

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA  
(*Phakopsora pachyrhizi* Sidow)  
NA CULTURA DA SOJA**

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Mauro Giuliani Ugalde**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2005**

**CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA  
(*Phakopsora pachyrhizi* Sidow)  
NA CULTURA DA SOJA**

---

elaborada por

**Mauro Giuliani Ugalde**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**.

**PPGA**

Santa Maria, RS, Brasil  
2005

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Curso de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**CONTOLE DE FERRUGEM ASIÁTICA  
(*Phakopsora pachyrhizi* Sidow)  
NA CULTURA DA SOJA**

---

por  
**MAURO GIULIANI UGALDE**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
Mestre em Agronomia

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Ricardo Silveiro Balardin, PhD (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Antônio Carlos Ferreira da Silva, Dr. (UFSM)**

---

**Luis Aquiles Martins Medeiros, Dr. (EAFRS)**

Santa Maria, abril de 2005.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Santa Maria, em especial ao Departamento de Defesa Fitossanitária, pela valiosa oportunidade de realização da presente dissertação.

À CAPES pelo auxílio financeiro concedido à realização deste trabalho.

Ao Professor Ricardo Silveiro Balardin, pela orientação, ensinamentos e amizade prestados no decorrer dos cursos de graduação e pós-graduação.

Ao amigo e orientador de estágio, Eng. Agr. Sérgio de Assis Libreloto Rubin, Diretor da FEPAGRO – Campo de Produção de Sementes – Júlio de Castilhos, pelo importante incentivo durante este período.

Aos funcionários da Chácara dos Coqueiros, Isaac, Karina, Eduardo e Luciano, pelo apoio.

Aos colegas Evandro, Leandro, Thiago e Leopoldo, pelo apoio e dedicação na condução do trabalho.

Aos colegas Alisson G., Anderson, Carlos, Clarice, Canroberk, Dimas, Igor e Rosana pelo apoio e amizade.

A minha esposa Mariane Lobo Ugalde pela ajuda, companheirismo e incentivos dispensados.

A minha família, pelo constante incentivo, amor e ensinamentos recebidos.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FOTOS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo geral.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Ferrugem Asiática <i>Phakopsora pachyrhizi</i> SIDOW.....	4
2.1.1 Histórico.....	4
2.1.2 Distribuição geográfica.....	5
2.1.3 Sintomatologia.....	5
2.1.4 Morfologia.....	6
2.1.5 Epidemiologia.....	7
2.1.6 Perdas.....	8
2.2 Resistência genética a <i>Phakopsora pachyrhizi</i> .....	9
2.3 Controle químico de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> .....	10
<b>3 Capítulo 1. METODOLOGIA PARA MANUSEIO DE <i>Phakopsora pachyrhizi</i> Sidow EM AMBIENTE PARCIALMENTE CONTROLADO.....</b>	<b>12</b>
Resumo.....	12
Abstract.....	13
3.1 Introdução.....	14
3.2 Material e Métodos.....	15
3.2.1 Localização e controle parcial das condições ambientais.....	15
3.2.2 Local de cultivo e nutrição das plantas de soja.....	16
3.3 Inoculação artificial de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> .....	17
3.3.1 Coleta de uredíniosporos.....	17
3.3.2 Purificação dos uredíniosporos.....	17
3.3.3 Preparo e calibração da suspensão de uredíniosporos.....	18

3.3.4 Inoculação da suspensão de uredionosporos.....	19
3.3.4.1 Aerógrafo.....	19
3.3.5 Horário para inoculação.....	20
3.3.6 Estádio fenológico de inoculação artificial.....	20
3.3.7 Período e condições de incubação.....	20
3.3.8 Manifestação dos sintomas.....	21
3.4 Resultados e Discussão.....	21
3.5 Conclusões.....	23
3.6 Bibliografia citada.....	23
<b>4 Capítulo 2. Susceptibilidade de Cultivares de Soja a <i>Phakopsora pachyrhizi</i> Sidow.....</b>	<b>25</b>
Resumo.....	25
Abstract.....	26
4.1 Introdução.....	27
4.2 Material e Métodos.....	28
4.3 Resultados e Discussão.....	29
4.4 Conclusões.....	30
4.5 Bibliografia Citada.....	32
<b>5 Capítulo 3. Controle preventivo e curativo de ferrugem asiática <i>Phakopsora pachyrhizi</i> Sidow.....</b>	<b>33</b>
Resumo.....	33
Abstract.....	34
5.1 Introdução.....	35
5.2 Material e Métodos.....	35
5.2.1 Local de cultivo, cultivares empregadas e nutrição das plantas de soja.....	35
5.2.2 Estádio fenológico de inoculação artificial.....	36
5.2.3 Equipamento de pulverização.....	36
5.2.4 Tratamentos.....	36
5.2.5 Avaliações.....	38
5.2.5.1 Controle curativo.....	39
5.2.5.2 Controle preventivo.....	39
5.3 Resultados e Discussão.....	39
5.3.1 Controle curativo.....	44
5.3.2 Controle preventivo.....	49
5.4 Conclusões.....	54

5.5 Bibliografia citada.....	54
<b>6 Capítulo 4. Avaliação de volumes de calda e cobertura foliar de fungicidas com e sem adição de adjuvantes, pulverizados em plantas de soja no controle de ferrugem asiática <i>Phakopsora pachyrhizi</i> Sidow em casa de vegetação no município de Itaára, RS.....</b>	<b>55</b>
Resumo.....	55
Abstract.....	56
6.1 Introdução.....	57
6.2 Material e Métodos.....	58
6.2.1 Local de cultivo, cultivar empregada e nutrição das plantas de soja.....	58
6.2.2 Estádio fenológico de inoculação artificial.....	58
6.2.3 Tratamentos.....	58
6.2.4 Avaliações.....	59
6.3 Resultados e Discussão.....	59
6.3.1 Cobertura foliar.....	59
6.3.2 Número de gotas por cm <sup>2</sup> de área foliar.....	60
6.3.3 Volume de calda.....	61
6.3.4 Adjuvantes.....	61
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>62</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>66</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Lista de fungicidas indicados na safra 2002, comercialmente para controle da ferrugem asiática da soja.....	10
<b>Tabela 2</b> - Lista de fungicidas indicados na safra 2004/05, comercialmente para controle da ferrugem asiática da soja.....	10
<b>Capítulo 2</b>	
<b>Tabela 1</b> - Cultivares de soja utilizada na averiguação da resistência parcial ao fungo <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , inoculadas no estádio de folha unifoliada (V <sub>1</sub> ), Santa Maria 2005.....	29
<b>Tabela 2</b> - Ranking das cultivares, conforme o número parcial e total de pústulas de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , a partir do primeiro sintoma, Santa Maria 2005.....	31
<b>Capítulo 3</b>	
<b>Tabela 1</b> - Tratamentos do protocolo de aplicações curativas, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	36
<b>Tabela 2</b> - Tratamentos do protocolo de aplicações preventivas, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	37
<b>Tabela 3</b> - Datas de aplicação de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, Pyraclostrobina e Epoxiconazol, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , período residual efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, Pyraclostrobina e Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	42
<b>Tabela 4</b> - Datas de aplicação de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, Pyraclostrobina e Epoxiconazol, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , período residual efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, Pyraclostrobina e Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	43
<b>Tabela 5</b> - Datas de aplicação de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , período residual efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	44
<b>Tabela 6</b> - Datas de aplicação de Pyraclostrobina, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , período residual efetivo de Pyraclostrobina em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria, 2005.....	46



<b>Tabela 7</b> - Datas de aplicação de Pyraclostrobina, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , período residual efetivo de Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria, 2005.....	47
<b>Tabela 8</b> - Datas de aplicação de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , período residual efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	49
<b>Tabela 9</b> - Datas de aplicação de Epoxiconazol, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , período residual efetivo de Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria. 2005.....	51
<b>Tabela 10</b> - Datas de aplicação de Pyraclostrobina, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , período residual efetivo de Pyraclostrobina em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005...	52
<b>Capítulo 4</b>	
<b>Tabela 1</b> - Tratamentos realizados na cultivar Fepagro RS-10 em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	59
<b>Tabela 2</b> - Datas de aplicação de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, com e sem adição de adjuvantes, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , período residual absoluto e efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, com e sem adição de adjuvantes, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	60

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fases da patogênese de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , e os momentos de controle preventivo e curativo.....	11
<b>Capítulo 3</b>	
<b>Figura 1.</b> Período residual efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	44
<b>Figura 2.</b> Período residual absoluto de Pyraclostrobina + Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	45
<b>Figura 3.</b> Período residual efetivo de Pyraclostrobina em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	45
<b>Figura 4.</b> Período residual absoluto de Pyraclostrobina em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	46
<b>Figura 5.</b> Período residual efetivo de Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	47
<b>Figura 6.</b> Período residual absoluto de Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	48
<b>Figura 7.</b> Período residual efetivo do controle curativo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, Epoxiconazol e Pyraclostrobina, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	48
<b>Figura 8.</b> Período residual efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	49
<b>Figura 9.</b> Período residual absoluto de Pyraclostrobina + Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	50
<b>Figura 10.</b> Período residual efetivo de Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	50
<b>Figura 11.</b> Período residual absoluto de Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	51
<b>Figura 12.</b> Período residual efetivo de Pyraclostrobina em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	52
<b>Figura 13.</b> Período residual absoluto de Pyraclostrobina em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	53
<b>Figura 14.</b> Período residual efetivo do controle preventivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, Epoxiconazol e Pyraclostrobina, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	53
<b>Capítulo 4</b>	
<b>Figura 1.</b> Papéis hidro-sensíveis utilizados na calibração dos tratamentos, respectivamente em cada tratamento, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.....	61

## LISTA DE FOTOS

### Capítulo 1

<b>Foto 1.</b> Sistema de refrigeração presente na casa de vegetação.....	16
<b>Foto 2.</b> Plantas de soja conduzidas em vasos plásticos.....	16
<b>Fotos 3 e 4.</b> Coleta de uredíniosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> .....	17
<b>Foto 5.</b> Etapas do preparo da suspensão de uredíniosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> .....	18
<b>Foto 6.</b> Tubo germinativo formado após 2 horas de contato com água.....	19
<b>Foto 7.</b> Microcanhão pulverizador propelido a CO <sub>2</sub> utilizado para as inoculações.....	20
<b>Foto 8.</b> Inoculação das folhas de soja.....	20
<b>Fotos 9 e 10.</b> Sintomas observados de lesão RB e TAN respectivamente.....	21

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Solução nutritiva de HOAGLAND E ARNON	66
---	----

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) NA CULTURA DA SOJA**

AUTOR: MAURO GIULIANI UGALDE  
ORIENTADOR: RICARDO SILVEIRO BALARDIN  
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 29 de abril de 2005.

A ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow), recentemente constatada no Brasil, tem causado decréscimos significativos de produtividade, gerando grande demanda de informações a respeito, no intuito de se avaliar formas de controle. O presente trabalho teve como objetivo inicial o estudo de *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da ferrugem asiática em ambiente parcialmente controlado. Adicionalmente foram conduzidos experimentos para avaliar a reação de 15 cultivares de soja à ferrugem asiática, determinar a eficiência de programas de controle preventivo e curativo incluindo os fungicidas Pyraclostrobina e Epoxiconazol, utilizados em mistura ou em separado, e a influência do número de gotas por cm<sup>2</sup> de área foliar, volume de calda e utilização de adjuvantes na eficiência de Pyraclostrobina + Epoxiconazol no controle de ferrugem em soja. Os resultados obtidos demonstraram a existência de cultivares com mecanismos variados de resistência parcial, demonstrando aumento de suscetibilidade com a aproximação da fase reprodutiva. Foi observado efeito protetor em aplicações preventivas e curativas da mistura Pyraclostrobina + Epoxiconazol na ordem de 42 e 36 dias, respectivamente. Em adição, o número de gotas e o volume de calda, influenciaram significativamente a eficácia da mistura Pyraclostrobina + Epoxiconazol, sendo que a adição de adjuvantes não resultou em aumento de eficácia aos fungicidas.

## **ABSTRACT**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **CONTROL OF ASIAN RUST (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) IN THE CULTURE OF THE SOYBEAN**

AUTHOR: MAURO GIULIANI UGALDE

GUIDING: RICARDO SILVEIRO BALARDIN

Place of the Defense: Santa Maria, April 17, 2005.

The Asian Soybean Rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow), was recently found in Brazil. The disease has caused serious yield reduction. The lack of knowledge about many aspects of this disease, experiments were run out in order to get control strategies. The initial research goal included the lab and greenhouse work with *Phakopsora pachyrhizi*, under controlled conditions. In addition, it was evaluated the reaction of soybean cultivars to *Phakopsora pachyrhizi*, the efficacy of chemical control under preventative and curative applications of Pyraclostrobina and Epoxiconazol, and the effect of canopy coverage, gallonage (L/ha) and the utilization of adjuvants on fungicides efficacy. It was observed partial resistance of soybean cultivars. Also, an increase of susceptibility as reproductive phase get closed was evaluated. Preventative and curative effect was determined at 42 and 36 days, respectively. The number of droplets and gallonage influenced de efficiency of Pyraclostrobina + Epoxiconazol. The addition of adjuvant did not result on fungicide efficiency increase.

## 1 INTRODUÇÃO

Os primeiros registros de produção mundial da cultura da soja (*Glicine max* (L.) Merrill) provém da China. Por volta de 1945, a produção dos Estados Unidos da América (EUA) ultrapassou a chinesa permanecendo, desde então, como maior produtor mundial (Costa & Mânica, 1996). No Brasil, a cultura chegou com os primeiros imigrantes japoneses em 1908 e foi introduzida oficialmente no Rio Grande do Sul, em 1914.

A expansão da soja no Brasil aconteceu de fato nos anos 70, com o interesse crescente da indústria de óleo e a demanda do mercado internacional. Nos últimos anos, o Brasil teve extraordinário crescimento em sua participação no cenário dos produtos do complexo soja.

Estima-se que o potencial produtivo econômico da soja no Brasil seja de aproximadamente 4000 Kg/ha, sendo que a manutenção desta produtividade está relacionada a inúmeros fatores, como clima, tipo de solo, nutrição, variações genéticas e sanidade.

A área cultivada no país em 2004/05 foi de aproximadamente 22,88 milhões de hectares, com uma produção em torno de 57,02 milhões de toneladas, 7,25 milhões (14,6%) a mais que na safra anterior, com rendimento médio em torno de 2321 Kg/ha. No Rio Grande do Sul, foi cultivado em torno de 4,09 milhões de hectares com rendimento médio de 750 Kg/ha, a baixa produtividade, 46% menor que na safra anterior 2003/2004 é explicada pela estiagem ocorrida no Estado (CONAB, 2005) e no cerrado em função das condições climáticas favoráveis ao estabelecimento da Ferrugem asiática, causando perdas no rendimento que chegaram até 85% em áreas severamente infectadas.

Com relação à produtividade, em 1993 a média da soja no Brasil foi de 34 sacos por hectare (2040 Kg), enquanto que nos EUA foi de 39 sacos por hectare (2340 Kg). Nas safras 2000, 2001 e 2002 as produtividades médias brasileiras foram, respectivamente, 2720, 2751, e 2567 Kg/ha, enquanto que a norte-americana ficou na média de 2640 Kg/ha (AGRIANUAL, 2003).

Nos últimos anos a difusão de novas tecnologias proporcionou avanço significativo, visando manter e elevar os patamares de produtividade. O plantio

direto, por exemplo, considerado um marco histórico na agricultura brasileira, teve papel definitivo na sustentabilidade da cultura da soja, porém exigiu mudanças fundamentais, sobre tudo no entendimento da dinâmica de populações dos agentes fitossanitários incluídos na cadeia biológica e decisivo para o processo produtivo do grão.

A sanidade das lavouras de soja vem sendo objeto de inúmeros estudos no mundo. A incidência de doenças tem provocado percentuais elevados de dano. Em nível mundial existem mais de uma centena de doenças (fúngicas, bacterianas e viróticas) que ocorrem na cultura da soja, capazes de gerar danos econômicos expressivos (Sinclair *et al.*, 1989). Mais recentemente, as doenças da soja têm causado elevados comprometimentos econômicos na região Sul do Brasil, uma vez que apenas 44% da área cultivada é efetivamente tratada visando o controle de doenças foliares, significando perdas de pelo menos 18 milhões de sacas anuais de soja (Balardin, 2002).

Dentro do complexo de doenças que atacam as lavouras comerciais de soja no Brasil, sejam elas doenças foliares, radiculares, fúngicas, viróticas ou bacterianas, o maior potencial destrutivo vem sendo atribuído à ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). A ferrugem asiática é uma doença fúngica, relatada pela primeira vez no Japão em 1902, apresentando de 10 a 90 % de perdas na Índia e Austrália, 10 a 50 % de perdas na China, 20 a 90 % de perdas em Taiwan e 40 % no Japão (Hartman *et al.*, 1999).

A ocorrência da doença no Paraguai (município de Pirapó, região de Itapuã) foi relatada em 2001, causando decréscimo de rendimento, da ordem de 50% (Yorinori, 2002). No Brasil, a ferrugem asiática vem ocorrendo em todas as safras e na maioria das regiões produtoras mostrando-se danosa. Maiores epidemias foram relatadas no estado da Bahia, Chapada Diamantina, Primavera do Leste, atribuída ao plantio fora de época, uso de cultivares extremamente suscetíveis e posicionamento tardio de controle químico (estádio fenológico R<sub>5</sub>), resultando em perdas de até 50 % na maioria das cultivares (Juliatti *et al.*, 2004).

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 OBJETIVO GERAL**

Estudo de *Phakopsora pachyrhizi*, agente causador da ferrugem asiática, e estratégias de controle genético e químico.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- § Desenvolvimento de um protocolo de manipulação de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow, sob condições parcialmente controladas;
- § Avaliar a reação de germoplasmas de soja, a *Phakopsora pachyrhizi* Sidow;
- § Avaliar a eficiência do controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow, através de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, em aplicações preventivas e curativas;
- § Avaliar o efeito de adjuvantes na cobertura foliar mínima por fungicidas no controle de *Phakopsora pachyrhizi*.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 FERRUGEM ASIÁTICA *Phakopsora pachyrhizi* SIDOW

#### 2.1.1 HISTÓRICO

A Ferrugem da soja é causada por *Phakopsora pachyrhizi* (ferrugem asiática) e *Phakopsora meibomiae* (ferrugem americana). Segundo DESLANDES (1979), *Phakopsora pachyrhizi* teria sido relatado pela primeira vez no continente americano em 1979, no Brasil, Minas Gerais município de Lavras. CARVALHO & FIGUEIREDO (2000 apud Godoy & Canteri, 2004) constataram que a única espécie presente no Brasil era *Phakopsora meibomiae*, menos agressiva e de ocorrência endêmica, em regiões com temperaturas amenas. De fato, as epidemias deste fungo não ocorreram, o que seria inexplicável diante do seu comportamento de elevada agressividade e rápida disseminação, peculiares no continente asiático do qual é originário. Apenas na safra 2000/01 uma epidemia de ferrugem da soja, causando perdas de até 50% no rendimento de grãos em cultivares mais susceptíveis, foi verificada no Paraguai, município de Pirapó (Yorinori, 2002). Na mesma safra, no Brasil, foi observado pelo mesmo pesquisador em lavouras comerciais da região Oeste do estado do Paraná, com os mesmos sintomas. A severidade notada manifestava-se maior em cultivares de ciclo tardio, típicos da safrinha.

Amostras foram coletadas para análise e enviadas aos laboratórios do USDA nos EUA, confirmando-se assim as suspeitas do agente causador da ferrugem asiática *Phakopsora pachyrhizi* (Yorinori, 2002). CARVALHO & FIGUEIREDO (2000), mencionam a necessidade da correção da identidade da espécie de ferrugem relatada por DESLANDES em 1979, uma vez que em seus estudos, para diferenciação entre elas, foram levados em consideração apenas os hospedeiros, sem critérios como, por exemplo, a mensuração dos urediosporos (Reis & Bresolin, 2004).

Talvez a principal diferença entre as duas formas de ferrugem da soja seja a agressividade, maior na forma *Phakopsora pachyrhizi* (Carvalho & Figueiredo, 2000). *Phakopsora meibomiae* é considerada nativa na América do Sul notadamente

menos agressiva, raramente causando perdas significativas, ocorrendo no Brasil nas regiões do Cerrado e na Região Sul (Yorinori, 2004 apud Soares *et al.*, 2004).

### **2.1.2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA**

A ferrugem asiática *Phakopsora pachyrhizi*, originou-se do Continente Asiático, tendo seu primeiro relato no Japão em 1902 (Reis *et al.*, 2002). Em 1934 já se encontrava disseminada em toda Ásia e sul da Austrália, em 1951 na Índia, 1994 no Hawaii, 1996 na África, 1998 em Zâmbia e no Zimbábue, 1999 na Nigéria, 2000 em Moçambique, 2001 no Sul da África e em 2000/01 no Paraguai e Brasil (PR).

A partir da chegada ao Continente Sul Americano em 2000/01, a ferrugem asiática vem sendo relatada em todas as safras de soja. Em 2001/02 no Brasil, ocorreu nos estados do RS, PR, MG, SP, MT, MS, GO e SC, salientando-se também nesta safra o primeiro relato de ocorrência na Argentina. Em 2002/03 novamente relatada nos estados de MG, GO, MT, MS, SP, TO, RS e PR (CTPA, 2004). Em 2004/05, segundo o departamento de agricultura norte americano (USDA), a ferrugem da soja na forma *Phakopsora pachyrhizi*, teve seu primeiro relato nos EUA ([www.aphis.usda.gov/lpa/issues/sbr/sbr.html](http://www.aphis.usda.gov/lpa/issues/sbr/sbr.html)).

Atualmente em quase 100% das regiões produtoras de soja brasileiras, vem sendo anualmente diagnosticadas infecções de *Phakopsora pachyrhizi*, cuja intensidade tem se mostrado intimamente relacionada aos fatores climáticos de cada região, principalmente aqueles referentes ao molhamento foliar, como precipitações pluviométricas e orvalho.

### **2.1.3 SINTOMATOLOGIA**

Até o momento infecções naturais de *Phakopsora pachyrhizi* foram observadas em 31 espécies de plantas da família das leguminosas e em 60 espécies da mesma família quando de inoculações artificiais do fungo (SINCLAIR & HARTMAN 1995), demonstrando a capacidade destas plantas serem hospedeiros alternativos nos períodos de entressafra da soja (Yorinori, 2001).

A ferrugem asiática é um parasita obrigatório, pertencente à classe dos fungos *Basidiomicetos* e a ordem *Urediales*. Forma micélio intercelular ataca o tecido

vegetal pela formação de haustórios e apresenta seletividade ao hospedeiro (Putzke & Putzke, 1998).

Os sintomas da ferrugem podem ser observados desde os estádios vegetativos da soja, embora sejam mais freqüentemente encontrados entre o período inicial do florescimento até o final do período de enchimento de grãos. As lesões mostram-se inicialmente verde-acinzentadas, progredindo para marrom escuro e marrom avermelhado. Na face inferior dos folíolos formam-se pústulas globosas, inicialmente de tamanho diminuto. As lesões podem ser classificadas como TAN (caracterizada pela formação de pústulas sem a formação de necroses foliares ao redor desta estrutura) e RB (reddish brown, com aparecimento visível das necroses). Ainda, lesões do tipo RB apresentam necroses de formato angular, delimitadas nervuras.

A manifestação mais comum da doença é observada como áreas foliares cloróticas. Os sintomas podem ser agrupados em lesões de coloração bronzada com cerca de 0,4 mm<sup>2</sup>, com duas a cinco urédias e esporulação abundante, e lesões pardo-avermelhada (PA) com cerca de 0,4 mm<sup>2</sup>, com zero, uma ou duas urédias e esporulação esparsa (Bromfield *et al.*, 1980). O maior número destas pústulas é observado na face inferior ou abaxial da folha do que na face superior ou adaxial (Reis *et al.*, 2004). Com o passar dos dias, a esporulação das urédias prossegue e o tecido foliar ao redor delas, poderá adquirir coloração castanha clara (lesão TAN) ou coloração castanho avermelhado, (lesão RB). As lesões podem ser facilmente confundidas com lesões de pústula bacteriana, durante os estádios iniciais de desenvolvimento, ou com lesões de mancha parda durante a fase reprodutiva (Yorinori 2004).

#### **2.1.4 MORFOLOGIA**

Segundo MARCHETTI *et al.* (1975), as primeiras urédias são notadas em folhas de soja inoculadas artificialmente com uredíniosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, após cinco a sete dias. Urédias são erupções subepidermais do tecido foliar, globosas de cor clara a marrom avermelhada, dotadas de um poro central. As urédias formam-se em grande número na superfície abaxial das folhas e em menor proporção na superfície adaxial (Sinclair *et al.*, 1989). Ainda são notados números

variados de urédias em cada lesão, aumentando progressivamente durante várias semanas após a inoculação.

No interior das urédias estão depositados os uredionosporos, que são formas de sobrevivência da ferrugem asiática. Os uredionosporos caracterizam-se por serem globosos, subglobosos, ovais ou elipsoidais, aspecto hialino de brilho amarronzado, tamanho variável, geralmente de 13 a 28  $\mu\text{m}$ , dependendo do hospedeiro e de condições ambientais (Sinclair *et al.*, 1989). São libertados pelas urédias, através do poro central nove dias após a inoculação. Em condições ideais de molhamento foliar e temperatura, os urediniosporos emitem um tubo germinativo dotado em sua extremidade de um apressório, também chamado “grampo de infecção”, necessário para que a hifa de penetração consiga romper a epiderme e invadir o hospedeiro.

De acordo com REIS & BRESOLIN (2004), desenvolve-se um tubo hifálico da superfície do apressório quando em contato com o hospedeiro, penetrando diretamente pela cutícula e não pelos estômatos, como as demais ferrugens. Haustórios formam-se no interior das células do tecido palissádico, mesófilo esponjoso, parênquima vascular e epiderme foliar. Hifas compactas desenvolvem-se entre as epidermes inferiores e superiores.

### **2.1.5 EPIDEMIOLOGIA**

As ferrugens são doenças classificadas como policíclicas, devido ao fato de que estes patógenos completam vários processos monocíclicos durante o ciclo da cultura, sendo que a taxa de infecção dependerá do número de processos monocíclicos e da capacidade reprodutiva do patógeno (Balardin 2002).

Segundo CALDWELL & LAING (2002), o inóculo chegou ao continente africano transportado por correntes aéreas. Estudos epidemiológicos conduzidos a campo demonstraram que a doença dissemina-se numa taxa entre 0,45 m/dia e 1 m/dia. Período de molhamento foliar de aproximadamente 10 h/dia e temperaturas entre 18 e 26°C são fundamentais para o desenvolvimento de uma epidemia severa.

Normalmente as infecções a campo de *Phakopsora pachyrhizi*, ocorrem em reboleiras, isto é de forma localizada na lavoura e a partir de folhas baixas na planta. Observam-se maiores epidemias em regiões onde as temperaturas são inferiores a 28° C e superiores a 15° C, seguidas de longos períodos de molhamento

foliar, essencial à penetração e germinação dos uredionosporos na planta (Sinclair *et al.*, 1989).

Temperaturas ambientais consideradas ótimas ao processo de patogênese da *Phakopsora pachyrhizi*, segundo SINCLAIR *et al.*, 1989, oscilam entre 20 a 25° C, pois a penetração dos urediniosporos inoculados ocorre em menor tempo nesta faixa térmica, em torno de 6 horas. Aos 5 dias após a inoculação, manifestam-se os sintomas de clorose das folhas. Após 7 a 9 dias da inoculação, ocorre o aparecimento das primeiras urédias, 9 a 10 dias inicia a liberação dos urediniosporos de dentro das urédias, através do poro central, sendo que este evento poderá perdurar durante um período de 3 semanas. Novas urédias poderão surgir dentro das lesões até 7 semanas após o surgimento dos primeiros sintomas. Extremos de temperatura ambiente, inferiores a 15° C e superiores 30° C, além do excesso de chuvas, poderão inibir ou retardar o desenvolvimento da ferrugem asiática. Com relação ao estágio fenológico do hospedeiro (soja), no Brasil, a maioria das cultivares disponíveis ao plantio, tem se mostrado suscetíveis a *Phakopsora pachyrhizi*, mesmo no estágio vegetativo, embora infecções logo após o início da floração, causem maiores danos (Bromfield, 1984). HARTMAN, WANG & TCHANZ (1991) relataram que a severidade da ferrugem asiática aumenta durante estágio fenológico de enchimento das vagens.

Por se tratar de uma doença do grupo cinco conforme classificação proposta por McNEW (1960), a ferrugem asiática promove uma redução na atividade fotossintética devido à destruição do tecido foliar, seguido de desfolha precoce da planta de soja. Tais eventos causam perdas significativas no rendimento devido ao enchimento de grãos deficiente (Juliatti *et al.*, 2004).

### **2.1.6 PERDAS**

Na atualidade, indubitavelmente, a ferrugem asiática da soja é a doença de maior potencial de dano do planeta, devido a sua alta virulência e velocidade disseminação (Andrade & Andrade, 2002). Segundo OGLE *et al.* (1997) apud REIS & BRESOLIN, 2004, os danos da ferrugem asiática da soja são relativos a redução do número de vagens, número de grãos cheios, peso de grãos e peso de grãos por planta, nota-se também reduções no conteúdo de óleo, porém sem decréscimos nos teores de proteína.

No mundo, são relatadas perdas em diversos países produtores, que segundo HARTMAN *et al.* (1999), perfazem 10 a 90 % na Índia e Austrália, 10 a 50 % na China, 20 a 90 % em Taiwan e 40 % no Japão. Salienta-se ainda que, os maiores danos são observados quando a ferrugem asiática atinge grandes percentuais de severidade, capazes de promover a desfolha prematura das plantas de soja e provocar o aborto e queda das vagens (Yorinori *et al.*, 2003). O mesmo autor relata ainda, que na primeira ocorrência de ferrugem no Paraguai na safra 2000/01, foram registradas perdas acima de 1100 kg/ha. Segundo BALARDIN (2002), na safra 2001/2002, a ferrugem asiática foi identificada na região do Planalto do estado do Rio Grande do Sul, causando perdas de até 48% no rendimento.

De acordo com levantamentos recentes realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a ferrugem asiática provocou perdas de 4,56 milhões de toneladas de soja, representando cerca de 1,22 bilhões de dólares, podendo chegar a valores maiores, 2,08 bilhões de dólares, se considerarmos a cadeia produtiva e a falta de arrecadação gerada. ([www.bioteecnologia.com.br](http://www.bioteecnologia.com.br), [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)).

## **2.2 RESISTÊNCIA GENÉTICA A *Phakopsora pachyrhizi***

Por ser uma doença relatada recentemente no Brasil, ainda não existem cultivares de soja resistentes ao *Phakopsora pachyrhizi*, embora vários órgãos de pesquisa venham selecionando linhagens para este fim. Segundo YORINORI (2002), no período de fevereiro a junho de 2002, foram avaliadas 452 cultivares comerciais, em casa de vegetação, pela EMBRAPA Soja em Londrina, PR. Em junho de 2003, inoculações artificiais utilizando-se de isolados do Mato Grosso, quebraram a resistência da cultivar FT-2 e de todas as demais previamente selecionadas no ano anterior. Segundo o Centro Tecnológico para Pesquisas da Soja (CTPA), o convênio CERRADOS – EMBRAPA, AGÊNCIA RURAL e CTPA, em 2001/2002, realizou avaliações em cerca de 500 cultivares e 230 linhagens de soja, em diversos locais e sob várias formas de manejo. Todas as cultivares testadas manifestaram reação positiva de suscetibilidade à ferrugem asiática. Em 2002/03, novos experimentos foram conduzidos, resultando em reações de suscetibilidade ao fungo em todos os materiais (CTPA 2004 referência). Até o momento, não são

relatadas cultivares ou mesmo linhagens de soja, resistentes sendo a utilização de fungicidas a forma mais eficaz de controle (Yorinori, 2003).

### 2.3 CONTROLE QUÍMICO DE *Phakopsora pachyrhizi*

No ano de 2002, em caráter emergencial foi recomendado pela Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul a utilização dos fungicidas visando o controle da ferrugem da soja (Tabela 1). No ano de 2004, foi maior o número de fungicidas indicados ao controle da doença.

**Tabela 1** – Lista de fungicidas indicados\* na safra 2002, comercialmente para controle da ferrugem asiática da soja.

Nome Comum	Grupo(s) Químico(s)	Dose/ha	
		i.a	p.c
Azoxystrobin	Estrubilurina	50g	0,20 l + 0,5% v/v
Fluquinconazole	Triazol	15,6g	0,25 kg + 0,25 l
Difenoconazole	Triazol	50g	0,20 l
Pyraclostrobinaa + Epoxiconazol	Estrubilurina + Triazol	66,5g+25	0,50 l
Tebuconazole	Triazol	100g	0,50 l

**Fonte:** XXX Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul 2002/03 – Cruz Alta 2002 (modificado)

\*Fungicidas no aguardo de extensão de uso pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento no ano de 2002;

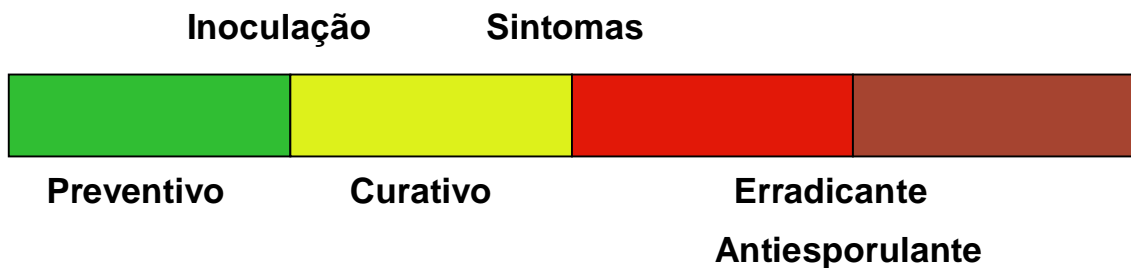
**Tabela 2** – Lista de fungicidas indicados na safra 2004/05, comercialmente para controle da ferrugem asiática da soja.

Nome Comum	Grupo(s) Químico(s)	Dose/ha	
		i.a	p.c
Azoxystrobin	Estrubilurina	50g	0,20 L + 0,5% v/v
Azoxystrobina + Cyproconazol	Estrubilurina + Triazol	60 + 24g	0,30 L + 0,5%v/v
Fluquinconazole	Triazol	62,5g	0,25 kg + 0,25 L
Difenoconazole	Triazol	50g	0,20 L
Flutriafol	Triazol	62,5g	0,50 L
Myclobutanil		100-125	0,40-0,50 L
Pyraclostrobinaa + Epoxiconazol	Estrubilurina + Triazol	66,5g+25	0,50 L
Tebuconazole	Triazol	100g	0,50 L
Tebuconazole	Triazol	50g	0,50 L
Tetraconazole	Triazol	50	0,50 L
Trifloxystrobin + Cyproconazole	Estrubilurina + Triazol	56 + 24	0,30 L
Trifloxystrobin + Propiconazole	Estrubilurina + Triazol	50 + 50	0,40 L

**Fonte:** XXXII Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul 2004/05 Passo Fundo 2004 (modificado)

A ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi*, tem manifestado maiores percentuais de controle, em aplicações de fungicidas do grupo químico dos Triazóis misturas as Estrubilurinas quando aplicado de forma preventiva (Figura 1), conforme apresentado por ANDRADE & ANDRADE (2002), SOARES *et al.* (2004) e BALARDIN (2002).

Os mecanismos de ação dos fungicidas do grupo químico dos triazóis, dizem respeito à ação destes, na inibição da biosíntese de ergosteróis (ISE) (Azevedo, 2001). Já o mecanismo de ação das estrubilurinas, ocorre através da inibição da respiração mitocondrial, por meio do bloqueio da transferência de elétrons no complexo citocromo-bc1 (Reis *et al.*, 2001). Segundo AZEVEDO (2003), estrubilurinas possuem um espectro de ação amplo, manifestando ação protetora, curativa e erradicante com residual prolongado.



**Figura 1.** Fases da patogênese de *Phakopsora pachyrhizi*, e os momentos de controle preventivo e curativo.



### 3 Capítulo 1

## METODOLOGIA PARA MANIPULAÇÃO DE *Phakopsora pachyrhizi* Sidow SOB CONDIÇÕES PARCIALMENTE CONTROLADAS.

### RESUMO

A Ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) foi recentemente relatada no Brasil, causando sérias reduções de rendimento. A falta de conhecimento, sobre muitos aspectos da doença, gerou demanda de estudos, no intuito de determinar estratégias de controle. O objetivo inicial deste trabalho foi a manipulação de *Phakopsora pachyrhizi* sob condições parcialmente controladas. Por ser um parasita obrigatório, foi desenvolvida metodologia a fim de padronizar inoculações controladas do fungo em soja, utilizando-se de uredíniosporos coletados a seco. Protocolos de inoculação foram testados para determinar as condições temperatura, umidade relativa do ar e molhamento foliar ideais ao estabelecimento da patogênese. A eficiência de todo o protocolo pode ser determinada através da uniformidade das lesões formadas. Foram utilizadas concentrações de  $10^4$  uredíniosporos/ml de suspensão, coletados no momento de inoculação. Todas as plantas foram submetidas ao molhamento foliar artificial (nebulização) 12 horas após as inoculações. O período de incubação variou de sete a nove dias após as inoculações, posteriormente as plantas manifestaram intensa esporulação consolidando a eficácia da técnica.

**Palavras-chave adicionais:** *Phakopsora pachyrhizi*, inoculação, esporulação.

## **Methodology for greenhouse work with *Phakopsora pachyrhizi* Sidow.**

### **ABSTRACT**

The Asian Soybean Rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow), was recently found in Brazil. The disease has caused serious yield reductions. Many experiments were run out in order to get information to control efficiently the disease. The first research goal was lab and greenhouse work with *Phakopsora pachyrhizi*. Because of *Phakopsora pachyrhizi* is an obligate parasite, work needs to be done under controlled inoculations. The present work was carried out to standardize artificial inoculations of the pathogen. Spore suspension was more effective if prepared from vacuum dry urediniospores collected. Inoculation protocols considered temperature and leaf wetness specifically developed to this pathogen. The efficiency of the whole protocol was determined from the number of uredinias formed. The spore concentration was  $10^4$  spores/ml, collected at the moment of inoculation. All plants were under wet conditions during 6 to 10 hours, and three to four hours prior to inoculation the fogger system was off. The incubation period varied from seven to nine days. At the end the number of uredinias was determined in order to determined the appropriateness of the methodology.

**Additional word-key:** *Phakopsora pachyrhizi*, soybean, Inoculation, incubation, sporulation.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A ferrugem asiática da soja é uma doença fúngica, causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sidow, parasita obrigatório, pertencente à classe dos fungos Basidiomicetos, ordem Urediales. A ferrugem forma micélio intercelular, atacando o tecido vegetal pela formação de haustórios, apresentando seletividade ao hospedeiro (Putzke & Putzke, 1998).

A doença é favorecida por temperaturas ambientais entre 15 a 28°C, com alta umidade relativa, onde plantas expostas a um período de 12h luz a 25°C e 12h escuro a 20°C apresentam urédias visíveis em torno de 7 a 12 dias após a inoculação (Melching *et al.*, 1979). Entretanto para o desenvolvimento de uma epidemia severa é necessário período de molhamento foliar de aproximadamente 10 horas por dia e temperaturas entre 18 a 26°C. REIS & BRESOLIN (2004) verificaram que três cultivares suscetíveis alcançaram 10% de severidade aos 70 dias  $\pm$  3 dias após o plantio e a mais resistente aos 92 dias  $\pm$  5 dias após o plantio, propondo que a idade fisiológica das plantas de soja atribui um papel importante no desenvolvimento da epidemia da ferrugem.

A manipulação artificial de fungos em ambientes controlados possibilita atenuar variáveis alheias ao estabelecimento de patogêneses, além de permitir o controle de temperatura e umidade do ambiente, bem como o molhamento foliar dos hospedeiros.

CHAVES *et al.* (2003) realizaram estudos de resistência de cultivares de aveia branca a ferrugem da folha *Puccinia coronata* f. sp. *avenae*, utilizando inoculações artificiais em casa de vegetação, como forma de controlar o início das infecções, apenas quando da primeira folha expandida. Neste estudo a inoculação artificial possibilitou ainda, a padronização das pressões de *Puccinia coronata* f. sp. *avenae*, as quais cada cultivar de aveia estava sendo submetida, com  $10^4$  a  $10^5$  esporos/ml. Subseqüentemente as cultivares puderam sofrer avaliações detalhadas de resistência, determinação do período de latência, comprimento de pústulas e produção de esporos por pústula, demonstrando a importância desta técnica.

A utilização de inoculações artificiais, não se limita apenas a ambientes controlados, embora, possam estar mais sujeitos aos efeitos deletérios do clima. COELHO *et al.* (2003) realizaram estudos no sentido de determinar as condições

climáticas, a campo, favoráveis ao desenvolvimento da ferrugem e mancha angular do feijoeiro. Inoculações artificiais a campo com *Uromyces appendiculatus* e *Phaeoisariopsis griseola* foram realizadas em plantas de feijoeiro semeadas no período das águas e no período das secas, a fim de se avaliar interações entre a temperatura e molhamento foliar no estabelecimento e progresso destas doenças.

CHERRY & PEET (1966) desenvolveram aparelho coletor de uredionosporos da ferrugem, através do princípio da bomba de vácuo, a fim de reutilizá-los posteriormente em inoculações artificiais sob plantas de aveia.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de desenvolver e padronizar uma metodologia de inoculação controlada de *Phakopsora pachyrhizi*, em plantas de soja, possibilitando estudos futuros deste patossistema, em ambiente parcialmente controlado.

## **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1 LOCALIZAÇÃO E CONTROLE DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

O experimento foi realizado no município de Itaára, Região Central do Rio Grande do Sul. A condução do mesmo se deu em tempo integral em casa de vegetação metálica. A referida casa de vegetação possui sistema de refrigeração (Foto 1), nebulização e aquecimento possibilitando, o controle parcial da temperatura ambiente e umidade relativa em seu interior. Possui 8m de largura e 15m de comprimento, com uma divisão longitudinal ao centro, criando assim dois compartimentos de dimensões 4m de largura e 15m de comprimento. Um destes compartimentos denomina-se câmara de orvalho, onde existem duas linhas de cano PVC 40mm espaçadas em 2m e dispostas a 3m de altura, dotadas de nebulizadores em intervalos de 1,5m de distância, com a finalidade de simular o molhamento foliar natural do orvalho. As paredes e o teto da casa de vegetação são do tipo plástico duplo com injeção forçada de ar, a fim de formar um isolante térmico e atenuar a influência do meio externo, possibilitando aumentar a eficiência das condições parcialmente controladas.



**Foto 1.** Sistema de refrigeração presente na casa de vegetação.

### **3.2.2 LOCAL DE CULTIVO E NUTRIÇÃO DAS PLANTAS DE SOJA**

Á área utilizada dentro da casa de vegetação foi previamente desinfetada através de utilização de solução de hipoclorito de sódio, em ambos os compartimentos (8m x 15m). Foi utilizada a cultivar RS-10, semeada em vasos plásticos flexíveis de 8 litros contendo substrato agrícola esterilizado (Foto 2). A densidade de semeadura foi de 10 sementes por vaso, posteriormente efetuando-se raleio de plântulas até uma população final de 4 plantas por vaso. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado com quatro repetições.



**Foto 2.** Plantas de soja conduzidas em vasos plásticos.

Como forma de nutrição das plantas, foi feita fertirrigação por meio dos gotejadores, com a solução padrão de HOAGLAND & ARNON (1950) (anexos), em intervalos semanais.

### 3.3 INOCULAÇÃO ARTIFICIAL DE *Phakopsora pachyrhizi*

#### 3.3.1 Coleta de Uredíniosporos

A coleta dos esporos foi realizada inicialmente em lavouras comerciais próximas à região e posteriormente, a partir das plantas infectadas na própria casa de vegetação. Utilizou-se para este fim, um aparelho portátil movido à bateria (12 volts) desenvolvido no Departamento de Defesa Fitossanitária da UFSM (Fotos 3 e 4). O aparelho apresentou capacidade de gerar vácuo suficiente para promover por sucção a seco seguida do armazenamento dos uredíniosporos livres sobre as folhas de soja.

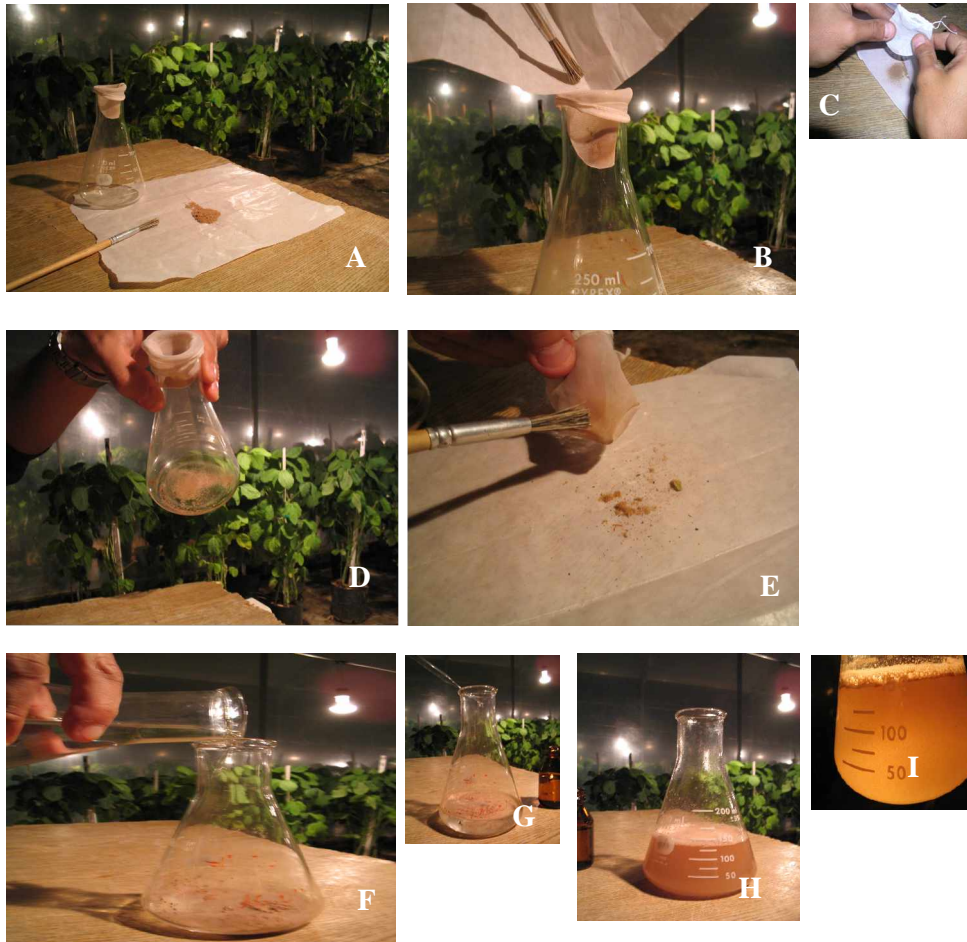


Fotos 3 e 4. Coleta de uredíniosporos de *Phakopsora pachyrhizi*.

#### 3.3.2 Purificação dos uredíniosporos

Após succionados da superfície das folhas de soja, os uredíniosporos foram rapidamente submetidos ao processo de purificação (Fotos 3 e 4) passando através de uma peneira sintética de malha ultrafina (Foto 5. B e C), onde as impurezas grosseiras (pilosidade, grãos de areia, etc.) foram retidas (Foto 5. E).

### 3.3.3 Preparo e calibração da suspensão de uredíniosporos

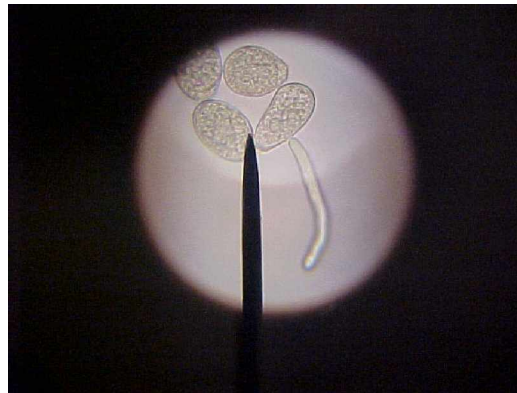


**Foto 5.** Etapas do preparo da suspensão de uredíniosporos de *Phakopsora pachyrhizi*.

- A) Uredíniosporos retirados das folhas de soja por sucção a seco;
- B) Uredíniosporos despejados na peneira;
- C) Purificação dos uredíniosporos;
- D) Aspecto dos uredíniosporos purificados;
- E) Impurezas retidas na malha,
- F) Adição de água aos uredíniosporos purificados;
- G) Adição de Tween 80 a suspensão;
- H e I) Uredíniosporos em suspensão.

A calibração da suspensão foi realizada em hemacitômetro (Câmara de Neubauer) com auxílio de microscópio ótico, dotado de aumento de 100 vezes,

ajustando-se as diluições para as concentrações de  $10^5$  e  $10^6$  urediniosporos/mL de suspensão. Para estas diluições (volume de 100mL de suspensão) foram necessários aproximadamente 7 a 10 trifólios de soja, severamente infectados (100 a 200 pústulas/cm<sup>2</sup>) sob intensa esporulação. A mensuração da viabilidade dos urediniosporos manipulados foi realizada através da contagem de urediniosporos dotados de tubo germinativo (Foto 6), após duas horas de contato com água destilada.



**Foto 6.** Tubo germinativo formado após 2 horas de contato com água.

### **3.3.4 Inoculação da suspensão de urediniosporos**

#### **3.3.4.1 Aerógrafo**

O Aerógrafo é um aparelho utilizado em micro-pinturas automotivas, o qual foi adaptado para este estudo, caracterizando-se pela aspensão de uma fina camada (“spray”) do líquido depositado em seu reservatório, neste caso, a suspensão de urediniosporos. Neste estudo o aerógrafo foi constituído de um microcanhão pulverizador propelido a CO<sub>2</sub> (pressão de trabalho de 0,5 bar) e de um reservatório para adição da suspensão de urediniosporos (Foto 7). Em cada uma das superfícies foliares (adaxial e abaxial) (Foto 8) foram inoculados 0,02mL de suspensão de urediniosporos, perfazendo um total de 0,04mL por folíolo de soja.





**Foto 7.** Microcanhão pulverizador propelido a CO<sub>2</sub> utilizado para as inoculações.



**Foto 8.** Inoculação das folhas de soja.

### **3.3.5 Horário para inoculação**

As inoculações foram realizadas no período noturno, a fim de manter o molhamento proporcionado pela aspersão dos uredíniosporos, até o dia seguinte.

### **3.3.6 Estádio fenológico de inoculação artificial**

As inoculações artificiais de *Phakopsora pachyrhizi* foram realizadas no estágio fenológico R<sub>1</sub> (início do florescimento).

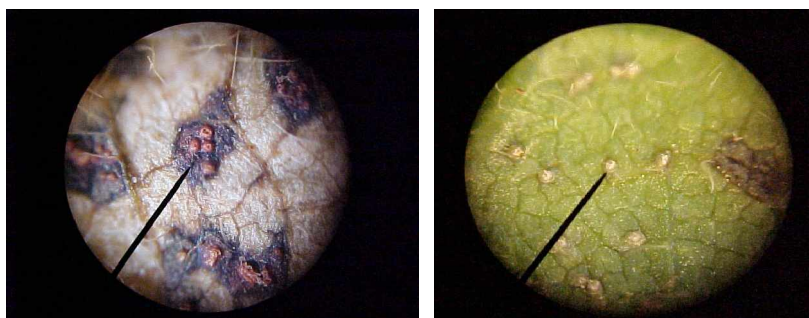
### **3.3.7 Incubação e condições ambientais parcialmente controladas**

Após 12 horas da inoculação artificial (amanhecer), foram iniciadas as nebulizações na câmara de orvalho, programadas através de um controlador eletrônico, em intervalos de 10min/hora.

Durante os estudos, as temperaturas ambientais diurnas testadas variaram entre 18 a 38°C e umidade relativa 75 a 100%, até o surgimento do primeiro sintoma.

### 3.3.8 Manifestação dos sintomas

As plantas foram monitoradas diariamente, até o surgimento do primeiro sintoma (Fotos 9 e 10), através de lupa portátil dotada de aumento 20 vezes.



**Fotos 9 e 10.** Sintomas observados de lesão RB e TAN respectivamente.

## 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mecanismo de coleta de esporos, por meio de sucção a seco, proporcionou agilidade ao preparo das suspensões, necessitando em média 5 min para coleta e armazenamento dos uredíniosporos (7 a 10 trifólios de soja). Foi possível também, que as sucções fossem efetuadas em folhas infectadas aderidas às plantas de soja, proporcionando a realização de várias coletas na mesma planta, durante o período em que o fungo permaneceu ativo (18 a 21 dias), reduzindo o número de plantas necessárias como banco de inóculo.

Em média cerca de 80% dos uredíniosporos coletados ao longo de todo o trabalho, mostraram-se viáveis, após succionados. Esta mensuração pode ser realizada, através da contagem de uredíniosporos germinados em contato com água destilada sob temperatura ambiente, observando alíquotas da suspensão ao microscópio ótico, em câmara de Neubauer ou hemacitômetro. Após 1 hora de contato com água destilada, teve início à emissão dos tubos germinativos, e a finalização deste processo, após 2 horas, em acordo com REIS & BRESOLIN (2004). A germinação dos uredíniosporos em água destilada se deu em temperatura ambiente na presença de luz, embora o mesmo não tenha sido relatado por

JULIATTI *et al.* (2004) que afirmam não obterem sucesso nas germinações de urediniosporos em água destilada, tanto na presença quanto na ausência de luz.

O peneiramento dos urediniosporos após a coleta possibilitou a contagem de urediniosporos das suspensões, pois esta prática, realizada em câmara de Newbauer, até então, se mostrava inviabilizada devido ao acúmulo de impurezas na suspensão, (grãos de areia e a pilosidade das folhas, succionados juntamente com os urediniosporos), conferindo desta forma precisão as inoculações.

As diluições utilizadas nos testes de inoculação ( $10^5$  e  $10^6$  urediniosporos/mL) proporcionaram igualmente o estabelecimento da patogênese, manifestando mesmo período de incubação. Desta forma,  $10^5$  urediniosporos/mL proporcionou a otimização quantitativamente no uso dos urediniosporos disponíveis (inóculo).

As inoculações artificiais no período noturno foram eficientes, pois além de manifestarem os sintomas de *Phakopsora pachyrhizi*, notou-se também a manutenção do molhamento foliar das plantas de soja, através da suspensão inoculada, disponibilizada em forma de água livre, semelhante ao orvalho noturno. O volume médio inoculado de 0,04mL (0,02mL na superfície abaxial + 0,02mL na superfície adaxial dos folíolos) da suspensão de urediniosporos por folíolo de soja, mostrou ser suficiente para desencadear a patogênese ao mesmo tempo em que possibilitou a aderência dos urediniosporos ao tecido vegetal, não promovendo escorrimento superficial da suspensão no ato das inoculações.

O aparelho Aerógrafo possibilitou a aspersão da suspensão dos urediniosporos em forma de “spray”, sobre as folhas de soja através da micropulverização, pois o fluxo de CO<sub>2</sub> expelido pelo microcanhão, mostrava-se notadamente maior do que o fluxo da suspensão de urediniosporos, numa aproximação das condições naturais de deposição dos urediniosporos sobre as folhas de soja, através da ação do vento e da chuva.

Todos os testes de inoculação foram realizados em casa de vegetação vedada, o que possibilitou o controle parcial das condições ambientais e a avaliação das variáveis (umidade e molhamento foliar) mais favoráveis a doença. As temperaturas ambientais, as quais foi observado o favorecimento da patogênese, mantiveram médias de 20 a 25°C em acordo com WIESE (1987). Em adição, extremos de temperatura observados ao longo deste estudo, (0 a 44° C) não foram suficientemente letais ao fungo, denotando sua ampla adaptação térmica.

Os turnos de nebulização (10min/hora) das plantas de soja, iniciando 12 horas após cada inoculação (8 horas da manhã), foram eficientes na manutenção do molhamento foliar, inicialmente proporcionado apenas pela micropulverização da suspensão de uredíniosporos na noite anterior, superando o tempo mínimo de 18 horas de permanência da água livre sobre as folhas, necessários a formação do apressório, em acordo com REIS *et al.* (2004). A umidade relativa do ar proporcionada pelos turnos de nebulização se mostrou suficiente às infecções, normalmente acima de 85%.

Por estarem sujeitas a ambientes saturados, depois de inoculadas, as plantas ofereceram condições favoráveis ao estabelecimento da infecção, em acordo com MARCHETTI *et al.* (1975). Os primeiros sintomas foram observados em plantas mantidas na câmara de orvalho, entre sete a nove dias após as inoculações, em acordo com MELCHING *et al.* (1979). A liberação ativa dos uredíniosporos pode ser observada por períodos que variaram entre 18 a 21 dias, em acordo com REIS *et al.* (2004). Foi verificada uniformidade de distribuição nos sintomas, que se manifestaram na maioria dos folíolos da planta, demonstrando o aproveitamento dos uredíniosporos.

### **3.5 CONCLUSÕES**

De acordo com os resultados obtidos, nas condições em que foi conduzido o trabalho, conclui-se que a viabilidade dos uredíniosporos de *Phakopsora pachyrhizi* manipulados, está diretamente relacionada com a rapidez de desenvolvimento do processo de inoculação controlada desde a retirada dos uredíniosporos do contato com o hospedeiro inicial. Ainda, a exposição dos uredíniosporos à água, que desencadeia a germinação do esporo, devendo estes, estarem em contato com a folha de soja em períodos inferiores a 1 hora, possibilitando o processo de patogênese.

### **3.6 BIBLIOGRAFIA CITADA**

BROMFIELD, K. R.; MELCHING, J. S.; KINGSOVER, C. H. 1980. Virulence and aggressiveness of *Phakopsora pachyrhizi* isolates causing soybean rust. **Phytopathology** 70: 17-21.

- CHAVES, M. S.; MARTINELLI, J. A.; FEDERIZZI, L. C. 2004. Resistência quantitativa à ferrugem da folha em genótipos de aveia branca: II – Avaliação de componentes de resistência. **Fitopatologia Brasileira**. vol. 29, no.2. Brasília, Mar./Apr. 2004.
- CHERRY, E. & PEET. E. CLYDE. 1966. An efficient for the rapid collection of fungal spores from infected plants. **Phytopathology**. 56: 1102-1103.
- COELHO, R. R.; VALE, F. X. R.; JUNIOR, W. C. de J.; PAUL, A.; ZAMBOLIN, L.; BARRETO, R. W. 2003. Determinação das condições climáticas que favorecem o desenvolvimento da ferrugem e da mancha angular do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira** 28: 508-514.
- DALLAGNOL, L. J.; BALARDIN, R. S.; UGALDE, M. G. 2004. Reação de cultivares de soja a ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). **Anais... XIX Jornada Acadêmica Integrada**. UFSM. Santa Maria, RS.
- HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. 1999. **Compendium of Soybean Diseases**. 4 ed. St Paul: APS Press, 100p.
- HOAGLAND, D. R. & ARNON, D. L. 1950. The water culture methods for growing plants without soil. Berkeley, USA. The College of Agriculture University of California, **California Agricultura Experiment Station**, 32p. (Circular 347).
- JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.D.; JULIATTI, F.C. **Manejo Integrado de Doenças na Cultura da Soja**. 1 ed. Uberlândia – MG, 2004. 327 p.
- MELCHING, J. S.; BROMFIELD, K. R.; KINGSOLVER, C. H. 1979. Infection, Colonization, and Uredospore Production on Wayne Soybean by Four Cultures of *Phakopsora pachyrhizi*, the cause of Soybean Rust. **Phytopathology**. 69: 1262-1265.
- MARCHETTI, M. A.; UECKER, F. A.; BROMFIELD, K. R. 1975. Uredial development of *Phakopsora pachyrhizi* in soybeans. **Phytopathology**. Vol:65, pag.822-823.
- OGLE, H. J.; BYTH, D. E.; McLEAN, R. 1979. Effect of rust (*Phakopsora pachyrhizi*) on soybean yield and quality in South-eastern Queensland. **Aust. J. Agric. Res.** 30:883-893.
- PUTZEK, J.; PUTZEK, M. T. L. 1998. **Os reinos dos fungos**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, v1. 606 p.
- REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R. 2004. Ferrugem da soja: revisão e aspectos técnicos. In: **Doenças na Cultura da Soja**. Aldeia Norte Editora Ltda. Passo Fundo. p 55-70.
- YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F. 2003. **Ferrugem da soja: Identificação e Controle**. Londrina: Embrapa Soja, 25 p.
- WIESE, M. V. 1987. **Compendium of wheat diseases**. 2<sup>nd</sup> ed. St. Paul. The Americam Phytopathological Society.

## 4 Capítulo 2

### REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA A *Phakopsora pachyrhizi* SIDOW.

#### RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a reação de cultivares de soja a ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*. Plantas de soja foram submetidas a inoculações controladas com uredíniosporos de *Phakopsora pachyrhizi* e mantidas em casa de vegetação até o surgimento dos primeiros sintomas. As inoculações foram realizadas em 15 cultivares de soja no estágio fenológico V<sub>1</sub>. Foram avaliados o período de incubação e o progresso da doença. Todas as cultivares de soja, apresentaram reação suscetível, com um período de incubação médio de 15 dias. Foi observado agrupamento dos cultivares quanto ao progresso da doença, demonstrando que mecanismos parciais de resistência podem estar envolvidos neste patossistema.

**Palavras-chave adicionais:** *Phakopsora pachyrhizi*, cultivares, resistência parcial.

## Soybean cultivars reaction to *Phakopsora pachyrhizi* Sidow

### ABSTRACT

A trial was carried out to determine the reaction of soybean cultivars to *Phakopsora pachyrhizi*. Plantlets were inoculated with *Phakopsora pachyrhizi* and kept under greenhouse conditions until symptoms showed up. The inoculations were run on 15 soybean cultivars at V<sub>1</sub> growth stage. It was evaluated the incubation period and the disease progress rate. All tested cultivars showed susceptible reaction, with an incubation period of 15 days. It was observed cultivars grouped according the disease progress rate, indicating partial resistance mechanisms related to the soybean-rust pathosystem.

**Additional word-key:** *Phakopsora pachyrhizi*, Cultivate of Soy, resistance partial genetics, controlled conditions, vegetation house.

## 4.1 INTRODUÇÃO

A ferrugem asiática causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sidow tem provocado reduções de até 75% no rendimento de grãos de soja (Yorinori, 2002), além de poder afetar também o teor de proteína. (Ogle *et al.*, 1979).

Os sintomas são verificados em todas as partes áreas da planta, sendo mais comuns nas folhas, com manchas cloróticas e formação de pústulas (Bromfield *et al.*, 1980). O amarelecimento e abscisão prematura de folhas são conseqüências do aumento no número de lesões (Reis & Bresolin, 2004). A velocidade de aumento do número de lesões é determinada fundamentalmente pela resistência parcial, com influência marcante das condições climáticas reinantes na área e do manejo cultural da lavoura. Segundo PARLEVLIE (1979), a resistência parcial é caracterizada através da freqüência de infecção, período de latência, tamanho de lesões e quantidade de esporos produzidos.

Diversos trabalhos têm demonstrado resultado positivo da resistência parcial na interação patógeno-hospedeiro, no âmbito de reduzir o impacto das doenças sobre as culturas. HOLLY *et al.* (1983), observou diferenças varietais em batata em resposta a infecção por *Alternaria solani*. ARAÚJO & PRABHU (2004) verificaram maior resistência parcial em somaclones de arroz à *Pyricularia grisea* comparados à cultivar parental. GIECO *et al.* (2004), verificaram variação no comportamento de isolados de *Septoria tritici* frente a genótipos de trigo, sugerindo este comportamento a presença de resistência parcial. JUNQUEIRA *et al.* (1990), comenta que a utilização de plantas com resistência parcial reduz ou elimina a necessidade de pulverizações com fungicida, resultando em maior eficiência do controle químico.

Na ausência de cultivares dotadas de resistência vertical, a utilização de cultivares de soja, com bom nível de resistência parcial a *Phakopsora pachyrhizi*, poderá se traduzir em uma das estratégias na redução do número de aplicações de fungicidas, uma vez que, nas condições do cerrado brasileiro, poderão ocorrer situações superiores a três pulverizações, principalmente em cultivos sobre pivô central. Para verificar a resistência parcial de cultivares de soja em relação à *Phakopsora pachyrhizi*, em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, foi desenvolvido este trabalho.



## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação no município de Itaára, região central do estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizadas quinze cultivares (Tabela 1) de soja, semeadas em vaso plástico contendo oito litros de substrato agrícola esterilizado. Cada cultivar foi plantada em número de quatro plantas/vaso. A nutrição das plantas foi realizada através de fertiirrigações por meio dos gotejadores, com a solução padrão de HOAGLAND & ARNON (1950) (anexos), em intervalos semanais.

**Tabela 1** - Cultivares de soja utilizada na averiguação da resistência parcial ao fungo *Phakopsora pachyrhizi*, inoculadas no estágio de folha unifoliada (V<sub>1</sub>), Santa Maria 2005.

Cultivares		
Ciclo Precoce	Ciclo Médio	Ciclo Tardio
BRS 138	BRS 154	CD 205
BRS 133	CD 201	MSOY 8001
BRS 153	AL 72	CEP 38
BRS 184	AL 83	CEP 39
MSOY 6101	MSOY 7636	ANTA

A inoculação das cultivares com os uredíniosporos de *Phakopsora pachyrhizi* foi simultânea e no estágio V<sub>1</sub> (folha unifoliada), sendo realizada no período noturno, com molhamento das plantas (nebulizador) após 12 horas. A deposição dos esporos foi obtida com um aparelho Aerógrafo (microcanhão propelido a CO<sub>2</sub> com pressão de trabalho de 0,5 bar), provido de um reservatório para adição da suspensão de esporos. Esta composta por água, espalhante adesivo (Tween 80 - 100 ppm) e uredíniosporos de *Phakopsora pachyrhizi* na concentração de  $2 \times 10^5$  esporos/ml. A pulverização foi realizada em ambas as faces da folha até completo molhamento foliar, sem que houvesse escorrimento. Após a inoculação controlada, as plantas foram mantidas sob condições de umidade relativa superior a 90% durante 12 h, através de um programa de nebulização (3min/2horas) e temperatura entre 15 e 30°C.

As observações visando identificar os sintomas de *Phakopsora pachyrhizi*, iniciaram a partir do sétimo dia após a inoculação controlada e o início da contagem de pústulas, a partir do surgimento do primeiro sintoma (tempo zero), seguindo-se três, cinco e sete dias após, com o auxílio de lupa 20 x (em oito folhas unifolioladas e quatro plantas).

O período de incubação foi determinado em dias, desde o momento da inoculação até o surgimento do primeiro sintoma (pústulas com esporulação do fungo). O número médio de pústulas observadas, no dado período de tempo, proporcionou a determinação da taxa de progresso da doença, através da fórmula proposta por Vanderplank (1963) e que descreve o modelo logarítmico de desenvolvimento da epidemia:

$$r=(1/t)\ln(x-x_0)$$

onde:

**t** : tempo decorrido entre a primeira contagem de pústulas e a última contagem,

**x** : número de pústulas na última contagem,

**x<sub>0</sub>** : número de pústulas na primeira contagem.

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estágio de folha unifoliada (V<sub>1</sub>), todas as cultivares de soja testadas manifestaram sintomas de infecção por *Phakopsora pachyrhizi*. Estes resultados vêm ao encontro das observações de REIS & BRESOLIN (2004), que afirmam ainda não haver cultivares de soja com resistência vertical a ferrugem asiática.

Entre as cultivares foi observado variação de até 5 dias no período de incubação da doença, sendo os valores extremos de 13 a 18 dias após a inoculação artificial (Tabela 2).

A taxa de progresso da doença refere-se ao aumento percentual de uma doença policíclica em um determinado intervalo de tempo (Vanderplank, 1963). A expressão das características de taxa de progresso (**r**) e a duração do período de incubação são determinadas por genes independentes quantitativos e cuja herdabilidade é baixa. Apesar de todas as cultivares terem mostrado suscetibilidade ao fungo, foi verificada variação na taxa de progresso da doença, sendo o maior valor de **r** associado à cultivar AL-83 com 1.16 (Tabela 2). Em adição, cultivares com

menores valores de  $r$  necessitou maior período de tempo para atingir níveis epidêmicos de *Phakopsora pachyrhizi*. No entanto, quando combinados período de incubação longo e a baixa taxa de progresso da doença ( $r$ ), foi observado retardo significativo no desenvolvimento da doença como registrado para a cultivar BRS 133.

Não foi verificada correlação entre a taxa de progresso da doença ( $r$ ) e o período de incubação, sendo obtidas cultivares com baixo  $r$  baixo período de incubação (Anta), alto  $r$  e alto período de incubação (AL 83), baixo  $r$  e alto período de incubação (BRS 133) e cultivar com alto  $r$  baixo período de incubação (BRS 138).

Para as cultivares que apresentaram baixo período de incubação e alta taxa de progresso, possivelmente os mecanismos da resistência parcial estejam atuando sobre os processos de infecção. No entanto quando foi verificado baixo  $r$  e baixo período de incubação é possível que os mecanismos da resistência parcial estejam atuando sobre o processo de esporulação, interferindo na produção de uredíniosporos, através da alteração do número de esporos produzidos. Se esta característica estiver associada a um alto período de incubação haverá uma redução na velocidade de desenvolvimento de uma epidemia, como foi verificado com as cultivares BRS 133, Anta e BRS 184.

#### **4.4 CONCLUSÕES**

De acordo com as condições em que foi estabelecido e conduzido este trabalho, os resultados permitem concluir que no grupo de 15 cultivares de soja testadas, nenhuma delas manifestou resistência a ferrugem asiática. Entre as cultivares testadas, a velocidade de progresso foi maior na AL-83 ( $r = 1,16$ ) e menor na BRS 133 ( $r = 0,43$ ). Observou-se variação no período de incubação de 5 dias, entre os valores extremos registrados. Não foi verificada correlação entre a taxa de progresso da doença ( $r$ ) e o período de incubação.

**Tabela 2** Ranking das cultivares, conforme o número parcial e total de pústulas de *Phakopsora pachyrhizi*, a partir do primeiro sintoma, Santa Maria 2005.

Parâmetros		Primeiro Sintoma			Terceiro Dia			Quinto Dia			Sétimo Dia		
cub (Dias)	TX Progre.	Cultivar	Total Púst.	Ran king	Cultivar	Total Púst.	Ran king	Cultivar	Total Púst.	Ran king	Cultivar	Total Púst.	Ran king
6	0,73	BRS 184	1	1°	BRS 184	3	1°	BRS 184	23	1°	BRS 184	78	1°
13	0,86	BRS 138	1		ANTA	7	2°	ANTA	31	2°	BRS 133	119	2°
16	1,16	AL 83	1		Msoy 8001	7		7636	38	3°	ANTA	132	3°
16	0,78	7636	1		7636	10	3°	6001	63	4°	6001	192	4°
13	0,73	CD 201	2	2°	BRS 138	11	4°	CD 205	83	5°	7636	232	5°
16	0,7	6001	3	3°	CD 201	16	5°	Msoy 8001	84	6°	Msoy 8001	275	6°
13	0,54	ANTA	3		6001	18	6°	BRS 138	97	7°	CD 205	325	7°
13	0,74	BRS 154	3		CD 205	27	7°	BRS 154	98	8°	CD 201	339	8°
13	0,65	Msoy 8001	3	4°	BRS 154	32	8°	CEP 39	115	9°	BRS 138	423	9°
16	0,9	CEP 39	4		BRS 133	34	9°	BRS 133	116	10°	BRS 153	485	10°
18	0,43	BRS 133	6	5°	BRS 153	48	10°	BRS 153	182	11°	BRS 154	531	11°
13	0,57	CD 205	6		CEP 39	50	11°	CD 201	184	12°	CEP 39	889	12°
13	0,59	BRS 153	8	6°	AL 83	68	12°	AL 83	241	13°	AL 83	1042	13°
18	0,61	AL 72	22	7°	AL 72	184	13°	CEP 38	677	14°	AL 72	1537	14°
18	0,53	CEP 38	44	8°	CEP 38	186	14°	AL 72	846	15°	CEP 38	1766	15°

#### 4.5 BIBLIOGRAFIA CITADA

ARAÚJO, L. A.; PRABHU, A. S. 2004. Resistência parcial á brusone em somaclones da cultivar de arroz CICA-8. **Fitopatol. bras.** Vol. 29 n4. Brasília Jul/Aug. 2004.

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

BROMFIELD, K. R.; MELCHING, J. S.; KINGSOVER, C. H. 1980. Virulence and aggressiveness of *Phakopsora pachyrhizi* isolates causing soybean rust. **Phytopathology**. 70: 17-21.

GIECO, J. O.; DUBCOVSKY, J.; CAMARGO, L. E. A. 2004. Aggressiveness and physiological specialization of *Septoria tritici* Rob. isolates. **Sci. Agric.** (Piracicaba, Braz.), v.61, n.4, p. 414-421, July/August 2004.

HOLLY, J. D.; HALL, R.; HOFSTRA, G. 1983. Identification of rate-reducing resistance to early blight in potato. *Can. J. Plant Pathologic*. 5: 111-114.

JUNQUEIRA, N. T. V.; LIMA, M. I. P. M.; GASPAROTO, L.; LUIZ, A. J. B. 1992. Controle integrado do mal-das-folhas da seringueira – associação entre resistência genética e controle químico. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, 27 (7): 1027-1034, jul.

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

PARLEVLIT, J. E. 1979. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annu. Rev. Phytopathol.** 17: 203-222.

REIS, E.M.; BRESOLIN, A. C. R. 2004. Ferrugem da soja: revisão e aspectos técnicos. In: **Doenças na Cultura da Soja**. Aldeia Norte Editora Ltda. Passo Fundo. p 55-70.

**5 Capítulo 3**  
**CONTROLE PREVENTIVO E CURATIVO DE FERRUGEM ASIÁTICA**  
***Phakopsora pachyrhizi* Sidow**

**RESUMO**

A ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow), recentemente constatada no Brasil, tem causado decréscimos significativos de produtividade, gerando grande demanda de informações a respeito, no intuito de se avaliar formas de controle. O presente trabalho teve como objetivo inicial avaliações comparativas de eficiência do controle químico, em aplicações preventivas e curativas foram realizadas no controle de *Phakopsora pachyrhizi* sendo utilizado o fungicida Pyraclostrobina e Epoxiconazol. Os resultados obtidos mostraram que o controle preventivo possibilitou controle da doença durante um período de tempo superior aquele obtido quando os fungicidas foram aplicados de forma curativa. Outro resultado obtido foi o período residual absoluto ao redor de 42 dias quando o fungicida foi aplicado preventivamente enquanto que o residual foi de aproximadamente 10 dias quando aplicado curativamente.

**Palavras-chaves adicionais:** *Phakopsora pachyrhizi*, soja, controle preventivo, controle curativo, controle químico.

## **Preventative and curative control of rust asian *Phakopsora pachyrhizi* Sidow.**

### **ABSTRACT**

The Asian Soybean Rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow), was recently found in Brazil. The disease has caused serious yield reductions. Many experiments were run out in order to get information to control efficiently the disease. Efficiency of Pyraclostrobina and Epoxiconazol control applied preventatively or curatively was determined on *Phakopsora pachyrhizi*. Results indicated that preventative control of asian rust was longer than curative. Also, de residual period was 42 days while curative applications produced residual of 10 days.

**Additional word-key:** *Phakopsora pachyrhizi*, soybean, preventive control, control curative, chemical control.

## 5.1 INTRODUÇÃO

Embora a ferrugem asiática *Phakopsora pachyrhizi* tenha sido relatada pela primeira vez no Japão em 1902, existem poucos trabalhos científicos a nível mundial, que contemplem estudos relativos ao uso de fungicidas no seu controle. Segundo GODOY & CANTERI (2004), a maioria das informações relativas à *Phakopsora pachyrhizi*, ainda são ausentes nas condições brasileiras, devido a sua recente ocorrência em 2001. A demanda de informações levou à instalação de diversos experimentos por várias instituições de pesquisas, empresas comerciais e entidades de ensino no país. A rápida e eficiente geração de dados fez do Brasil, uma referência mundial nos estudos relativos ao controle da ferrugem asiática. No contexto do controle químico, diversos agentes necessitam ser estudados mais detalhadamente, destacando-se período residual de cada ingrediente ativo, momento ideal de aplicação e ingredientes a serem utilizados, nível de sistemicidade e rapidez na mobilidade dos mesmos. O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou o estudo específico do efeito das pulverizações preventivas (anteriores a deposição dos uredíniosporos sobre as folhas de soja) e curativas (posteriores a deposição dos uredíniosporos sobre as folhas de soja) de *Phakopsora pachyrhizi*. Dentro do mesmo estudo, foram avaliados comparativamente a eficácia de controle de um fungicida do grupo químico dos triazóis e de um fungicida do grupo químico das estrubilurinas, separados e em adição.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.2.1 Local de cultivo, cultivares empregadas e nutrição das plantas

As plantas de soja, cultivar FEPAGRO RS-10, foram semeadas em vasos plásticos flexíveis de 8 litros contendo substrato agrícola esterilizado. A densidade de semeadura utilizada foi de 10 sementes por vaso, posteriormente efetuando-se o raleio de plântulas, até uma população final de 4 plantas por vaso. A nutrição das plantas foi realizada através de fertiirrigação por meio de gotejadores, com a solução padrão de HOAGLAND & ARNON (1950) (anexos), em intervalos semanais.



## 5.2.2 Estádio fenológico de inoculação artificial

As inoculações artificiais de *Phakopsora pachyrhizi* foram realizadas no estágio fenológico R<sub>1</sub> (início do florescimento).

## 5.2.3 Equipamento de pulverização

Para aplicação dos tratamentos (Tabela 1 e 2), foi utilizado pulverizador costal propelido a CO<sub>2</sub>, dotado de 3 pontas de pulverização, modelo XR 110 015. O conjunto, calibrado para aplicação de volumes de calda de 150 litros por hectare.

## 5.2.4 Tratamentos

Aplicações preventivas dos fungicidas Pyraclostrobina e Epoxiconazol separados e em adição (Tabela 2), foram realizadas previamente à inoculação de *Phakopsora pachyrhizi* enquanto que as aplicações curativas (Tabela 1) foram realizadas após as inoculações de *Phakopsora pachyrhizi*.

**Tabela 1** Tratamentos do protocolo de aplicações curativas, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

CONTROLE CURATIVO					
Tratamento	Ativo	Dose	I.A	Timing	
1	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Aplicar após a inoculação	2 horas
2	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Aplicar após a inoculação	1 dia
3	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Aplicar após a inoculação	2 dias
4	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Aplicar após a inoculação	3 dias
5	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Aplicar após a inoculação	4 dias
6	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Aplicar após a inoculação	5 dias
7	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Aplicar após a inoculação	6 dias
8	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Aplicar após a inoculação	7 dias
9	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Aplicar após a inoculação	8 dias
10	Epoxiconazol	0,5	37,5	Aplicar após a inoculação	2 horas
11	Epoxiconazol	0,3	37,5	Aplicar após a inoculação	1 dia
12	Epoxiconazol	0,3	37,5	Aplicar após a inoculação	2 dias
13	Epoxiconazol	0,3	37,5	Aplicar após a inoculação	3 dias

14	Epoxiconazol	0,3	37,5	Aplicar após a inoculação	4 dias
15	Epoxiconazol	0,3	37,5	Aplicar após a inoculação	5 dias
16	Epoxiconazol	0,3	37,5	Aplicar após a inoculação	6 dias
17	Epoxiconazol	0,3	37,5	Aplicar após a inoculação	7 dias
18	Epoxiconazol	0,3	37,5	Aplicar após a inoculação	8 dias
19	Pyraclostrobina	0,3	75	Aplicar após a inoculação	2 horas
20	Pyraclostrobina	0,3	75	Aplicar após a inoculação	1 dia
21	Pyraclostrobina	0,3	75	Aplicar após a inoculação	2 dias
22	Pyraclostrobina	0,3	75	Aplicar após a inoculação	3 dias
23	Pyraclostrobina	0,3	75	Aplicar após a inoculação	4 dias
24	Pyraclostrobina	0,3	75	Aplicar após a inoculação	5 dias
25	Pyraclostrobina	0,3	75	Aplicar após a inoculação	6 dias
26	Pyraclostrobina	0,3	75	Aplicar após a inoculação	7 dias
27	Pyraclostrobina	0,3	75	Aplicar após a inoculação	8 dias
28	<b>Testemunha</b>				

**Tabela 2** Tratamentos do protocolo de aplicações preventivas, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

<b>CONTROLE PREVENTIVO</b>					
<b>Tratamentos*</b>	<b>Ativo</b>	<b>Dose</b>	<b>I.A</b>	<b>Timing</b>	
29	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Inocular após a aplicação	2 horas
30	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Inocular após a aplicação	10 dias
31	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Inocular após a aplicação	14 dias
32	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Inocular após a aplicação	18 dias
Testemunha 32					
33	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Inocular após a aplicação	22 dias
Testemunha 33					
34	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Inocular após a aplicação	26 dias
Testemunha 34					
35	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Inocular após a aplicação	30 dias
Testemunha 35					
36	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Inocular após a aplicação	32 dias
Testemunha 36					
37	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Inocular após a aplicação	36 dias
Testemunha 37					
38	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Inocular após a aplicação	40 dias
Testemunha 38					

39	Pyraclostrobina + Epoxiconazol	0,5	95,1	Inocular após a aplicação	44 dias
Testemunha 39					
40	Epoxiconazol	0,3	37,5	Inocular após a aplicação	2 horas
Testemunha 40					
41	Epoxiconazol	0,3	37,5	Inocular após a aplicação	10 dias
Testemunha 41					
42	Epoxiconazol	0,3	37,5	Inocular após a aplicação	14 dias
Testemunha 42					
43	Epoxiconazol	0,3	37,5	Inocular após a aplicação	18 dias
Testemunha 43					
44	Epoxiconazol	0,3	37,5	Inocular após a aplicação	22 dias
Testemunha 44					
45	Epoxiconazol	0,3	37,5	Inocular após a aplicação	26 dias
Testemunha 45					
46	Epoxiconazol	0,3	37,5	Inocular após a aplicação	30 dias
Testemunha 46					
47	Epoxiconazol	0,3	37,5	Inocular após a aplicação	32 dias
Testemunha 47					
48	Epoxiconazol	0,3	37,5	Inocular após a aplicação	36 dias
Testemunha 48					
49	Epoxiconazol	0,3	37,5	Inocular após a aplicação	40 dias
Testemunha 49					
50	Epoxiconazol	0,3	37,5	Inocular após a aplicação	44 dias
Testemunha 50					
51	Pyraclostrobina	0,3	75	Inocular após a aplicação	2 horas
Testemunha 51					
52	Pyraclostrobina	0,3	75	Inocular após a aplicação	10 dias
Testemunha 52					
53	Pyraclostrobina	0,3	75	Inocular após a aplicação	14 dias
Testemunha 53					
54	Pyraclostrobina	0,3	75	Inocular após a aplicação	18 dias
Testemunha 54					
55	Pyraclostrobina	0,3	75	Inocular após a aplicação	22 dias
Testemunha 55					
56	Pyraclostrobina	0,3	75	Inocular após a aplicação	26 dias
Testemunha 56					
57	Pyraclostrobina	0,3	75	Inocular após a aplicação	30 dias
58	Pyraclostrobina	0,3	75	Inocular após a aplicação	32 dias

59	Pyraclostrobina	0,3	75	Inocular após a aplicação	36 dias
60	Pyraclostrobina	0,3	75	Inocular após a aplicação	40 dias
61	Pyraclostrobina	0,3	75	Inocular após a aplicação	44 dias

\* Em cada tratamento foi conduzido um vaso testemunha;

### 5.2.5 Avaliações

Foram avaliados os períodos residuais dos tratamentos, mensurados em dias de controle. Foi considerado como período residual absoluto, o intervalo de tempo em dias, compreendido desde a inoculação controlada de *Phakopsora pachyrhizi*, até o surgimento do primeiro sintoma, respectivamente em cada tratamento (data do primeiro sintoma – data da inoculação). O período residual efetivo foi considerado como sendo, o número de dias de período residual absoluto, menos, o número de dias após a aplicação (controle preventivo) ou número de dias após a inoculação (controle curativo), ambos acrescidos ainda do período de incubação da doença (número de dias até surgimento do primeiro sintoma na testemunha).

#### 5.2.5.1 Controle Curativo

→ Período Residual Absoluto = Data do primeiro sintoma – Data da inoculação.

→ Período residual efetivo = Período residual absoluto – (número de dias após a inoculação (DAI) + número de dias de incubação da doença)

#### 5.2.5.2 Controle Preventivo

→ Período Residual Absoluto = Data do primeiro sintoma – Data da inoculação.

→ Período residual efetivo = Período residual absoluto – (número de dias após a aplicação (DAA) + número de dias de incubação da doença)

## 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em controle curativo, Pyraclostrobina e Epoxiconazol, separados e em adição, no período de duas horas após a inoculação de *Phakopsora pachyrhizi*,

foram capazes de impedir o desenvolvimento da doença, atuando de forma curativa. Os demais tratamentos curativos, não obtiveram mesmo resultado, porém, todos retardaram o desenvolvimento da doença. Estes resultados concordam parcialmente com GODOY & CANTERI (2004), que observaram efeito similar no retardo do desenvolvimento de *Phakopsora pachyrhizi*, porém, não observaram efeito curativo (erradicante) da mistura destes ativos. Ainda foi observado, que os resultados obtidos com a aplicação em separado, dos componentes da mistura neste mesmo período, mostraram comportamento similar ao da mistura de ativos, não sendo observado assim, sinergismo entre os componentes quando misturados. Acredita-se, na possibilidade de inibição da colonização dos tecidos foliares, ou mesmo de um efeito fungistático sobre os urediosporos. Estas observações são suportadas por AZEVEDO (2001), que relata o efeito curativo erradicante mais pronunciado dos fungicidas sistêmicos nas primeiras 48 a 72 horas após a infecção dos patógenos.

O residual efetivo no controle curativo, não foi determinado apenas pela ação isolada da mistura ou de seus componentes. (Residual Absoluto – (DAA + Incubação)). Este denotou um número decrescente de dias sem os sintomas da doença (Tabela 3), refletindo a diminuição gradual do período de proteção, proporcional ao atraso da aplicação e ao período de incubação da doença (Figura 2). A partir do sexto dia após a inoculação artificial de *Phakopsora pachyrhizi*, foi possível notar a estabilização do número de dias de proteção efetiva (período residual efetivo), em cinco dias (tabela 3). Acredita-se que este resultado se deve ao fato de que tanto a mistura de ativos, quanto seus componentes em separado, neste intervalo de tempo, estariam sendo aplicados praticamente nas pústulas eminentes de ferrugem, pois o período de incubação se mostrou constante de sete dias, sendo então, cinco dias o período máximo de proteção efetiva nestas condições.

Com relação ao controle preventivo, Pyraclostrobina + Epoxiconazol denotaram maior período de residual efetivo (Figura 8) e absoluto (Figura 9), 47 e 54 dias respectivamente, quando inoculações de *Phakopsora pachyrhizi* foram realizadas 2 horas após as aplicações. Os tratamentos cujas inoculações foram realizadas aos 10 e 14 dias após as aplicações da mistura de ativos, ainda mantiveram valores elevados de residual efetivo, superiores a 4 e 3 semanas respectivamente. O término do período residual efetivo pode ser notado, nas inoculações artificiais realizadas a partir dos 42 dias após a aplicação da mistura de ativos (Figura 8).

Utilizando-se Epoxiconazol, os dados obtidos resultaram em maior período de residual e efetivo (Figura 10) e absoluto (Figura 11) quando as inoculações de *Phakopsora pachyrhizi* foram realizadas 2 horas após as aplicações, não diferindo, dos valores encontrados em aplicações de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, neste mesmo período (47 e 54 dias respectivamente). Foi observado, no entanto, que os tratamentos cujas inoculações foram realizadas 10 e 14 dias após as aplicações do ativo, o período residual efetivo se mostrou superior a 3 e 2 semanas respectivamente. O término do período residual efetivo pode ser notado, nas inoculações artificiais realizadas a partir de 26 dias após a aplicação (DAA) do ativo (Figura 10).

A utilização de Pyraclostrobina resultou em maior período de residual efetivo (Figura 12) e absoluto (Figura 13), quando as inoculações de *Phakopsora pachyrhizi* foram realizadas 2 horas após as aplicações, não diferindo, dos valores encontrados em aplicações de Pyraclostrobina + Epoxiconazol e de Epoxiconazol, neste mesmo período (47 e 54 dias respectivamente). Foi observado, no entanto, que os tratamentos cujas inoculações foram realizadas 10 e 14 dias após as aplicações do ativo, o período residual efetivo se mostrou superior a 3 e 2 semanas respectivamente. O término do período residual efetivo pode ser notado, nas inoculações artificiais realizadas a partir de 34 dias após a aplicação (DAA) do ativo (Figura 12).

Diante dos resultados levantados, infere-se que Pyraclostrobina e Epoxiconazol em aplicações preventivas, tanto em mistura quanto em separado, não foram capazes de manifestar efeito curativo (erradicante) de *Phakopsora pachyrhizi*. Entretanto, estes ativos em mistura ou não, mostraram valores idênticos de residual efetivo e absoluto, no período 2 horas após a aplicação (47 e 54 dias respectivamente). Nos demais tratamentos, Pyraclostrobina + Epoxiconazol, manifestaram períodos superiores de residual efetivo (Figura 14) e absoluto, em comparação aos componentes da mistura em separado.

O término do período residual efetivo foi notado aos 42 dias após a aplicação (DAA) de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, aos 26 dias após a aplicação (DAA) de Epoxiconazol e aos 34 dias após a aplicação (DAA) de Pyraclostrobina e (Figura 14), demonstrando o efeito sinérgico da mistura.

**Tabela 3** Datas de aplicação de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, Pyraclostrobina e Epoxiconazol, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de *Phakopsora pachyrhizi*, período residual efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, Pyraclostrobina e Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

Trat.	Inoc.	1º Sint Trat	1º Sint Test	DAI	INC	Pyraclostrobina + Epoxiconazol		Epoxiconazol		Pyraclostrobina	
						Residual Absoluto	Residual Efetivo	Residual Absoluto	Residual Efetivo	Residual Absoluto	Residual Efetivo
1,10,19	20/jul	****	27/ago	0	****	****	****	****	****	****	****
2,11,20	20/jul	8/ago	27/ago	1	7	18	10	18	10	18	10
3,12,21	20/jul	8/ago	27/ago	2	7	17	8	17	8	17	8
4,13,22	20/jul	10/ago	27/ago	3	7	18	8	18	8	18	8
5,14,23	20/jul	11/ago	27/ago	4	7	18	7	18	7	18	7
6,15,24	20/jul	13/ago	27/ago	5	7	19	7	19	7	19	7
7,16,25	20/jul	13/ago	27/ago	6	7	18	5	18	5	18	5
8,17,26	20/jul	15/ago	27/ago	7	7	19	5	19	5	19	5
9,18,27	20/jul	17/ago	27/ago	8	7	20	5	20	5	20	5

**Tabela 4** Datas de aplicação de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, Pyraclostrobina e Epoxiconazol, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de *Phakopsora pachyrhizi*, período residual efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, Pyraclostrobina e Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

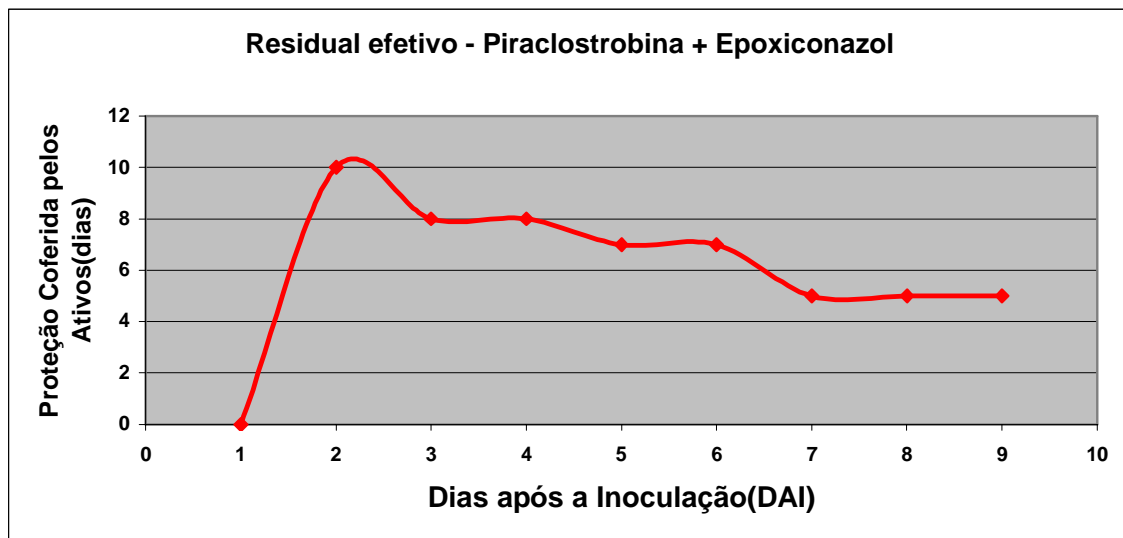
Trat.	Aplic.	Inoc.	1º Sintoma				DAA	INC	Pyr + Epzc		Epoxiconazol		Pyraclostrobina	
			Pyr + Epzc	Epzc	Pyr	Test.			Res Absol	Res Efet	Res Absol	Res Efet	Res Absol	Res Efet
29,40,51	2/abr	2/abr	26/mai	26/mai	26/mai	9/abr	0	7	54	47	54	47	54	47
30,41,52	2/abr	12/abr	23/mai	14/mai	14/mai	19/abr	10	7	51	34	42	25	42	25
31,41,53	2/abr	16/abr	17/mai	11/mai	12/mai	23/abr	14	7	45	24	39	18	40	19
32,42,54	2/abr	20/abr	15/mai	9/mai	9/mai	27/abr	18	7	43	18	37	12	37	12
33,43,55	2/abr	24/abr	14/mai	7/mai	7/mai	1/mai	22	7	42	13	35	6	35	6
34,44,56	2/abr	28/abr	14/mai	5/mai	8/mai	5/mai	26	7	42	9	33	0	36	3
35,45,57	2/abr	2/mai	14/mai	9/mai	10/mai	9/mai	30	7	42	5	37	0	38	1
36,46,58	2/abr	4/mai	15/mai	13/mai	13/mai	11/mai	34	7	43	2	41	0	41	0
37,47,59	2/abr	8/mai	18/mai	17/mai	17/mai	15/mai	38	7	46	1	45	0	45	0
38,48,60	2/abr	12/mai	21/mai	21/mai	21/mai	19/mai	42	7	49	0	49	0	49	0
39,49,61	2/abr	16/mai	25/mai	25/mai	25/mai	23/mai	46	7	53	0	53	0	53	0



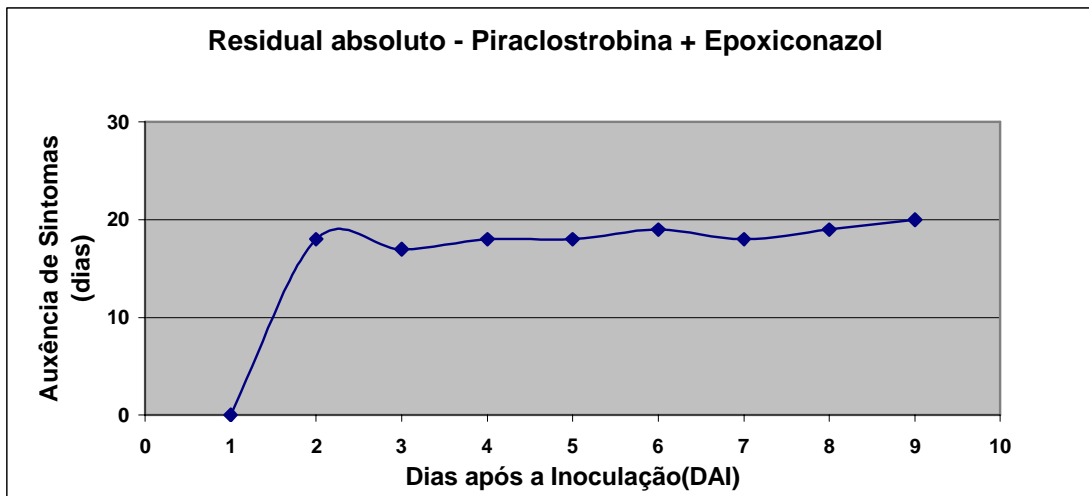
**Tabela 5** - Datas de aplicação de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de *Phakopsora pachyrhizi*, período residual efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

Trat.	Pyraclostrobina + Epoxiconazol			Prim. Sint. Test.	DAÍ	INC	Residual Absoluto (dias)	Residual Efetivo
	Aplicação	Inoculação	Prim. sintomas					
1	20/jul	20/jul	*****	27/ago	0	*****	*****	*****
2	21/jul	20/jul	8/ago	27/ago	1	7	18	10
3	22/jul	20/jul	8/ago	27/ago	2	7	17	8
4	23/jul	20/jul	10/ago	27/ago	3	7	18	8
5	24/jul	20/jul	11/ago	27/ago	4	7	18	7
6	25/jul	20/jul	13/ago	27/ago	5	7	19	7
7	26/jul	20/jul	13/ago	27/ago	6	7	18	5
8	27/jul	20/jul	15/ago	27/ago	7	7	19	5
9	28/jul	20/jul	17/ago	27/ago	8	7	20	5

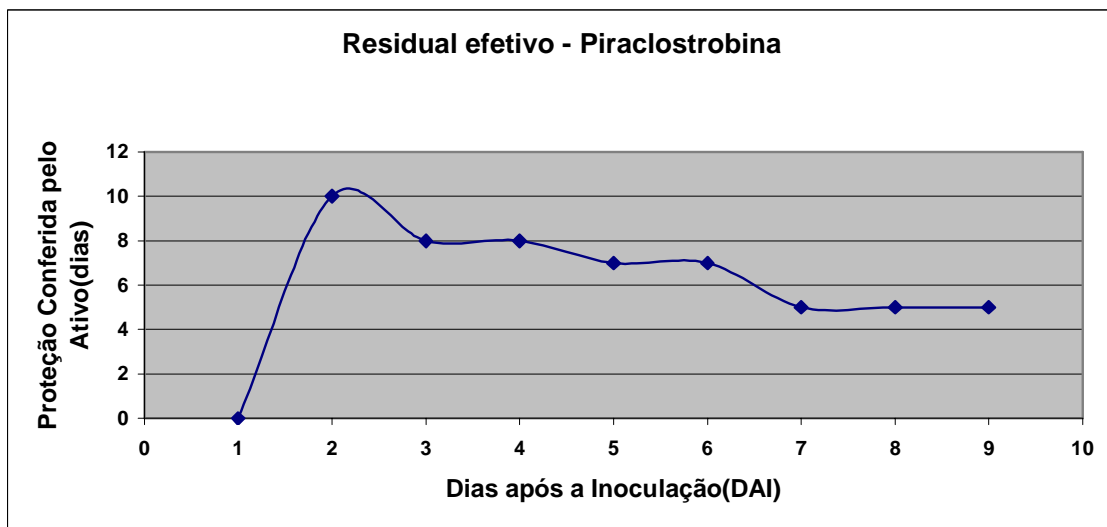
### 5.3.1 CONTROLE CURATIVO



**Figura 1.** Período residual efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.



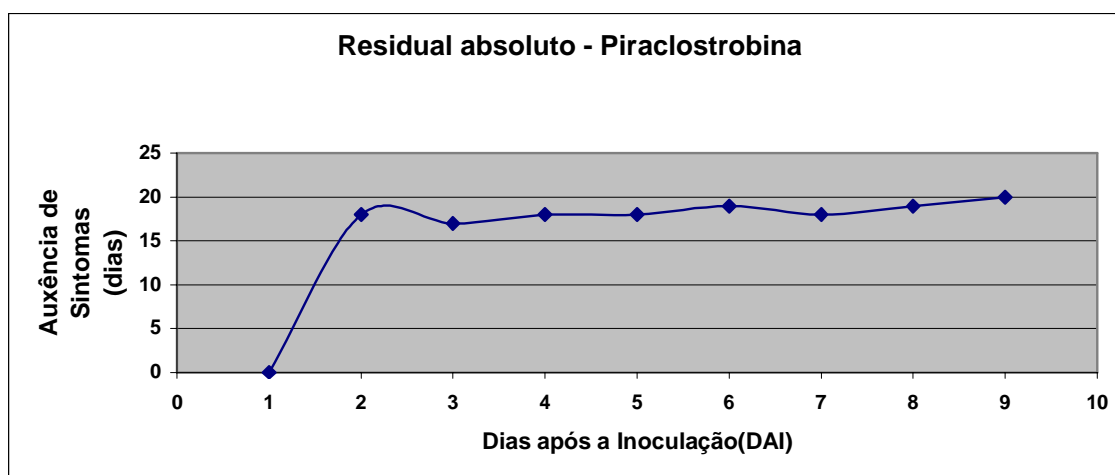
**Figura 2.** Período residual absoluto de Piraclostrobina + Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.



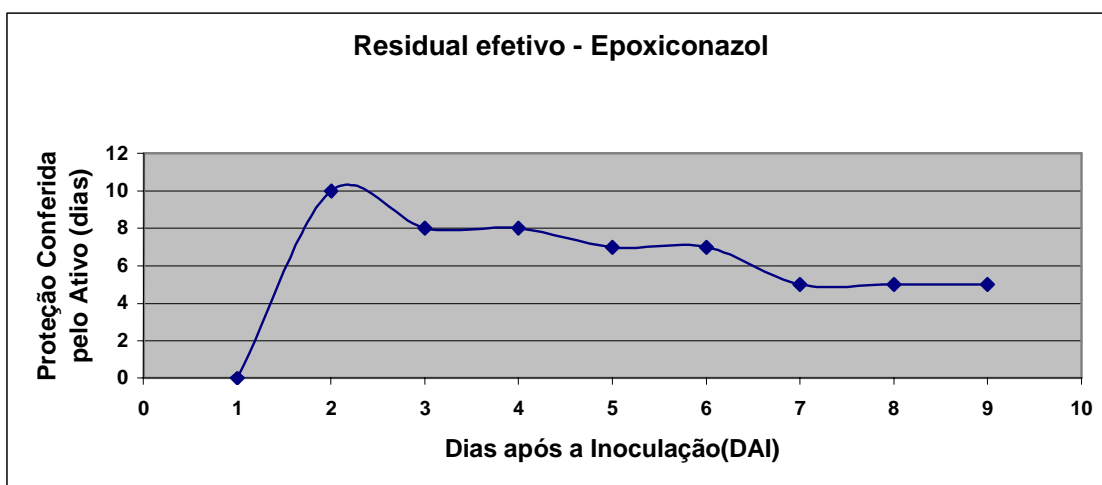
**Figura 3.** Período residual efetivo de Piraclostrobina em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

**Tabela 6** Datas de aplicação de Pyraclostrobina, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de *Phakopsora pachyrhizi*, período residual efetivo de Pyraclostrobina em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

Trat.	Pyraclostrobina			Prim. Sint. Test.	DAI	INC	Residual Absoluto (dias)	Residual Efetivo
	Aplicação	Inoculação	Prim. sintomas					
10	20/jul	20/jul	*****	27/ago	0	*****	*****	*****
11	21/jul	20/jul	8/ago	27/ago	1	7	18	10
12	22/jul	20/jul	8/ago	27/ago	2	7	17	8
13	23/jul	20/jul	10/ago	27/ago	3	7	18	8
14	24/jul	20/jul	11/ago	27/ago	4	7	18	7
15	25/jul	20/jul	13/ago	27/ago	5	7	19	7
16	26/jul	20/jul	13/ago	27/ago	6	7	18	5
17	27/jul	20/jul	15/ago	27/ago	7	7	19	5
18	28/jul	20/jul	17/ago	27/ago	8	7	20	5



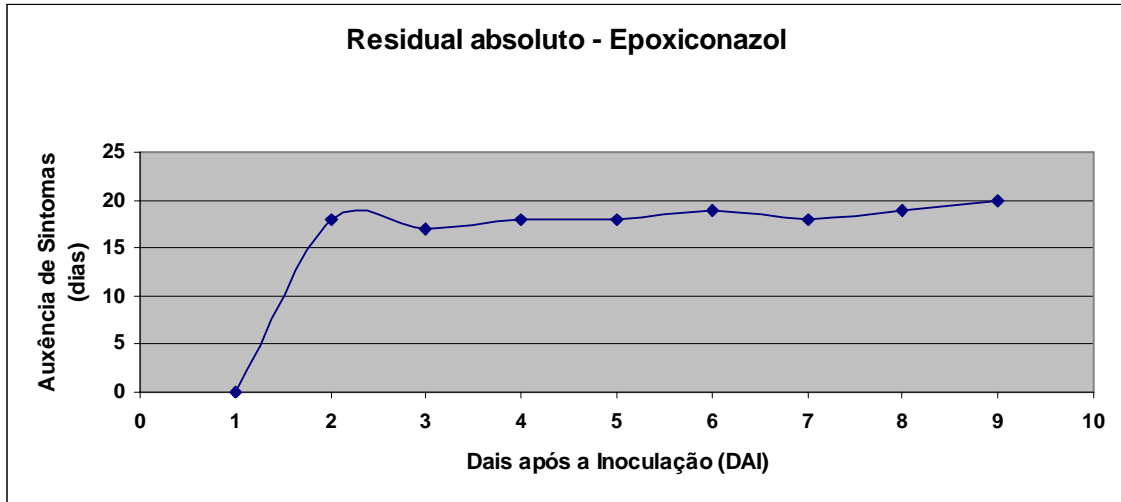
**Figura 4.** Período residual absoluto de Pyraclostrobina em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.



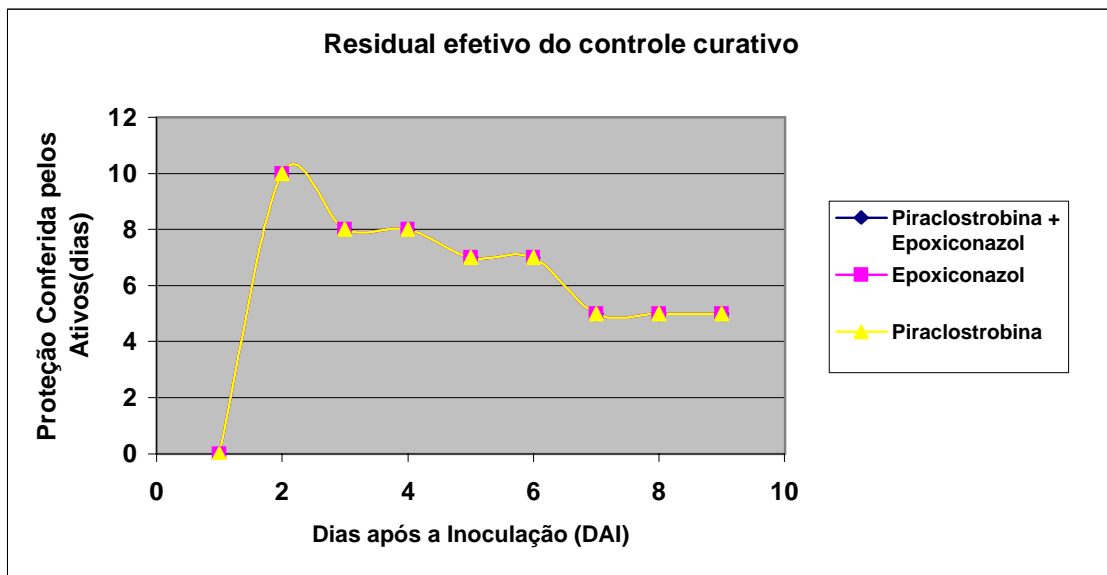
**Figura 5.** Período residual efetivo de Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

**Tabela 7** Datas de aplicação de Pyraclostrobina, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de *Phakopsora pachyrhizi*, período residual efetivo de Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria, 2005.

Trat.	Pyraclostrobina			Prim. Sint. Test.	DAÍ	INC	Residual Absoluto (dias)	Resídua Efetivo
	Aplicação	Inoculação	Prim. sintomas					
19	20/jul	20/jul	****	27/ago	0	****	****	****
20	21/jul	20/jul	8/ago	27/ago	1	7	18	10
21	22/jul	20/jul	8/ago	27/ago	2	7	17	8
22	23/jul	20/jul	10/ago	27/ago	3	7	18	8
23	24/jul	20/jul	11/ago	27/ago	4	7	18	7
24	25/jul	20/jul	13/ago	27/ago	5	7	19	7
25	26/jul	20/jul	13/ago	27/ago	6	7	18	5
26	27/jul	20/jul	15/ago	27/ago	7	7	19	5
27	28/jul	20/jul	17/ago	27/ago	8	7	20	5

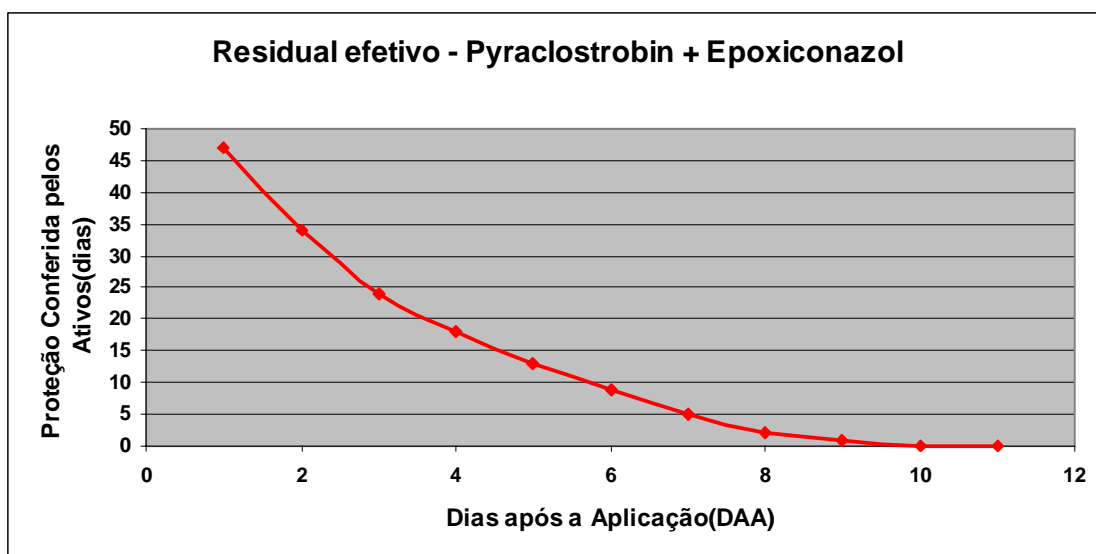


**Figura 6.** Período residual absoluto de Epoxiconazol em controle curativo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.



**Figura 7.** Período residual efetivo do controle curativo de Piraclostrobina + Epoxiconazol, Epoxiconazol e Piraclostrobina, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

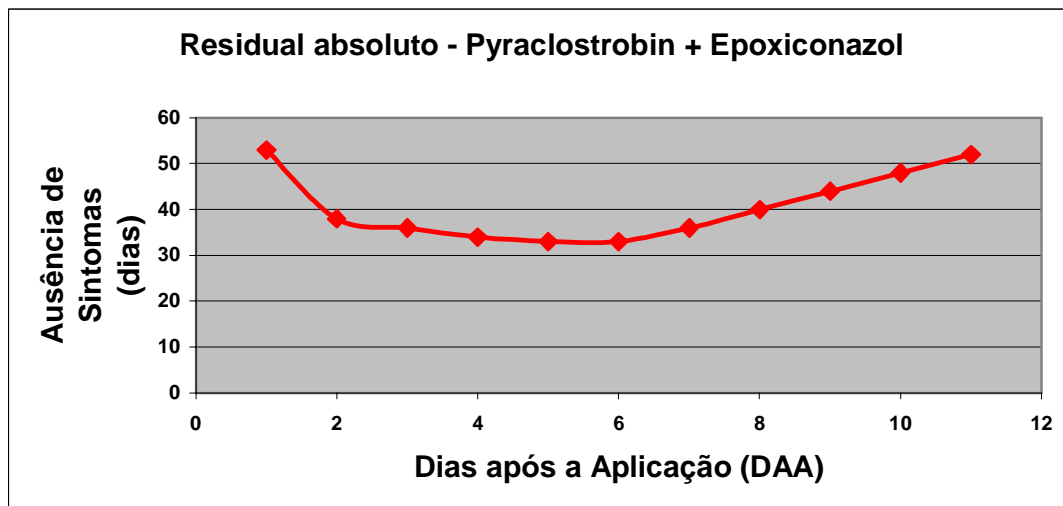
### 5.3.2 CONTROLE PREVENTIVO



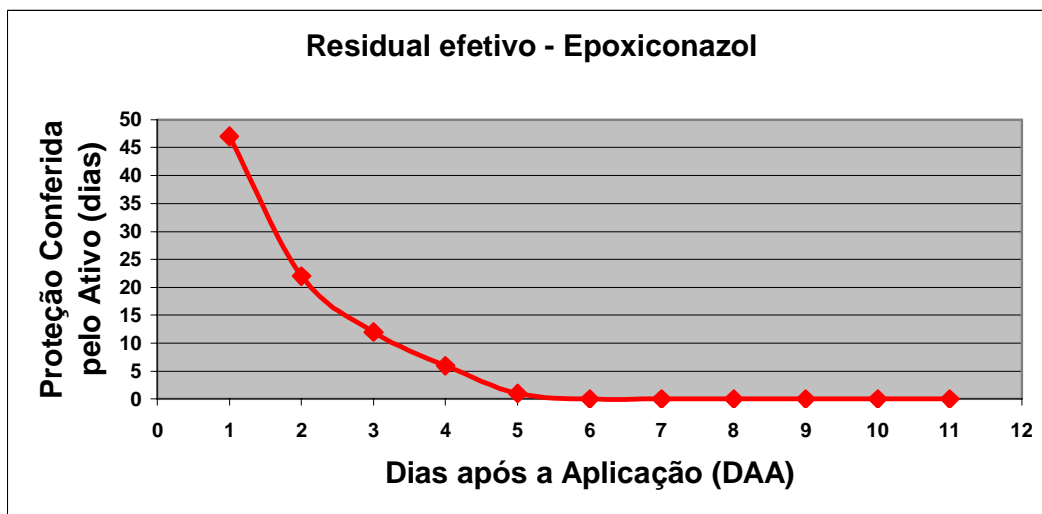
**Figura 8.** Período residual efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

**Tabela 8** - Datas de aplicação de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de *Phakopsora pachyrhizi*, período residual efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

Trat.	Pyraclostrobina + Epoxiconazol			Prim. Sint. Test.	DAA	INC	Residual Absoluto (dias)	Residual Efetivo
	Aplicação	Inoculação	Prim. sintomas					
29	2/abr	2/abr	26/mai	9/abr	0	7	54	47
30	2/abr	12/abr	23/mai	19/abr	10	7	51	34
31	2/abr	16/abr	17/mai	23/abr	14	7	45	24
32	2/abr	20/abr	15/mai	27/abr	18	7	43	18
33	2/abr	24/abr	14/mai	1/mai	22	7	42	13
34	2/abr	28/abr	14/mai	5/mai	26	7	42	9
35	2/abr	2/mai	14/mai	9/mai	30	7	42	5
36	2/abr	4/mai	15/mai	11/mai	34	7	43	2
37	2/abr	8/mai	18/mai	15/mai	38	7	46	1
38	2/abr	12/mai	21/mai	19/mai	42	7	49	0
39	2/abr	16/mai	25/mai	23/mai	46	7	53	0



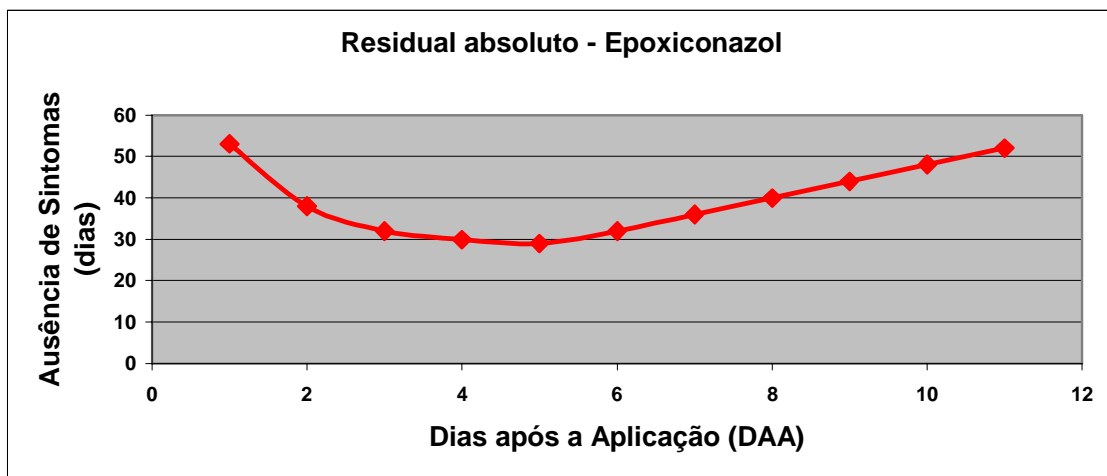
**Figura 9.** Período residual absoluto de Pyraclostrobina + Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.



**Figura 10.** Período residual efetivo de Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

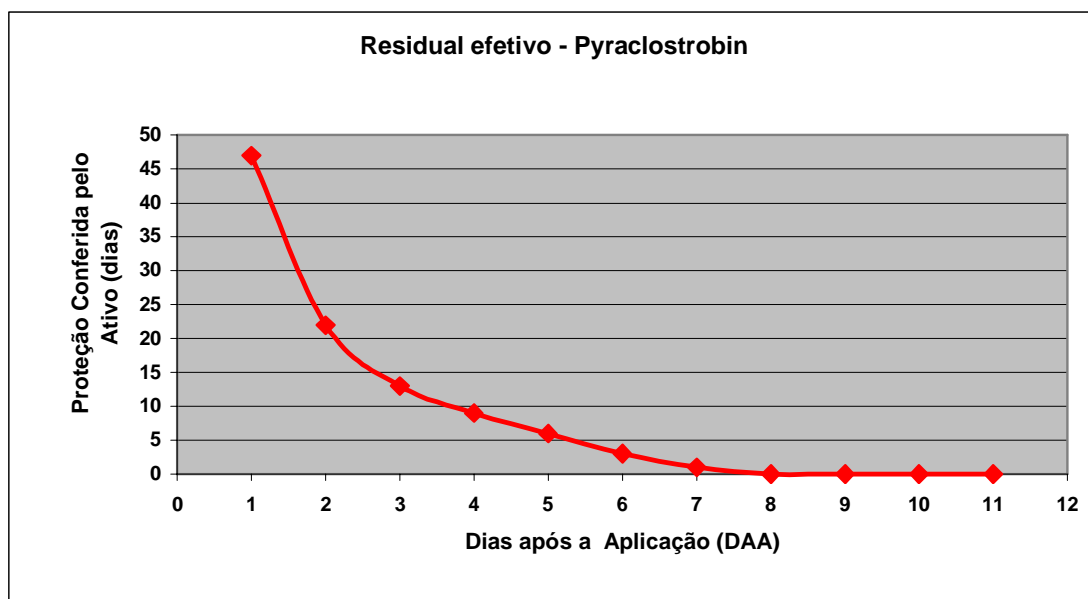
**Tabela 9** Datas de aplicação de Epoxiconazol, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de *Phakopsora pachyrhizi*, período residual efetivo de Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria. 2005.

Trat.	Data - Epoxiconazol			Prim. Sint. Test.	DAA	INC	Residual Absoluto	Residual Efetivo
	Aplicação	Inoculação	Prim. sintomas					
40	2/abr	2/abr	26/mai	9/abr	0	7	54	47
41	2/abr	12/abr	14/mai	19/abr	10	7	42	25
42	2/abr	16/abr	11/mai	23/abr	14	7	39	18
43	2/abr	20/abr	9/mai	27/abr	18	7	37	12
44	2/abr	24/abr	7/mai	1/mai	22	7	35	6
45	2/abr	28/abr	5/mai	5/mai	26	7	33	0
46	2/abr	2/mai	9/mai	9/mai	30	7	37	0
47	2/abr	4/mai	13/mai	11/mai	34	7	41	0
48	2/abr	8/mai	17/mai	15/mai	38	7	45	0
49	2/abr	12/mai	21/mai	19/mai	42	7	49	0
50	2/abr	16/mai	25/mai	23/mai	46	7	53	0



**Figura 11.** Período residual absoluto de Epoxiconazol em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

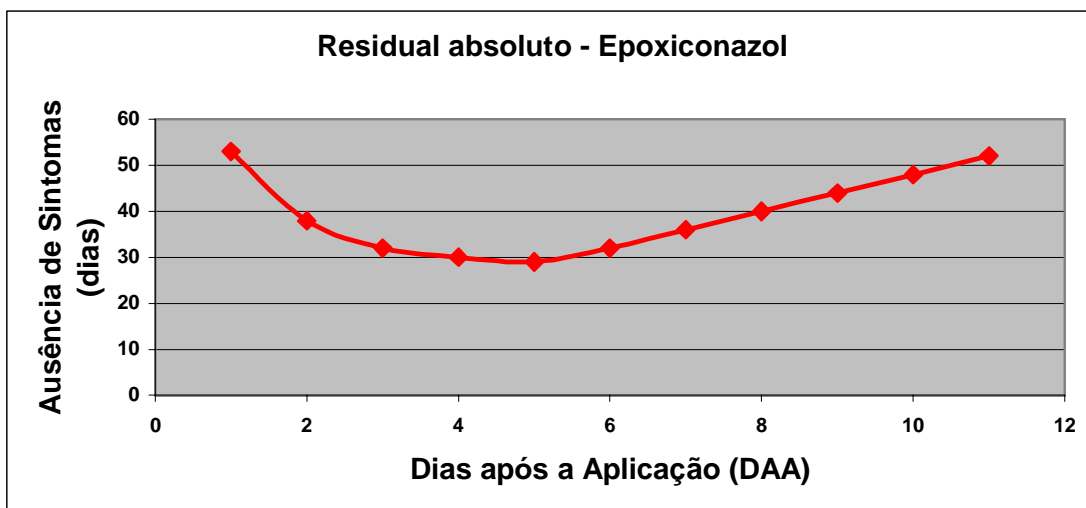




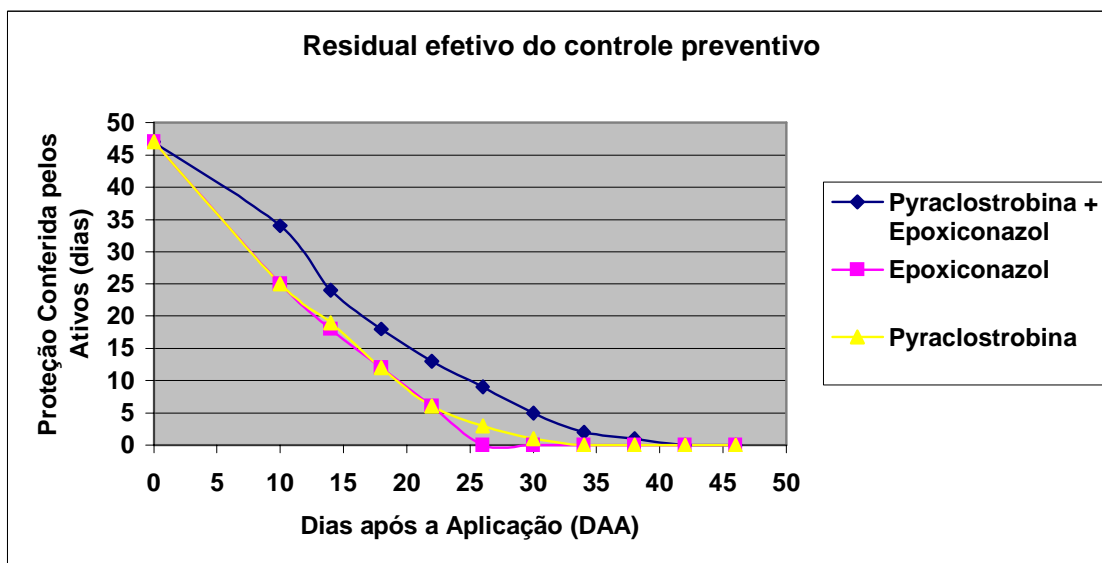
**Figura 12.** Período residual efetivo de Pyraclostrobina em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

**Tabela 10** - Datas de aplicação de Pyraclostrobina, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de *Phakopsora pachyrhizi*, período residual efetivo de Pyraclostrobina em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

Trat.	Data -Pyraclostrobina							
	Aplicação	Inoculação	Prim. sintomas	Prim. Sint. Test.	DAA	INC	Residual Absoluto	Residual Efetivo
51	2/abr	2/abr	26/mai	9/abr	0	7	54	47
52	2/abr	12/abr	14/mai	19/abr	10	7	42	25
53	2/abr	16/abr	12/mai	23/abr	14	7	40	19
54	2/abr	20/abr	9/mai	27/abr	18	7	37	12
55	2/abr	24/abr	7/mai	1/mai	22	7	35	6
56	2/abr	28/abr	8/mai	5/mai	26	7	36	3
57	2/abr	2/mai	10/mai	9/mai	30	7	38	1
58	2/abr	4/mai	13/mai	11/mai	34	7	41	0
59	2/abr	8/mai	17/mai	15/mai	38	7	45	0
60	2/abr	12/mai	21/mai	19/mai	42	7	49	0
61	2/abr	16/mai	25/mai	23/mai	46	7	53	0



**Figura 13.** Período residual absoluto de Pyraclostrobina em controle preventivo, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.



**Figura 14.** Período residual efetivo do controle preventivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, Epoxiconazol e Pyraclostrobina, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

## 5.4 CONCLUSÕES

De acordo com as condições em que foram estabelecidos e conduzidos estes trabalhos, os resultados permitem concluir que:

Tanto a mistura de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, quanto seus componentes em separado, manifestaram efeito curativo de *Phakopsora pachyrhizi* sob condições parcialmente controladas, quando das aplicações curativas, em intervalos de até 2 horas após as inoculações artificiais.

Tanto a mistura de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, quanto seus componentes em separado, se mostraram eficientes no controle curativo de *Phakopsora pachyrhizi*, sob condições parcialmente controladas, porém com períodos residuais efetivos notadamente menores, quando comparados aos valores referentes ao controle preventivo.

Não houve diferenças perceptíveis, no período residual efetivo entre a mistura de Pyraclostrobina + Epoxiconazol e seus componentes em separado, quando das aplicações curativas.

A mistura Pyraclostrobina + Epoxiconazol, apresentou maior efeito protetor, nas aplicações preventivas, do que os componentes em separado. Existindo efeito sinérgico da mistura Pyraclostrobina + Epoxiconazol, comprovado pelo maior residual efetivo, em relação à ação dos componentes em separado.

## 5.5 BIBLIOGRAFIA CITADA

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. **Fitopatol. bras.**v.29 n.1 Brasília jan./fev. 2004.

## 6 Capítulo 4

### AVALIAÇÃO DE VOLUMES DE CALDA E COBERTURA FOLIAR DE FUNGICIDAS COM E SEM ADIÇÃO DE ADJUVANTES, NO CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA *Phakopsora pachyrhizi* SIDOW.

#### RESUMO

Alguns fatores relativos à aplicação dos fungicidas, como volume de calda por hectare, velocidade do vento, temperatura ambiente, umidade relativa do ar, efeito “guarda-chuva” da massa foliar, entre outros, podem determinar a eficiência das pulverizações no controle de doenças. A importância da distribuição das gotas do ativo na planta refere-se ao fato de que, existe um número adequado destas por  $\text{cm}^2$ , em que se observam os melhores resultados no controle de doenças, variando notadamente entre os fungicidas e ainda, com a adição de adjuvantes. O presente trabalho teve o objetivo de avaliar precisamente os efeitos da variação de volume de calda e do número de gotas por  $\text{cm}^2$  de área foliar do fungicida Pyraclostrobina + Epoxiconazol, com e sem a adição de adjuvantes, no controle de ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi*. Os resultados evidenciaram melhor performance do fungicida Pyraclostrobina + Epoxiconazol em vazões que permitiram a administração de 120 e 160 litros por hectare, em deposições de 45 gotas e 60 gotas por  $\text{cm}^2$ . Não foram notados efeitos adicionais na performance do fungicida, quando da adição de adjuvantes.

**Palavras-chave adicionais:** *Phakopsora pachyrhizi*, soja, cobertura foliar, condições parcialmente controladas, casa de vegetação.

**EVALUATION OF VOLUMES OF SYRUP AND FOLIAR COVERING OF FUNGICIDES WITH AND WITHOUT ADDITION OF ADJUVANTES, IN THE CONTROL OF RUST ASIAN *Phakopsora pachyrhizi* SIDOW.**

**ABSTRACT**

Application of the fungicides depends on volume per hectare, speed of the wind, room temperature, relative humidity of the air, effect "umbrella" from the foliar mass. In addition, these effects can determine the efficiency of the pulverizations in the control of diseases. The importance of the distribution of the drops of the assets in the plant refers to the fact that, an appropriate number exists of these for  $\text{cm}^2$ , in that the best results are observed in the control of diseases, especially varying among the fungicides and still, with the adjuvant addition. The present work had the objective of evaluating the effects of the variation of syrup volume precisely and of the number of drops for  $\text{cm}^2$  of foliar area of the fungicide Pyraclostrobina + Epoxiconazol, with and without the adjuvant addition, in the control of Asian rust of the soy *Phakopsora pachyrhizi*. The results evidenced better performance of the fungicide Pyraclostrobina + Epoxiconazol by application of 120 and 160 liters per hectare, and deposition of 45 drops and 60 drops for  $\text{cm}^2$ . It was not observed additional effects by adding adjuvant to the fungicide.

**Additional word-key:** *Phakopsora pachyrhizi*, soybean, foliar covering, controlled conditions, vegetation house.

## 6.1 INTRODUÇÃO

Aplicações de fungicidas por meio de pulverizações foliares na cultura da soja visam, manter o seu potencial genético, impedindo que as doenças comprometam a produção de assimilados, além de pronunciar melhorias na qualidade das sementes (Sinclair & Backman, 1989). Segundo HOFFMANN & BOLLER (2004) o número de gotas de ativo por  $\text{cm}^2$  de área foliar, determina efetivamente a eficácia do controle, embora as perdas de eficiência na pulverização de fungicidas estejam relacionadas a vários fatores como, temperaturas elevadas, baixa umidade relativa do ar, velocidade excessiva do vento (deriva), pontas de pulverização, pressão de trabalho, entre outros. Segundo AZEVEDO (2003), para o controle satisfatório de doenças, é necessária uma cobertura mínima e uniforme do alvo biológico a ser protegido, sendo o número e o tamanho de gotas por  $\text{cm}^2$ , os parâmetros que efetivamente determinam a eficácia dos tratamentos. As recomendações de cobertura de plantas, através de pulverizações de defensivos são variáveis. Segundo OZEKI & KUNZ (1994), inseticidas necessitam de 20 a 30 gotas por  $\text{cm}^2$ , herbicidas de 20 a 40 e fungicidas de 30 a 40 (sistêmicos) e mais de 70 (protetores). Com relação aos fungicidas sistêmicos, CHRISTOFOLETTI (1999c), aponta a necessidade de uma cobertura de 30 a 40 por  $\text{cm}^2$ , porém, MAROCHI (1996) relata a necessidade de 50 a 70 gotas.

Com relação ao volume de calda necessário em aplicações de fungicidas, a recomendação oficial para o Estado do Rio Grande do Sul, refere-se a volumes mínimos de 150 litros por hectare (Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul 2003/04). BONINI *et al.* (2000), realizaram avaliações de volumes de 100, 150 e 200 litros por hectare, aplicados no controle de doenças de final de ciclo na cultura da soja. Estes autores observaram que os aumentos no volume de calda estavam diretamente relacionados com a maior cobertura das plantas, demonstrando também maiores valores de rendimento e peso de mil grãos.

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar precisamente os efeitos da variação de volume de calda e do número de gotas por  $\text{cm}^2$  de área foliar do fungicida Pyraclostrobina + Epoxiconazol, com e sem a adição de adjuvantes, no controle de ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi*.

## **6.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **6.2.1 Local de cultivo, cultivar empregada e nutrição das plantas de soja**

As plantas de soja foram semeadas em vasos plásticos flexíveis de 8 litros contendo substrato agrícola esterilizado. A densidade de semeadura utilizada foi de 10 sementes por vaso, posteriormente efetuando-se o raleio de plântulas, até uma população final de quatro plantas por vaso.

Como forma de nutrição das plantas, foram feitas fertirrigações por meio dos gotejadores, com a solução padrão de HOAGLAND & ARNON (1950) (Anexos), em intervalos semanais.

### **6.2.2 Estádio fenológico de inoculação artificial**

As inoculações de *Phakopsora pachyrhizi* foram realizadas no estágio fenológico R<sub>1</sub>.

### **6.2.3 Tratamentos**

Os tratamentos (Tabela 1) foram aplicados através da utilização de pulverizador costal propelido a CO<sub>2</sub>, dotado de 1 ponta. Foram utilizados os modelos XR 110 01 e XR 110 015, conforme a necessidade de vazão e número de gotas por cm<sup>2</sup> de área foliar de cada tratamento.

Para calibração da metodologia, utilizaram-se papéis hidro-sensíveis, possibilitando aferição do número de gotas por cm<sup>2</sup> de área foliar e do diâmetro médio volumétrico de cada tratamento. Após 24 horas da aplicação dos tratamentos, as plantas foram levadas ao compartimento da câmara de orvalho, onde foram realizadas as inoculações artificiais de *Phakopsora pachyrhizi*.

**Tabela 1** Tratamentos realizados na cultivar Fepagro RS-10 em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

Trat.	Fungicida	PC Kg/ha	Vel (m/s)	Ponta de Pulveriz.	Vazão L/ha	NºGotas cm <sup>2</sup>
1	Pyraclostrobrina + Epoxiconazol	0,5	1,5	XR 110 01	50	15 gotas
2	Pyraclostrobrina + Epoxiconazol + Assit	0,3	1,5	XR 110 01	50	15 gotas
3	Pyraclostrobrina + Epoxiconazol + Break Thru	0,4	1,5	XR 110 01	50	15 gotas
4	Pyraclostrobrina + Epoxiconazol	0,5	1,5	XR 110 015	80	30 gotas
5	Pyraclostrobrina + Epoxiconazol + Assit	0,3	1,5	XR 110 015	80	30 gotas
6	Pyraclostrobrina + Epoxiconazol + Break Thru	0,4	1,5	XR 110 015	80	30 gotas
7	Pyraclostrobrina + Epoxiconazol	0,5	1	XR 110 015	120	45 gotas
8	Pyraclostrobrina + Epoxiconazol + Assit	0,3	1	XR 110 015	120	45 gotas
9	Pyraclostrobrina + Epoxiconazol + Break Thru	0,4	1	XR 110 015	120	45 gotas
10	Pyraclostrobrina + Epoxiconazol	0,5	0,75	XR 110 015	160	60 gotas
11	Pyraclostrobrina + Epoxiconazol + Assit	0,3	0,75	XR 110 015	160	60 gotas
12	Pyraclostrobrina + Epoxiconazol + Break Thru	0,4	0,75	XR 110 015	160	60 gotas
13	<b>Testemunha</b>					

#### 6.2.4 Avaliações

As avaliações foram realizadas por meio de leituras visuais de incidência de *Phakopsora pachyrhizi*, relacionando o surgimento da primeira pústula de ferrugem, ao término do período residual dos ativos. As leituras foram realizadas apenas em trifólios marcados, visivelmente cobertos pelas gotas do ativo (evitando o efeito guarda-chuva das folhas).

### 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 6.3.1 Cobertura foliar

De acordo com a tabela 2, observamos aumento dos valores de residual efetivo da mistura de ativos, a partir de 45 gotas por cm<sup>2</sup> de área foliar e 120 litros de calda por hectare. Estes resultados diferem daqueles citados por CRISTOFOLETTI (1999), que relata a densidade mínima de gotas de deposição, de fungicidas sistêmicos, entre 30 a 40 por cm<sup>2</sup>. Os maiores valores de períodos de proteção de Pyraclostrobrina + Epoxiconazol observados neste trabalho, foram aqueles onde



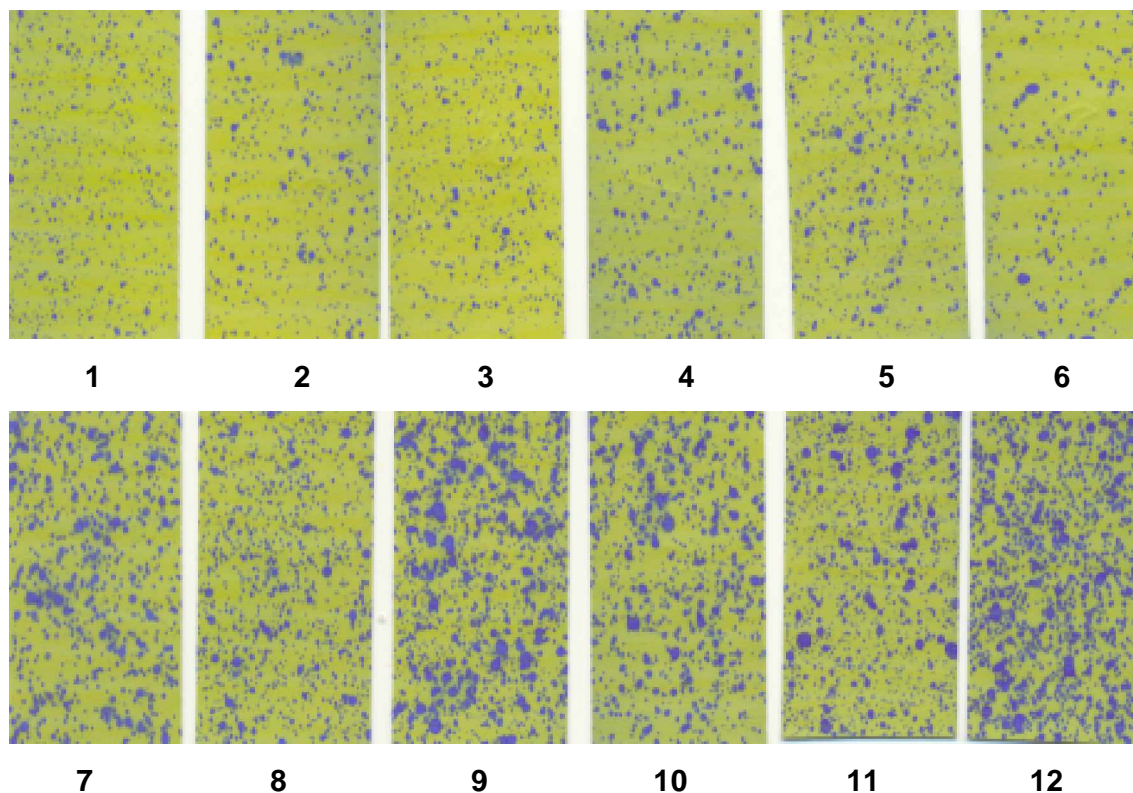
houve a deposição de 60 gotas por cm<sup>2</sup> de área foliar, em volumes de 160 litros de calda por hectare.

**Tabela 2** - Datas de aplicação de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, com e sem adição de adjuvantes, inoculação artificial, primeiro sintoma e período de incubação de *Phakopsora pachyrhizi*, período residual absoluto e efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, com e sem adição de adjuvantes, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

Trat.	Data			Incub. (dias)	Residual Absoluto	Residual Efetivo	
	Aplic.	Inoc.	Primeiro Sintoma				
1	7/abr	8/abr	22/mai	7	45	38	<b>15 gotas/cm<sup>2</sup> 50 Litros/ha</b>
2	7/abr	8/abr	21/mai	7	44	37	
3	7/abr	8/abr	21/mai	7	44	37	
4	7/abr	8/abr	24/mai	7	47	40	<b>30 gotas/cm<sup>2</sup> 80 Litros/ha</b>
5	7/abr	8/abr	23/mai	7	46	39	
6	7/abr	8/abr	25/mai	7	48	41	
7	7/abr	8/abr	26/mai	7	48	42	<b>45 gotas/cm<sup>2</sup> 120 Litros/ha</b>
8	7/abr	8/abr	25/mai	7	47	41	
9	7/abr	8/abr	25/mai	7	48	41	
10	7/abr	8/abr	28/mai	7	50	44	<b>60 gotas/cm<sup>2</sup> 160 Litros/ha</b>
11	7/abr	8/abr	27/mai	7	51	43	
12	7/abr	8/abr	27/mai	7	50	43	
<b>Test.</b>		<b>8/abr</b>	<b>15/abr</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	

### 6.3.2 Número de gotas por cm<sup>2</sup> de área foliar

Relacionando a análise dos cartões hidro-sensíveis (Figura 1) com os tratamentos, pode-se constatar a correlação direta dos percentuais elevados de cobertura de gotas por cm<sup>2</sup>, com aqueles de melhor performance (maior período residual efetivo), expressos pelos cartões 7, 8, 9, 10, 11 e 12.



**Figura 1.** Papéis hidro-sensíveis utilizados na calibração dos tratamentos, respectivamente em cada tratamento, em casa de vegetação, Santa Maria 2005.

### 6.3.3 Volume de calda

Os volumes de calda aos quais se observaram melhores resultados, em termos de residual efetivo de Pyraclostrobina + Epoxiconazol, no controle de *Phakopsora pachyrhizi*, situaram-se entre 120 e 160 litros por hectare. Estes valores confirmam os volumes de calda mínimos preconizados, de 150 litros por hectare, em pulverizações terrestres (Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, 2003/04), bem como contemplam a tendência de melhores resultados no controle de doenças, com o aumento do volumes de calda citados por BONINI *et al* (2000).

### 6.3.4 Adjuvantes

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, não houve benefício em termos de aumento do desempenho no residual efetivo de Pyraclostrobina +

Epoxiconazol, quando da adição dos adjuvantes, pois nas condições de cobertura adequada, a mistura apresentou maior período residual efetivo, mesmo sem adição destes (Tabela 2).

## 7 CONCLUSÕES

De acordo com as condições em que foi estabelecido e conduzido este trabalho, os resultados permitem concluir que:

A utilização de adjuvantes, nas condições em que Pyraclostrobina + Epoxiconazol foram aplicados, não acrescentaram sobre o desempenho desta mistura de ativos. Pyraclostrobina + Epoxiconazol, apresentou dependência de uma cobertura entre 45 e 60 gotas por cm<sup>2</sup> de área foliar de área foliar, com volumes de calda de 120 a 160 litros por hectare respectivamente.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, L. A. S. 2003. **Fungicidas protetores – Fundamentos para o uso racional**. São Paulo, 319 p.

\_\_\_\_\_ 1993. **Informações técnicas**. São Paulo, Ciba-Geigy, Divisão Agro, 35 p.

\_\_\_\_\_ 2002. Danos Causados por Doenças de Final de Ciclo na Cultura da Soja. In: II Encontro Brasileiro sobre Doenças na Cultura da Soja. Passo Fundo. **Resumo de Palestras**. Santa Maria: UFSM, 62 p.

AGRIANUAL 2003 **Anuário da Agricultura Brasileira**. FNP consultoria & agroinformativos, São Paulo, 544 p.

ANDRADE, P. J. M.; ANDRADE, D. F. A. 2002. **Ferrugem Asiática: uma ameaça à sojicultura brasileira**. Dourados, MS, 11p. (EMBRAPA Agropecuária Oeste Convênio Fundação Chapadão - Circular Técnica nº 11).

AZEVEDO, L. A. S. 2001. **Proteção Integrada de Plantas com Fungicidas; teoria, prática e manejo**. São Paulo, 230 p.

AZEVEDO, L. A. S.; JULIATTI, F. C.; BALARDIN, R. S.; SILVA, O. C. 2004. **Programa Syntinela: Monitoramento da Dispersão de *Phakopsora pachyrhizi* e alerta contra a ferrugem asiática da soja**. Campinas, Emopi Gráfica e Editora, (Boletim Técnico, 1)

BALARDIN, R. S. **Caderno didático da disciplina de Fitopatologia Agrícola** Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, Disponível em <http://www.balardin.com.br>. Acesso em 22 de março de 2005.

BONINI, J. V.; ROVEDER, J. H.; BIZZI, A. F.; BALARDIN, R. S. 2000. Efeito da variação no volume de calda, adjuvantes e tipo de bicos sobre o controle das doenças de final de ciclo da soja e oídio na cultivar RS-10. In: XXVIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. **Atas e Resumos**, Santa Maria, RS.

BROMFIELD, K. R.; MELCHING, J. S.; KINGSOVER, C. H. 1980. Virulence and aggressiveness of *Phakopsora pachyrhizi* isolates causing soybean rust. **Phytopathology**. 70: 17-21.

CALDWELL, P.; LAING, M. 2002. **Soybean rust – A new disease on the move**. Capturado na Internet (<http://www.saspp.org/archieved/tablesoybeanrust>).

CARVALHO, J. R., FIGUEIREDO, A. A. de; et al. 2000. The real identity of the soybean rust in Brazil. **Summa Phytopathologica**, v. 26, p. 197-200.

CHRISTOFOLETTI, J. C. 1999. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. TeeJet South America. Documento Técnico BT-05/99. São Paulo,. 15p.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO **Previsão e Acompanhamento da Safra 2003-2004**. Disponível em <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 22 de março de 2004.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO **Previsão e Acompanhamento da Safra 2004-2005**. Disponível em <http://www.conab.gov.br>. Acesso 26 de março de 2005.

COSTA, J. A. & MANICA, **Cultura da Soja**. Porto Alegre, RS, 233p., 1996

DESLANDES, J. A. 1979. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causada por *Phakopsora pachyrhizi* no estado de Minas Gerais. **Fitopatologia brasileira** 4: 337-339.

EMBRAPA, Disponível em <http://www.embrapa.br> Acesso em 22 de março de 2002.

GODOY, C. V.; CANTERI, M. G. 2004. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatol. bras.**v.29 n.1 Brasília jan./fev.

HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. Fourth edition 1999. **Compendium of Soybean diseases**. APS - The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 100 p.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. L. 1950. **The water culture methods for growing plants without soil**. Berkeley, USA, The College of Agriculture University of California, California Agricultura Experiment Station, 32 p. (Circular 347).

JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. D.; JULIATTI, F. C. 2004. **Manejo Integrado de Doenças na Cultura da Soja**. 1ª ed. Uberlândia, MG, 327 p.

KIST, B. B, **Anuário Brasileiro da Soja Brazilian soybean yearbook**. Grupo Gazeta de Comunicações, Santa Cruz do Sul, 144 p.

MARCHETTI, M. A.; MARCHETTI, J. S.; BROMFIELD, K. R. 1975. The effects of temperature and dew period on germination and infection by uredospores of *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**. Vol: 65 pag. 822-823.

MAROCHI, A. I. 1996. **Conquiste o futuro com a tecnologia presente: tecnologia de aplicação de defensivos**. Castro – Paraná. Fundação ABC, 34p.

MCNEW, G. L. 1960. The nature, origin and evolution of parasitism. In: HORSFALL, J. G., DIMOND, A. E. (eds.) **Plant Pathology**, New York, Academic Press, v.2, p.2-66.

MELCHING, J. S.; BROMFIELD, K. R.; KINGSOLVER, C. H. 1979. Infection, Colonization, and Uredospore Production on Wayne Soybean by Four Cultures of *Phakopsora pachyrhizi*, the cause of Soybean Rust. **Phytopathology**. 69:1262-1265.

MOREL, W. **Roya de la soja**. Comunicado técnico – Reporte oficial. Serie Fitopatologica nº1 – Junho de 2001. Ministerio de Agricultura y Ganaderia. Subsecretaria de Agricultura. Dirección de Investigación Agrícola. Centro de Investigación Agrícola (CRIA) Capitan Miranda, Itapúa, Paraguay.

NUNES, J. J. 2004 **Ferrugem da soja evolução, sintomas, danos e controle**. Centro Tecnológico para pesquisas agropecuárias LTDA. – CTPA, Goiânia, GO, 19 p., (Boletim Técnico)

OZEKI, Y.; KUNZ. R. P. 1998. **Tecnologia de aplicação aérea – aspectos práticos**. In: Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária/UFMS. P 65-78.

PUTZEK, J.; PUTZEK, M. T. L. 1998. **Os reinos dos fungos**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, v1. 606 p.

REIS, E. M. BRESOLIN, A. C. R. 2004. Ferrugem da soja: revisão e aspectos técnicos. In: **Doenças na Cultura da Soja**. Aldeia Norte Editora Ltda. Passo Fundo. p 55-70.

REIS, E. M.; CARDOSO, C. A.; SCHEER, O. 2002 Ferrugem da Soja: etiologia e características morfológicas do hospedeiro relacionadas com o processo infeccioso. In: II Encontro Brasileiro sobre Doenças na Cultura da Soja. Passo Fundo. **Resumo de Palestras...** Passo Fundo: UPF, p. 40.

REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 31. 2003. Indicações técnicas In: **XXXI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul**. Porto Alegre 2003. 139p.

SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. 1989. **Compendium of Soybean Diseases**. Third Edition. APS Press. Minnesota, USA.

SINCLAIR, J. B.; HARTMAN, G. L. 1995. Biology of the soybean rust pathogens. In: SOYBEAN RUST WORKSHOP. **Proceedings...** Urbana: College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences, p.4.

SOARES, R. M.; RUBIN, S. A. L.; WIELEWICKI, A. P. 2004. **Ferrugem asiática da soja: histórico, identificação e controle.** Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO- Circular Técnica, nº 25 – Agosto de 2004, Porto Alegre, RS, 21p.

WRATHER, J. A.; ANDERSON, T. R., ARSYAD, D. M.; et al. 1997. **Soybean disease losses estimates for top 10 soybean producing countries in 1994. Plant Disease.** 81: 107-110. Citado por BALARDIN, R.S. In: II Encontro Brasileiro de Doenças na Cultura da Soja 2002. Passo Fundo.

YORINORI, J. T. **Ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): ocorrência no Brasil e estratégias de manejo.** II Encontro brasileiro sobre doenças da cultura da soja. 20 e 21 de Agosto de 2002. Aldeia Norte Editora p. 47-54.

YORINORI, J. T.; LAZZAROTTO, J. J. 2004. **Situação atual da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul.** Documentos 326, Londrina, PR, Embrapa Soja.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F. 2003. **Ferrugem da soja: Identificação e Controle.** Londrina: Embrapa Soja, 25 p.

YORINORI, J. T., PAIVA, W. M.; FRDERICK, R. D.; FERNANDEZ, F. T. 2002. Ferrugem da Soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai nas Safras 2000/01 e 2001/02 In: Congresso Brasileiro de Soja, II, Foz do Iguaçu **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, p.94 b

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M. 2002. **Ferrugem da Soja: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow.** Londrina: Embrapa Soja, Folder.

## ANEXOS

### Anexo 1. SOLUÇÃO NUTRITIVA DE HOAGLAND E ARNON\*

FONTES	P.M.	FÓRMULA	SOLUÇÃO ESTOQUE (g/L)	SOLUÇÃO FINAL (mL/L)
Fosfato mb de potássio	136,09	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	136,09 (M)	1
Nitrato de potássio	101,10	$\text{KNO}_3$	101,10 (M)	5
Nitrato de cálcio	236,10	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	236,10 (M)	5
Sulfato de magnésio	246,47	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	246,47 (M)	2
Ácido bórico ou	61,83	$\text{H}_3\text{BO}_3$	2,86	1
Bórax	381,42	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	4,42	1
Cloreto de manganês	197,91	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1,81	1
Sulfato de manganês		$\text{MnSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	1,88	1
Cloreto de zinco		$\text{ZnCl}_2$	0,10	1
Sulfato de zinco		$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,20	1
Cloreto de cobre	170,48	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,04	1
Sulfato de cobre		$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,06	1
Molibdato de sódio		$\text{Na}_2\text{MoO}_4$	0,135	1
Molibdato de amônio		$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		1
Ferro-EDTA			**	1

\* HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.L. **The water culture methods for growing plantas without soil.** Berkeley: University of California, 1950. 32p. (Circular 347).

\*\* 26,1g de Na-EDTA + 24,9 g de  $\text{FeSO}_4$ .