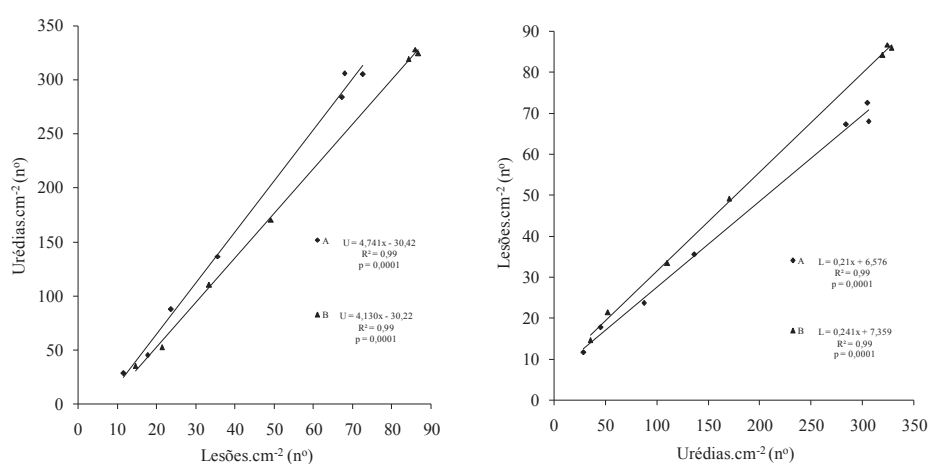


Figura 2. Relação entre o número de urédias ou lesões com o número de lesões ou urédias.cm<sup>-2</sup> obtidas pela inoculação de *Phakopsora pachyrhizi* com concentrações do espalhante no cultivar CD 214 RR. Primeiro experimento (A) e segundo experimento (B). Universidade de Passo Fundo, 2008.

Os resultados de urédias e lesões FAS obtidos no mesmo trabalho, foram submetidos a análise de regressão linear (Figura 2). A correlação foi significativa demonstrando que, o número de urédias e lesões são duas variáveis dependentes. No entanto, sugere-se a quantificação no número de urédias já que, com o passar do tempo as lesões podem coalescer reduzindo a precisão dos resultados.

Não se encontrou na literatura consultada estudos e informações da correlação entre o aumento da concentração de espalhante e a intensidade de doenças. Acredita-se que é um fato pouco estudado e que as informações geradas neste trabalho possam ser de grande importância para a comunidade científica no desenvolvimento de trabalhos futuros, e supõe-se que esta metodologia possa ser utilizada e resultados semelhantes podem ser obtidos pela inoculação artificial de fungos em diferentes patossistemas.

### **3.2 Efeito de concentrações de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* na intensidade da ferrugem asiática da soja**

A inoculação artificial de fungos em plantas é rotineiramente praticada em trabalhos de fitopatologia. Na condução de trabalhos com inoculação artificial, é necessária a determinação da melhor concentração de inóculo e, que leve a resultados reproduzíveis (FERNANDES et al., 1991). Inúmeros trabalhos já foram desenvolvidos com a finalidade de determinar a melhor concentração de inóculo e demonstraram resultados significativos com outros patossistemas (CARVALHO et al., 1981; FERNANDES et al., 1991; DALLA PRIA et al., 2003; TELES NETO, 2004; TOLEDO et al., 2004; CARDOSO, 2006).

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram que houve um acréscimo da intensidade da doença (urédias e lesões.cm<sup>-2</sup>) com o aumento da concentração de uredosporos de *P. pachyrhizi*. A

menor intensidade da doença foi propiciada pelas inoculações efetuadas com  $5 \times 10^3$  uredosporos.mL<sup>-1</sup>, gerando em média 96,2 urédias e 25,9 lesões.cm<sup>-2</sup> (Figura 3).

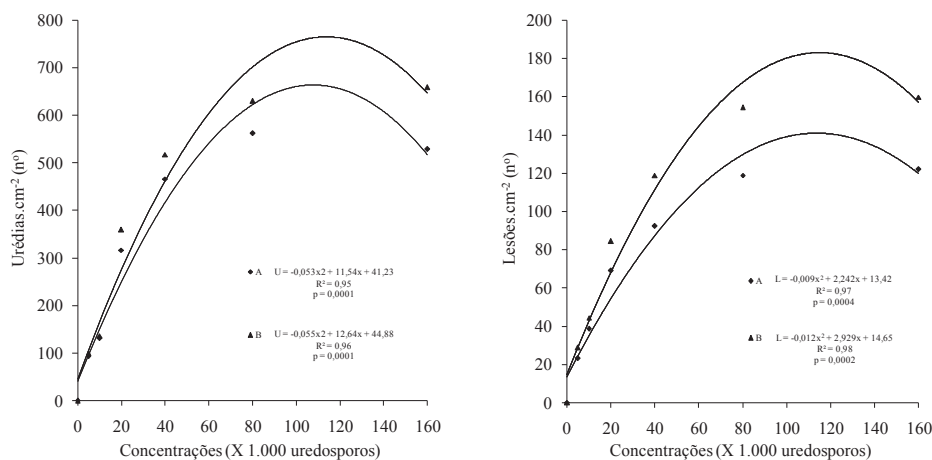


Figura 3. Relação entre concentrações de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* e número de urédias ou lesões.cm<sup>-2</sup> no cultivar CD 214 RR. Primeiro experimento (A) e segundo experimento (B). Universidade de Passo Fundo, 2008.

Por outro lado, a intensidade da doença cresceu de forma progressiva até ocorrer a estabilidade nas inoculações realizadas com  $8 \times 10^4$  uredosporos.mL<sup>-1</sup> e, a máxima intensidade da doença foi atingida pela inoculação com  $10 \times 10^4$  uredosporos.mL<sup>-1</sup>, gerando em média 593,7 urédias e 183,9 lesões.cm<sup>-2</sup>. A diferença no número de urédias e lesões.cm<sup>-2</sup> foi de 83,7% e 86,6%, da menor para a maior concentração, respectivamente.

Embora tenham obtido resultados com outros patossistemas (CARVALHO et al., 1981; FERNANDES et al., 1991; DALLA PRIA et al., 2003; TELES NETO, 2004; TOLEDO et al., 2004; CARDOSO, 2006), observaram que o uso de maiores concentrações de inóculo aumentou a intensidade da doença.

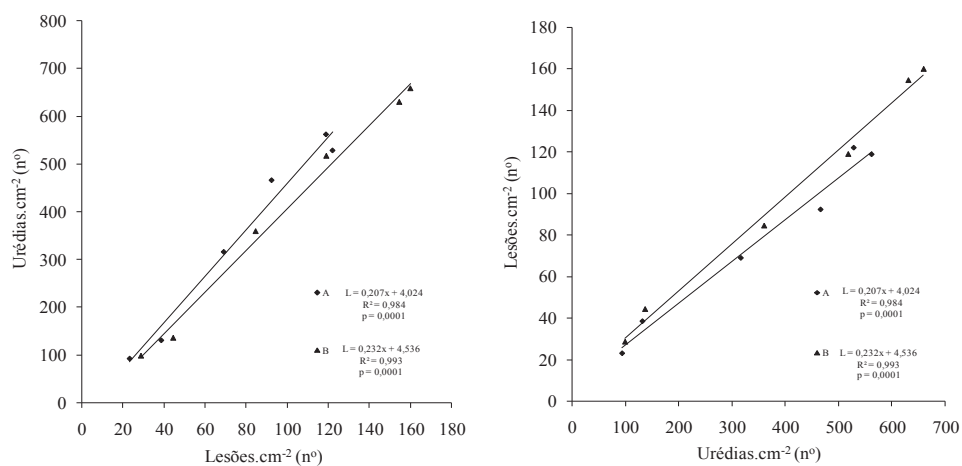


Figura 4. Relação entre o número de urédias ou lesões com o número de lesões ou urédias.cm<sup>-2</sup> no cultivar CD 214 RR. Primeiro experimento (A) e segundo experimento (B). Universidade de Passo Fundo, 2008.

Em ambos os experimentos, as inoculações com concentrações de uredosporos.mL<sup>-1</sup> acima de  $4 \times 10^4$ , geraram intensidade máxima da doença, dificultando a quantificação bem como determinando a senescência precoce das folhas. Por outro lado, as inoculações com as menores concentrações geram lesões individuais, facilitando a quantificação e prolongando a duração da área foliar. Para tanto, utilizou-

se a concentração de  $5 \times 10^3$  uredosporos.mL<sup>-1</sup> nos trabalhos seguintes para a avaliação do efeito curativo e erradicativo de fungicidas.

A correlação entre as duas variáveis quantificadas (urédias e lesões) demonstrou haver dependências entre si, onde, o acréscimo do número de lesões ocorreu também o aumento linear do número de urédias. Porém, a quantificação do número de urédias é mais precisa por permanecerem individuais, já que as lesões podem coalescer ao passar do tempo comprometendo a precisão dos resultados.

#### **4 CONCLUSÕES**

A intensidade da doença relaciona-se com a concentração do espalhante e com a densidade de uredosporos.

A eficiência da infecção é melhorada pelo uso de espalhante.

A concentração de 240 µL.L<sup>-1</sup> de água do espalhante foi suficiente para gerar a máxima intensidade da doença.

Inoculações artificiais com a concentração de  $5 \times 10^3$  uredosporos.mL<sup>-1</sup> gera intensidade de doença que possibilita quantificações rápidas e precisas.

O número de urédias correlaciona-se com o número de lesões.



### CAPÍTULO III

#### AÇÃO CURATIVA E ERRADICATIVA DE FUNGICIDAS

#### À *Phakopsora pachyrhizi*, EM SOJA

TIAGO ZANATTA<sup>1</sup> & ERLEI MELO REIS<sup>2</sup>

**RESUMO** - Em experimentos conduzidos em câmara-de-crescimento e laboratório quantificou-se a ação curativa e erradicativa de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. Os experimentos foram conduzidos com o cultivar de soja CD 214 RR, em câmara climatizada testando-se os fungicidas isoladamente ou em misturas, clorotalonil, flutriafol, ciproconazol + trifloxistrobina, epoxiconazol + piraclostrobina, ciproconazol + azoxistrobina, ciproconazol + picoxistrobina e uma testemunha. As plantas foram inoculadas com uma concentração de  $5 \times 10^3$  uredosporos.mL e  $240 \mu\text{L.L}^{-1}$  de água do espalhante polioxietileno sorbitano monolaurato (Tween 20). Os fungicidas foram aplicados quatro dias após a inoculação (curativo) e nove dias após a inoculação (erradicativo). Avaliou-se o efeito dos tratamentos em função da densidade de lesões e de urédias.cm<sup>-2</sup> (nº) e, no erradicativo, avaliou-se subjetivamente a necrose das lesões/sinas e a viabilidade (germinação) dos uredosporos em substrato ágar-água. Com exceção do fungicida

---

<sup>1</sup> Eng. Agr., Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Fitopatologia. tiagozanatta@ig.com.br

<sup>2</sup> Orientador, Eng. Agr., M. Sc., Ph.D., Professor do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF. erleireis@tpo.com.br

clorotalonil, houve ação curativa sobre as infecções latentes/virtuais. A ação erradicante do fungicida clorotalonil foi pouco evidenciada e, nos demais tratamentos foi parcial. A aplicação erradicativa de todos os fungicidas reduziu a viabilidade dos uredosporos.

**Palavras chave:** Infecções latentes, ação fungicida, ferrugem asiática da soja.

## **CUTATIVE AND ERRADICATIVE ACTION OF FUNGICIDE**

### ***Phakopsora pachyrhizi*, IN SOYBEAN**

**ABSTRACT** - In experiments carried out in growth chamber and laboratory curative and eradivative effects of fungicides in the control of asian soybean rust were quantified. The experiments were conducted with the cultivar soybean CD 214 RR, with the following fungicides, chlorothalonil, flutriafol, cyproconazole + trifloxystrobin, epoxiconazole + pyraclostrobin, cyproconazole + azoxystrobin, cyproconazole + picoxystrobin and a check. The plants were inoculated in a concentration of  $5 \times 10^3$  uredosporos.mL<sup>-1</sup> and 240 µL.L<sup>-1</sup> of water spreader polyoxiethylene sorbitane monolaurate (Tween 20%). The fungicides were applied four days after the inoculation (curative) and nine days after inoculation (eradivative). The effects of treatments were evaluated according to the density of lesions and uredia.cm<sup>-2</sup> (number), and in eradivative treatment it was evaluated including the viability

(germination) of uredospores in the culture medium agar-water. With the exception of fungicide chlorothalonil, there was curative action on latent/virtual infections. The eradicated action of the fungicide chlorothalonil was little evident, and partial in other treatments. The eradicated application of all fungicides reduced the viability of uredospores.

**Key words:** Latent infection, fungicide action, asian soybean rust.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de grãos de soja pode ser comprometida por várias doenças que infectam a planta em diferentes estádios de desenvolvimento (COSTAMILAM, 2000).

O surgimento da ferrugem asiática a soja (FAS) no Brasil a partir da safra agrícola 2000/01 (YORINORI et al., 2002), exigiu maior volume de investimentos e de trabalhos na busca de soluções sustentáveis para o seu controle.

A FAS é uma ferrugem distinta das demais, porque forma lesões necróticas nas folhas do hospedeiro, em cada lesão são formadas inúmeras urédias, os esporos são hialinos e o fungo penetra diretamente pela cutícula (REIS & BRESOLIN, 2004; REIS et al., 2006).

Conforme Ogle et al., (1979) os danos são devido a redução do número de legumes, número de grãos e, a redução do peso dos grãos

causado pela desfolha precoce. O conteúdo de óleo também pode ser reduzido, porém, sem ocorrer alteração no teor de proteína.

Alguns dados publicados demonstram que o potencial de danos causados pela ferrugem pode variar de 10 a 90% (SINCLAIR & HARTAMAN, 1999), 50% (MOREL, 2002 apud REIS et al., 2006) e no Brasil, 30 a 75% (YORINORI et al., 2002b; COSTAMILAN, 2002).

Até o presente momento ainda não estão disponíveis cultivares com nível suficiente de resistência genética para evitar os danos. Por isso, o controle é baseado no uso de fungicidas nos órgãos aéreos (YORINORI, 2002; CARNEIRO et al., 2004; AZEVEDO et al., 2007) o que aumenta o custo de produção.

Embora sem fundamento científico, têm sido propostos vários critérios indicadores do momento para o início do controle químico da FAS. Entre eles citam-se o preventivo, o curativo, o erradicativo, o início da doença, aplicação de acordo com o estágio fenológico (Por exemplo, R1) e no pré-fechamento das entrelinhas (Forcelini, informação pessoal). Como estes critérios são empíricos, buscou-se na literatura a definição de alguns destes termos sendo preventivo, curativo e erradicativo pertinentes a ação fungicida não se referindo a critério para a tomada de decisão. Segundo Hewitt (1998), ação preventiva, quando o fungicida for aplicado nos tecidos sadios (pré-penetração), ação curativa quando aplicado após a penetração do fungo, porém sem a ocorrência de sintomas/sinais (pré-sintoma/sinal) e, a erradicativa quando aplicados após a manifestação de

sintoma (pós-sintomas/sinais). No presente trabalho os termos relativos a ação fungicida são empregados segundo a proposta de HEWITT (1998).

Os trabalhos pioneiros desenvolvidos por Godoy & Canteri, (2004) e Viero & Forcelini, (2007) trouxeram informações relativas a ação de fungicidas no controle da FAS. Apesar disto, inúmeras dúvidas ainda persistem relativas a este tema.

Ainda não se dispõem de informações suficientes sobre a ação dos fungicidas utilizados na cultura da soja sobre infecções latentes/virtuais e quanto à ação erradicativa sobre urédias esporulantes.

O presente trabalho teve com objetivo quantificar a ação de fungicidas no processo infeccioso de *P. pachyrhizi*, em soja.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local de condução dos experimentos**

Os experimentos foram conduzidos em câmara climatizada da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo/RS.

#### **2.1.1 Cultivo das plantas**

Sementes de soja do cultivar CD 214 RR foram semeadas semanalmente em vasos de polietileno contendo 2,0 kg de substrato

Tenomax (Ferticel) e mantidas em câmara de crescimento (Anexo 1). Foram abertos cinco orifícios de 2,0 cm de profundidade na superfície do solo e depositadas duas sementes por orifício. Após a emergência as plântulas foram desbastadas mantendo-se cinco por vaso. As plantas foram inoculadas (Anexo 2) no estágio de desenvolvimento V3 – V4 (RITCHIE et al., 1982).

### **2.1.2 Origem, preparo da suspensão de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* e manutenção do inóculo**

Uma suspensão de uredosporos foi preparada a partir de folíolos de soja com urédias em abundante esporulação coletados no campo experimental da Universidade de Passo Fundo. Os folíolos foram introduzidos em um recipiente (garrafa plástica descartável com volume de 500 mL) contendo água destilada e espalhante polioxietileno sorbitano monolaurato (Tween 20 – Synth) na concentração de  $240 \mu\text{L.L}^{-1}$  (Anexo 3). O recipiente foi agitado manualmente para a remoção dos uredosporos. A quantificação da concentração da suspensão de uredosporos foi realizada pela varredura em microscópio óptico de uma gota com volume de  $10 \mu\text{L}$  observando-se quatro repetições (Anexo 4).

Para a manutenção do inóculo, semanalmente, procedeu-se a inoculação de suspensão de  $4 \times 10^4$  uredosporos.mL<sup>-1</sup> do fungo *Phakopsora pachyrhizi* em plantas de soja. A suspensão de uredosporos

foi pulverizada com um atomizador manual equipado com uma ponta do tipo cone (Anexo 5) até a completa cobertura foliar (Anexo 6).

As plantas foram mantidas em uma câmara-de-incubação (Anexo 7) no escuro, por 24 horas com temperatura de  $21^{\circ}\text{C} \pm 2$  e período de molhamento foliar de 48 horas. Finalizado o período de incubação, as plantas foram mantidas no interior de uma câmara climatizada com fotoperíodo de 14 h de luz e 10 h de escuro e temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2$ .

### 2.1.3 Fungicidas utilizados

Tabela 1. Fungicidas utilizados, formulação, concentração e dose

Nome técnico	Formulação	Concentração	p.c.	Adjuvante
		i.a. (g)	(L ou kg ha <sup>-1</sup> )	(L)
Clorotalonil	GD	1700	2,0	0,0
Flutriafol	SC	62,5	0,5	2,0 <sup>w</sup>
Ciproconazol+ trifloxistrobina	CE	56,3 + 24,0	0,3	0,5 <sup>x</sup>
Epoxiconazol+ piraclostrobina	SE	66,5 + 28,0	0,5	0,05 <sup>y</sup>
Ciproconazol+ azoxistrobina	SC	60,0 + 24,0	0,3	0,6 <sup>z</sup>
Ciproconazol+ picoxistrobina	SC	60,0 + 24,0	0,3	0,5 <sup>z</sup>

i.a. gramas de ingrediente ativo. p.c. produto comercial.

<sup>w</sup>Óleo mineral Oppa; <sup>x</sup>Óleo Metilado de soja Áureo; <sup>y</sup>Espalhante siliconado Break Thru; <sup>z</sup>Óleo mineral Nímbus.

#### **2.1.4 Momento da aplicação**

A aplicação curativa de fungicidas (Tabela 1) sobre infecções latentes foi realizada quatro dias após a inoculação na fase de pós-penetração a pré-sintoma (Anexo 11) e, no efeito erradicativo a aplicação foi realizada nove dias após a inoculação na fase de pós-sintoma (Anexo 11) conforme (HEWITT, 1998). Como as estrobilurinas e os triazóis são fungicidas penetrantes, foi comparado com o fungicida não penetrante, ou tópico, o clorotalonil.

#### **2.1.5 Concentração do inóculo**

Em ambos os experimentos, o curativo e o erradicativo, as plantas foram inoculadas com uma concentração de  $5 \times 10^3$  uredosporos  $\text{mL}^{-1}$  ajustada conforme descrito na secção origem do inóculo.

#### **2.1.6 Aplicação dos fungicidas**

O preparo da calda e aplicação dos fungicidas, foi realizada com um volume de  $1 \times 10^3$   $\text{L} \cdot \text{ha}^{-1}$  (Anexo 8) ou até a cobertura foliar completa, a fim de evitar áreas sem a deposição o que poderia comprometer a confiabilidade dos resultados. A aplicação dos fungicidas foi realizada com um atomizador manual equipado com uma ponta do tipo cone. Cada fungicida foi aplicado em 10 repetições (10 vasos



contendo cinco plantas por vaso). Foram marcados os folíolos centrais do segundo trifólio no estágio V3 - V4 (RITCHIE et al., 1982) que com segurança receberam a calda fungicida.

### **3 Quantificação da intensidade da doença na ação curativa**

A ação curativa dos fungicidas foi quantificada em cinco folíolos por repetição aos 6, 10, 14, 18 e 22 dias após a aplicação dos fungicidas. Nos tratamentos com aplicação de fungicidas, quantificou-se o número de lesões e de urédias em toda a área do folíolo (Anexo 9) e na testemunha, em dois círculos por folíolo, com 0,9 cm de diâmetro demarcados sobre a região central lateral de cada folíolo (Anexo 10) sendo os dados expressos em densidade.cm<sup>-2</sup>. Consideraram-se somente os folíolos centrais previamente marcados e que receberam a inoculação e aplicação dos fungicidas.

O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados sendo as unidades experimentais constituídas por um vaso contendo cinco plantas e observadas 10 repetições.

O experimento foi repetido duas vezes com a mesma metodologia.

#### **3.1 Quantificação da intensidade da doença na ação erradicativa**

A ação erradicativa dos fungicidas foi quantificada em cinco folíolos centrais por repetição aos 2, 6, 10, 14, 18, 22 e 26 dias após a aplicação. Quantificou-se subjetivamente o número de lesões e de urédias.cm<sup>-2</sup> escuras/necrosadas em dois círculos por folíolo, com 0,9 cm de diâmetro demarcados sobre a região central (lateral) de cada folíolo (Anexo 10).

O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados com 14 repetições (parcela e um vaso contendo cinco plantas).

### **3.2 Viabilidade dos uredosporos**

O efeito erradicativo foi quantificado também através da germinação dos uredosporos aos 2, 6, 10, 14, 18, 22 e 26 dias após a aplicação dos fungicidas. Foram coletados cinco folíolos ao acaso por tratamento, em cada avaliação. Os folíolos foram introduzidos em embalagens plástica (garrafas plástica descartáveis com capacidade de 500 mL) contendo 100 mL de água destilada e agitada até a liberação dos uredosporos. Um volume de 500 µL da suspensão foi transferida para placa de Petri contendo meio de cultura ágar-água. Observou-se a metodologia de Reis & Richter (2007), para a quantificação da germinação de esporos. As placas foram incubadas no escuro a 24 °C por 6 horas. A viabilidade foi quantificada em microscópio óptico (Anexo 4),

considerando germinado o uredosporo que apresentou o tubo germinativo maior que o maior diâmetro do esporo.

O experimento foi repetido duas vezes com a mesma metodologia.

### 3.2.1 Análise estatística

Os dados do experimento curativo foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e integralizados na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) pela fórmula:

$$- \Sigma = (x_1 + x_2) / 2 * (t_2 - t_1)$$

**Onde:**

- $x$  representa a intensidade da doença e,
- $t$  representa intervalo entre as avaliações.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados do experimento erradicativo foram submetidos à análise de variância, quando significativos, submetida à análise de regressão linear e integralizados na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) conforme no experimento curativo.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Ação curativa de fungicidas**

Nos últimos anos, principalmente com o surgimento da FAS, o termo curativo tem sido empregado por produtores, técnicos e alguns pesquisadores como sinônimo de erradicativo e referidos como momento da aplicação, diferentemente do conceito proposto por Hewitt, (1998). Portanto, as três ações fungicida preventiva, curativa e erradicativa são distintas e não deveriam ser aplicadas com outro sentido como o de critério para a aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos em uma cultura.

A ação curativa de fungicidas foi quantificada após uma única aplicação dos fungicidas e decorridos quatro dias da inoculação das plantas.

Os primeiros sintomas apresentados pela FAS na testemunha (amarelecimento do tecido no local de penetração) foram observados no quinto dia após a inoculação do fungo. O início da formação da lesão foi detectado aos sete dias e o início da esporulação visualizada aos nove dias após a inoculação.

Dados semelhantes aos aqui obtidos também já foram relatados (MARCHETTI et al., 1975; BROMFIELD et al., 1980; MELCHING et al., 1989; GODOY & CANTERI, 2004).

Tabela 2. Efeito da aplicação curativa de fungicidas no controle (%) de infecções latentes avaliado pela densidade de urédias de *Phakopsora pachyrhizi*, em soja no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008

Tratamentos	Tempo (dias após a aplicação)									
	Experimento 1									
	6		10		14		18		22	
-----%-----										
Clorotalonil	90,8	b	4,3	c	9,4	c	2,3	b	8,9	b
Flutriafol	99,8	a	97,9	b	98,7	b	99,4	a	99,5	a
Ciproconazol+ trifloxistrobina	99,9	a	100	a	100	a	100	a	100	a
Epoconazol+ piraclostrobina	100	a	100	a	100	a	100	a	100	a
Ciproconazol+ azoxistrobina	100	a	100	a	100	a	100	a	100	a
Ciproconazol+ picoxistrobina	100	a	100	a	100	a	100	a	100	a
C.V.(%)	5,8		12,3		7,4		17,1		9,6	
Experimento 2										
Clorotalonil	46,3	b	14,9	b	7,7	b	2,7	b	2,5	b
Flutriafol	100	a	100	a	100	a	100	a	99,9	a
Ciproconazol+ trifloxistrobina	99,9	a	100,0	a	99,9	a	99,9	a	99,9	a
Epoconazol+ piraclostrobina	100	a	100	a	100	a	100	a	100	a
Ciproconazol+ azoxistrobina	100	a	100	a	100	a	100	a	100	a
Ciproconazol+ picoxistrobina	100	a	100	a	100	a	100	a	100	a
C.V.(%)	9,0		14,1		21,3		12,0		18,6	

Colunas seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05\%$ ).

Nas Tabela 2 e 3 são apresentados os resultados referente ao controle do fungo avaliado pela densidade de lesões e de urédias e na Figura 1, a área abaixo da curva de progresso da densidade de urédias e de lesões.

Os resultados demonstraram que, os fungicidas penetrantes, pertencentes aos dois grupos químicos (triazóis e estrobilurinas), apresentaram desempenho semelhante sobre as infecções latentes/virtuais (Tabela 3). O fungicida não penetrante, clorotalonil apresentou maior ação curativa aos 10 dias e posteriormente decresceu diferindo estatisticamente dos demais fungicidas. Por ser um fungicida não penetrante, a atuação máxima ocorreu nas fases iniciais de desenvolvimento da doença, fato que possibilita o uso do fungicida na estratégia anti-resistência do fungo *P. pachyrhizi*.

Durante as avaliações e a repetição do trabalho, observou-se que, as misturas de fungicidas triazóis e estrobilurinas, não diferiam quanto a eficácia no controle da FAS em plantas inoculadas com a concentração de  $5 \times 10^3$  uredosporos.mL<sup>-1</sup>. Com base nos experimentos preliminares, utilizou-se a concentração  $5 \times 10^3$  uredosporos.mL<sup>-1</sup> para avaliar o efeito curativo e erradicativo de fungicidas, por ser a intensidade da doença semelhante a que possibilita visualização e identificação da doença sem o auxílio de lente de aumento em plantas cultivadas no campo.

Tabela 3. Efeito da aplicação curativa de fungicidas no controle (%) de infecções latentes avaliado pela densidade de lesões de *Phakopsora pachryzi*, em soja no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008

Tratamentos	Tempo (dias após a aplicação)									
	Experimento 1									
	6		10		14		18		22	
-----%-----										
Clorotalonil	32,4	b	12,6	b	5,2	b	7,3	b	5,3	b
Flutriafol	100	a	100	a	100	a	100	a	99,8	a
Ciproconazol+ trifloxistrobina	99,8	a	100	a	99,9	a	99,9	a	99,9	a
Epoxiconazol+ piraclostrobina	99,7	a	99,7	a	99,7	a	99,8	a	99,8	a
Ciproconazol+ azoxistrobina	99,5	a	100	a	100	a	100	a	100	a
Ciproconazol+ picoxistrobina	100	a	100	a	100	a	100	a	100	a
C.V.(%)	24,2		8,6		13,5		7,3		5,1	
Experimento 2										
Clorotalonil	87,7	b	8,5	b	10,5	b	2,7	b	4,3	b
Flutriafol	98,2	a	98,7	a	98,1	a	92,6	a	98,1	a
Ciproconazol+ trifloxistrobina	100	a	100	a	100	a	100	a	100	a
Epoxiconazol+ piraclostrobina	100	a	100	a	100	a	100	a	100	a
Ciproconazol+ azoxistrobina	100	a	100	a	100	a	100	a	100	a
Ciproconazol+ picoxistrobina	100	a	100	a	100	a	100	a	100	a
C.V.(%)	7,9		3,8		5,3		19,1		14,2	

Colunas seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05\%$ ).

As plantas foram tratadas com os fungicidas mais usados nas últimas safras, no controle da FAS em função da possibilidade de desenvolvimento de resistência do fungo aos fungicidas, principalmente aos grupos químicos que são usados isoladamente.

Os resultados de controle curativo da FAS demonstraram que as misturas de fungicidas triazóis e estrobilurinas apresentaram controle de até 100% das infecções latentes em todas as avaliações realizadas, tanto na quantificação de urédias (Tabela 2) bem como de lesões (Tabela 3). No entanto, o fungicida flutriafol pertencente ao grupo químico dos triazóis, não apresentou 100% de controle das infecções latentes/virtuais. As plantas tratadas com este fungicida apresentaram a formação de algumas urédias (Tabela 2) e inúmeras lesões (Tabela 3).

A ação curativa do fungicida clorotalonil não foi tão evidente como a dos demais fungicidas (Tabela 2 e 3). Por ser um fungicida não penetrante, possivelmente não foi absorvido pelo tecido foliar da planta, permanecendo na superfície foliar, não atuando diretamente sobre o micélio interno em desenvolvimento no interior dos tecidos da planta.

A ação curativa de fungicidas foi também demonstrada na AACPU a AACPL (Figura 1). Conforme os dados, as misturas de fungicidas controlaram 100% as infecções latentes, tanto no primeiro bem como no segundo experimento, diferindo significativamente da testemunha e do fungicida clorotalonil.

Por outro lado, o fungicida flutriafol gerou uma AACPU de 8,46 unidades e uma AACPL de 6,84 unidades, diferindo somente da



testemunha e do fungicida clorotalonil. Neste caso, possivelmente a área foliar não foi completamente recoberta com a calda fungicida, o que possibilitou o desenvolvimento de algumas urédias. No segundo experimento, apresentou ação curativa de 100%.

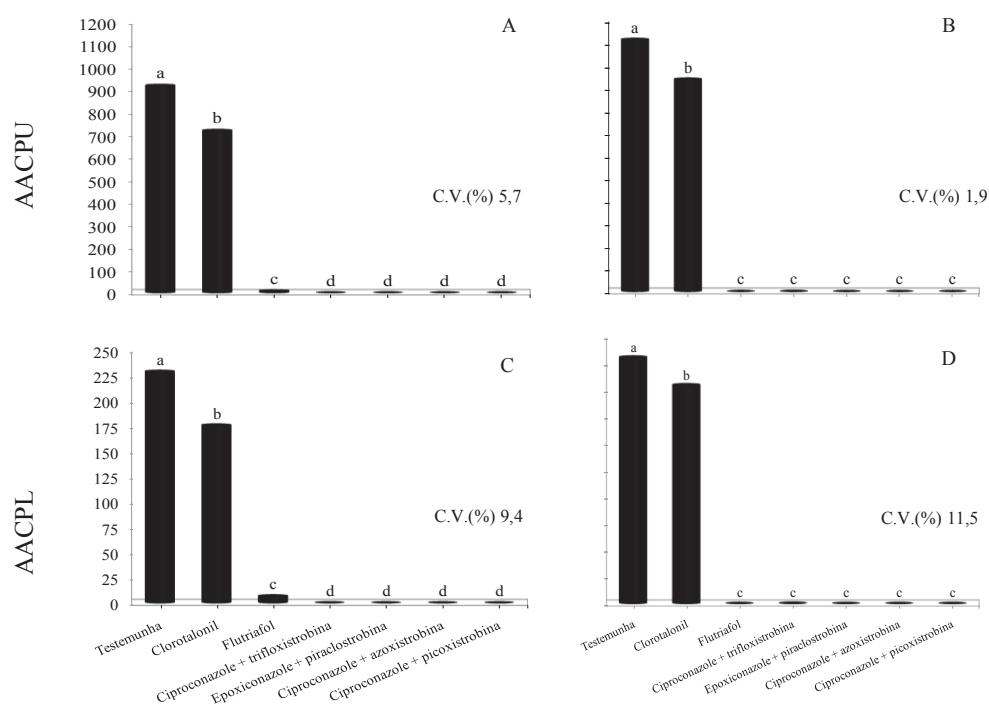


Figura 1. Efeito da aplicação curativa de fungicidas sobre infecções latentes avaliadas pela da área abaixo da curva de progresso de urédias (AACPU) ou área abaixo da curva de progresso de lesões (AACPL) causadas pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* no cultivar CD 214 RR. Primeiro experimento (A-C) e segundo experimento (B-D). Universidade de Passo Fundo, 2008.

Colunas seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05\%$ ).

No presente trabalho, a diluição da calda e a aplicação dos fungicidas foram realizadas com um volume de calda de  $1 \times 10^3 \text{ L.ha}^{-1}$ , ou o suficiente para possibilitar a máxima cobertura, a fim de evitar áreas desprotegidas o que poderia comprometer a confiabilidade dos resultados. Entretanto, os resultados obtidos por (Godoy & Canteri, 2004; Ugalde, 2005; Viero & Forcelini, 2008) demonstraram que alguns fungicidas pertencentes aos grupos químicos triazóis e estrobilurinas, bem como a mistura de fungicida epoxiconazol + piraclostrobina, não apresentaram controle de 100% das infecções latentes/virtuais, quando a aplicação foi realizada até o segundo e quarto dia após a inoculação do fungo, respectivamente. Essa discrepância dos resultados daqueles autores com os aqui obtidos, possivelmente, possa ser atribuída a aplicação dos fungicidas com um volume de calda de  $200 \text{ L.ha}^{-1}$ , não promovendo a cobertura completa das folhas de soja, resultando áreas desprotegidas possibilitando o desenvolvimento da doença. Não seria deficiência da ação fungicida, mas sim da cobertura foliar.

Os resultados desta pesquisa e os obtidos por (Godoy & Canteri, 2004; Ugalde, 2005; Viero & Forcelini, 2008) explicam em partes o sucesso e o fracasso de alguns produtores no controle da FAS. Por tanto, lavouras de soja e que tenham sido tratadas com fungicidas com ação curativa comprovada e, se a aplicação resultar em cobertura foliolar incompleta, conseqüentemente, não será obtido o controle curativo total das infecções latentes, permitindo que a doença se desenvolva e aumente a intensidade mesmo alguns dias após a aplicação

de fungicidas. Mesmo que os fungicidas tenham a capacidade de se movimentar (translocar) pelos vasos condutores da planta, e embora hajam diferenças entre moléculas quanto a esta particularidade, dificilmente terão a capacidade de corrigir possíveis falhas na cobertura decorrente da tecnologia da aplicação ou da dificuldade da cobertura do dossel em soja.

Os resultados obtidos demonstraram que a maior eficiência de controle curativo da FAS foi obtida pela aplicação de misturas de fungicidas triazóis + estrobilurinas. Com isso, resta aos agricultores fazer a aplicação destas misturas e com a melhor cobertura possível da aplicação.

Merece destaque, que no campo a ação fungicida curativa tem pouca importância prática pela impossibilidade de não se saber exatamente quando ocorreu a deposição e penetração do fungo nos tecidos do hospedeiro.

#### **4.2 Ação erradicativa de fungicidas**

A ação erradicativa dos fungicidas foi quantificada após uma única aplicação sobre urédias esporulantes, aos nove dias após inoculação do fungo *P. pachyrhizi* em plantas de soja.

Conforme Recomendações... (2007) a aplicação de fungicida deve ser feita quando a incidência foliolar atingir 5%. Entretanto, esta intensidade é praticamente impossível de ser quantificada sem o auxílio

da uma lupa de no mínimo 20 X de aumento. Em função do exposto, utilizou-se nas inoculações a concentração de  $5 \times 10^3$  uredosporos.mL<sup>-1</sup> na quantificação da ação erradicativa dos fungicidas resultando numa intensidade semelhante a observada em ocorrências naturais da doença.

Nas avaliações, foram consideradas erradicadas as lesões e urédias que apresentavam coloração parda/escuras, e ao mesmo tempo, avaliou-se a germinação dos uredosporos em meio de cultura para confirmar a viabilidade.

Com exceção do fungicida clorotalonil, as misturas de fungicidas triazóis e estrobilurinas e o triazol isolado, apresentaram ação erradicativa semelhante (Figura 2).

Os resultados obtidos nos Experimentos 1 e 2 indicaram que a ação erradicativa das misturas de fungicidas sobre lesões e urédias esporulantes no segundo dia após a aplicação, apresentaram controle médio de 21,2 e 47,1%, o fungicida flutriafol de 17,8 e 38,1% e o fungicida clorotalonil 9,4 e 12,6%, respectivamente. Observou-se que os fungicidas apresentaram maior controle sobre as lesões e urédias jovens (coloração parda/necrosada) e que estavam iniciando a esporulação. No sexto dia, o controle das lesões e urédias proporcionado pelas misturas de fungicidas foram de 40,5 e 65,1%, o flutriafol 31,9 e 56,6% e o clorotalonil 4,6 e 4,5%. E por fim, na última avaliação 26 dias após a aplicação dos fungicidas, o controle das lesões e urédias foi de 84,3 e 96,6% para as misturas de fungicidas, 69,7 e 92,5% para o flutriafol e de 4,9 e 3,9% para o clorotalonil, respectivamente.

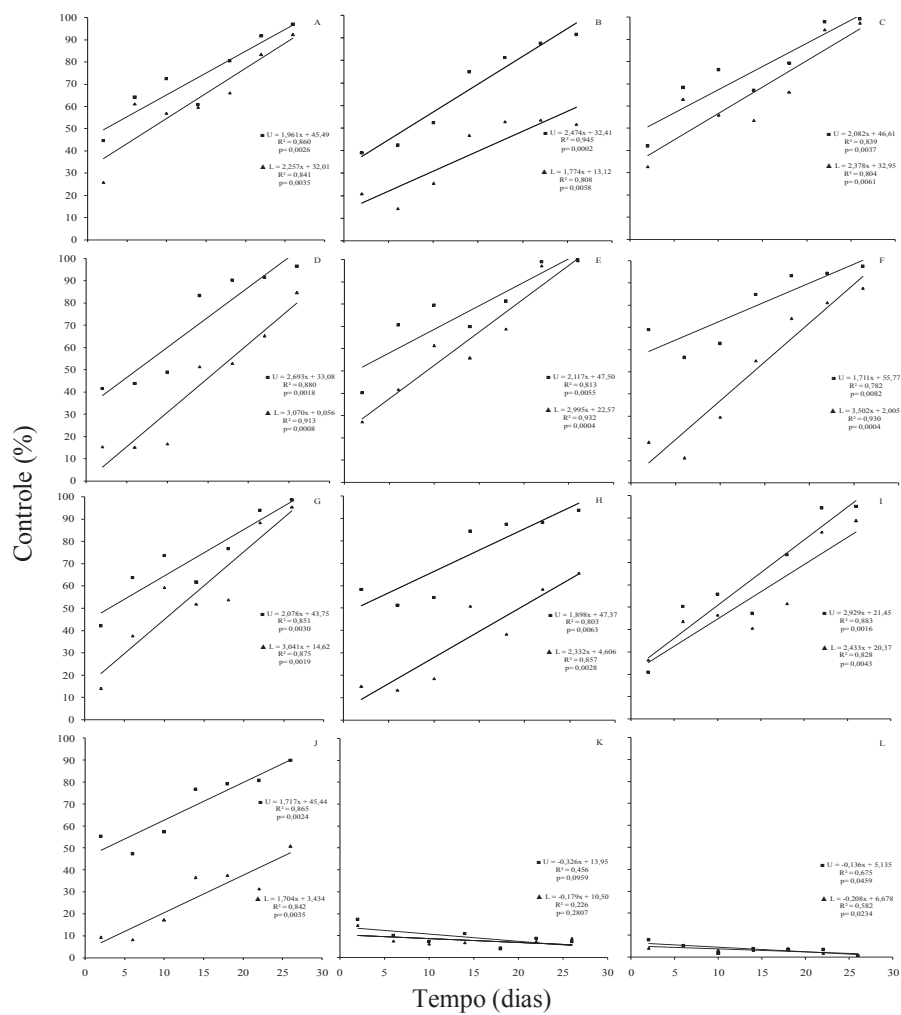


Figura 2. Efeito da aplicação erradicativa de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja avaliada pela densidade de urédias (U) ou lesões.cm<sup>-2</sup> (L). Primeiro experimento (A-C-E-G-I-K) e segundo experimento (B-D-F-H-J-L). Epoxiconazol + piraclostrobina, (A e B) ciproconazol + azoxistrobina, (C e D) ciproconazol + picoxistrobina, (E e F) ciproconazol + trifloxistrobina, (G e H) flutriafol e (I e J) clorotalonil (K e L) no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.

A ação erradicativa limitada apresentada pelo fungicida clorotalonil, deve estar relacionada a característica específica do fungicida, que por ser um fungicida não penetrante ou protetor, não foi absorvido pelos tecidos da folha, permanecendo sobre a superfície foliar e, desta forma, não atuou sobre as infecções em desenvolvimento.

Notadamente, a ação erradicativa sobre lesões e urédias foi mais pronunciada ao passar do tempo (dias) após a aplicação dos fungicidas, aliada a idade da lesão que com o passar do tempo pode ter sido um fator que contribuiu para o aumento da ação erradicativa dos fungicidas (Figura 4).

Finalmente, mesmo aos 26 dias após a aplicação, os fungicidas não promoveram o controle erradicativo de 100% das lesões e urédias esporulantes. Resultados da mesma natureza foram obtidos por (Godoy & Canteri, 2004) onde, o efeito erradicativo de alguns fungicidas pertencentes aos grupos químicos dos triazóis e das estrobilurinas, foi pouco ou nada evidenciado até os 14 dias após a aplicação.

Este fato pode ser devido ao ambiente onde os experimentos foram conduzidos. Na câmara de crescimento, a condição climática (temperatura, molhamento foliar e umidade relativa do ar) foi favorável e estável para o desenvolvimento da doença, o que possivelmente, explica a lenta ação erradicante dos fungicidas em ambos os experimentos. Por outro lado, em aplicações erradicantes sobre lesões e urédias esporulantes em plantas de soja cultivadas no campo, o efeito erradicante dos mesmos fungicidas é observado a partir de sete dias após a aplicação. Porém no

campo, ocorrem variações nas condições climáticas, fatores que podem reduzir o progresso da epidemia (MARCHETTI et al., 1976; MELCHING et al., 1979; MELCHING et al., 1989; SINCLAIR & HARTMAN, 1999; REIS et al., 2004b; PIVONIA & YANG, 2006; ALVES et al., 2006; BONDE et al., 2007). No mesmo contexto, alguns relatos indicam o efeito deletério do aumento da radiação solar na redução da viabilidade dos uredosporos, fator que pode contribuir para a maior e rápida ação erradicante de fungicidas em condições naturais (ISARD et al., 2006).

Concomitantemente, nas avaliações da ação erradicativa de fungicidas sobre lesões e urédias da FAS, procedeu-se a quantificação da viabilidade dos uredosporos em substrato ágar-água. Os fungicidas reduziram progressivamente a viabilidade dos uredosporos do fungo, seguindo o modelo de equação linear (Figura 3). O fungicida clorotalonil, na média de todas as avaliações, reduziu a viabilidade em 88,4% e 77,2% no primeiro e segundo experimento, respectivamente. Por ser um fungicida não penetrante ou protetor, não foi absorvido pelos tecidos da folha, permanecendo sobre a superfície foliar e, desta forma, quando os folíolos foram imersos na água destilada para a liberação dos uredosporos, a substância tóxica provavelmente se diluiu na suspensão de uredosporos impedindo a germinação (REIS et al., 2007).

Por outro lado, as misturas de fungicidas apresentaram resultados semelhantes na viabilidade de uredosporos. A viabilidade dos uredosporos aos 2 e 26 dias após a aplicação da mistura do fungicida

epoxiconazol e piraclostrobina foi de 39,5 e 14,8%, ciproconazol e azoxistrobina 42,3 e 11,3%, ciproconazol e picoxistrobina 54,1 e 7,5%, ciproconazol e trifloxistrobina 61,0 e 15,2%. Por outro lado, o fungicida flutriafol foi menos eficiente em relação as misturas de triazóis e estrobilurinas, onde aos 2 e 26 dias após a aplicação a viabilidade dos uredosporos foi de 73,2 e 18,8%, respectivamente.

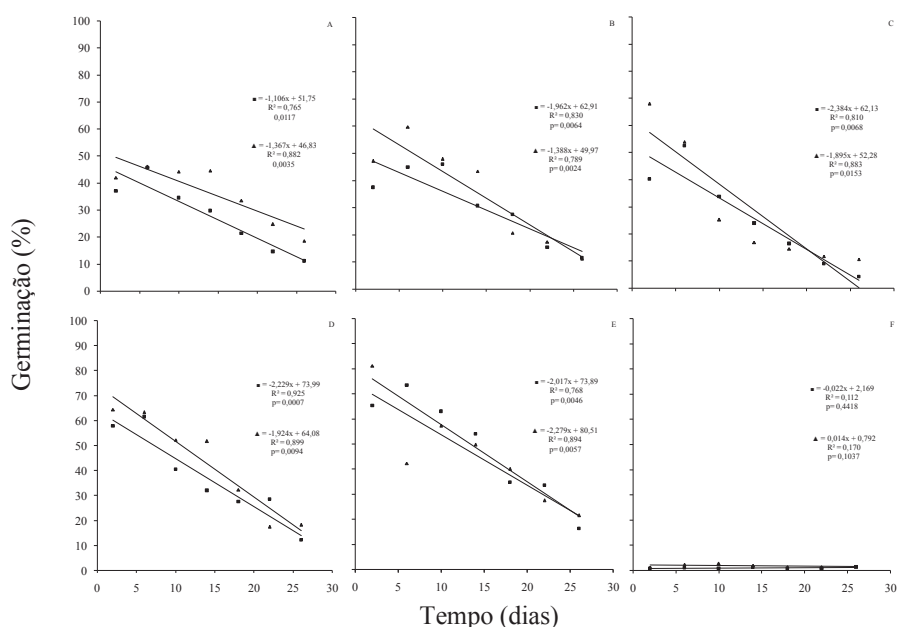


Figura 3. Efeito da aplicação erradicativa de fungicidas avaliada pela germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* (dias após a aplicação). Primeiro experimento (■) e segundo experimento (▲). Epoxiconazol + piraclostrobina (A) ciproconazol + azoxistrobina (B), ciproconazol + picoxistrobina (C), ciproconazol + trifloxistrobina (D), flutriafol (E) e clorotalonil (F) no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.



No trabalho pioneiro Godoy & Canteri, (2004) também demonstraram que a aplicação de triazóis ou de estrobilurinas, reduziram em maior proporção a viabilidade de uredosporos.

A observação sintetizada dos resultados da ação erradicante de fungicidas apresentada na Figura 4, demonstra seus efeitos sobre as lesões, urédias e sobre a germinação de uredosporos.

O fungicida clorotalonil resultou na menor AACPG diferindo dos demais tratamentos. Em outro contexto, a mistura de fungicida ciproconazol e picoxistrobina diferiu das demais misturas de fungicidas e do triazol no Experimento 1 e 2, exceto para a mistura de ciproconazol e azoxistrobina no Experimento 2. As misturas dos dois grupos químicos de fungicidas apresentaram tendências na redução da AACPU e AACPL da FAS após a aplicação erradicante de fungicidas.

As estrobilurinas agem desde a fase de germinação dos esporos, interferindo a produção de energia na célula fúngica, bloqueando a transferência de elétrons o que impede a formação de ATP (VIECILLI, 2007). Entretanto, os triazóis agem na seletividade e formação da membrana plasmática do fungo (HEWITT, 1998) fase que ocorre somente 24 horas após o início da germinação dos esporos (REIS, 2009) “informação pessoal”.

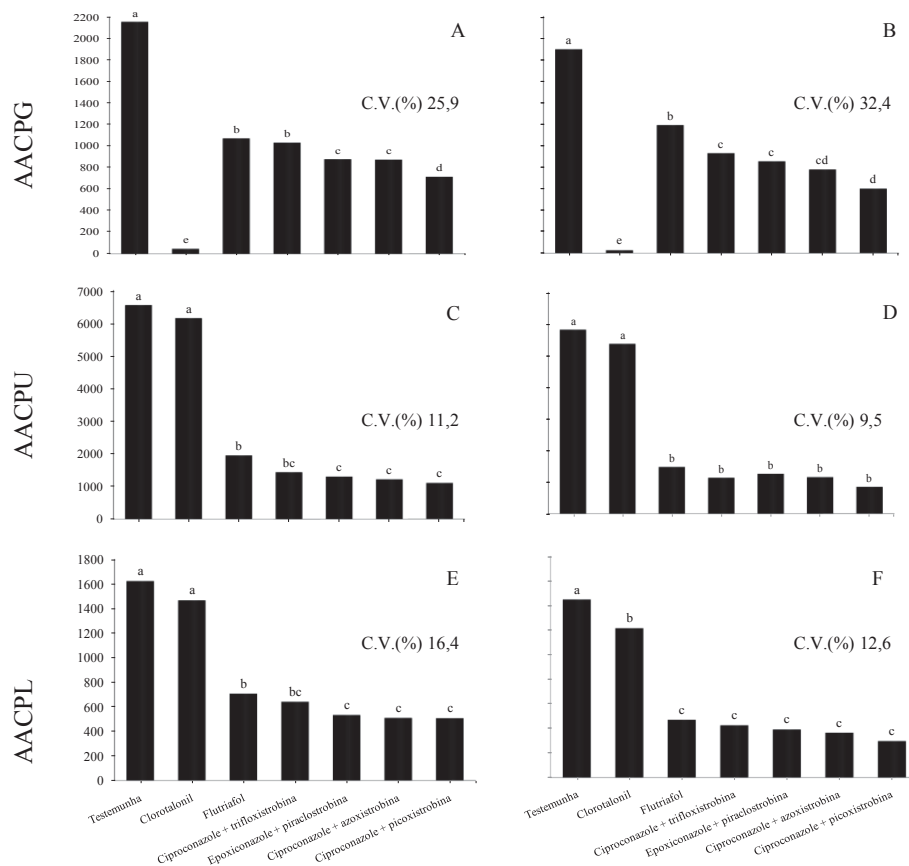


Figura 4. Efeito da aplicação erradicativa de fungicidas avaliada pela área abaixo da curva de progresso de germinação (AACPG), área abaixo da curva de progresso de urédias (AACPU) e área abaixo da curva de progresso de lesões (AACPL). Primeiro experimento (A-C-E) e segundo experimento (B-D-F) no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.

Colunas seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05\%$ ).

Contudo, a mistura de mais de um grupo químico de fungicidas é importante também, no que diz respeito ao manejo de

resistência e fungos a fungicidas (GODOY & CANTERI, 2004) uma vez que, com a aplicação de fungicidas de modo de ação específico, pode favorecer o desenvolvimento da resistência de fungos a fungicidas.

## **5 CONCLUSÕES**

As misturas de fungicidas triazóis e estrobilurinas apresentam ação curativa completa de *P. pachyrhizi*.

A ação curativa do fungicida flutriafol foi parcial.

A ação curativa do fungicida clorotalonil foi pouco evidenciada.

Todos os fungicidas reduziram a viabilidade dos uredosporos.

A ação erradicativa foi parcial sobre lesões e urédias da ferrugem asiática da soja.

A ação erradicativa é dependente do tempo de exposição e do fungicida.

## CAPÍTULO IV

### PERÍODO DE PROTEÇÃO EM APLICAÇÃO PREVENTIVA E AÇÃO ERRADICATIVA DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA, NO CAMPO

TIAGO ZANATTA<sup>1</sup> & ERLEI MELO REIS<sup>2</sup>

**RESUMO** - Em experimentos conduzidos no campo avaliou-se o efeito da aplicação preventiva e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja, no cultivar CD 214 RR em duas épocas de semeadura. Avaliaram-se os fungicidas flutriafol 0,5 + 2.0 L.ha<sup>-1</sup> de Oppa, tebuconazol 0,5 L.ha<sup>-1</sup>, ciproconazol + trifloxistrobina 0,3 + 0,5 L.ha<sup>-1</sup> de Áureo, Epoxiconazol + piraclostrobina 0,5 + 0,05 L.ha<sup>-1</sup> de Break Thru, ciproconazol + azoxistrobina 0,3 + 0,5 L.ha<sup>-1</sup> de Nímbus, ciproconazol + picoxistrobina 0,3 + 0,5 L.ha<sup>-1</sup> de Nímbus e um tratamento testemunha. As aplicações foram realizadas com pulverizador costal de precisão com pressão constante gerada por gás CO<sub>2</sub>. Nos experimentos preventivos, a primeira aplicação foi realizada no estágio fenológico V10 e a segunda no R3. Nos experimentos erradicantes, a primeira aplicação foi realizada no estágio R3 com 43% e 50% de incidência foliar da ferrugem e a segunda em intervalo de 13 e 22 dias no estágio R5.4 e R5.2.

---

<sup>1</sup> Eng. Agr., Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Fitopatologia. tiagozanatta@ig.com.br

<sup>2</sup> Orientador, Eng. Agr., M. Sc., Ph.D., Professor do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF. erleireis@tpo.com.br

Avaliou-se o período de proteção dos fungicidas após a segunda aplicação na primeira época e, após a primeira aplicação da segunda época. O efeito erradicante dos fungicidas foi quantificado aos 16 e 14 dias após a primeira e a segunda aplicação, respectivamente. Quantificou-se a incidência foliolar (%) da ferrugem e o número de lesões.cm<sup>-2</sup>. Determinou-se que, o período de proteção dos fungicidas flutriafol, tebuconazol e ciproconazol + trifloxistrobina foi de 14 dias e, para os fungicidas epoxiconazol + piraclostrobina, ciproconazol + azoxistrobina e ciproconazol + picoxistrobina 25 dias. A ação erradicante dos fungicidas na primeira época foi maior nos tratamentos com misturas de fungicidas triazóis + estrobilurinas e na segunda época, não houve diferenças.

**Palavras chave:** *Phakopsora pachyrhizi*, controle químico, lesões.

**PROTECTION PERIOD IN PREVENTIVE AND ERRADICATIVE  
ACTION OF FUNGICIDES IN THE CONTROL OF ASIAN  
SOYBEAN RUST, IN THE FIELD**

**ABSTRACT** - In experiments conducted in the field the effect of preventive and eradivative application of fungicides in the control of asian soybean rust in the cultivar CD RR 214 in two sowing dates were evaluated. Fungicides flutriafol 0.5 + 2.0 L.ha<sup>-1</sup> of Oppa, tebuconazole 0.5 L.ha<sup>-1</sup>, cyproconazole + trifloxystrobin 0.3 + 0.5 L.ha<sup>-1</sup> of Áureo, epoxiconazole + pyraclostrobin 0.5 + 0.05 L.ha<sup>-1</sup> of Break Thru,

cyproconazole + azoxystrobin 0.3 + 0.5 L.ha<sup>-1</sup> of Nimbus, cyproconazole + picoxystrobin 0.3 + 0,5 L.ha<sup>-1</sup> of Nimbus were tested, and there was a check treatment. The applications were made with a precision backpack sprayer with constant pressure generated by gas CO<sub>2</sub>. In the preventive experiments, the first application was made in the V10 growing stage and the second in R3. In the eradivative experiments, the first application was in the R3 stage with 43% and 50% of foliar incidence of rust and the second with an interval of 13 and 22 days in growth stages R5.4 and R5.2. The protection period of the fungicides after the second application in the first season and after the first application in the second one were assessed. The eradivative effect of fungicides was evaluated 16 and 14 days after the first and second application, respectively. Rust foliar incidence (%) and the number of lesions.cm<sup>-2</sup> were quantified. It was showed that the maximum protecting period of flutriafol, tebuconazole and cyproconazole + trifloxystrobin was 14 days, and 25 days for fungicides epoxiconazole + pyraclostrobin, cyproconazole + azoxystrobin and cyproconazole + picoxystrobin. The fungicide eradivative action in the first season was higher for the mixtures of strobilurin and triazole fungicides and in the second season there was no difference.

**Key words:** *Phakopsora pachyrhizi*, chemical control, lesions.

## 1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] representa uma das principais espécies vegetais cultivadas no Brasil e no mundo. Na safra agrícola 2007/08 a área cultivada com soja no Brasil foi de 21,1 milhões de hectares produzindo aproximadamente 59,9 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2008).

As moléstias da cultura estão entre os principais fatores que limitam o rendimento de grãos de soja. Na safra agrícola 2002/03 a ferrugem asiática da soja (FAS) foi detectada nas principais regiões produtoras de soja no Brasil. As perdas causadas e o custo do controle somaram aproximadamente US\$ 1,126 bilhão (YORINORI, et al., 2003). Na última safra os danos atingiram cerca de 418 milhões de toneladas de grãos, com perda de US\$ 1,97 bilhões. Desde sua ocorrência no Brasil, as perdas foram estimadas em US\$ 10 bilhões (EMBRAPA, 2008).

As principais medidas de controle da FAS se fundamentam na eliminação de plantas voluntárias e hospedeiros secundários, cultivo de cultivares de ciclo precoce, semeadura no início da época recomendada para cada região, resistência genética e por fim, o controle químico pela aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos (YORINORI, 2002; CARNEIRO et al., 2004; REIS et al., 2006; AZEVEDO et al., 2007).

Atualmente o controle químico pela aplicação de fungicidas triazóis e misturas de triazóis + estrobilurinas, é a principal medida eficiente de controle (GODOY, 2007).

Diversos critérios indicadores do momento para a aplicação de fungicidas têm sido propostos aos produtores. Por exemplo, preventivo no qual tecnicamente a aplicação deve ser feita na ausência da doença (pré-penetração), curativo, aplicação na fase de pós-penetração a pré-sintoma, erradicativo, na fase de pós-sintoma/sinal da doença além de outros métodos empíricos como “início da doença”, aplicação de acordo com o estágio fenológico e finalmente, o pré-fechamento das entrelinhas da cultura (REIS et al., 2006). Na realidade os termos preventivo, curativo e erradicativo referem-se a ação fungicida e não a critérios indicadores do momento da aplicação (HEWITT, 1998).

Neste trabalho buscou-se avaliar os efeitos da aplicação preventiva e erradicativa de fungicidas em duas épocas de semeadura em experimentos conduzidos no campo, na safra 2007/08.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local de condução dos experimentos**

Os experimentos foram conduzidos no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo/RS, em duas épocas de semeadura (22/11/2008 e 13/12/2008) com os tratamentos fungicidas aplicados em dois momentos.

#### **2.1.1 Sistema de cultivo e manejo da cultura**



O cultivar de soja CD 214 RR foi cultivado após a cultura da aveia-branca no sistema de semeadura direta. Foram semeadas em média 30 sementes  $\text{aptas.m}^{-2}$  resultando em cerca de 25 plantas emergidas  $\text{m}^{-2}$ . A cultura foi adubada na linha de semeadura com o adubo 05–25–25 (N– $\text{P}_2\text{O}_5$ – $\text{K}_2\text{O}$ ). O controle de plantas daninhas foi realizado com duas aplicações do herbicida glifosato na dose de  $1,5 \text{ L.ha}^{-1}$  no estágio de desenvolvimento da cultura V3 e V8 em ambas as épocas de semeadura. O controle de lagartas foi obtido pela aplicação de metamidofós + triflumurom na dose de  $0,5 + 0,030 \text{ L.ha}^{-1}$  no estágio de R 1 e, o controle de percevejo foi realizado com uma aplicação de metamidofós na dose de  $1,0 \text{ L.ha}^{-1}$  no estágio fenológico R 5.1 (RITCHIE et al., 1982).

### **2.1.2 Unidades experimentais**

As parcelas foram constituídas por sete linhas de semeadura com seis metros de comprimento, totalizando  $18,9 \text{ m}^2$ . Em ambos os lados de cada parcela foi mantida uma linha bordadura, considerando como área útil somente cinco linhas em cada parcela (Anexo 3). Utilizou-se somente a segunda linha de ambos os lados de cada parcela para a coleta de plantas e folíolos para a quantificação da doença. As três linhas centrais foram mantidas para a colheita e quantificação do rendimento de grãos.

### **2.1.3 Avaliação da intensidade da doença**

O progresso da FAS soja foi obtido pela coleta e avaliação semanal de cinco plantas de soja por parcela em cada época de semeadura. As plantas foram levadas ao laboratório onde foram destacados todos os folíolos centrais da haste principal. Quantificou-se a incidência foliolar da FAS pela análise da área dos folíolos sob lupa estereoscópica binocular com capacidade de 40 X de aumento.

### **2.1.4 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram submetidos à análise de regressão quadrática.

## **3 Momento da aplicação preventiva**

Nas duas épocas de semeadura a aplicação preventiva (fase de pré-penetração do fungo, HEWITT, 1998) foi realizada no estágio fenológico V10 (pré-fechamento da entre linha) conforme Ritchie et al., (1982), a fim de proporcionar a máxima cobertura da área foliar. A segunda aplicação foi realizada com intervalo de 25 e 19 dias, no estágio de desenvolvimento R3, nas duas épocas de semeadura, respectivamente.

### **3.1 Momento da aplicação erradicativa e intensidade da doença**

A aplicação erradicativa (fase de pós-sintoma/sinal) de fungicidas na primeira época de semeadura, foi realizada no estágio R3, com 43% de incidência foliolar, e a segunda aplicação, com intervalo de 13 dias no estágio R5.4 com 100% de incidência foliolar na testemunha. Na segunda época de semeadura, a primeira aplicação de fungicidas foi realizada no estágio R3 com 50% de incidência foliolar e, a segunda aplicação, com intervalo de 22 dias no estágio R 5.2, e 100% de incidência foliolar na testemunha.

### **3.1.1 Quantificação do período de proteção e ação erradicativa**

Para identificar o tempo de proteção conferido pelas aplicações preventivas dos fungicidas, na primeira época de semeadura a incidência da FAS foi quantificada após a segunda aplicação, aos 14, 25, 33, 42, 50 e 59 dias. Por outro lado, na segunda época de semeadura a incidência da FAS foi quantificada aos 1, 7, 14, 22, 31 e 40 dias após a segunda aplicação dos fungicidas, respectivamente. O efeito erradicativo foi quantificado aos 16 e 14 dias após a segunda aplicação em cada época de semeadura.

Em cada parcela foram coletados cerca de 40 folíolos ao acaso, destacando somente os folíolos centrais dos trifólios do terço superior das plantas que receberam deposição dos fungicidas. O período de proteção dos fungicidas e o efeito erradicante foi quantificado pela incidência foliolar (%) da FAS em toda a área do folíolo. No experimento

erradicante avaliou-se também a severidade da doença pela quantificação do número de lesões.cm<sup>-2</sup> viáveis com coloração normal em dois círculos com uma área de 1,1 cm<sup>-2</sup> demarcados na região central lateral de cada folíolo. As lesões pardas/necrosadas não foram quantificadas. Quanto à ação erradicante, foram consideradas mortas as urédias/uredosporos que apresentavam coloração pardo-escuro. Todas as avaliações foram realizadas com o auxílio de uma lupa estereoscópica binocular com capacidade de 40 X de aumento.

### 3.1.2 Fungicidas testados

Tabela 1. Fungicidas utilizados, formulação, concentração e dose

Nome técnico	Formulação	Concentração	p.c.	Adjuvante
		i.a. (g)	(L ou kg ha <sup>-1</sup> )	(L)
Tebuconazol	CE	100	0,5	0,0
Flutriafol	SC	62,5	0,5	2,0 <sup>w</sup>
Ciproconazol+ trifloxistrobina	CE	56,3 + 24,0	0,3	0,5 <sup>x</sup>
Epoxiconazol+ piraclostrobina	SE	66,5 + 28,0	0,5	0,05 <sup>y</sup>
Ciproconazol+ azoxistrobina	SC	60,0 + 24,0	0,3	0,6 <sup>z</sup>
Ciproconazol+ picoxistrobina	SC	60,0 + 24,0	0,3	0,5 <sup>z</sup>

i.a. gramas de ingrediente ativo. p.c. produto comercial.

<sup>w</sup>Óleo mineral Oppa; <sup>x</sup>Óleo Metilado de soja Áureo; <sup>y</sup>Espalhante siliconado Break Thru; <sup>z</sup>Óleo mineral Nímbus.

### 3.1.3 Tecnologia de aplicação

Os fungicidas foram aplicados com pulverizador costal de precisão, com pressão constante de 30 l/pol<sup>2</sup> gerada por gás CO<sub>2</sub>. O equipamento era equipado com uma barra de 3,0 m contendo seis pontas de pulverização do tipo XR 110 015, espaçadas a 0,5 m. O volume de calda aplicado foi de 150 L.ha<sup>-1</sup>.

### 3.1.4 Delineamento experimental e análise estatística

Os experimentos foram conduzidos segundo o arranjo de blocos ao acaso com quatro repetições. Os dados de incidência foliolar da curva de progresso da doença foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram submetidos à análise de regressão linear.

Os dados de incidência foliolar (%) da FAS em aplicações preventivas foram submetidos a modelos matemáticos utilizados em experimentos epidemiológicos pela fórmula dos modelos:

**Logístico** ( $Y=b_1/(1+b_2*\exp.(-RT))$ )

**Gompertz** ( $Y=b_1*\exp(-b_2*\exp(-rt))$ )

**Onde:**

- $Y$  representa a incidência da doença,
- $b_1$  significa a assíntota máxima estimada pelo modelo,
- $b_2$  é a constante de integração igual a  $1-y_0$  ( $y =$  inóculo inicial),

- $r$  representa a taxa de progresso da doença e,
- $t$  o tempo.

As curvas de progresso da doença foram ajustadas por meio de regressões não lineares, com o programa SAS (Statistical Analysis System) for Windows versão 9.0 no procedimento NLIN (Procedimento não linear). A escolha do melhor modelo foi obtida pelo maior valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da regressão não linear entre a doença e o tempo, pelo menor valor do quadrado médio dos resíduos e pelo gráfico dos resíduos que apresentaram os valores próximos ao eixo x (abscissa) (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996; 2002; CINTRA DE JESUS et al., 2004).

Os dados foram integralizados na área abaixo da curva de progresso da doença pela fórmula:

$$- \Sigma = (x_1 + x_2) / 2 * (t_2 - t_1)$$

**Onde:**

- $x$  representa a intensidade da doença e,
- $t$  representa intervalo entre as avaliações.

Os dados referentes a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e do efeito erradicante de fungicidas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Progresso da doença

Os dados de incidência foliolar da FAS, nas parcelas testemunha, foram submetidos ao modelo de equação linear. Na primeira época de semeadura a doença foi detectada no estágio R3 aos 74 dias após a emergência e, na segunda época de semeadura, no estágio R1 aos 66 dias após a emergência da cultura.

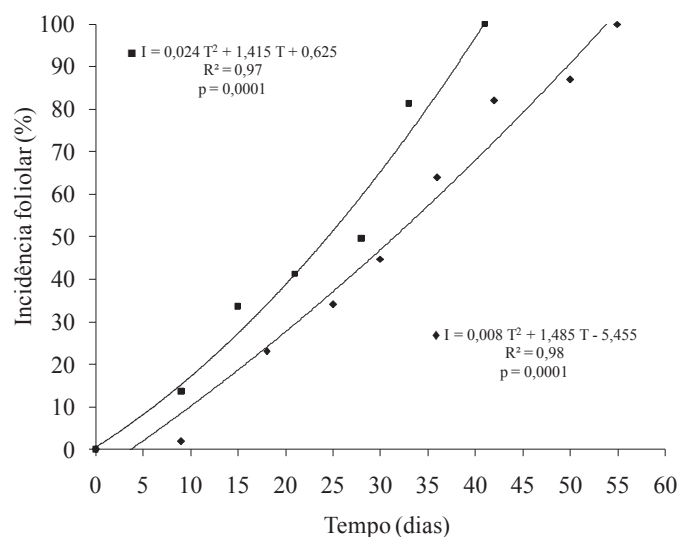


Figura 1. Progresso da ferrugem asiática da soja nas parcelas do tratamento testemunha, em duas épocas de semeadura. Primeira (▲) e segunda época (■) (I, incidência e T, tempo) no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.

A intensidade máxima da doença (100% de incidência foliolar) ocorreu nos estádio R5.6 e R5.2 com intervalo de 44 e 32 dias

após a primeira constatação na primeira e segunda época de semeadura, respectivamente. Embora não tenha sido quantificado, possivelmente, a maior quantidade de inóculo aliado a maior ocorrência de precipitação pluvial a partir do desenvolvimento vegetativo (fevereiro) da soja na segunda época de semeadura, pode ter favorecido o progresso da doença.

No trabalho conduzido por Reis et al., (2006b) na safra agrícola 2005/06, após a primeira constatação da FAS no estágio R4, a incidência foliolar da doença atingiu 96% aos 22 dias após, no estágio R5.4. A taxa de progresso da doença foi de 0,3263 unidades ao dia, obtida pelo ajuste dos dados ao modelo Logístico.

#### **4.1.1 Período de proteção dos fungicidas em aplicação preventiva**

O período de proteção de fungicidas em aplicação preventiva no controle da FAS pode ser identificado nas Figuras 2 e 3. Os valores de  $R^2$  e dos resíduos obtidos segundo os modelos Gompertz e Logístico aplicados aos dados estão descritos na Tabela 2 e, os parâmetros estimados pelo modelo Logístico na Tabela 3. Dos modelos matemáticos testados, o Logístico permitiu melhor ajuste dos dados, com base no  $R^2$ , quadrado médio dos desvios e valores dos resíduos.

Para tanto, selecionou-se o modelo logístico para comparação dos dados de incidência foliolar obtidos pela aplicação preventiva de fungicidas nas duas épocas de semeadura.



Tabela 2. Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e valores dos resíduos obtidos após o ajuste dos modelos Logístico e Gompertz, aos dados de incidência foliolar da ferrugem da soja no cultivar CD 214 RR, Universidade de Passo Fundo, 2008

Tratamentos	Modelo	Época I		Época II	
		$R^2$	Resíduo	$R^2$	Resíduo
Testemunha	Logístico	0,98	0,1816	0,99	-0,0073
	Gompertz	0,98	0,2728	0,99	0,0221
Epoxiconazol + piraclostrobina	Logístico	0,99	0,0150	0,98	-0,0589
	Gompertz	0,99	0,0821	0,99	-0,0074
Ciproconazol + azoxistrobina	Logístico	0,98	0,0086	0,97	-0,0235
	Gompertz	0,98	0,0764	0,98	0,0106
Ciproconazol + picoxistrobina	Logístico	0,98	0,0144	0,97	-0,0278
	Gompertz	0,98	0,0783	0,96	0,0070
Ciproconazol + trifloxistrobina	Logístico	0,99	0,0353	0,98	-0,0216
	Gompertz	0,99	0,1070	0,98	0,0317
Flutriafol	Logístico	0,99	0,0279	0,99	0,0436
	Gompertz	0,99	0,1056	0,98	0,1063
Tebuconazol	Logístico	0,99	0,0283	0,99	0,0307
	Gompertz	0,99	0,1070	0,98	0,0836

Tabela 3. Parâmetros estimados pelo modelo logístico ajustado aos dados de progresso da incidência foliolar da ferrugem asiática da soja no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008

Tratamentos	Época I			Época II			R
	$b_1$	$b_2$	$r$	$b_1$	$b_2$	$R$	
Testemunha	1	176,00	0,150 a	1	3,524	0,199 a	
Epoxiconazol + piraclostrobina	1	398,60	0,141 a	1	11,131	0,094 e	
Ciproconazol + azoxistrobina	1	415,30	0,144 a	1	12,454	0,082 e	
Ciproconazol + picoxistrobina	1	441,70	0,143 a	1	10,956	0,086 e	
Ciproconazol + trifloxistrobina	1	374,20	0,148 a	1	11,874	0,109 cd	
Flutriafol	1	227,00	0,140 a	1	16,213	0,140 b	
Tebuconazol	1	228,10	0,142 a	1	14,067	0,127 bc	

Colunas seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05\%$ ).

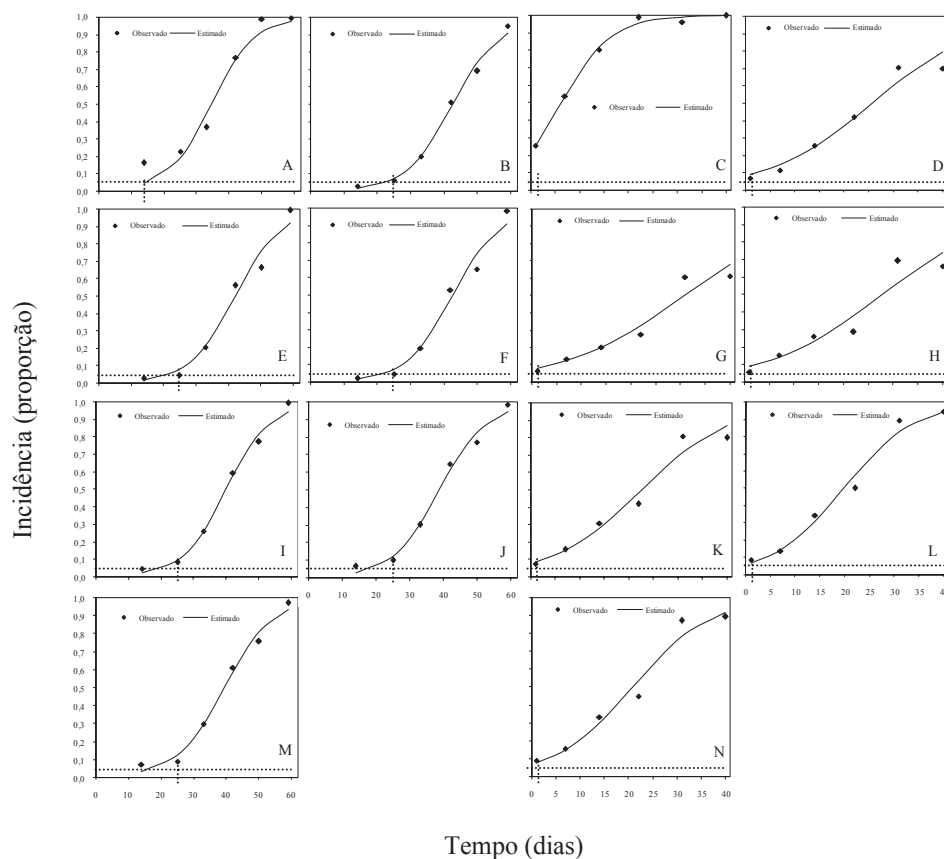


Figura 2. Período de proteção de fungicidas em aplicação preventiva em função da incidência foliar (%) da ferrugem asiática da soja em duas épocas de semeadura, (A-B-E-F-I-J-M) primeira época e (C-D-G-H-K-L-N) segunda época. Testemunha, (A e C) epoxiconazol + piraclostrobina, (B e D) ciproconazol + azoxistrobina, (E e G) ciproconazol + picoxistrobina, (F e H) ciproconazol + trifloxistrobina, (I e K) flutriafol (J e L) e tebuconazol (M e N) no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.

As curvas de progresso da incidência foliolar da FAS na primeira época de semeadura estimada pelo modelo Logístico, apresentaram incremento similar em todos os tratamentos com a aplicação de fungicidas. A mesma tendência pode ser verificada pela análise de comparação das taxas de progresso da doença ( $r$ ), variável que determina a velocidade de progresso da doença (CAMPBELL & MADDEN, 1990) onde não houve diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p < 0,05\%$ ). Esses resultados podem ser reflexo do clima desfavorável ao progresso da epidemia após a aplicação dos fungicidas.

O período de proteção dos fungicidas flutriafol (SC 62,5) (J), tebuconazol (CE 100) (M) e a mistura de ciproconazol + trifloxistrobina (CE 56,3 + 24) (I) foi de até 14 dias, mantendo a intensidade da doença abaixo do limiar de ação (LA) de 5% de incidência conforme (RECOMENDAÇÕES... 2007). Após os 14 dias, o progresso da doença nos mesmos tratamentos aumentou em intensidade. Por outro lado, as misturas de fungicidas epoxiconazol + piraclostrobina (SE 66,5 + 25) (B), ciproconazol + azoxistrobina (SC 60 + 24) (E) e ciproconazol + picoxistrobina (SC 60 + 24) (F), mantiveram a intensidade da doença abaixo do LA até 25 dias após a aplicação, período de proteção considerado para estes tratamentos.

Entretanto, os resultados da incidência foliolar da ferrugem na segunda época de semeadura, apresentaram comportamentos diferentes. Na análise de comparação de médias das taxas de progresso da doença dos tratamentos com aplicação de fungicidas e da testemunha, houve

diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p < 0,05\%$ ). Ao comparar os tratamentos, observa-se que a testemunha apresentou a maior taxa de progresso da ferrugem 0,199, seguido pelos tratamentos com o fungicida flutriafol (SC 62,5) 0,140, tebuconazol (CE 100) 0,127 e ciproconazol + trifloxistrobina (CE 56,3 + 24) 0,109 (Tabela 3). Ao contrário, a taxa de progresso da ferrugem foi menor nos tratamentos com aplicações das misturas de fungicidas epoxiconazol + piraclostrobina (SE 66,5 + 25) 0,094, ciproconazol + azoxistrobina (SC 60 + 24) 0,082 e ciproconazol + picoxistrobina (SC 60 + 24) 0,086, em menor intensidade.

Cabe ressaltar que na segunda época, a quantificação da incidência foliolar da FAS iniciada aos 20 dias após a primeira aplicação dos fungicidas. Neste caso verifica-se (C-D-G-H-K-L-N), que a incidência foliolar da FAS já havia ultrapassado o LA de 5%. Para tanto, infere-se que o período de proteção dos fungicidas na segunda época de semeadura foi semelhante ao experimento conduzido na primeira época (14 e 25 dias).

Os resultados obtidos por Godoy & Canteri, (2004) em experimento conduzido em casa-de-vegetação, após a aplicação preventiva do fungicida carbendazim, na inoculação realizada 14 dias após a aplicação a intensidade da FAS foi semelhante à testemunha. No entanto, nas plantas tratadas com alguns fungicidas pertencentes aos grupos químicos triazóis, estrobilurinas e mistura de ambos, o controle aos 14 dias após a aplicação foi superior a 60%. Em trabalho semelhante (VIERO & FORCELINI, 2008) verificaram que, o período de proteção da

mistura de fungicida epoxiconazol + piraclostrobina e do fungicida tebuconazol, foi de 14 e 21 dias, respectivamente. Nos dois experimentos conduzidos por Singer & Yorinori (2007) em casa-de-vegetação, o período de proteção das misturas de triazóis + estrobilurinas foi superior a 18 dias e alguns triazóis acima de 21 dias.

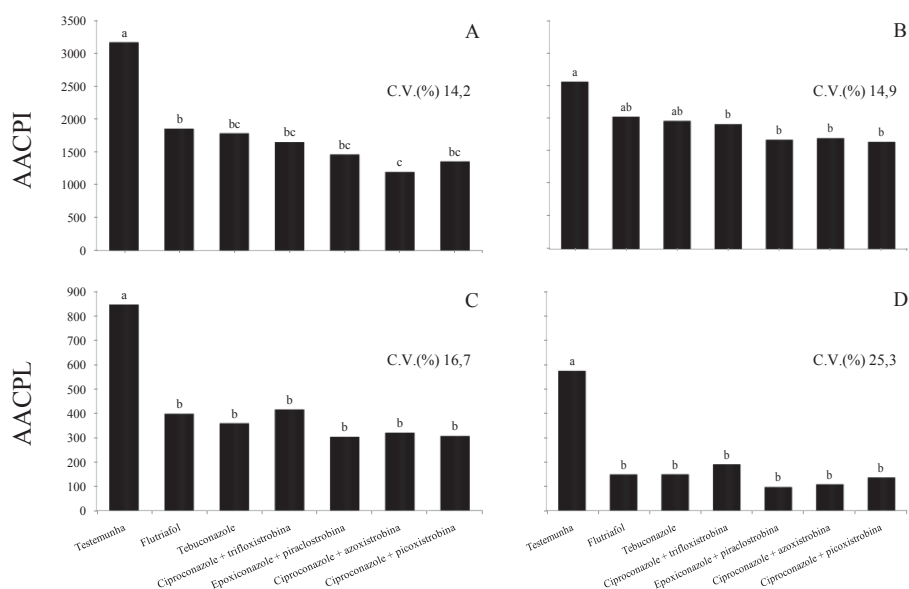


Figura 3. Efeito de fungicidas aplicados preventivamente na área abaixo da curva de progresso da incidência foliar (AACPI) e na área abaixo da curva de progresso da densidade de lesões (AACPL) em duas épocas de semeadura, (A e C) primeira época e (B e D) segunda época no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.

Colunas seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05\%$ ).

As misturas de fungicidas triazóis + estrobilurinas reduziram em maior proporção AACPI e a AACPL, embora não tenham apresentado

diferenças significativas de todos os tratamentos com aplicações de fungicidas triazóis nas duas épocas de semeadura. A redução da AACPI em relação ao tratamento testemunha nas duas épocas de semeadura foi de 20,9 e 41,5 no tratamento com aplicação do fungicida flutriafol, tebuconazol 23,4 e 43,7, ciproconazol + trifloxistrobina 25,4 e 47,9, epoxiconazol + piraclostrobina 34,7 e 53,8, ciproconazol + azoxistrobina 33,7 e 62,3 e a mistura de ciproconazol + picoxistrobina 35,9 e 57,2, respectivamente.

Conforme Godoy & Canteri, (2004) os fungicidas avaliados não apresentaram diferença significativa no controle de lesões e de urédias da FAS, determinando haver semelhanças na redução da severidade da doença após aplicação preventiva.

#### **4.1.2 Ação erradicativa de fungicidas**

Os dados da ação erradicativa dos fungicidas evidenciaram que as misturas de fungicidas apresentaram maiores diferenças em relação aos triazóis. Na primeira época de semeadura (Figura 4 A) a aplicação de fungicidas foi realizada com 43% de incidência foliar da ferrugem no estágio R3.

Os resultados demonstram que, as misturas de fungicidas triazóis + estrobilurinas foram mais eficazes no controle da ferrugem. No entanto, na segunda época os resultados não foram semelhantes, onde neste caso, os fungicidas foram aplicados com 50% de incidência foliar

da ferrugem e, as condições climáticas, principalmente, frequência e duração do molhamento folhar, podem ter contribuído para o maior progresso da epidemia. Estes resultados corroboram os obtidos por Godoy & Canteri, (2004) e Viero & Forcelini, (2008) onde demonstraram que o atraso da aplicação de fungicidas pode reduzir a eficácia de controle da doença. No mesmo contexto Vitti et al., (2004) determinaram que as aplicações erradicantes apresentaram desempenho inferior às preventivas.

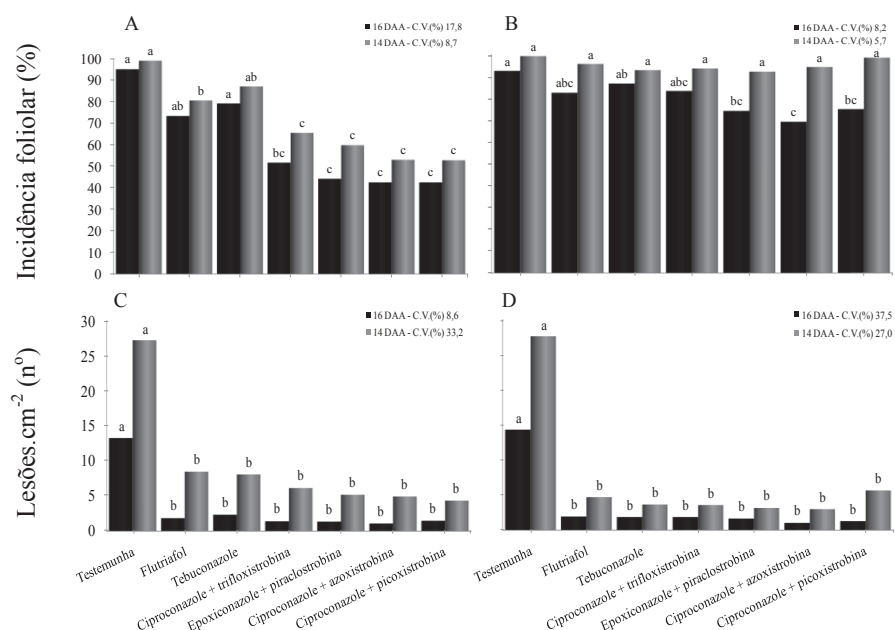


Figura 4. Efeito de fungicidas aplicados erradicativamente avaliado pela incidência foliar (%) e densidade de lesões viáveis com coloração normal ( $n^{\circ}.cm^{-2}$ ) da ferrugem asiática da soja em duas épocas de semeadura, (A e C) primeira época e (B e D) segunda época no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.

Colunas seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05\%$ ).



Outro fator relevante referente à eficácia de controle é a severidade da doença (número de lesões.cm<sup>-2</sup>) no momento da aplicação dos fungicidas. Em experimentos conduzidos em câmara climatizada (dados não apresentados) observou-se que a eficiência da ação erradicativa é maior com menor severidade da doença.

#### **4.1.3 Peso de mil grãos**

O peso de mil grãos (PMG) no tratamento testemunha variou de 84,5 e 103,2 gramas (Figura 5). Na primeira época de semeadura os resultados foram similares 103,2 no experimento com aplicação preventiva (A) e 102,4 no erradicante (B). Por outro lado, nos experimentos conduzidos na segunda época de semeadura, a testemunha (C) atingiu 102,6 e 84,5 (D).

Ao comparar o tratamento testemunha e os que receberam aplicações de fungicidas, observa-se que houve diferenças significativas ao nível de ( $p < 0,05\%$ ). Entretanto, ao fazer a análise de comparando somente os tratamentos que receberam aplicações de fungicidas percebem-se não haver diferenças, exceto o fungicida flutriafol (C).

A comparação dos quatro experimentos demonstrou que, a média do PMG nos experimentos com aplicações preventivas foi de 111,1 e 110,3 respectivamente. Por outro lado, nos experimentos com aplicações erradicativas o PMG foi de 103,5 e 104,2.

Contudo, tais resultados demonstram que, o dano no PMG foi maior no experimento conduzido com aplicação erradicante de fungicidas na segunda época de semeadura, em consequência da maior intensidade da doença ocorrida.

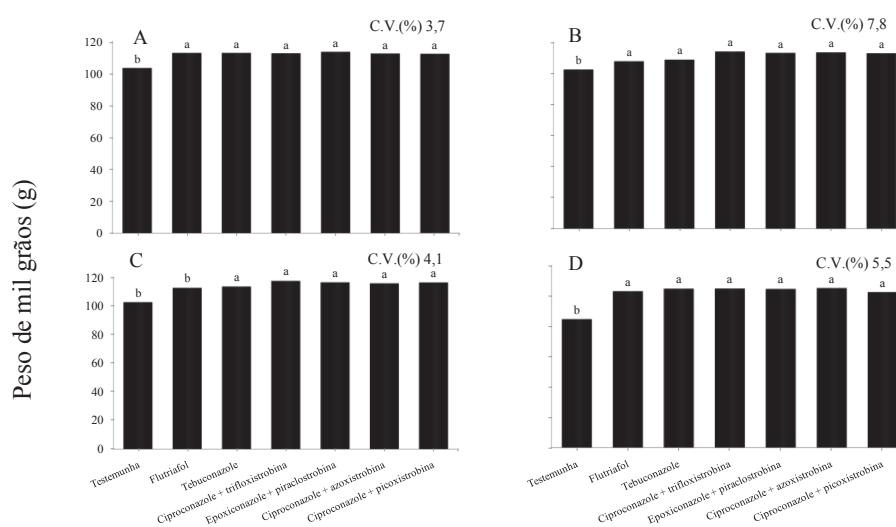


Figura 5. Efeito de aplicações preventivas (A-B) e erradicativas (C-D) de fungicidas no peso de mil grãos de soja (g) em duas épocas de semeadura, (A-C) primeira época e (B-D) segunda época no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.

Colunas seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05\%$ ).

Embora não tenham diferido significativamente, as misturas de fungicidas no geral apresentaram tendência de maior PMG, resultados que corroboram com os obtidos por Badini Neto et al., (2006) onde o maior PMG foi obtido nos tratamentos com misturas de fungicidas.

#### 4.1.4 Rendimento de grãos

A análise do rendimento grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) demonstra que houve efeito significativo da aplicação de fungicidas no rendimento de grãos de soja. Em todos os experimentos o tratamento testemunha apresentou o menor rendimento de grãos, embora que, não tenha diferido de alguns fungicidas.

O rendimento nos tratamentos testemunha foi de (A) 2.250,2 (B) 1.659,6, (C) 2.106,6 e (D) 1.691,8  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , respectivamente. Em média o rendimento de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) no tratamento com o fungicida flutriafol foi 10,9% superior a testemunha, tebuconazol 12,5%, ciproconazol + trifloxistrobina 19,9%, ciproconazol + azoxistrobina 20,7%, ciproconazol + picoxistrobina 21,9% e epoxiconazol + piraclostrobina 22,0%, respectivamente.

A superioridade das misturas de fungicidas no rendimento de grãos pode ser devido aos efeitos fisiológicos apresentados por este grupo de fungicidas. Tal efeito já foi demonstrado por Kohle et al., (2003), onde todas as estrobilurinas apresentaram efeito fisiológico, sendo que, no ingrediente ativo piraclostrobina foi cerca de 5% superior. Esses resultados podem ser a razão do maior rendimento de grãos no tratamento com o fungicida epoxiconazol + piraclostrobina em aplicação preventiva, superando as demais misturas de fungicidas quando comparados com a testemunha. Entretanto, nos experimentos com aplicação erradicante, a mistura de fungicida ciproconazol + azoxistrobina apresentou o maior

rendimento de grãos quando comparado com a testemunha, resultados que se assemelham aos obtidos em outras pesquisas (MILLES et al., 2007 e GODOY et al., 2007b).

Todavia, os resultados obtidos no experimento confirmam os resultados obtidos por Gonçalves et al., (2005) e Badini Neto et al., (2006) onde, aplicações de fungicidas triazóis resultaram em rendimento de grãos significativamente superior ao tratamento testemunha e, aplicações de misturas de fungicidas triazóis + estrobilurinas demonstraram-se superiores a todos os tratamentos.

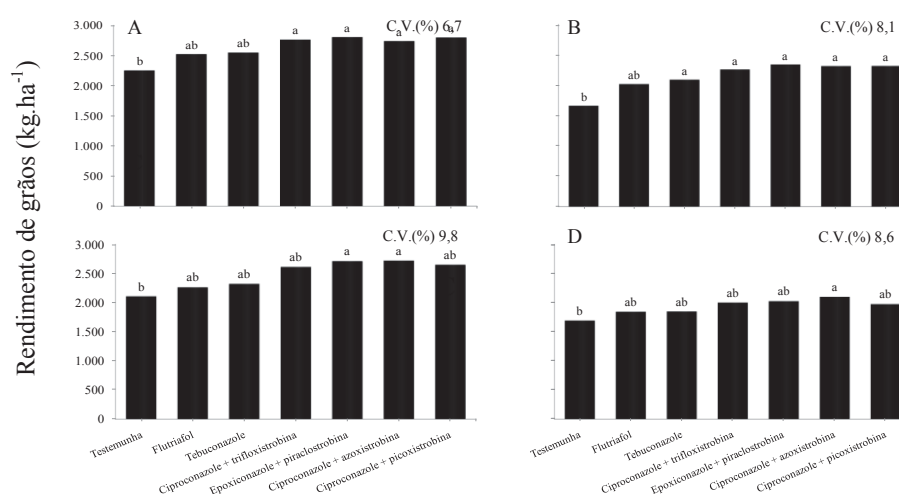


Figura 6. Efeito de aplicações preventivas (A e B) e erradicantes (C e D) de fungicidas no rendimento de grãos de soja (kg.ha<sup>-1</sup>) em duas épocas de semeadura, (A e C) primeira época e (B e D) segunda época no cultivar CD 214 RR. Universidade de Passo Fundo, 2008.

Colunas seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05\%$ ).

O rendimento de grãos nos experimentos com aplicação preventiva de fungicidas foi semelhante ao obtido nos tratamentos com aplicação erradicativa, provavelmente, pela falta de proteção dos fungicidas no final do ciclo da cultura. Neste caso, em ambos os experimentos, a primeira aplicação de fungicidas foi procedida no estágio V10 e a segunda, no estágio R3. O período de proteção dos fungicidas em aplicações preventivas foi de 14 e 25 dias. Por isso, acredita-se ser insuficiente para proteger a cultura até o final do ciclo, já que, na primeira época de semeadura e, após a segunda aplicação preventiva de fungicidas, foram necessários 61 dias para a cultura atingir o estágio de desenvolvimento R6 e, 53 dias na segunda época de semeadura, respectivamente. Entretanto, nos experimentos com aplicação erradicativa de fungicidas, o intervalo entre a segunda aplicação de fungicidas e o estágio R6 na primeira época de semeadura foi de 25 e 34 dias na segunda época. Os resultados demonstram que, quando a primeira aplicação de fungicidas for mal posicionada (estádio vegetativo) e, a doença ocorrer somente a partir do estágio reprodutivo, duas aplicações de fungicidas são insuficientes para proteger a cultura até o final do ciclo e obter o máximo rendimento de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de soja.

No mesmo contexto, Madaloso et al., (2008) verificaram que, quando a primeira aplicação foi realizada no estágio de fechamento da entre linha e, a segunda 21 dias após, os fungicidas não proporcionaram proteção suficiente até o final do ciclo da cultura. Entretanto, onde a

primeira aplicação foi realizada no estágio R3 e a segunda 21 dias após, obtiveram os melhores resultados.

Portanto, o limiar de ação (LA) de até 5% de incidência foliolar (RECOMENDAÇÕES... 2007), torna-se um critério indicador de valor ao evitar aplicações precoces desnecessárias. Nesse caso, a primeira aplicação é procedida a partir da constatação da presença de sintomas/sinais da doença em intensidade tolerável, o que possivelmente pode dispensar uma aplicação desnecessária realizada precocemente no estágio vegetativo.

## **5 CONCLUSÕES**

O período de proteção difere entre os fungicidas.

A ação erradicativa é função do tempo pós-aplicação e do fungicida.

A pulverização feita no estágio vegetativo não protege a cultura até ao final do ciclo.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A.; GODOY, C. V.; COSTAMILAN, L. M & MAYER, M. C. Doenças da soja. In: Manual de Fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres. 4ª ed. cap.64, 2005. p.569-588.

AGRIOS, G.N. Plant pathology. 4th ed. San Diego: Academic Press, 1997. 635 p.

ALVES, S.A.M.; FURTADO, G.Q.; BERGAMIN FILHO, A. Influência das condições climáticas sobre a ferrugem da soja. In: ZAMBOLIM, L. Ferrugem asiática da soja. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2006. cap. 3. p.37-56.

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

ALVES, T. C.; JULIATTI, F. C & LUCAS, B. V. Efeito erradicante de fungicidas triazóis no controle da ferrugem da soja. Fitopatologia Brasileira 31: 336. 2006. Suplemento.

AZEVEDO, L.A.S.; JULIATTI, F.C.; BARRETO, M.. Resistência de Genótipos de Soja à *Phakopsora pachyrhizi*. Summa phytopathologica, v.33, n.3, p.252-257, 2007.

AZEVEDO, L. A. S. Fungicidas sistêmicos: teoria e prática. 1. ed. Campinas:EMOPI, 2007. 290 p.

BADINI NETO, M.A.; SILVA, L.H.C.P.; CAMPOS, H.D & SILVA, J.R.C. Efeito erradicante de fungicidas no controle da ferrugem asiática. *Fitopatologia Brasileira* 31. 2006. Suplemento.

BALARDIN, R.S. Doenças de final de ciclo e ferrugem. In: REIS, E.M. *Doenças na cultura da Soja*. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. p. 97-105.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação Agrícola. 4ª ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.

BERGAMIN FILHO, A & AMORIM, L. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1996. 289 p.

\_\_\_\_\_. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. 3.ed. São Paulo: Ceres, 1995. v.1, p.602-626.

\_\_\_\_\_. Doenças com período de incubação variável em função da fenologia do hospedeiro. *Fitopatologia Brasileira* 27:561-565. 2002.

BERGAMIN FILHO, A. Epidemiologia comparativa: ferrugem da soja e outras doenças. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Ferrugem Asiática da Soja*. Viçosa: UFV, DFP, 2006. p. 15-35.

BONDE, M.R.; BERNER, D.K.; NESTER, S.E.; FREDERICK, R.D. Effects of temperature on urediniospore germination, germ tube growth, and initiation of infection in soybean by *Phakopsora* isolates. *Phytopatology*, v.97, no.8, p.997-1003. 2007.

BONATO, E.R. Estresses em soja. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 254p.

BROMFIELD, K. R & HARTWIG, E. E. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. *Crop Science*, n. 20, p. 254-255, 1980.



BROMFIELD, K. R.; MELCHING, J. S & KINGSOLVER, C. H. Virulence and aggressiveness of *Phakopsora pachyrhizi* isolates causing soybean rust, *Phytopathology*, St Paul, v.70, p.17-21, 1980.

BROMFIELD, K. R. Soybean rust. Monograph no. 11. American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, 63 p. 1984.

CALDWELL, P. Soybean rust – An important new disease on soybeans. [http://www.saspp.org/archived\\_articles/Pat](http://www.saspp.org/archived_articles/Pat). Capturado em 12 de janeiro de 2009.

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L V. Introduction to Plant Disease Epidemiology. New York. John Wiley & Sons. 1990.

CARDOSO, C.A.A. Desenvolvimento de um sistema e aviso para a brusone do trigo causada por *Pyricularia grisea*. Dissertação, (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

CASA, R.T.; REIS, E.M. Doenças relacionadas à germinação, emergência e estabelecimento de plântulas de soja em semeadura direta. In: REIS, E.M. *Doenças na cultura da soja*. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. p. 21-31.

CAMARGO, L.E.A & BERGAMIN FILHO, A. Controle genético. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. 3.ed. São Paulo: Ceres, 1995. cap. 37, p.729-760.

CARNEIRO, L. C.; ALVES, S. A. M.; FURTADO, G. Q.; GODOY, C. V.; COSTA, T. N & AMORIM, L. Avaliação da resistência de genótipos de soja à *Phakopsora pachyrhizi*. *Fitopatologia brasileira*, Brasília, n. 31, p. 259, 2004. (Suplemento).

CARVALHO JUNIOR, A. A. & FIGUEIREDO, M. B. A verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil. *Summa Phytopathologica*. Botucatu, v. 26, p. 197-200, 2000.

CARVALHO, L.P., CARVALHO, J.M.F.C., LIMA, E.F. & CAVALCANTE, F.B. Influência da concentração de esporos da patogenicidade de *Colletotrichum gossypii* South var. *cephalosporioides* A.S. Costa e avaliação da resistência de cultivares e linhagens de algodoeiro herbáceo à ramulose. *Fitopatologia Brasileira* 6:395-402. 1981.

CINTRA DE JESUS, W., POZZA, E.E., DO VALE, F.X.R., AGUILERA, G.M. Análise temporal de epidemias. In.: DO VALE, F.X.R. *Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas*. Belo Horizonte: Editora Perffil, 2004. 531p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Lavouras. Capturado em 23 de junho de 2008. Disponível on line: <http://www.conab.gov.br>.

COSTAMILAN, L.M. Estresses ocasionados por doenças e por nematóides. In: BONATO, E.R. *Estresses em soja*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p.145-200.

COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P. F. & YORINORI, J. T. Perda de rendimento de grãos de soja causada pela ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). *Fitopatologia Brasileira* 27: 100. 2002. (Suplemento).

DALLA PRIA, M., LILIAN AMORIM & BERGAMIN FILHO, A. Quantificação de componentes monocíclicos da mancha angular do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira* 28:394-400. 2003.

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

DESLANDES, J.A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causadas por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. *Fitopatologia Brasileira*. Belo Horizonte, n.4, p. 337-339. 1979.

DOURADO NETO, D.; APARECIDO, J.G.; THOMAS, M.N.; BONNECARRÈRE, R.A.G.; MANFRON, P.A.; VIEIRA JÚNIOR, P.A. Controle químico da ferrugem asiática na cultura da soja em condições de campo. *Revista da FZVA. Uruguaiana*, v.14, n.1, p. 69-80. 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Capturado em 18 de outubro de 2008. Disponível on line: [www.cnpt.embrapa.br/noticias/2008/not0853.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/noticias/2008/not0853.htm).

FERNANDES, C.D., DEL PELOSO, M.C., MAFFIA, L.A., DO VALLE, F.X.R. & ZAMBOLIM, L. Influência da concentração de inóculo de *Cercospora coffeicola* e do período de molhamento foliar na intensidade da cercosporiose do cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 16:39-43. 1991.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. *FAO Statistical Yearbook*. Disponível on line: <http://faostat.fao.org/default.aspx>. Acesso em: 17 de outubro de 2008.

FUNDAÇÃO MT. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso. Capturado em 25 de fevereiro de 2009. Disponível on line: <http://www.fundacaomt.com.br>.

GASSEN, F.; BORGES, L.D. Importância econômica da soja. In: REIS, E.M. *Doenças na cultura da Soja*. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. 178p.

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. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2006/07. Resultados sumarizados dos ensaios em rede. Londrina: Embrapa Soja. Circular Técnica, n.42. 2007.

GODOY, C.V.; DEL PONTE, E.M.; CANTERI, M. Epidemiologia da ferrugem da soja. In.: II Workshop de Epidemiologia. Campos do Jordão. 2007. p.77-81. (Resumos).

\_\_\_\_\_. Epidemiologia da ferrugem da soja. II Workshop de epidemiologia de doenças de plantas. USP-Esalq, P. 77-81, 2007.

GONÇALVES, W.G.; NASCIMENTO, K.J.T.; CAMPOS, H.D.; SILVA, L.H.C & SILVA, J.R. Efeito curativo de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. Fitopatologia Brasileira. v.30, 2005.

HARTWIG, E.E. Identification of a fourth major genes conferring to rust in soybeans. Crop Science, Madinson, v.26, p.1135-1136, 1986.

HARTMAN, G.L.; WANG, T.C. & TSCHANZ, A.T. Soybean rust development and the qualitative relationship between rust severity and soybean yield. Plant disease 75:596-600. 1991.

HENNING, A.A & GODOY, C.V. Situação da ferrugem da soja no Brasil e no mundo. In.: ZAMBOLIM, L. Manejo integrado da ferrugem asiática da soja. Viçosa: UFV, DFP, 2006. 140p.

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

ISARD, S.A., DUFAULT, N.S., MILES, M.R., HARTMAN, G.L., RUSSO, J.M., DE WOLF, E.D., MOREL, W. The effect of solar irradiance on the mortality of *Phakopsora pachyrhizi* urediniospores. Plant Disease 90:941-945, 2006.

KIMATI, H & BERGAMIN FILHO. Princípios gerais de controle. In.: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H & AMORIM, L. Manual de fitopatologia. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1995. p. 692-709.

KIMATI, H. Controle químico. In.:\_\_\_\_\_Manual de fitopatologia. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1995. p. 692-709.

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

KOHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T., STIERL, R.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K & HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. p. 61-74 In: Fungicides and Antifungal Compounds, v.3. 2002.

MADALOSSO, M.G. Espaçamento entre linhas e pontas de pulverização no controle de *Phakopsora pachyrhizi*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. 2007. 83p.

MADALOSSO, M.G.; HOFFMANN, L.L.; NOLASCO, L.A.; BARBOSA, V.P.M & BALARDIN, R.S. Resposta de cultivares de soja a diferentes programas de controle químico de *Phakopsora pachyrhizi*. Tropical Plant Pathology. Brasília, Vol. 33. 2008. Suplemento.

McLEAN, R.J.; BYTH, D.E. Inheritance of resistance to rust *Phakopsora pachyrhizi* in soybeans. Australian Journal of Agricultural Research, Victoria, v. 31, p. 951-956, 1980.

MARCHETTI, M. A.; UECKER, F.A. & BROMFIELD, K. R. Uredial development of *Phakopsora pachyrhizi* in soybeans. Phytopathology 65:822-823. 1975.

MARCHETTI, M. A.; MELCHING, J. S & BROMFIELD, K. R. The effects of temperature and dew period on germination and infection by

uredo spores of *Phakopsora pachyrhizi*. *Phytopathology* 66:461-463. 1976.

MELCHING, J.S.; BROMFIELD, K.R.; & KINGSOLVER, C.H. Infection, colonization and uredospore production on Wayne soybean by four cultures of *Phakopsora pachyrhizi*. *Phytopathology* 69:1262-1265. 1979.

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

MILES, M.R.; LEVY, C.; MOREL, W.; MUELLER, T.; STEINLAGE, T.; RIJ, N.; FREDERICK, R.D.; HARTMAM, G.L. International fungicide efficacy trials for the management of soybean rust. *Plant Disease*. v91: 1450-1458, 2007.

MOREL, W. Roya de la soja. Comunicado técnico – Reporte oficial. Serie Fitopatológica n°1 – Junho de 2001. Ministerio de Agricultura y Ganaderia. Subsecretaria de Agricultura. Dirección de Investigación Agrícola. Centro de Investigación Agrícola (CRIA) Capitán Miranda, Itapúa, Paraguay.

MUNDSTOK, C.M.; THOMAS, A.L. Soja: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Evangraf, 2005. 31 p.

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

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.* 30:883-893. 1979.

ONO, H. J.; BURITICA, P.; & HENNEN, J. F. Delimitation of Phakopsora, Physopella and Cerotelium and their species on Leguminosae. *Mycological Research* 96:825-850. 1992.

PIVONIA, S & YANG, X.B. Relating epidemic progress from a general disease model to seasonal appearance time of rusts in the United States: implications for soybean rust. *Phytopathology* 96:400-407, 2006.

RECOMENDAÇÕES. Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, 35, 2007, Santa Maria, RS. Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2007/2008. Santa Maria: Orium, 2007. 168 p.

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* 27:198-199 2002. (Suplemento).

REIS, E. M.; CARDOSO, C. A.; SCHEER, O. Ferrugem da soja: Etiologia e características morfológicas do hospedeiro relacionadas com o processo infeccioso. In: Reis, E. M. (Ed.) *Doenças na cultura da soja. Serie Técnica*. Passo Fundo, Aldeia Norte Editora. P. 71-76. 2004a.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BRESOLIN, A.C.R. *Manual de diagnose e controle de doenças do milho*. 2.ed. Lages: Graphel, 2004b. 144p.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R & CARMONA, M. *Doenças da soja I: Ferrugem asiática*. Passo Fundo Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006a. 48p.

REIS, E. M.; ZANATTA, M.; BOGORNÍ, R.; REMOR, L & BARUFFI, D. A. Curva de progresso da ferrugem da soja em Passo Fundo/RS. *Fitopatologia brasileira* 31:139, 2006b. (Suplemento).

REIS, E.M & CASA, R.T. *Doenças dos cereais de inverno: diagnose, epidemiologia e controle de doenças de cereais de inverno*. 2.ed. rev. atual. Lages: Graphel, 2007. 176p.

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 & RICHTER, R. Efeito de substratos sobre a germinação de uredosporos e comprimento de tubos germinativos de *Puccinia triticina*. Fitopatologia Brasileira, v. 32, n. 1, p. 75-78, 2007.

RITCHIE, S.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E., 1982. How a Soybean Plant Develops. Ames, Iowa State University of Science and Technology, Coop. Ext. Serv. 20p. (Special Report, 53) - Adaptado por José Tadashi Yorinori, 1996, Embrapa Soja, Londrina.

SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. *Compendium of soybean diseases*. 3.ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1989. 106 p.

SINGER, A. C.; YORINORI, J. T. Eficácia do prothioconazole (Proline 250 EC) em comparação com outros fungicidas recomendados no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). Fitopatologia Brasileira, v.32, p. 326, 2007. Suplemento.

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

SUTTON, J. C. Predictive value of weather variables in the epidemiology and management of foliar diseases. Fitopatologia Brasileira 13:305-312. 1988.

TOLEDO, J., REIS, E.M. & FORCELINI, C.A. Efeito do substrato na morfologia de conídios de *Bipolaris sorokiniana* e da densidade de inóculo na intensidade da mancha marrom em cevada. Fitopatologia Brasileira 29:005-010. 2004.

TELES NETO, F. Transmissão e controle de *Fusarium graminearum* em sementes e danos causados pela giberela em trigo. Dissertação, (Mestrado



em Agronomia/Fitopatologia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2004.

THEISEN, G.; RUEDELL, J. Tecnologia de aplicação de herbicidas: teoria e prática. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. 90p.

UGALDE, M. G. Controle da ferrugem asiática (*Phakopsorapachyrhizi* Sidow) na cultura da soja. 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

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).

VIERO, V.C & FORCELINI, C.A. Epidemiologia comparativa entre a ferrugem asiática da soja e a ferrugem da folha do trigo. Dissertação, (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2008.

VIECILLI, P. Q<sub>0</sub>I (Strobilurin) Fungicides: Benefits and Risks. The Plant Health Instructor. Updated, 2007.

VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Absorção e translocação de defensivos agrícolas. In: BORGES, L. D. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2006. p.57-70.

VIDAL, R. Absorção e translocação e metabolização de herbicidas. Porto Alegre. 2002. 89p.

VITTI, J.A.; PAIVA, S.B.; CASTRO, R.M.; VEIGA, J.S & GARCIA, L. Efeito residual e curativo de fungicidas para o controle da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). *Fitopatologia Brasileira* v29. 2004. (Suplemento).

YORINORI, J. T. Doenças fúngicas e anomalias da soja. Londrina: CNPS/Embrapa. 2000. 61 p.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M & FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M. & BERTAGNOLLI, P. F. Epidemia da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, em 2001 e 2002. Fitopatologia Brasileira v27. 2002a. (Suplemento).

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D. & FERNANDEZ, P.F.T. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. II Congresso Brasileiro de Soja, Foz do Iguaçu, PR., 2002b. p.94. (Suplemento).

YORINORI, J.T., GODOY, C. V., PAIVA, W. M., FREDERICK, R.D., COSTAMILAN, L. N., BERTAGNOLI, P. F. & NUNES, J. R. J. Evolução da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil, de 2001 a 2003. Fitopatologia brasileira 2003. (Suplemento).

\_\_\_\_\_. Ferrugem da soja: ocorrência no Brasil e estratégias de manejo. In: REIS, E. M. (Ed.). Doenças na cultura da soja. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. p. 77-84.

YORINORI, J.T. Controle da ferrugem asiática da soja na safra 2006/07. In: Documentos. Embrapa Soja 2006.

YORINORI, J.T & YUYAMA. M.M. Doenças da soja. In.: Boletim de Pesquisa de Soja 2008. p 98-122.

ZAMBOLIM, L., VALE, F.X.R., COSTA, H & FULIATTI, F.C. Manejo integrado – Medidas de controle. In.: Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Belo Horizonte. Ed. Perfil, 2004. cap. 12, p. 511.

ZAMBOLIM, L. Ferrugem asiática da soja. In.: ZAMBOLIM, L. Manejo integrado da ferrugem asiática da soja. Viçosa: UFV, DFP, 2006. 140p.

ZANATTA, T.; REIS, E. M.; ZANATTA, M.; CARDOSO, C.A.A.; BARUFFI, D.; BOGORNI, R & REMOR, L. Relação entre a quantidade de polioxietilensorbinato (Tween 20), densidade de inóculo de *Bipolaris sorokiniana* e o número de lesões.cm<sup>-2</sup> e a severidade da mancha marrom em trigo. Fitopatologia Brasileira, v.32, p.167. 2007. Suplemento.

## ANEXOS



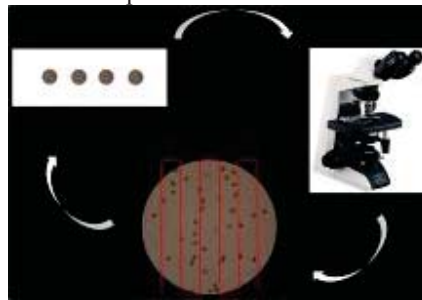
Anexo 1. Cultivo das plantas em câmara climatizada.



Anexo 2. Estádio de inoculação das plantas.



Anexo 3. Metodologia de preparo da suspensão do inóculo.



Anexo 4. Metodologia de quantificação da suspensão de inóculo.



Anexo 5. Detalhe da inoculação das plantas.



Anexo 6. Detalhe da cobertura foliolar.



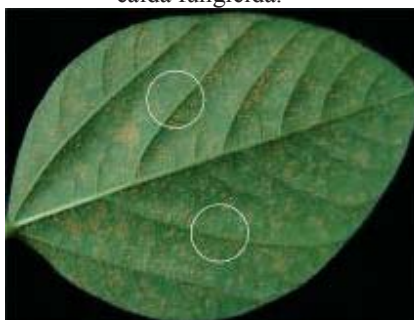
Anexo 7. Metodologia de incubação das plantas.



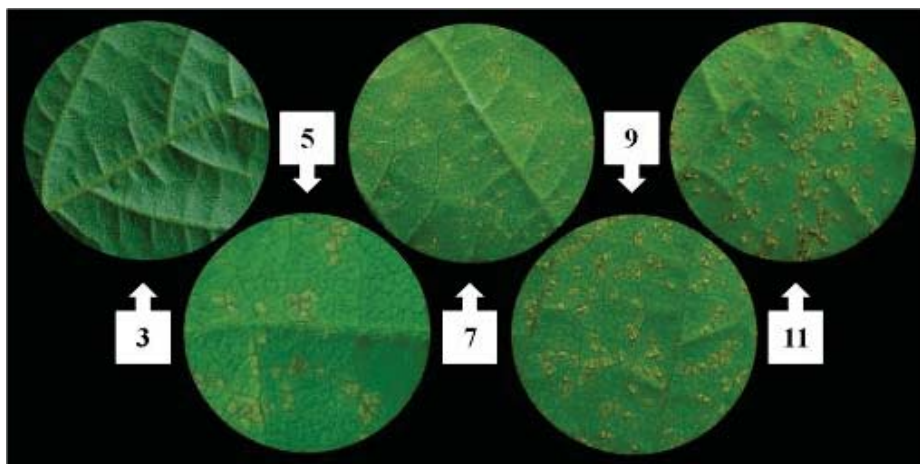
Anexo 8. Detalhe da cobertura foliar completa após a aplicação da calda fungicida.



Anexo 9. Demarcação da área para a quantificação da intensidade da doença em aplicações curativas.



Anexo 10. Demarcação da área para quantificação da intensidade da doença em aplicações erradicantes.



Anexo 11. Desenvolvimento da ferrugem asiática da soja em plantas mantidas em câmara climatizada (3, 5, 7, 9 e 11) dias após a inoculação.

6 metros

Linha 1

Linha 2

Linha 3

Linha 4

Linha 5

Linha 6

Linha 7

0,45  
m

Anexo 12. Ilustração da parcela no campo. Universidade de Passo Fundo/RS, safra 2007/08.

- \* Linhas 1 e 7: Borda;
- \* Linha 2 e 6: Coleta das plantas;
- \* Linhas 3, 4 e 5: Colheita.



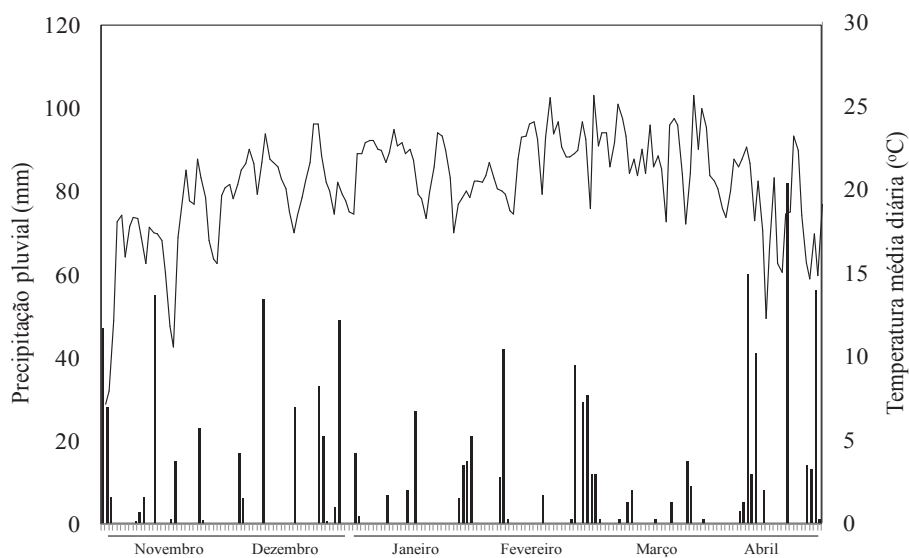
Anexo 13. Metodologia de coleta dos folíolos de plantas de soja nos experimentos conduzidos no campo.

Anexo 14. Estádios de desenvolvimento da cultura da soja. Universidade de Passo Fundo, 2007/08

Estádio	Descrição
<u>I. Fase vegetativa</u>	
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 com trifólio aberto, antes da floração
<u>II. Fase reprodutiva (observação na haste principal)</u>	
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 no terço superior com 2-4 cm, sem grãos perceptíveis.

- 
- R5.1 Grãos perceptíveis ao tato a 10% da granação.
  - R5.2 Maioria das vagens com granação de 10%-25%.
  - R5.3 Maioria das vagens entre 25% e 50% de granação.
  - R5.4 Maioria das vagens entre 50% e 75% de granação.
  - R5.5 Maioria das vagens entre 75% e 100% de granação.
  - R6 Vagens com granação de 100% e folhas verdes.
  - R7.1 Início a 50% de amarelecimento de 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 à pré-colheita.
  - R9 Ponto de maturação de colheita.
- 

Fonte: Ritchie et al. How a soybean plant develops. Iowa State Univ. of Science and Technol. Coop. Ext. Serv. Special Report, 53, 1982. 20 p. (adaptado por J. T. Yorinori, 1996).



Anexo 15- Precipitação pluviométrica (mm) (colunas) e temperatura média (°C) do ar (linha), entre 01/11/2007 a 30/04/2008 em Passo Fundo/RS. Modificado de [www.cnpt.embrapa/agromet/](http://www.cnpt.embrapa/agromet/).