



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SOJA NA PRESENÇA DA  
FERRUGEM ASIÁTICA, EM RELAÇÃO A PROGRAMAS DE CONTROLE  
QUÍMICO**

**JUNIA VIANNA CORRÊA DA SILVA**

**2009**

JUNIA VIANNA CORRÊA DA SILVA

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SOJA NA PRESENÇA DA  
FERRUGEM ASIÁTICA, EM RELAÇÃO A PROGRAMAS DE CONTROLE  
QUÍMICO

Dissertação apresentada a Universidade Federal de  
Uberlândia, como parte das exigências do Programa  
de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área  
de concentração em Fitopatologia, para obtenção do  
título de “Mestre”.

Prof. Dr. Fernando César Juliatti (Orientador)

UBERLÂNDIA, MG  
2009

JUNIA VIANNA CORRÊA DA SILVA

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SOJA NA PRESENÇA DA  
FERRUGEM ASIÁTICA, EM RELAÇÃO A PROGRAMAS DE CONTROLE  
QUÍMICO

Dissertação apresentada a Universidade Federal de  
Uberlândia, como parte das exigências do Programa  
de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área  
de concentração em Fitopatologia, para obtenção do  
título de “Mestre”.

Aprovado pela Banca Examinadora em 05 de fevereiro de 2009

Prof. Dr. Ednaldo Carvalho Guimarães  
UFU

Prof. Dr. Francisco Ribeiro do Vale  
UFV

Prof. Dr. José da Cruz Machado  
UFLA

Prof. Dr. Fernando César Juliatti (Orientador)  
ICIAG - UFU

UBERLÂNDIA, MG  
2009

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos gerais e específicos.....	2
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 A cultura da soja.....	3
2.1.1 Características e melhoramento da cultura da soja.....	4
2.2 A ferrugem da soja.....	5
2.2.1 Ciclo de vida e epidemiologia.....	7
2.2.2 Sintomas e sinais da doença.....	10
2.3 Resistência de plantas a fitopatógenos.....	11
2.4 Controle da ferrugem.....	12
2.4.1 Controle genético.....	13
2.4.2 Controle químico.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Localização do experimento.....	19
3.2 Delineamento experimental.....	19
3.3 Semeadura e tratos culturais.....	19
3.4 Inoculação.....	20
3.5 Tratamentos.....	20
3.6 Avaliações e análises dos dados.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 Cultivares de ciclo precoce.....	24
4.2 Cultivares de ciclo médio.....	30
4.3 Cultivares de ciclo tardio.....	34
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	39
6 CONCLUSÕES.....	41
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

ANEXOS.....	52
-------------	----

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Datas de pulverizações e estádios fenológicos para o programa de controle "Monitoramento" em seis cultivares de soja. Uberlândia, 2008.....	21
TABELA 2. Datas de pulverizações e estádios fenológicos para o programa de controle "Calendário" em seis cultivares de soja. Uberlândia, 2008.....	21
TABELA 3. Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade visual da ferrugem asiática no terço inferior das plantas de soja. Uberlândia, 2008.....	24
TABELA 4. Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade visual da ferrugem asiática no terço médio das plantas de soja. Uberlândia, 2008.....	25
TABELA 5. Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para pústulas de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> por cm <sup>2</sup> em plantas de soja. Uberlândia, 2008.....	26
TABELA 6. Produtividades médias (kg.ha <sup>-1</sup> ) de cultivares de soja sob influência da <i>Phakopsora pachyrhizi</i> . Uberlândia, 2008.....	27
TABELA 7. Análise econômica resumida dos programas de controle químico para os cultivares de ciclo precoce. Uberlândia, 2009.....	28
TABELA 8. Valores de desfolha (%) e peso de mil grãos (g) de cultivares de soja sob influência da <i>Phakopsora pachyrhizi</i> . Uberlândia, 2008.....	29

TABELA 9. Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade visual da ferrugem asiática em plantas de soja. Uberlândia, 2008.....	30
TABELA 10. Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para pústulas da <i>Phakopsora pachyrhizi</i> por cm <sup>2</sup> no terço inferior das plantas de soja. Uberlândia, 2008.....	31
TABELA 11. Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para pústulas da <i>Phakopsora pachyrhizi</i> por cm <sup>2</sup> no terço médio das plantas de soja. Uberlândia, 2008.....	32
TABELA 12. Produtividades médias (kg.ha <sup>-1</sup> ) de cultivares de soja sob influência da <i>Phakopsora pachyrhizi</i> . Uberlândia, 2008.....	32
TABELA 13. Análise econômica resumida dos programas de controle químico para os cultivares de ciclo médio. Uberlândia, 2009.....	33
TABELA 14. Valores de desfolha (%) e peso de mil grãos (g) de cultivares de soja sob influência da <i>Phakopsora pachyrhizi</i> . Uberlândia, 2008.....	34
TABELA 15. Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade visual da ferrugem asiática em plantas de soja. Uberlândia, 2008.....	35
TABELA 16. Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para pústulas da <i>Phakopsora pachyrhizi</i> por cm <sup>2</sup> em plantas de soja. Uberlândia, 2008.....	36
TABELA 17. Produtividades médias (kg.ha <sup>-1</sup> ) de cultivares de soja sob influência da <i>Phakopsora pachyrhizi</i> . Uberlândia, 2008.....	36

TABELA 18. Análise econômica resumida dos programas de controle químico para os cultivares de ciclo tardio. Uberlândia, 2009.....	37
TABELA 19. Valores de desfolha (%) e peso de mil grãos (g) de cultivares de soja sob influência da <i>Phakopsora pachyrhizi</i> . Uberlândia, 2008.....	38



## LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem da soja. Uberlândia, 2008. Fonte: Godoy, 2006b.....	22
FIGURA 2. Escala diagramática para avaliação de desfolha em plantas de soja. Uberlândia, 2008.....	22
FIGURA 1A. Dados de temperatura durante a condução do experimento. Uberlândia, 2008.....	53
FIGURA 2A. Dados de umidade relativa do ar durante a condução do experimento. Uberlândia, 2008.....	53
FIGURA 3A. Dados de pluviosidade durante a condução do experimento. Uberlândia, 2008.....	54
FIGURA 4A. Severidade da ferrugem asiática expressa em porcentagem de área foliar infectada para a testemunha e programas de controle químico no cultivar M-Soy 8045RR. Uberlândia, 2008.....	54
FIGURA 5A. Severidade da ferrugem asiática expressa em porcentagem de área foliar infectada para a testemunha e programas de controle químico no cultivar M-Soy 8199RR. Uberlândia, 2008.....	55
FIGURA 6A. Severidade da ferrugem asiática expressa em porcentagem de área foliar infectada para a testemunha e programas de controle químico no cultivar Emgopa 315RR. Uberlândia, 2008.....	55

FIGURA 7A. Severidade da ferrugem asiática expressa em porcentagem de área foliar infectada para a testemunha e programas de controle químico no cultivar Luziânia RR. Uberlândia, 2008.....	56
FIGURA 8A. Severidade da ferrugem asiática expressa em porcentagem de área foliar infectada para a testemunha e programas de controle químico no cultivar M-Soy 9350. Uberlândia, 2008.....	56
FIGURA 9A. Severidade da ferrugem asiática expressa em porcentagem de área foliar infectada para a testemunha e programas de controle químico no cultivar M-Soy 9144RR. Uberlândia, 2008.....	57

## RESUMO

CORRÊA DA SILVA, JUNIA VIANNA. **Comportamento de cultivares de soja na presença da ferrugem asiática, em relação a programas de controle químico.** 2009. p.57. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia<sup>1</sup>.

A ferrugem asiática é causada por um parasita obrigatório (*Phakopsora pachyrhizi*) que vem se disseminando no Brasil, a cada safra, desde 2001 e, apesar de todos os esforços para conter a doença, as perdas têm sido elevadas a cada ano. Seu controle exige a combinação de diversas táticas, sendo o controle químico com fungicidas o principal método, ainda indispensável. Estratégias de controle como a utilização de cultivares com resistência parcial ao fungo são desejáveis, porém, estas ainda não estão disponíveis comercialmente. No presente, trabalho objetivou-se compreender as diferenças existentes entre as reações de cultivares de soja de ciclos precoce, médio e tardio à ferrugem asiática e suas respostas a pulverizações de fungicidas. O experimento foi realizado em Uberlândia-MG, em condições de campo, no período de dezembro de 2007 a maio de 2008, na Estação Experimental da Syngenta Seeds. As variáveis estudadas foram: severidade visual (porcentagem de área foliar infectada), número de pústulas por cm<sup>2</sup>, porcentagem de desfolha, produtividade em kg por hectare e peso de mil grãos. Calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença através das variáveis severidade visual e número de pústulas por cm<sup>2</sup>. A análise de variância e teste de comparações de médias Tukey (5% de significância) foram realizados para todas as variáveis estudadas. Foram observadas diferenças significativas entre os efeitos dos cultivares e programas de controle químico estudados. Com base nos estudos do presente trabalho, concluiu-se que os cultivares M-Soy 8199RR e Emgopa 315RR foram menos susceptíveis à doença, e que o programa de controle chamado de “monitoramento” (no qual era monitorado o surgimento de novas pústulas do patógeno para a tomada de decisão a cada pulverização do fungicida) foi o mais eficaz.

**Palavras Chave:** *Glycine Max.* Ferrugem asiática. *Phakopsora pachyrhizi*. Doença foliar. Fungicidas.

---

<sup>1</sup> Orientador: Prof. Dr. Fernando César Juliatti – UFU

## ABSTRACT

CORRÊA DA SILVA, JUNIA VIANNA. **Soybean cultivars' performance towards soybean Asian rust, in relation to chemical control programs.** 2009. p.57. Dissertation (Master's degree) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia<sup>1</sup>.

Soybean rust is caused by an obligatory parasite (*Phakopsora pachyrhizi*) which is being spread in Brazil at each new season since 2001 and, despite the efforts to control the disease, losses have occurred every year. It's control demands several tactics and chemical control with fungicides is the main method and still is indispensable. Control strategies such as the use of partial resistance cultivars are desirable, but still are not commercially available. The present study analyzed the existing differences among the reaction of short, medium and long cycle soybean cultivars to Asian rust and their response to fungicide sprays. The experiment was conducted at Uberlândia-MG, in field conditions from December of 2007 to May of 2008, on Syngenta Seeds Experimental Station. The studied variables were: visual severity (percentage of leaf area infected), number of pustules per cm<sup>2</sup>, percentage defoliation, productivity on kg per hectare and one thousand grains weight. The area under disease progress curve (AUDPC) was calculated from the variables visual severity and number of pustules per cm<sup>2</sup>. The variance analysis and the comparison of averages test Tukey (5% significance) were done for all variables studied. Significant differences were observed between the effects of cultivars and chemical control programs studied. Based on the studies of the present work, it was concluded that the cultivars M-Soy 8199RR and Emgopa 315RR were less susceptible to disease, and that the control program called "monitoring" (on which the appearance of new pustules of the pathogen were monitored to make the decision at each fungicide spray) was the most effective.

**Key words:** *Glycine max.* Soybean rust, *Phakopsora pachyrhizi*, Leaf disease, Fungicides.

---

<sup>1</sup> Orientador: Prof. Dr. Fernando César Juliatti – UFU

# 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glicine max* (L.) Merrill) é uma planta da família Leguminosae, originada a partir do cruzamento de espécies selvagens da costa leste da Ásia. Em 1882, esta oleaginosa foi introduzida no Brasil via Estados Unidos, quando ocorreram os primeiros estudos de avaliação de cultivares. Apenas em 1914 registrou-se o primeiro cultivo no país e, somente na década de 60, a cultura tornou-se economicamente importante.

Atualmente, o Brasil se destaca no cenário mundial como um dos maiores produtores e exportadores de grãos de soja, perdendo apenas para os Estados Unidos.

Além de sua importância em valores econômicos, a soja apresenta-se como um grão com valiosas características nutricionais para a alimentação humana e animal, principalmente como fonte de proteína, fibras e gorduras insaturadas, dentre outras.

Hoje há que se considerar também o crescimento do mercado de energia renovável, particularmente voltado para os biocombustíveis. Não há como negar que esta nova demanda irá crescer, não só pela necessidade de se obter fontes mais baratas de energia, mas, sobretudo, pela necessidade de se reduzir o impacto ambiental causado pelo uso de combustíveis fósseis. O grande impacto do surgimento deste mercado de energia está na busca por aumento de produtividade das culturas que podem ter seus produtos comercializados com este fim, o que inclui a cultura da soja. É nítida, portanto, a necessidade de maximização do uso da terra, recursos humanos, máquinas, implementos e insumos agrícolas.

Entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em soja estão as doenças. Mundialmente, são listadas mais de 100 doenças, sendo que aproximadamente 50 foram identificadas no Brasil. Esse número continua aumentando, tanto devido à expansão da cultura para novas áreas, como devido ao estabelecimento de monocultura. As perdas anuais da produção por doenças são estimadas em cerca de 15 a 20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100%.

A despeito da recente implantação do vazio sanitário, a ameaça da ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sidow, permanece. Esta doença constitui-se em um dos principais problemas fitossanitários da soja.

No Brasil, a ferrugem asiática foi constatada pela primeira vez em Lavras-MG, em 1979, mas epidemias da doença só começaram a ser relatadas em algumas regiões a

partir de 2001. Esta doença possui alto potencial de dano à cultura, pois pode causar rápido amarelecimento e queda prematura das folhas, prejudicando a formação dos grãos. O total de custo provocado pela ferrugem no período de 2002 a 2005, incluindo perdas de grãos, custo de controle e perdas de arrecadação de tributos incidentes sobre grãos perdidos, somaram-se US\$5,14 bilhões.

O controle da ferrugem da soja compreende diversas medidas conjuntas. Quando a doença já está ocorrendo, o controle químico com fungicidas é, até o momento, o principal método de controle. Ainda não se tem, entre as cultivares recomendadas, genótipos com bom nível de resistência parcial. Isto se deve, em parte, à recente ocorrência da doença no país, mas também devido ao fato de o fungo *Phakopsora pachyrhizi* possuir diversas raças com múltiplos genes de virulência. Trabalhos realizados no Brasil apontam o controle genético como uma importante estratégia no manejo racional da doença, visando reduzir o uso de fungicidas na cultura.

### **1.1 Objetivos gerais e específicos**

Considerando as informações citadas acima, o desenvolvimento deste trabalho fundamenta-se no seguinte objetivo geral: estudar a reação de seis diferentes cultivares de soja de ciclos precoce, médio e tardio a *Phakopsora pachyrhizi* em interação com programas de controle com fungicidas, visando identificar diferenças entre os genótipos quanto à sensibilidade à ferrugem asiática e quanto às respostas ao controle químico.

De modo específico, o presente trabalho objetivou:

- a) Detectar diferenças de susceptibilidade à ferrugem asiática entre os cultivares de soja estudados;
- b) Comparar as respostas dos cultivares de soja de ciclos precoce, médio e tardio em relação aos programas de controle químico;
- c) Avaliar as diferenças de rendimento de grãos entre dois programas de controle químico e avaliar a viabilidade econômica deste tipo de controle nas condições deste trabalho.
- d) Avaliar as implicações de se realizar amostragens nos terços inferior e médio das plantas em experimentos que visam estudar princípios ativos e cultivares.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura da soja

A soja é uma leguminosa domesticada pelos chineses há cerca de cinco mil anos. A partir da China seu cultivo se expandiu para outros países do Oriente, permanecendo restrito a estes durante séculos, principalmente para a produção de grãos usados na preparação de grande variedade de alimentos. Em 1712, o botânico alemão Engelbert Kaempher introduziu a soja na Europa, quando a trouxe do Japão. Em 1753, Linnaeus foi o primeiro a descrevê-la cientificamente, em sua obra intitulada *Species Plantarum*. Sob as Regras da Nomenclatura Botânica Internacional, a soja é cientificamente chamada *Glycine max* (BONETTI, 1981; MORAES et al., 1996).

No Brasil, a primeira referência à cultura data de 1882, na Bahia. No ano de 1908, imigrantes japoneses a introduziram no Estado de São Paulo e, a partir daí, a soja se disseminou para outros Estados. Em 1914, chegou ao Rio Grande do Sul, onde encontrou condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Na década de 1940 se iniciaram as produções comerciais de soja, que tiveram suas áreas e produtividades gradativamente aumentadas (BONATO; BONATO, 1987) até que, na década de 60, devido a incentivos do governo, a cultura teve significativo desenvolvimento (COSTA, 1996).

Em 1960, o Brasil produzia pouco mais de 200 mil toneladas de soja, quantidade pouco expressiva para as estatísticas internacionais da época. O Estado do Rio Grande do Sul era então responsável por 95% desse montante, utilizando cultivares muito sensíveis ao fotoperíodo, importadas dos EUA, o que limitava o cultivo. Apesar disso, a produção de soja nessa década multiplicou-se por cinco, atingindo o primeiro milhão de toneladas em 1969. Esse rápido aumento na produção deveu-se, em grande parte, ao imediato aproveitamento da infra-estrutura da lavoura de trigo, que ficava ociosa no período da estação quente, e a conseqüente necessidade de se encontrar uma leguminosa para a sucessão desta cultura. Contribuiu também o crescente interesse das indústrias de óleo e a demanda do mercado internacional. (COSTA, 1996).

Partindo de uma produção de 1,5 milhão de toneladas em 1970, a produção de soja no Brasil ultrapassou a marca 15 milhões em 1979, em seu mais significativo incremento de cultivo até então. Cerca de 80% dessa produção concentrava-se nos Estados da Região Sul, permanecendo ainda a liderança do Rio Grande do Sul, seguido

do Estado do Paraná. A partir dos anos 70, a Região Centro-Oeste passou a ter importância na produção nacional de soja, pois, sendo responsável por apenas 2% da produção brasileira em 1970, passou para 20% em 1980 e para 40% em 1990 (DALL'AGNOL, 2004). Hoje, o Centro-Oeste brasileiro destaca-se com 45,9% da produção, seguido pela Região Sul (38,2%), Sudeste (7,0%), Nordeste (6,8%) e Norte, com 2,1% (CONAB, 2007).

A cultura da soja confere hoje ao Brasil grande destaque no agronegócio mundial. O país, que é responsável por 38% do comércio mundial da oleaginosa (VISÃO AGRÍCOLA, 2006), situa-se como o segundo maior produtor e primeiro em produtividade (ARIAS, 2004; MAPA, 2006; ABIOVE, 2007). O “complexo soja” - grão, farelo e óleo bruto - injeta anualmente US\$ 10 bilhões na economia brasileira apenas como resultado das exportações, o que equivale a 40% do total das exportações do agronegócio brasileiro (ROESSING, 2004; MAPA, 2006; ABIOVE, 2007).

A sojicultura possui ainda grande potencial a ser explorado no Brasil, quando considerada a variabilidade genética disponível para aumentar a produtividade e agregar maior capacidade de resistência às doenças. A possibilidade de expansão da área de cultivo, com os programas de melhoramento genético, irá contribuir com esse processo. A longevidade desse êxito, porém, depende da estabilidade do “complexo soja”, que está condicionado a riscos, entre os quais as doenças se destacam como o principal fator limitante para os sucessivos incrementos na produtividade (ARIAS, 2004).

### **2.1.1 Características e melhoramento da cultura da soja**

A soja é uma planta de ciclo anual, porte ereto, autógama, herbácea e de crescimento morfológico diversificado. Sua altura varia de 0,3 a 2,0 metros, de acordo com a região de cultivo, podendo a planta ser muito ou pouco ramificada. Durante seu desenvolvimento vegetativo, são caracterizados quatro tipos distintos de folhas: (1) dois cotilédones; (2) um par de folhas simples, ou primárias; (3) folhas trifolioladas e (4) prófilos, pequenos e pouco diferenciados, que se encontram nas bases dos ramos laterais (MULLER, 1981).

Segundo Herman (1997), o desenvolvimento da soja pode ser dividido em duas fases fenológicas: vegetativo (V) e reprodutivo (R). As subdivisões ou estádios da fase vegetativa podem ser designados numericamente como  $V_1$ ,  $V_2$ , até  $V_n$ , menos os dois primeiros estádios, conhecidos como  $V_e$  (emergência) e  $V_c$  (estádio de cotilédone). O valor de “n” pode variar em função das diferenças varietais e ambientais. A fase



reprodutiva apresenta oito subdivisões, cujas representações também são numéricas. São divididas em quatro partes que descrevem o florescimento ( $R_1$  e  $R_2$ ), o desenvolvimento da vagem ( $R_3$  e  $R_4$ ), o desenvolvimento da semente ( $R_5$  e  $R_6$ ) e a maturação da planta ( $R_7$  e  $R_8$ ).

Os cultivares de soja possuem ciclo de vida que pode variar de 75 a 210 dias, dependendo de condições locais como umidade, temperatura, latitude, altitude, dentre outras (SEDIYAMA et al., 2005). São classificados em grupos de maturação e são denominados, em geral, como precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio. Entretanto, em relação ao número de dias para maturação, esses grupos divergem entre as variadas regiões de adaptação. Desta maneira, um mesmo cultivar pode alcançar diferentes ciclos, conforme as condições de manejo e, principalmente, as condições edafoclimáticas de regiões distintas (EMBRAPA, 2006). Devido a essas diferenças, em um programa de melhoramento genético, é freqüente a realização de testes de genótipos em diferentes locais e anos, para que sejam avaliados componentes agronômicos, como produtividade e reação às doenças.

Existem pelo menos três opções possíveis para atenuar ou minimizar os efeitos da interação genótipos x ambientes: a identificação de cultivares específicos para cada ambiente; a realização de zoneamento ecológico; e a identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica, o que mais tem sido realizado nos últimos anos (RAMALHO et al., 1993). Cruz e Regazzi (1997) conceituam estabilidade como a capacidade de os cultivares mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo ambiental.

Os programas de melhoramento da soja, de maneira geral, objetivam a obtenção de cultivares com finalidades diversas (TOLEDO et al., 1994) e que apresentem alta produtividade e estabilidade de produção em ambientes variados. A estabilidade é conferida pela introdução de resistência às doenças, a nematóides e aos insetos e de características especiais como tolerância a solos ácidos, raiz profunda e alta qualidade fisiológica da semente, tornando a planta tolerante a fatores adversos que comprometem a produção (ALMEIDA; KIIHL, 1998).

## **2.2 A ferrugem da soja**

As ferrugens são conhecidas por causar perdas no trigo, cevada, cana e milho. Atacam a soja, café, feijão, ornamentais, frutíferas, hortícolas (BEDENDO, 1995) e algumas espécies florestais. Na cultura soja, atualmente, o maior problema é o fungo

*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, causador da ferrugem asiática, doença altamente agressiva e destrutiva em todos os países onde foi detectada. A ferrugem asiática da soja foi relatada inicialmente na Ásia, centro de origem da soja, mais especificamente no Japão, em 1902 (HENNING, 1903, citado por BONDE et al., 2006a). Além da soja, este fungo pode infectar mais de 60 espécies de plantas em 26 gêneros (ONO et al., 1992). Essa ampla gama de hospedeiros, incomum para a maioria das espécies de ferrugem, é, provavelmente, resultado de genes que contribuem para um complexo padrão de virulência (HARTMAN; MILES; FREDERICK, 2005).

A ferrugem da soja pode ser causada por duas espécies de fungos do gênero *Phakopsora*: *Phakopsora meibomiae* e *Phakopsora pachyrhizi*. A primeira é conhecida como ferrugem americana e raramente causa danos econômicos, ao contrário da segunda, conhecida como ferrugem asiática (BROMFIELD, 1982; ZAMBENEDETTI, 2005). Os primeiros estudos realizados na década de 80, porém, consideravam a existência de uma única espécie e diferentes populações de *Phakopsora*. Em estudos de patogenicidade comparando diversas populações do fungo, Bromfield; Melching; Kingsolver (1980) realizaram inoculações em soja e mostraram que isolados procedentes do hemisfério ocidental eram menos virulentos e menos agressivos, com lesões de áreas necróticas extensivas, com nenhum ou apenas um ou dois soros urediniais (reação do tipo RB). Os isolados provenientes da Ásia produziram lesões com mais de dois soros urediniais, sem áreas necróticas (reação do tipo TAN). Após sucessivas pesquisas, a taxonomia do fungo causador da ferrugem da soja foi finalmente esclarecida em 1992, com o criterioso trabalho realizado pelo pesquisador Ono e colaboradores. Os autores demonstraram que ocorrem duas espécies de *Phakopsora* incitando ferrugem em plantas de soja, e que as diferenças observadas não se deviam apenas às características fisiológicas dos isolados.

No Brasil, apesar das epidemias de ferrugem terem ocorrido recentemente, a doença em plantas de soja foi primeiramente constatada por Deslandes, em 1979. Na época, o fungo foi identificado como *Phakopsora pachyrhizi*, através do uso da classificação disponível, baseada apenas na planta hospedeira. Posteriormente, Carvalho e Figueiredo (2000, citado por GODOY; CANTERI, 2004) relataram que a única espécie presente no Brasil até então seria *Phakopsora meibomiae*, de ocorrência endêmica em regiões com temperaturas amenas.

Apesar de alguns conflitos existentes na literatura sobre a presença de uma ou outra espécie de ferrugem, a análise por PCR em amostras coletadas após os surtos

epidêmicos de 2001, mostrou que existe também a possibilidade de ocorrência de infecção mista de ferrugem americana (*P. meibomiae*) e asiática (*P. pachyrhizi*). Resultados obtidos através da técnica de PCR em tempo real, em material do herbário urediniológico “Victoria Rosseti”, do Instituto Biológico de São Paulo, detectaram estas infecções mistas em concentrações 100 vezes maiores para a ferrugem americana em relação à asiática (HARAKAVA, 2005), confirmando, porém, a presença de *P. Pachyrhizi* no Brasil desde o final da década de 70.

A ferrugem asiática só veio a surgir em caráter epidêmico no Brasil na safra 2001/2002. Como a doença ainda era uma novidade, os produtores estavam despreparados para fazer o diagnóstico e o controle. As aplicações, de modo geral, foram realizadas tardiamente. Não havia produtos registrados para a ferrugem da soja e 80% das aplicações para controle das doenças de final de ciclo eram feitas com produtos do grupo dos benzimidazóis, que não são eficientes contra *P. pachyrhizi*. O custo total da ferrugem nessa safra, incluindo perdas de produtividade, custos operacionais com aplicações e compra de fungicidas, foi estimado em US\$ 177 milhões. Desde então, a ferrugem se disseminou a cada safra para novas regiões produtoras de soja e apesar de todos os esforços para conter a doença, as perdas têm sido elevadas a cada ano. Na safra 2007/2008, o custo da ferrugem foi de US\$ 2,38 bilhões, representando um dispêndio total de US\$ 10,10 bilhões desde sua chegada ao Brasil. Desde a safra 2003/2004, a doença já vem sendo detectada em todos os estados produtores de soja do país, exceto Roraima (EMBRAPA, 2008).

### **2.2.1 Ciclo de vida e epidemiologia**

A ferrugem asiática é causada por um parasita obrigatório, pertencente à classe dos fungos *Basidiomycotina* e à ordem *Uredinales*. Forma micélio intercelular, ataca o tecido vegetal pela formação de haustórios, e apresenta seletividade ao hospedeiro (PUTZEK & PUTZEK, 1998). Como as demais ferrugens, é considerada uma doença policíclica, ou seja, o fungo é capaz de produzir várias gerações num único ciclo do hospedeiro (GODOY; LAZZAROTTODA, 2005).

Os uredíniosporos de *Phakopsora pachyrhizi* caracterizam-se por serem globosos, subglobosos, ovais ou elipsoidais, com aspecto hialino de brilho castanho e tamanho variável, dependendo do hospedeiro e das condições ambientais. São liberados pelas uredínias através do poro central, nove dias após a inoculação, dependendo do nível de resistência do cultivar e das condições ambientais (SINCLAIR et al., 1989).

O fungo é capaz de parasitar mais de 95 espécies de plantas de 42 gêneros da família Fabaceae e foi encontrado também em plantas não relacionadas à soja, como o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e corda de viola (*Ipomea* ssp.) (JULIATTI, et. al., 2004a). Porém, posteriormente, os autores relataram que a associação com estes hospedeiros pode ter sido fruto de contaminação de uredíniosporos durante a análise molecular.

Diferentemente de outras doenças, a ferrugem da soja não necessita de estômatos ou ferimentos, penetrando diretamente através da cutícula ou epiderme (VALE et al., 1990). Essas características levam ao entendimento de que esse fungo é pouco dependente de reconhecimento da superfície para a formação do apressório. Koch et al. (1983) também não encontraram indicações de preferência da formação do apressório em estruturas específicas da superfície do hospedeiro, além de não terem observado crescimento direcional do tubo germinativo. No entanto, Vale et al. (1990) observaram que o padrão de distribuição de pústulas da ferrugem segue as nervuras principal e secundárias, possivelmente por aí se encontrar uma maior concentração de estômatos, na página inferior ou dorsal das folhas. Nas condições do laboratório de fitopatologia da Universidade Federal de Uberlândia, em temperatura de 22°C e escuro contínuo, não se obteve a germinação de uredíniosporos em água destilada esterilizada. Este fato demonstra que deve haver um estímulo nas folhas de soja para que o fungo germine e alcance o interior das folhas, formando as uredínias na página dorsal ou inferior, onde a quantidade de estômatos é maior (JULIATTI et al., 2004b).

De acordo com Alexopoulos et al. (1996, citado por REIS; BRESSOLIN; CARMONA, 2006), um fungo do grupo das ferrugens pode produzir cinco diferentes estádios em seu ciclo de vida: Estádio 0: espermogônios produtores de espermásias (n) e hifas receptivas (n); Estádio I: Aecia produzindo aeciosporos (n + n); Estádio II: Uredia produzindo uredíniosporos (n + n); Estádio III: Telia produzindo teliosporos (n + n = 2n); Estádio IV: Basidia produzindo basidiosporos (n). *P. pachyrhizi* foi descrita no que corresponderiam aos estágios II, III e IV do seu ciclo de vida, com produção de três tipos de esporos. Uredíniosporos são os esporos mais comuns, encontrados nos campos de cultivos de soja e também em hospedeiros alternativos. São produzidos em grandes quantidades por vários ciclos durante o ciclo da cultura e são dispersos facilmente pelo vento. Telias e teliosporos são observados no final do período de cultivo sob condições de temperaturas amenas e em estudos de casa de vegetação. A germinação dos teliosporos, com subsequente formação de basidiosporos, somente foi observada sob

condições de laboratório por Saksirirat & Hoppe, em 1991. A caracterização do ciclo de vida do fungo, portanto, ainda não foi claramente estabelecida.

A doença é favorecida por chuvas bem distribuídas e longos períodos de molhamento foliar. Temperaturas entre 18 a 25°C por vários dias favorecem a epidemia e temperaturas variando de 15 a 29°C, podendo atingir até 32°C, produzem uredínias com uredíniosporos (ZAMBOLIM, 2006). O período mínimo de molhamento necessário para ocorrer infecção foi estimado em seis horas, para temperaturas entre 20 e 25°C, podendo aumentar para temperaturas superiores ou inferiores (GODOY; LAZZAROTTODA, 2005). Períodos prolongados de orvalho e elevada umidade relativa do ar são fatores determinantes para o progresso da doença na lavoura (VALE; ZAMBOLIM; CHAVES, 1990).

Os uredíniosporos são facilmente disseminados pelo vento, à velocidade de aproximadamente de 96 km por semana, para lavouras próximas ou a longas distâncias, não havendo barreira fitossanitária capaz de contê-los. Essa seria a única forma de disseminação, já que a doença não é transmitida pelas sementes (YORINORI, 2002). A alta correlação entre chuva e severidade final de doença pode ser explicada por uma característica incomum de *P. pachyrhizi*: os uredíniosporos do fungo tendem a permanecer firmemente unidos, não sendo facilmente liberados pela ação do vento, tendo as gotas de chuva, então, o papel de liberar os esporos (BERGAMIN FILHO, 2006).

A ferrugem se desenvolve mais lenta e tardiamente em plantas cultivadas sob fotoperíodo longo, mesmo que a severidade da doença seja similar em fotoperíodos naturais ou prolongados. Além disso, as taxas de desenvolvimento de *P. pachyrhizi* estão associadas ao desenvolvimento e maturação das plantas de soja. Sob inoculação artificial de *P. Pachyrhizi* (180 uredíniosporos/ml) com o adjuvante Tween 20 (5ml/l de água) no estágio fenológico V<sub>2</sub>, Juliatti et. al. (2004b) conseguiram as curvas de progresso da ferrugem nos cultivares BR 46 (Conquista) e Sambaíba. Os autores perceberam que, nas plotagens, em função dos estágios de crescimento, ocorreu um aumento significativo da severidade da doença no estágio R<sub>2</sub> (Início do florescimento).

Estes fatores, portanto, devem ser considerados em estudos epidemiológicos e de resistência (TSCHANZ; TSAI, 1982; TSCHANZ, 1984; KAWUKI, et al. 2004).

### **2.2.2 Sintomas e sinais da doença**

Os sintomas iniciam-se nas folhas inferiores da planta e são caracterizados por minúsculos pontos de cor mais escura do que o tecido sadio. As lesões possuem entre 1 e 2 mm de diâmetro, de coloração esverdeada à cinza-esverdeada (YORINORI, 2002). No ponto escuro observa-se uma protuberância, semelhante a uma ferida por escaldadura, sendo esse o início da formação da estrutura de frutificação do fungo. Progressivamente, a protuberância adquire coloração castanho-clara a castanho-escura, abre-se em minúsculo poro por onde expõe os uredíniosporos (YORINORI, 2004). Maior número de uredínias desenvolve-se na face inferior do que na face superior da folha (REIS et al., 2006).

Os uredíniosporos, inicialmente de coloração hialina, tornam-se bege e acumulam-se ao redor dos poros ou são carregados pelo vento (YORINORI, 2002). À medida que se prossegue a esporulação e que ocorre a morte dos tecidos infectados, as manchas aumentam de tamanho (1-4mm) e adquirem coloração castanho avermelhada (YORINORI et al., 2004).

Segundo Hartman et al. (1997), a ferrugem asiática da soja pode ocorrer formando lesões palha (TAN), com pouca necrose, a marrom avermelhado escuro (RB), com necrose extensiva e com uma ou muitas uredínias erumpentes, globosas e estioladas, que encerram os uredíniosporos. As lesões TAN caracterizam genótipos suscetíveis à ferrugem, enquanto que as lesões RB caracterizam a reação de resistência dos genótipos. Estudos realizados em casa de vegetação com combinações de isolados do patógeno revelaram que a reação do tipo RB tende a ter um maior período latente e reduzido aumento no número de pústulas fora deste período, o que resulta em poucas lesões ao se comparar com os genótipos suscetíveis, que apresentam reações do tipo TAN (BROMFIELD et al., 1980; WANG; HARTMAN, 1992).

Plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento das vagens e o peso final dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a perda de rendimento e de qualidade. Em casos severos, quando a doença atinge a soja na fase de formação das vagens ou início da granação, pode ocorrer o aborto e queda das vagens (YORINORI, 2002).

O nível do dano que a doença pode ocasionar depende do momento em que ela incide na cultura, mas também das condições climáticas favoráveis à sua multiplicação após a constatação dos sintomas iniciais, da resistência/tolerância e do comprimento do

ciclo do cultivar utilizado (GODOY; LAZZAROTTODA, 2005). Segundo Miles et al. (2007), no caso de epidemias severas e desenvolvimento rápido da doença, as perdas na produção podem ser significativas mesmo quando a ferrugem da soja surge tardiamente na estação de cultivo.

### **2.3 Resistência de plantas a fitopatógenos**

Em termos fitopatológicos, a doença é vista como uma interação entre dois organismos: de um lado a planta, que recebe a denominação de hospedeiro, e de outro, o agente causador da doença, chamado de patógeno (KRUGNER, 1995). Geralmente, um determinado patógeno é específico para um determinado hospedeiro. A presença no patógeno, de um ou mais genes para patogenicidade, especificidade e virulência contra um particular hospedeiro é que possibilita o desenvolvimento da doença (AGRIOS, 2004).

Interações planta-patógenos biotróficos são ditas incompatíveis, quando o sistema de defesa da planta é prontamente ativado, levando a resistência, ou seja, impedindo o desenvolvimento do patógeno. Quando este sistema é ativado tardiamente ou não ativado, a resposta é de suscetibilidade e a interação é dita compatível, tendo em vista o estabelecimento da doença (OUCHI, 2006). Plantas com habilidades de resistência a infecções por um patógeno particular são tidas com resistentes ao patógeno, e patógenos que não apresentam capacidades de ataque são referidos como avirulentos. A resistência é herdável e o melhoramento de plantas tem vislumbrado obter variedades altamente produtivas com resistência a doenças.

A resistência a doenças pode ser classificada como vertical ou horizontal. A resistência vertical, do ponto de vista epidemiológico, é aquela efetiva contra apenas algumas raças do patógeno, o que reduz a quantidade efetiva de inóculo inicial e faz com que o início da epidemia seja atrasado (CAMARGO; BERGAMIN FILHO, 1995). Por outro lado, a resistência horizontal de uma variedade é efetiva contra todas as raças do patógeno, mas pode ser maior ou menor dependendo da combinação isolado do patógeno e cultivar do hospedeiro. Assim, o nível de resistência horizontal é variável, porém muitas vezes essa diferença entre as variedades não é facilmente identificada. A resistência horizontal é controlada por muitos genes que parecem exercer suas influências pelo controle de numerosos processos fisiológicos na planta, que fornecem materiais e estruturas que ativam seus mecanismos de defesa. A resistência horizontal

também é denominada, algumas vezes, de não-específica, geral, quantitativa, de planta adulta, de campo ou durável (AGRIOS, 1997).

Na natureza as plantas são, geralmente, resistentes a um número maior de patógenos. A habilidade de um patógeno causar doença em uma planta hospedeira é usualmente uma exceção à regra. Isto porque as plantas têm a habilidade de reconhecimento de uma potencial invasão e montam defesas bem sucedidas. Sendo assim, a presença do patógeno conduz a respostas no hospedeiro, que incluem, por exemplo, a morte celular programada de células da planta que estão em contato com o patógeno, um fenômeno chamado de resposta de hipersensibilidade (HR) (GLAZEBROOK, 2001). Esta reação culmina na parada do crescimento e do desenvolvimento do patógeno nos tecidos da planta. Os patógenos, de modo inverso, são bem sucedidos quando causam doenças. Eles agirão de duas formas dentro do hospedeiro, evitando o reconhecimento ou reprimindo seu mecanismo de defesa (STASKAWICZ, 2001).

No caso da ferrugem da soja, tem sido sugerido que a resistência pode ser explicada pelos seguintes mecanismos: (i) redução da penetração no hospedeiro; (ii) diminuição do desenvolvimento do micélio dentro de tecidos do hospedeiro; (iii) aumento do tempo antes da erupção das uredínias e (iv) redução na produção dos uredíniosporos (MELCHING et al., 1988).

## **2.4 Controle da ferrugem**

O controle da ferrugem da soja exige a combinação de várias técnicas, a fim de evitar perdas com a cultura. São recomendadas algumas estratégias como: semeadura de cultivares precoces; semeadura no início da época recomendada; evitar o prolongamento do período de plantio; realizar vistorias periódicas na lavoura, a fim de garantir aplicações de fungicidas no momento adequado (JULIATTI et al., 2005); eliminar plantas de soja voluntárias e hospedeiros secundários, que hospedam o patógeno de uma safra para a outra (REIS et al., 2006); respeitar a instituição do “vazio sanitário”, período de 90 dias, que varia de região para região, em que não é permitido o plantio da soja, com objetivo de reduzir o inóculo na safra seguinte (GODOY et al., 2006a); além do controle químico com fungicidas e do controle genético, ainda bastante restrito.

Com o objetivo de buscar mais conhecimento a respeito da doença e opções para seu controle, programas têm sido instituídos em todo o país desde 2002 (BALARDIN, 2006). Entre esses programas estão Syntinela (2003), Consórcio Anti-Ferrugem (2004),



S.O.S. Ferrugem (2004), Mini-lab (2005) e Radar. O Consórcio Anti-Ferrugem, instituído em 2004, tem o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como coordenador e vários segmentos da cadeia produtiva da soja como participantes. Entre eles estão: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), fundações de apoio a pesquisa, de transferência de tecnologias, cooperativas, universidades, a Associação Nacional de Defesa Vegetal (Andef) e a Associação Brasileira dos Defensivos Genéricos (AENDA). O objetivo do Consórcio Anti-Ferrugem tem sido propor soluções para identificação, manejo e, principalmente, controle da ferrugem asiática. Para isso foram credenciados 54 laboratórios em 16 estados brasileiros, formando uma rede de diagnose e identificação da ferrugem. As informações geradas são repassadas ao Sistema Alerta, que é uma ferramenta do Consórcio Anti-Ferrugem criada para informar a sociedade sobre a situação da doença no país, através de uma página na internet, administrada pela Embrapa Soja (GODOY; LAZZAROTTODA, 2005).

#### **2.4.1 Controle genético**

O melhoramento genético da soja é responsável pela eliminação ou minimização dos danos causados por várias doenças. Abdelnoor et al. (2001); Yorinori e Kiihl (2001); Yorinori (2002); Fundação MT (2004), Embrapa Soja (2005a); Embrapa Soja, (2005b) e Fundação MT (2005) destacaram o cancro da haste, mancha olho de rã, os nematóides de cisto e de galhas como as principais doenças que vêm sendo contidas dessa forma. No caso da ferrugem asiática, quatro genes já foram identificados como responsáveis pela resistência, levando, conseqüentemente, à ocorrência de lesões do tipo RB nos cultivares, sendo eles: *Rpp1*, *Rpp2*, *Rpp3* e *Rpp4* (BROMFIELD; HARTWIG, 1980; McLEAN; BYTH, 1980; HARTWIG; BROMFIELD, 1983; HARTWIG, 1986). No entanto, *Rpp1* e *Rpp3* tiveram sua resistência quebrada, restando apenas *Rpp2* e *Rpp4* conferindo resistência às raças fisiológicas do patógeno existentes no Brasil (ARIAS et al., 2004). Genes de resistência também foram relatados em espécies nativas do gênero *Glycine*, as quais apresentam variabilidade na reação a *Phakopsora pachyrhizi* (BURDON; MARSHALL, 1981a). Segundo Burdon e Marshall (1981b), quatro espécies de *Glycine* nativas da Austrália (*G. canescens*, *G. clandestina*, *G. tabacina* e *G. tomentella*) apresentam resistência qualitativa à ferrugem da soja.

Embora haja o conhecimento de diversas fontes de resistência, nenhum desses genes tem sido empregado em cultivares comerciais, devido à ocorrência de raças em *P.*

*pachyrhizi*. Em um estudo (AVRDC, 1985 citado por HARTMAN; WANG; SHANMUGASUNDARAM, 1997), 42 isolados purificados foram inoculados nos cultivares Ankur, PI 200492, PI 230970, PI 230971, PI 239871A, PI 239871B, PI 459024, PI 459025, TK #5, TN #4 e Wayne. A maioria dos isolados causou sintomas tipo TAN em, no mínimo, sete dessas linhas e esses isolados foram classificados em nove raças. Os dados sugerem que há predomínio de raças complexas de ferrugem e que essas raças possuem múltiplos fatores de virulência para compatibilidade com a maioria das linhas. Yeh (1983) identificou três raças dentre 50 isolados monospóricos (a partir de um único uredíniosporo), usando cinco cultivares diferenciadores. Além disso, no mínimo uma raça, originária de Taiwan, foi observada possuindo três genes de virulência (BROMFIELD; MELCHING, 1982).

Agravando as dificuldades do controle genético no Brasil, em avaliações realizadas com as raças de ferrugem coletadas em regiões estratégicas onde ela ocorre no mundo, Hartman et. al (2004) verificaram que as raças presentes no país são as mais agressivas de toda a amostragem. Aliado a estes resultados, Kato e Yorinori (2006) e Calgaro et al. (2006) confirmaram, respectivamente, a existência de diferentes raças e divergência genética da ferrugem no Brasil.

No momento atual, a exploração da resistência parcial parece ser a opção mais viável, considerando os múltiplos genes de virulência identificados nas diversas raças do patógeno, o que torna ineficiente o uso da resistência monogênica (TSCHANZ, 1984). Genótipos cujos componentes monocíclicos são diferenciados em menor severidade, maior período latente e menor capacidade de esporulação do patógeno, podem resultar em redução de amarelecimento e desfolha. Cultivares com essas características têm grande valor no manejo da doença no campo, possibilitando a redução no número de aplicação de fungicidas durante a estação de cultivo (HARTMAN et al., 2005).

Uma proposição recente feita por Bonde et al. (2006a) consiste na utilização do tipo de sintoma da reação à doença, do número de uredínias por lesão e do diâmetro das uredínias, por possibilitar a detecção, tanto da presença de um gene maior de resistência, quanto da resistência parcial, ou seja, uma reação intermediária entre os sintomas de suscetibilidade (TAN) e de resistência (RB). Tschans e Wang (1980); Zambolim et al. (1983); Hartman et al. (1991) identificaram e caracterizaram linhagens com resistência parcial com base no período latente e no número de uredínias por lesão, considerando o desenvolvimento lento da doença.

A produtividade de grãos relativa em condições de campo é mais uma variável a ser considerada na avaliação de genótipos de soja, comparando-se parcelas protegidas e não protegidas por fungicidas. Este método é interessante por considerar a resposta da planta na presença e ausência do patógeno (TSCHANZ et al., 1980; TAN et al., 1983; TSCHANZ; TSAI, 1983; ZAMBOLIM et al., 1983; HARTMAN et al., 1991; HARTMAN et al., 2005; BONDE et al., 2006a; RACHID et al., 2006; UNFRIED, et al., 2006). Oliveira et al. (2005), utilizaram experimentos de fungicidas como ferramenta para comparar cultivares de soja. A produção de grãos relativa foi utilizada para avaliar resistência parcial à ferrugem, comparando parcelas de um mesmo cultivar, com e sem controle com fungicidas. Os autores concluíram que a metodologia foi eficaz para diferenciar as cultivares, embora todas as cultivares tenham se mostrado suscetíveis.

O impedimento principal para o desenvolvimento de linhagens com reduzida taxa de desenvolvimento da doença tem sido a dificuldade de se avaliar genótipos de populações segregantes ou de acessos com diferentes períodos de maturação (HARTMAN et al., 1997). Além das diferenças fisiológicas, há diferenças nas condições ambientais, pois as plantas amadurecem em diferentes períodos de tempo, de acordo com seu ciclo de vida. A resistência é uma característica associada à rusticidade dos genótipos, não sendo compatível com a seleção para elevada produtividade, o que dificulta o processo de melhoramento para obtenção de linhagens com características desejáveis (Carneiro, 2007).

Silva et al.(2007), no entanto, ao analisarem as características epidemiológicas de seis cultivares de soja de ciclo tardio, constataram que o cultivar UFUS- Impacta apresentou resultados que caracterizam certa resistência genética parcial. Resultado semelhante foi encontrado por Juliatti et al. (2005), trabalho em que o cultivar UFUS- Impacta, proveniente do cruzamento entre Cristalina RCH e IAC-100, apresentou resistência parcial a *P. pachyrhizi*. Santos et al (2007), em seu trabalho sobre agrupamentos para resistência parcial, relataram que genótipos descendentes deste cruzamento apresentaram níveis maiores de resistência. Azevedo (2005) também constatou resistência parcial à ferrugem da soja nos cultivares MSOY-8211, UFUS- Impacta, Coodetec-208 e Emgopa-313, ao avaliar 50 genótipos de soja, em 2 experimentos de casa de vegetação.

Utilizada com critério técnico, essa variabilidade poderá ser de grande auxílio no manejo da ferrugem, possibilitando a racionalização das aplicações de fungicidas (AZEVEDO et al., 2004).

#### **2.4.2 Controle químico**

Devido à disponibilidade limitada de cultivares resistentes, tem sido recomendado o manejo da ferrugem asiática da soja por meio de épocas de semeadura e aplicação de defensivos, devendo este, no entanto, ser realizado de forma racional para não inviabilizar a cultura e agredir o meio ambiente de forma indiscriminada (GODOY et al., 2004). Estudos mostram que, em condições severas de epidemia, são necessárias de três a cinco aplicações em intervalos de 10 dias (SINCLAIR; HARTMAN, 1996), número consideravelmente elevado, que alerta para o possível desenvolvimento de raças resistentes do patógeno.

Os fungicidas atualmente utilizados para o controle da ferrugem asiática da soja são aqueles que já haviam sido registrados para a cultura, pertencentes ao grupo dos triazóis, estrobilurinas e benzimidazóis (SISTEMAS DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS, 2007). A presença de mais de um grupo com eficiência comprovada é importante, no que diz respeito ao manejo de resistência do fungo a fungicidas (GODOY et al., 2004), principalmente quando se trata de princípios ativos com modo de ação específico, que possuem um maior risco de seleção de populações resistentes do patógeno. Nesse caso, Kimati (1995) recomenda que se alternem produtos com diferentes modos de ação ou que sejam utilizadas misturas prontas de dois ou mais grupos. Segundo Godoy & Canteri (2004), estrobilurinas e triazóis, isolados e em misturas, reduzem a infecção por *P. pachyrhizi*, quando aplicados na ausência de sintomas, durante o período de incubação. Nenhum fungicida, porém, impediu o desenvolvimento da doença, atuando de forma erradicante (o efeito curativo dos fungicidas foi reduzido na medida em que se atrasou a pulverização).

Os fungicidas do grupo das estrobilurinas interferem na germinação dos esporos e no desenvolvimento do tubo germinativo, são absorvidos dentro do tecido da folha e se movem de forma translaminar (KOEHLER et al., 2002; SAUTER, et al., 1999). Estes fungicidas são mais eficientes quando aplicados antes da ocorrência da infecção (MILES, et al., 2007). Diversos trabalhos (GROSSMAN; RETZLAFF, 1997; KOEHLER et al., 2002; SAUTER, et al., 1999) comparando tratamentos de fungicidas indicam que as estrobilurinas produzem uma resposta fisiológica que pode resultar em maiores

produções em determinados ambientes. Miles et al. (2007) relataram terem sido as estrobilurinas, entre os tratamentos com fungicidas observados, responsáveis pelos menores valores de desfolha. O retardo na senescência é um efeito dos fungicidas do grupo das estrobilurinas, já reportado para outras espécies cultivadas (GROSSMAN & RETZLAFF, 1997; KOEHLE et al., 2002; SAUTER, et al., 1999).

Os fungicidas do grupo dos triazóis interferem com a biossíntese do ergosterol nas membranas fúngicas e são absorvidos pelos tecidos da folha e, como as estrobilurinas, se movem de maneira translaminar (TSUDA et al., 2004). Em trabalhos conduzidos por Miles et al. (2007), os tratamentos contendo triazóis, isolados ou em misturas, apresentaram efeito mais consistente contra a ferrugem da soja do que outros produtos, porém, nos locais onde ocorreu alta severidade da doença, os triazóis tebuconazole e tetraconazole apresentaram bom controle da ferrugem, contudo, não apresentaram maiores produtividades. As misturas entre triazóis e estrobilurinas apresentaram produtividades equivalentes ou superiores àquelas dos triazóis isoladamente. Silva et al. (2007), ao estudarem a interação entre resistência parcial de cultivares de soja e fungicidas dos grupos dos triazóis e estrobilurinas, isolados e em misturas, constataram que a mistura Azoxystrobin e Cyproconazole proporcionou o melhor efeito nas variáveis incidência, severidade e número de pústulas por centímetro quadrado. No entanto, quanto à produtividade e peso de mil grãos, não houve diferenças estatísticas entre os fungicidas testados.

Como a fase de estabelecimento de uma doença ocorre de forma assintomática, especial atenção deve ser dedicada ao monitoramento da lavoura, por ser fundamental para o estabelecimento de um programa de aplicações preventivas de fungicidas, com o intuito de se interromper o processo doença (AZEVEDO et al., 2004). Aplicações preventivas de fungicidas garantem também maior período residual e melhor desempenho dos produtos (VITTI et al. 2004).

Estudos realizados no Zimbábue e América do Sul demonstraram que fungicidas são mais eficazes quando aplicados durante o início do florescimento e enchimento de grãos. Estes estudos também mostraram que uma única aplicação de fungicida poderá ser efetiva quanto à redução do nível de doença, sendo crítico, no entanto, o momento desta aplicação (DU PREEZ et al., 2004; LEVY, 2004; MILES et al., 2003). Da mesma forma, Oliveira (2004) observou aumento no rendimento de grãos de até 100% ao realizar o controle da doença preventivamente. Segundo Miles et al. (2007) aplicações

demasiadamente antecipadas e atrasos até depois do estabelecimento da doença resultaram em perdas significativas na produção.

Navarini et al. (2007) avaliaram o número de pústulas.cm<sup>-2</sup> e o rendimento de grãos da soja (kg.ha<sup>-1</sup>) e os dados obtidos demonstraram que a ferrugem da soja afetou significativamente o rendimento de grãos dos cultivares, com redução variável entre 10,0% e 40,4%. A variação do rendimento e número de pústulas.cm<sup>-2</sup> foi influenciada pela época e pelo número de aplicações dos fungicidas. O melhor desempenho foi observado quando a primeira aplicação foi realizada com Azoxystrobin e a segunda aplicação com um triazol isolado ou em mistura de triazóis. Segundo Miles et al.(2007), estudos mais aprofundados são necessários para determinar o estágio fenológico em que aplicações de fungicidas não são mais necessárias para proteger a produção.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Localização do experimento

O experimento foi realizado na Estação Experimental da Syngenta Seeds no município de Uberlândia-MG, localizado em 18° 55' 62'' de latitude Sul, 48° 10' 47'' de longitude Oeste e 935 m de altitude. As condições climáticas do local durante a condução do experimento estão apresentadas nas Figuras 1A, 2A e 3A.

### 3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas, foram dispostos seis cultivares de soja e, nas subparcelas, dois programas de controle químico, em que foi empregada a mistura pronta de fungicidas cyproconazole + azoxystrobin (de nome comercial Priori Xtra®) e a testemunha sem aplicação de fungicidas. Os cultivares foram alocados aleatoriamente na área experimental e os tratamentos com fungicidas foram sorteados dentro de cada cultivar. A área total do experimento foi de 1.296 m<sup>2</sup>. Cada subparcela apresentava uma área de 18 m<sup>2</sup>, com 6 linhas de soja de 6m de comprimento e 0,5m de espaçamento entrelinhas, sendo os 8 m<sup>2</sup> centrais considerados como área útil.

### 3.3 Semeadura e tratos culturais

A semeadura foi realizada no campo, em 26 de novembro de 2007, por meio do sistema de plantio convencional, com 22 sementes.m<sup>-1</sup> linear. A adubação na semeadura foi de 350 kg.ha<sup>-1</sup>, de 2-20-20 (N-P-K), de acordo com a recomendação baseada na análise prévia do solo. O fertilizante foi depositado a 15cm de profundidade, para evitar o contato direto com as sementes.

A área do experimento foi dessecada com 2,5L.ha<sup>-1</sup> do herbicida glifosate (480 g.L<sup>-1</sup>), antes do plantio e os inseticidas e herbicidas aplicados durante a condução do experimento foram aqueles recomendados para a cultura da soja, de acordo com a necessidade. O acompanhamento dos estádios fenológicos das plantas de soja obedeceram a Escala Fenológica da Soja, proposta por Fehr & Caviness (1977). O início da pulverização dos programas de controle químico se deu no momento da manifestação e detecção da primeira pústula de ferrugem na área do experimento.

### 3.4 Inoculação

O inóculo foi retirado de plantas de soja mantidas em casa de vegetação na Fazenda Capim Branco – UFU. A inoculação do fungo no experimento foi realizada artificialmente no dia 30 de janeiro de 2008, quando a cultura se encontrava no estágio V<sub>6</sub>, no final da tarde e com alta umidade relativa do ar, para favorecer o processo de infecção pelo patógeno. A concentração da suspensão de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* utilizada foi de 80.000 esporos.mL<sup>-1</sup>. O equipamento utilizado foi um pulverizador costal de CO<sub>2</sub>, com vazão de 150 L.ha<sup>-1</sup>, pressão de 50 libras.pol<sup>-2</sup> e ponta do tipo leque plano de uso ampliado (XR 11002).

### 3.5 Tratamentos

Foram utilizados no experimento seis cultivares de soja, sendo dois de ciclo precoce, (de 120 a 123 dias): M-Soy 8045RR e M-Soy 8199RR; dois de ciclo médio (de 128 a 134 dias): Emgopa 315RR e Luziânia; e dois de ciclo longo ou tardio (de 150 a 164 dias): M-Soy 9350 e M-Soy 9144RR. Cada cultivar foi submetido a dois programas de controle químico com a mistura pronta de fungicidas azoxystrobin + cyproconazole (Priori Xtra ® na dose de 0,3 L.ha<sup>-1</sup> acrescido de Nimbus), e a uma testemunha sem fungicida. O primeiro programa de controle químico (calendário) constou de três aplicações, em sistema de calendário fixo, para todos os cultivares, sendo a primeira ao se detectar a primeira pústula de ferrugem na soja e as demais a cada 14 dias. O segundo programa foi chamado de monitoramento, e as aplicações foram realizadas sempre que eram detectadas pústulas esporulando nas parcelas do referido tratamento, de forma que o número de aplicações poderia variar de um cultivar para outro. O surgimento de novas pústulas foi monitorado a cada sete dias destacando-se folhas de soja amostradas no terço inferior das plantas de todas as parcelas e observando-as sob microscópio estereoscópio no Laboratório de Micologia e Proteção de Plantas (LAMIP), do Instituto de Ciências Agrárias – UFU.

O equipamento utilizado nas pulverizações foi um pulverizador costal propélido a CO<sub>2</sub>, vazão de 150L ha<sup>-1</sup>, pressão de 50 libras, com barra de aplicação provida de seis pontas do tipo leque plano de uso ampliado (XR 11002). As aplicações realizadas em ambos os tratamentos para todas os cultivares estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, assim como os estádios fenológicos de cada cultivar no momento da aplicação.



**TABELA 1** - Datas de pulverizações e estádios fenológicos para o programa de controle "Monitoramento" em seis cultivares de soja. Uberlândia, 2008.

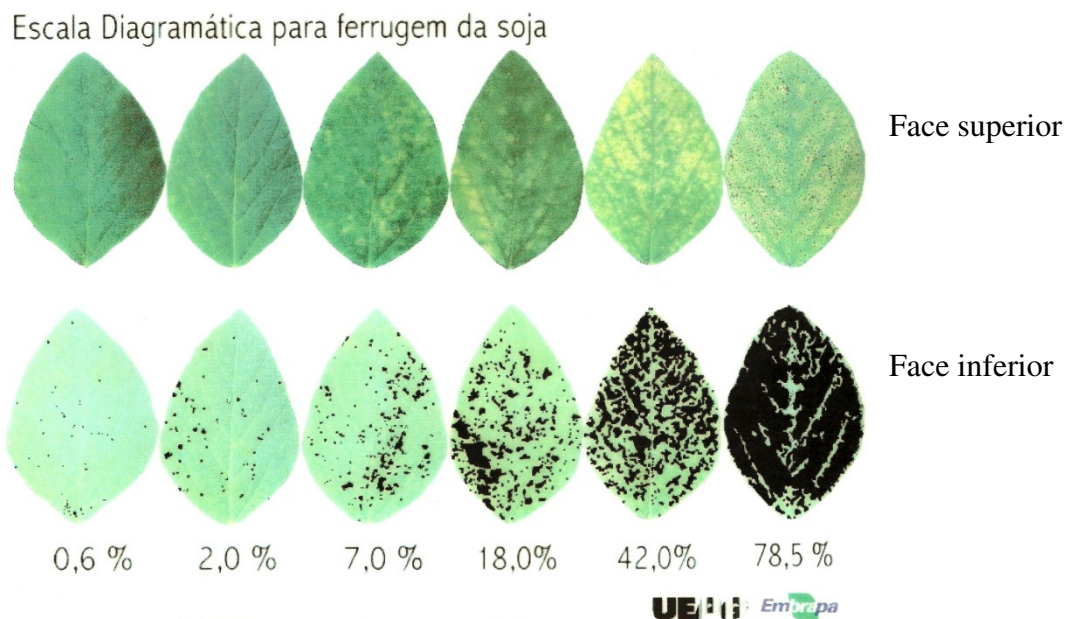
Aplicação	M-Soy 8045RR	M-Soy 8199RR	Emgopa 315RR	LuziâniaRR	M-Soy 9350	M-Soy 9144RR
Data	Est Fen	Est Fen	Est Fen	Est Fen	Est Fen	Est Fen
16-fev	V9	V9	V9	V9	V8	V8
3-mar	R2	R2	R2	R2	V11	V11
13-mar	R5.1	R5.1	R5.1	R5.1	R3	R3
19-mar	R5.5	R5.5	R5.3	R5.3	R4	R4
3-abr	R6.1	R6.1	R5.7	R5.7	R5.1	R5.1
10-abr	-	-	R6.1	R6.1	R5.5	R5.5

**TABELA 2** – Datas de pulverizações e estádios fenológicos para o tratamento "Calendário" em seis cultivares de soja. Uberlândia, 2008.

Aplicação	M-Soy 8045RR	M-Soy 8199RR	Emgopa 315RR	LuziâniaRR	M-Soy 9350	M-Soy 9144RR
Data	Est Fen	Est Fen	Est Fen	Est Fen	Est Fen	Est Fen
16-fev	V <sub>9</sub>	V <sub>9</sub>	V <sub>9</sub>	V <sub>9</sub>	V <sub>8</sub>	V <sub>8</sub>
3-mar	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	V <sub>11</sub>	V <sub>11</sub>
19-mar	R <sub>5,5</sub>	R <sub>5,5</sub>	R <sub>5,3</sub>	R <sub>5,3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>

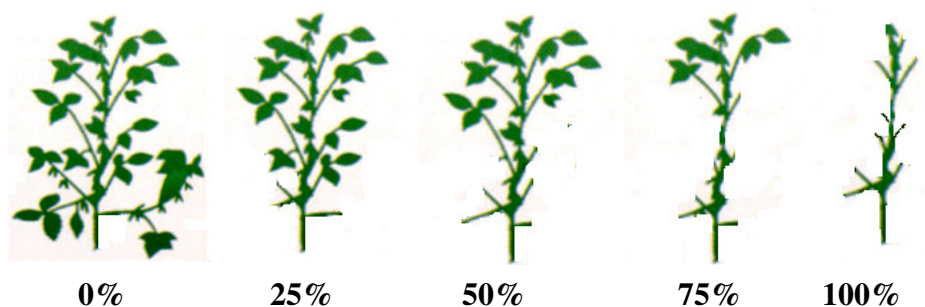
### 3.6 Avaliações e análises dos dados

A severidade visual da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e o número de pústulas por cm<sup>2</sup> foram obtidos a partir da média de dez folhas do terço inferior e dez folhas do terço médio, coletadas aleatoriamente na área útil da parcela. A severidade visual foi avaliada com base na escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006b) (Figura 1). A contagem das pústulas foi realizada com o auxílio de um microscópio estereoscópio no Laboratório de Micologia e Proteção de Plantas (LAMIP), do Instituto de Ciências Agrárias – UFU. A região da folha analisada foi de 1 cm<sup>2</sup> na parte central do lado de baixo da folha ao lado direito da nervura principal. As avaliações foram realizadas semanalmente, a partir do aparecimento dos primeiros sintomas, nos dias 16 e 25 de fevereiro, 03, 11, 18, 24 e 31 de março, 09 e 16 de abril de 2008.



**FIGURA 1** – Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem da soja. Uberlândia, 2008. Fonte: Godoy et al., 2006b.

A desfolha foi avaliada atribuindo-se valores de 0 a 100%, de acordo com a escala diagramática apresentada na Figura 2. As avaliações foram iniciadas a partir do momento em que a soja se apresentava no estágio R<sub>6</sub>.



**FIGURA 2** – Escala diagramática para avaliação de desfolha em plantas de soja. Uberlândia, 2008.

A colheita do experimento foi realizada manualmente em cada 8 m<sup>2</sup> centrais de área útil da subparcela. Após a pesagem em balança digital com capacidade para 5 kg, as unidades foram medidas com o uso de equipamento portátil e em seguida foram ajustadas para 12%, possibilitando o cálculo do rendimento final em kg.ha<sup>-1</sup>. O peso de

mil grãos foi obtido através da pesagem de oito amostras contendo 100 sementes para cada parcela, através de balança com sensibilidade de centésimo de grama.

Os valores de severidade de doença e pústulas por cm<sup>2</sup> foram utilizados na obtenção da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD)(CAMPBELL & MADDEN, 1990), obtida a partir da seguinte equação matemática:

$$AACPD = \sum n_i \cdot [(Y_{i+1} + Y_i) \times 0,5] \times (T_{i+1} - T_i)$$

Sendo:

Y<sub>i</sub>: severidade da doença na época de avaliação i (i= 1,...,n).

Y<sub>i+1</sub>: severidade da doença na época de avaliação i + 1 .

T<sub>i</sub>: época da avaliação i, que geralmente se considera o número de dias após a emergência das plantas.

T<sub>i+1</sub>: época da avaliação i + 1.

n<sub>i</sub> = nº de observações na época de avaliação i.

Os valores de AACPD para severidade visual e pústulas por cm<sup>2</sup>, assim como os valores de desfolha, produtividade e peso de 1000 grãos foram analisados para cada ciclo de cultivar separadamente, os quais foram divididos em precoce, médio e tardio. Estes valores foram submetidos à análise de variância e teste Tukey de comparação múltipla de médias, a 5% de probabilidade, para os quais foi utilizado o software SISVAR (FERREIRA, 2000).

A redução na produção foi calculada dentro de cada cultivar, de acordo com a metodologia de Nutter et al. (1993), onde se considera a relação entre as práticas de manejo rotineiramente utilizadas por produtores (consideradas como sendo as parcelas experimentais sem tratamento químico e o programa de controle “calendário”) e a produção obtível (resposta máxima de produtividade, obtida com o melhor tratamento com fungicidas).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Cultivares de ciclo precoce

Em toda a área do experimento, a ferrugem da soja se manifestou de forma homogênea atingindo, a partir do estágio fenológico R6 da cultura, 100% de severidade no tratamento testemunha. Os primeiros sintomas da doença foram detectados no dia 11 de fevereiro, quando a soja se encontrava em estágio V<sub>7</sub> a V<sub>8</sub>, doze dias após a inoculação artificial. Durante este período, o patógeno encontrou condições plenamente favoráveis ao seu desenvolvimento.

Nas Tabelas 3 e 4, estão apresentados os valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para a variável severidade visual nos terços inferior e médio das plantas de soja, respectivamente. Em ambos os casos, a interação entre cultivares e programas de controle da ferrugem foi significativa. No programa descrito como “monitoramento”, no qual, para a tomada de decisão, a cada pulverização do fungicida era monitorado o surgimento de novas pústulas do patógeno, foram realizadas cinco aplicações da mistura pronta de fungicidas (cyproconazol + azoxystrobin), no caso dos cultivares M-Soy 8199RR e M-Soy 8045RR. No programa de controle “calendário”, por sua vez, foram realizadas três pulverizações, sempre em datas pré-definidas.

**TABELA 3.** Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade visual de ferrugem asiática no terço inferior das plantas de soja. Uberlândia, 2008.

Cultivares Ciclo precoce	Programas de controle químico				Testemunha	
	Monitoramento		Calendário			
MS8199RR	18,75	Aa	19,25	Aa	603,50	Ab
MS8045RR	45,25	Aa	45,50	Aa	579,25	Ab
CV 1 (%)	5,92					
CV 2 (%)	8,21					

\*Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nota-se na Tabela 3 que, para os cultivares em questão, os valores da AACPD de severidade da ferrugem asiática dos programas de controle não diferiram entre si, embora ambos tenham diferido da testemunha. No terço médio (Tabela 4), por sua vez, considerando o cultivar M-Soy8045RR, houve diferença entre as severidades dos dois programas de controle químico, que também diferiram da testemunha. Sugere-se que

esta diferença se deva à menor resposta do terço inferior da planta às aplicações de fungicidas, devido à menor deposição do produto nesta parte do dossel, em comparação com o terço médio. Segundo McNichol et al. (1997), a eficácia do tratamento depende não apenas da quantidade de material depositado sobre a vegetação mas, também, da uniformidade de cobertura do alvo. Estudos sobre padrões de deposição de pulverizações indicam grande variabilidade de deposição dos agrotóxicos ao longo das faixas de aplicação, o que diminui a eficácia dos tratamentos (Gupta & Duc, 1996 e Pergher et al., 1997).

Para o cultivar M-Soy 8199RR, diferenciou-se apenas a testemunha, com os valores mais elevados de AACPD relativa à severidade visual, enquanto que os efeitos dos programas de controle se mostraram similares, estatisticamente.

Observando a Tabela 3, nota-se também que, na parte inferior do dossel, houve diferença estatística entre os efeitos dos cultivares dentro dos programas de controle, tendo o cultivar M-Soy 8199RR apresentado os menores valores de AACPD (58,6% menor em monitoramento e 57,7% menor em calendário). Para a testemunha, no entanto, esta diferença não ocorreu.

**TABELA 4.** Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade visual de ferrugem asiática no terço médio das plantas de soja. Uberlândia, 2008.

Cultivares Ciclo precoce	Programas de controle químico				Testemunha	
	Monitoramento		Calendário			
MS8199RR	18,25	Aa	77,50	Aa	1046,00	Ab
MS8045RR	29,25	Aa	120,25	Ab	1182,50	Bc
CV 1(%)	8,55					
CV 2 (%)	8,94					

\*Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em contraste com estes dados, no terço médio das plantas (Tabela 4), os efeitos das testemunhas dos cultivares se diferenciaram, com M-Soy 8199RR novamente apresentando os menores valores de AACPD (11,5% menor), enquanto que os efeitos dos cultivares, para ambos os programas de controle químico, se mostraram equivalentes. Acredita-se que estes dados reforçam a teoria de que o terço inferior apresenta menor deposição dos fungicidas e assim, ao manter maiores níveis de severidade nas subparcelas tratadas, pôde mostrar a diferença existente entre os efeitos dos cultivares sobre a ferrugem asiática. Além disso, segundo Reis et al. (2006), as

primeiras lesões de ferrugem, em geral, surgem nas folhas baixas próximas ao solo, quando as plantas se encontram em estágio fenológico próximo ao florescimento. Como a epidemia se inicia mais cedo na parte inferior da planta, a testemunha, nesse caso, manteve níveis de severidade muito altos, equiparando assim os genótipos.

O terço médio das plantas, ao responder mais eficientemente às aplicações de fungicidas devido à maior deposição, manteve níveis baixos de ferrugem nas sub-parcelas dos programas de controle, insuficientes para exibir a diferença entre os cultivares. As testemunhas, por sua vez, por desenvolverem a doença mais lentamente no terço médio do que na parte inferior do dossel, foram eficientes em mostrar as diferenças existentes entre os efeitos dos cultivares.

Os resultados da AACPD para o número de pústulas por cm<sup>2</sup> estão dispostos na Tabela 5 e fazem referência aos terços inferior e médio das plantas. Nestas duas partes do dossel não foi encontrada interação entre cultivares e programas de controle e tampouco houve diferença significativa entre os efeitos dos cultivares avaliados, pelo teste de Tukey a 5% de significância. Entre os programas de controle, monitoramento teve as médias mais baixas de AACPD, seguido de calendário sendo, contudo, estatisticamente similares. Os efeitos de ambos os tratamentos foram diferentes daquele obtido com a testemunha, que apresentou os mais elevados valores de AACPD para o número de pústulas por cm<sup>2</sup>.

**TABELA 5.** Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para pústulas de *Phakopsora pachyrhizi* por cm<sup>2</sup> em plantas de soja. Uberlândia, 2008.

Cultivares				
Ciclo precoce	Terço inferior		Terço médio	
MS8199RR	332,83	A	283,25	a
MS8045RR	357,75	A	325,42	a
CV 1(%)	34,84		32,68	
Programas de controle químico e testemunha				
Monitoramento	43,75	A	15,25	a
Calendário	68,00	A	25,50	a
Testemunha	924,12	B	872,25	b
CV 2(%)	31,20		25,69	

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estes resultados se devem à eficiência no controle da ferrugem por parte da mistura pronta de fungicidas utilizada no experimento. Os ingredientes ativos do grupo

dos triazóis possuem efeito curativo, interferindo com a biossíntese do ergosterol nas membranas fúngicas e sendo absorvidos pelos tecidos da folha (TSUDA et al., 2004). Segundo KOEHLE et al. (2002), os fungicidas do grupo das estrobilurinas interferem na germinação dos esporos e no desenvolvimento do tudo germinativo e, assim como os triazóis, se movem de maneira translaminar. Habe et al. (2003), ao estudarem a eficácia de fungicidas no controle da ferrugem da soja, concluíram que os triazóis testados em mistura com estrobilurinas impediram o progresso da doença, mantendo a área foliar verde, mesmo com elevada pressão da doença.

As Tabelas 6 e 8 apresentam os valores médios de produtividade ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), desfolha (%) e peso de mil grãos, para os quais não houve interação entre os fatores (cultivares e programas de controle químico). A diferença foi significativa entre as produtividades médias dos cultivares e também entre as produtividades médias dos programas de controle. O cultivar M-Soy 8199RR apresentou as maiores produtividades, seguindo a tendência das outras variáveis analisadas, em que se mostrou menos susceptível a *Phakopsora pachyrhizi* do que o cultivar M-Soy 8045RR.

**TABELA 6.** Produtividades médias ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de cultivares de soja sob influência de *Phakopsora pachyrhizi*. Uberlândia, 2008.

Cultivares	Programas de controle químico			Média		
	Ciclo precoce	Monitoramento	Calendário			Testemunha
MS8199RR		3907,91	3136,46	1233,44	2759,27	B
MS8045RR		3477,61	2979,44	968,22	2475,09	A
Média		3692,76	c 3057,95	b 1100,83	a	
CV 1 (%)		17,43				
CV 2 (%)		9,8				

\*Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entre os programas de controle químico e testemunha, monitoramento proporcionou os maiores rendimentos, seguido do programa calendário e por último a testemunha sem aplicação de fungicidas. Considerando-se o programa de controle monitoramento como o potencial produtivo dos cultivares, pode-se estimar um dano de 17,2% na produtividade para o programa calendário e 70,2% para a testemunha.

Em janeiro de 2009, segundo pesquisa de campo na região de Uberlândia-MG, cada pulverização com o produto utilizado no presente trabalho (dose de 0,3 L por hectare de cyproconazole + azoxystrobin acrescidos de 0,6 L por hectare do adjuvante

recomendado) teve custo estimado em aproximadamente R\$52,00 por hectare e um saco de soja de 60 kg era vendido, na mesma época e região, por R\$ 42,00, como pode ser observado na Tabela 7. Com cinco pulverizações do produto, realizadas no programa monitoramento, conseguiu-se obter 634,81 kg por hectare a mais do que se obteve com três pulverizações (programa calendário), o que equivale a 10,58 sacos de soja, que valeriam R\$444,36. O custo destas duas pulverizações a mais, realizadas no programa monitoramento, seria de R\$104,00 por hectare, o que permitiria que um produtor tivesse lucro extra de R\$340,00 por hectare.

**TABELA 7** - Análise econômica resumida dos programas de controle químico para os cultivares de ciclo precoce. Uberlândia, 2009.

Discriminação	Valor (R\$.ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	Calendário (R\$) 3 Aplicações	Monitoramento (R\$) 5 Aplicações	Diferença (R\$)
Aplicação do fungicida (produto + hora-máquina)	52,00	156,00	260,00	-104,00
Saco de soja (60Kg)	42,00	2140,56	2584,94	444,37
Saldo	-	-	-	340,37

<sup>1</sup> Baseado em valores de janeiro de 2009.

Juliatti et al. (2005), ao testarem princípios ativos no controle de *P. pachyrhizi*, sob condições de casa de vegetação e campo, obtiveram maior estabilidade da produção após duas e três pulverizações, em intervalos de 20 dias, com a mistura azoxystrobin + cyproconazole, na dose de 300mL do produto comercial por hectare. Oliveira et al. (2005), ao avaliar a produtividade de cultivares de soja com e sem pulverizações de fungicidas no Oeste da Bahia, encontraram danos na produção que variaram de 10 a 39%, embora a severidade máxima da ferrugem observada no ensaio tenha sido baixa (30,5%). Estes autores não realizaram análises econômicas dos resultados obtidos.

Observando-se os danos causados pela ferrugem nas testemunhas de cada cultivar isoladamente, em relação ao melhor programa de controle químico, obteve-se, para M-Soy 8199RR, o equivalente a 68,4% e, para M-Soy 8045, 72,2% de dano. Hartman et al. (1991) observaram reduções de produtividade de 62% para cultivares susceptíveis e 22% para cultivares resistentes a *P. pachyrhizi*.



**TABELA 8.** Valores de desfolha (%) e peso de mil grãos (g) de cultivares de soja sob influência de *Phakopsora pachyrhizi*. Uberlândia, 2008.

Cultivares	Desfolha (%)		Peso de mil grãos (g)	
Ciclo precoce				
MS8199RR	82,00	a	150,23	a
MS8045RR	89,58	b	140,73	a
CV (%)	7,40		13,71	
Programas de controle químico e testemunha				
Monitoramento	72,62	a	171,65	c
Calendário	84,75	b	157,14	b
Testemunha	100,00	c	107,66	a
CV (%)	5,41		4,47	

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os cultivares avaliados se mostraram também significativamente diferentes em relação à variável porcentagem média de desfolha (Tabela 8), tendo M-Soy 8199RR apresentado os menores valores, seguido de M-Soy 8045RR. Estes dados também estariam indicando M-Soy 8199RR como menos susceptível à ferrugem do que M-Soy 8045RR. A desfolha foi correlacionada significativamente com número de pústulas por trifólio, por Bromfield (1984). Yang et al. (1990) também demonstraram haver correlação significativa entre severidade de ferrugem e a perda de folhas em plantas de soja, mas encontraram muita variação nos resultados, principalmente para valores baixos de severidade (até 25%). Segundo os autores, o ambiente desempenha papel importante na desfolha causada por *Phakopsora pachyrhizi*, especificamente a intensidade dos ventos que, quando elevada e associada à chuva, pode antecipá-la.

Para a variável peso de mil grãos (g), não foi encontrada diferença significativa entre os cultivares avaliados e, entre os programas de controle, apenas a testemunha se diferenciou, apresentando os menores valores. Silva (2007), em seu trabalho sobre resistência parcial e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja, também não encontrou diferença significativa para o peso de mil grãos entre os tratamentos e sugeriu que, como esta variável está diretamente relacionada com o tamanho da semente, que varia de um cultivar para outro, possivelmente não seja adequada para trabalhos que objetivam encontrar diferenças de susceptibilidade de cultivares a *P. pachyrhizi*.

## 4.2 Cultivares de ciclo médio

Nos cultivares de ciclo médio, a interação entre os fatores (cultivares e programas de controle químico) não foi significativa para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), quanto à variável severidade visual de ferrugem, tanto no terço inferior, como no terço médio do dossel. Os valores médios obtidos para esta variável estão dispostos na Tabela 9. No terço inferior das plantas de soja, pode-se observar que houve diferença entre os efeitos dos cultivares, tendo Emgopa 315RR apresentado os menores valores de AACPD. No terço médio, por sua vez, não foi encontrada diferença entre as AACPD dos cultivares. Oliveira et al. (2005), ao avaliarem a tolerância de cultivares de soja a ferrugem asiática no Oeste da Bahia, testaram o cultivar Emgopa 315 e encontraram diferenças significativas entre as severidades médias dos cultivares analisados, tendo este cultivar sido classificado dentro do grupo daqueles com os menores valores.

Entre os programas de controle e testemunha, monitoramento (seis aplicações da mistura de fungicidas azoxystrobin + cyproconazole nos cultivares de ciclo médio) se diferenciou dos demais no terço médio, com as menores médias de AACPD, seguido por calendário e, por último, a testemunha. No terço inferior, a testemunha se diferenciou dos programas de controle, apresentando os mais elevados valores de AACPD para severidade visual. Já os programas de controle se mostraram similares entre si, o que leva novamente ao entendimento de que a parte inferior do dossel mostrou resposta menos evidente às sucessivas aplicações de fungicidas.

**TABELA 9.** Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade visual de ferrugem asiática em plantas de soja. Uberlândia, 2008.

Cultivares Ciclo médio	Terço inferior		Terço médio	
Emgopa315RR	122,87	a	335,98	a
LuziâniaRR	160,95	b	338,21	a
CV (%)	26,18		8,96	
Programas de controle químico e testemunha				
Monitoramento	36,15	a	32,59	a
Calendário	36,14	a	96,81	b
Testemunha	353,43	b	881,88	c
CV (%)	22,43		8,71	

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As Tabelas 10 e 11, apresentam os resultados de AACPD para a variável pústulas por cm<sup>2</sup>, nos terços inferior e médio, respectivamente, para os quais ocorreu interação significativa entre os fatores (cultivares e programas de controle químico e testemunha).

No terço inferior das plantas, ocorreu diferença significativa entre as severidades (AACPD) obtidas com a testemunha e os programas de controle para os dois cultivares, porém, os dois programas de controle químico se mostraram similares quanto a esta variável. A testemunha apresentou os maiores valores de AACPD. Navarini et al. (2007), ao avaliarem o controle químico da ferrugem asiática da soja, encontrou diferença entre os números médios de pústulas por cm<sup>2</sup>, em função do número de pulverizações do fungicida azoxystrobin. O mesmo pode não ter ocorrido no presente trabalho, devido à eficiência do controle dos princípios ativos utilizados no experimento (azoxystrobin + cyproconazole), que tendo sido aplicados em número suficiente de pulverizações mesmo no programa calendário, mantiveram níveis baixos de severidade da doença, impossibilitando a observação da diferença entre os materiais quanto a esta variável.

**TABELA 10.** Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para pústulas de *Phakopsora pachyrhizi* por cm<sup>2</sup> no terço inferior das plantas de soja. Uberlândia, 2008.

Cultivares Ciclo médio	Programas de controle químico				Testemunha	
	Monitoramento		Calendário			
Emgopa315RR	31,06	Aa	35,54	Aa	384,64	Ab
LuziâniaRR	73,12	Aa	77,71	Aa	819,23	Bb
CV 1(%)	27,03					
CV 2(%)	21,70					

\*Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Discorrendo ainda sobre o terço inferior do dossel, foi encontrada também diferença significativa entre os efeitos das testemunhas dos cultivares avaliados. Emgopa 315 apresentou os menores valores de AACPD relativa a pústulas por cm<sup>2</sup>, seguida por LuziâniaRR. Dentro dos programas de controle, não foram encontradas diferenças entre os cultivares quanto a esta variável.

No terço médio do dossel foram encontrados resultados semelhantes ao terço inferior. A AACPD (pústulas por cm<sup>2</sup>) da testemunha se diferenciou da AACPD dos programas de controle, que se mostraram equivalentes entre si quanto à esta variável

,em ambos os cultivares. Foram encontradas diferenças entre as AACPD das testemunhas dos cultivares, tendo Emgopa 315RR apresentado os menores valores. As AACPD dos programas de controle químico se apresentaram estatisticamente similares.

**TABELA 11.** Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para pústulas de *Phakopsora pachyrhizi* por cm<sup>2</sup> no terço médio das plantas de soja. Uberlândia, 2008.

Cultivares Ciclo médio	Programas de controle químico				Testemunha	
	Monitoramento		Calendário			
Emgopa315RR	15,19	Aa	21,83	Aa	476,15	Ab
LuziâniaRR	4,10	Aa	11,62	Aa	620,39	Bb
CV 1(%)	28,35					
CV 2(%)	32,03					

\*Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as variáveis produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>), desfolha e peso de mil grãos não ocorreu interação entre os fatores analisados, como pode-se observar nas Tabelas 12 e 14. Também não foi encontrada diferença significativa entre as produtividades médias dos dois cultivares. Os programas de controle e testemunha, porém, apresentaram diferenças entre si para esta mesma variável, tendo os maiores rendimentos sido obtidos com o programa monitoramento, seguido por calendário e, por último, a testemunha.

**TABELA 12.** Produtividades médias (kg.ha<sup>-1</sup>) de cultivares de soja sob influência de *Phakopsora pachyrhizi*. Uberlândia, 2008.

Cultivares Ciclo médio	Programas de controle químico			Média	
	Monitoramento	Calendário	Testemunha		
Engopa 315RR	3680,45	2972,85	1310,18	2654,49	A
LuziâniaRR	3548,90	2987,46	1238,10	2591,49	A
Média	3614,68	c 2980,16	b 1274,14	a	
CV 1 (%)	14,48				
CV 2 (%)	11,44				

\*Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As amplitudes médias no aumento do rendimento de grãos do programa monitoramento, em relação ao programa calendário e testemunha, foram de 17,5% e 64,7%, respectivamente. A produção apresentada pelas parcelas do programa monitoramento foi de 10,57 sacos de 60 kg por hectare a mais que calendário, o que

renderia ao produtor um lucro extra de R\$ 287,94 por hectare, de acordo com os valores apresentados na Tabela 13.

**TABELA 13** - Análise econômica resumida dos programas de controle químico para os cultivares de ciclo médio. Uberlândia, 2009.

Discriminação	Valor (R\$.ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	Calendário (R\$) 3 Aplicações	Monitoramento (R\$) 6 Aplicações	Diferença (R\$)
Aplicação do fungicida (produto + hora-máquina)	52,00	156,00	312,00	-156,00
Saco de soja (60Kg)	42,00	2086,11	2530,28	444,17
Saldo	-	-	-	287,94

<sup>1</sup> Baseado em valores de janeiro de 2009.

Analisando o incremento na produção do programa monitoramento para cada cultivar isoladamente, obteve-se para Emgopa 315RR, 19,22% em relação a calendário e 64,4% em relação à testemunha. Para o cultivar LuziâniaRR, obteve-se 15,8% em relação a calendário e 65,1% em relação à testemunha. A diferença de incremento na produção obtida com o programa monitoramento, em comparação com calendário, entre os dois cultivares (19,22% para Emgopa 315RR e 15,82% para LuziâniaRR) pode ser explicada como uma variação existente entre os cultivares, em relação à capacidade fisiológica de resposta ao controle químico, segundo Navarini et al. (2007). Estes mesmos autores relataram que, mesmo nas aplicações curativas de fungicidas sobre o cultivar RS 10, o ganho obtido foi superior ao observado na cultivar BRS 154, e concluíram que este resultado caracteriza a responsividade varietal associada à aplicação de fungicidas. Azevedo (2005) e Silva (2007) também relataram a ocorrência de variação nas reações de cultivares a um mesmo fungicida.

Quanto às variáveis desfolha e peso de mil grãos, cujos dados estão apresentados na Tabela 14, ocorreram diferenças significativas entre os cultivares e também entre os programas de controle químico e testemunha estudados. O programa monitoramento mostrou sempre as melhores médias, acompanhando a tendência da variável produção, seguido pelo programa calendário e, por fim, a testemunha. Entre os cultivares, Emgopa 315RR apresentou os melhores resultados, tanto para desfolha, como para peso de mil grãos, seguido pelo cultivar LuziâniaRR.

**TABELA 14.** Valores de desfolha (%) e peso de mil grãos (g) de cultivares de soja sob influência de *Phakopsora pachyrhizi*. Uberlândia, 2008.

Cultivares Ciclo médio	Desfolha (%)		Peso de mil grãos (g)	
Engopa 315RR	84,50	b	115,02	a
LuziâniaRR	80,67	a	124,20	b
CV (%)	8,12		9,57	
Programas de controle químico e testemunha				
Monitoramento	65,50	a	143,75	c
Calendário	84,00	b	122,89	b
Testemunha	98,25	c	92,19	a
CV (%)	4,36		6,34	

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 4.3 Cultivares de ciclo tardio

Na Tabela 15 estão apresentados os valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em relação à variável severidade visual, em que não se observou interação entre os fatores cultivares e programas de controle químico.

Entre os valores de severidade visual (AACPD) de ferrugem asiática, referentes aos cultivares de ciclo tardio avaliados, não houve diferenças significativas tanto no terço inferior, como no terço médio das plantas de soja. Entende-se que, entre cultivares de ciclos mais prolongados, se faz mais difícil a detecção de diferenças de susceptibilidade a doenças, devido ao seu maior período de exposição no campo, o que leva a uma pressão de doença mais elevada e que tende a igualar os tratamentos.

Os programas de controle e testemunha, por sua vez, apresentaram diferenças significativas tanto no terço inferior, como no terço médio do dossel. Da mesma forma como ocorreu com os cultivares de ciclos precoce e médio, apenas a testemunha se diferiu estatisticamente dos demais, com os mais elevados valores médios de AACPD. Entre monitoramento e calendário, contudo, não foi possível identificar diferenças significativas. Como também já era esperado para o terço médio, por responder de maneira mais eficaz às aplicações de fungicidas, os três tratamentos se diferenciaram, tendo monitoramento (seis aplicações de fungicidas) apresentado os menores valores médios de AACPD, seguido por calendário (três aplicações de fungicidas) e, por último, a testemunha (sem pulverizações de fungicidas).

**TABELA 15.** Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade visual de ferrugem asiática em plantas de soja. Uberlândia, 2008.

Cultivares	Terço inferior		Terço médio	
Ciclo tardio				
MS9144RR	155,91	a	466,82	a
MS9350	174,00	a	450,53	a
CV (%)	26,76		11,40	
Programas de controle químico e testemunha				
Monitoramento	16,30	a	25,86	a
Calendário	17,66	a	125,50	b
Testemunha	460,91	b	1224,65	c
CV (%)	39,06		12,41	

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores médios de AACPD relativa ao número de pústulas por cm<sup>2</sup> estão apresentados na Tabela 16. Para esta variável, não foi encontrada interação entre os fatores estudados tanto no terço inferior, como no terço médio, assim como também não foram observadas diferenças significativas entre os cultivares M-Soy9144RR e M-Soy9350. Entre os programas de controle químico e testemunha, porém, houve diferenças significativas em ambos os terços do dossel avaliados. Monitoramento e calendário se mostraram equivalentes e superiores à testemunha quanto ao controle da ferrugem, estudado através da AACPD relativa ao número de pústulas por cm<sup>2</sup>. Assim como ocorreu com a AACPD relativa à severidade visual, é creditada à maior pressão de doença sofrida pelos cultivares de ciclo tardio a dificuldade de se encontrar diferenças quanto à severidade da doença entre programas de controle e entre cultivares, também no caso desta variável.

**TABELA 16.** Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para pústulas de *Phakopsora pachyrhizi* por cm<sup>2</sup> em plantas de soja. Uberlândia, 2008.

Cultivares Ciclo tardio	Terço inferior		Terço médio	
	MS9144RR	187,05	a	376,14
MS9350	232,89	a	426,13	a
CV (%)	25,19		43,17	
Programas de controle químico e testemunha				
Monitoramento	23,13	a	10,83	a
Calendário	23,88	a	86,42	a
Testemunha	582,89	b	1106,16	b
CV (%)	36,47		38,74	

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto à variável produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>), cujos dados estão apresentados na Tabela 17, não houve interação significativa entre os fatores cultivares e programas de controle químico. Com o programa monitoramento obteve-se os maiores rendimentos, seguido por calendário e, em seguida, a testemunha. O aumento médio no rendimento de grãos do programa monitoramento, em relação ao programa calendário, foi de 28% e, em relação à testemunha, 75,6%.

**TABELA 17.** Produtividades médias (kg.ha<sup>-1</sup>) de cultivares de soja sob influência de *Phakopsora pachyrhizi*. Uberlândia, 2008.

Cultivares Ciclo tardio	Programas de controle químico			Média	
	Monitoramento	Calendário	Testemunha		
MS 9144RR	3857,96	2658,28	971,77	2496,00	A
MS 9350	3443,74	2601,70	810,77	2285,40	A
Média	3650,85	c 2629,99	b 891,27	a	
CV 1 (%)	8,85				
CV 2 (%)	9,70				

\*Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme apresentado na Tabela 18, obteve-se, com o programa monitoramento, aproximadamente 17 sacos de 60 kg de soja a mais do que com calendário, o que renderia um lucro extra de R\$558,60 por hectare, de acordo com valores já citados.



Oliveira et al. (2005) já haviam observado que, entre os cultivares empregados na região de Barreiras (BA), as reduções de produtividade foram sempre superiores nos cultivares de ciclo tardio, em comparação com os de ciclo médio, por permanecerem a maior parte do ciclo infectados pelo patógeno.

**TABELA 18** - Análise econômica resumida dos programas de controle químico para os cultivares de ciclo tardio. Uberlândia, 2009.

Discriminação	Valor (R\$.ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	Calendário (R\$) 3 Aplicações	Monitoramento (R\$) 6 Aplicações	Diferença (R\$)
Aplicação do fungicida (produto + hora-máquina)	52,00	156,00	312,00	-156,00
Saco de soja (60Kg)	42,00	1841,00	2555,60	714,60
Saldo	-	-	-	558,60

<sup>1</sup> Baseado em valores de janeiro de 2009.

Ao analisar as diferenças de rendimento de grãos em cada cultivar individualmente, observamos que, para M-Soy 9350, o programa calendário apresentou 24,5% de dano em relação a monitoramento, enquanto que a testemunha apresentou 76,5% de dano em relação ao mesmo programa de controle. M-Soy 9144RR, por sua vez, teve dano de 31,1% com o programa calendário, em comparação com monitoramento, e de 74,8% com a testemunha, também comparada com monitoramento. Estes dados demonstram novamente que cultivares respondem de forma diferente aos mesmos princípios ativos e a aumentos no número de aplicações, alguns apresentando expressivos incrementos de produtividade, enquanto outros apresentam incrementos mais sutis. As médias de produtividade entre os dois cultivares, porém, não apresentaram diferenças significativas.

A variável desfolha (%), cujos dados estão dispostos na Tabela 19, também não mostrou diferenças significativas entre os cultivares de ciclo tardio, havendo, porém, diferenças entre os programas de controle químico e testemunha. Monitoramento apresentou a menor porcentagem de perda de folhas pelas plantas, seguido por calendário e, por fim, a testemunha. Monitoramento apresentou, também, o maior peso médio de mil grãos (Tabela 19), variável esta que mostrou também diferença entre os cultivares, tendo os maiores valores médios sido obtidos com M-Soy 9144RR. Sabe-se, todavia, que o peso de mil grãos não é apropriado para comparar cultivares, pois varia

naturalmente entre os genótipos de soja, podendo não ter relação alguma com a intensidade da ferrugem asiática.

**TABELA 19.** Valores de desfolha (%) e peso de mil grãos (g) de cultivares de soja sob influência de *Phakopsora pachyrhizi*. Uberlândia, 2008.

Cultivares	Desfolha (%)		Peso de mil grãos (g)	
Ciclo tardio				
MS 9144RR	70,58	a	123,74	b
MS 9350	69,67	a	110,74	a
CV (%)	8,22		7,75	
Programas de controle químico e testemunha				
Monitoramento	50,62	a	140,82	c
Calendário	66,62	b	124,20	b
Testemunha	93,12	c	86,70	a
CV (%)	3,59		7,12	

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Foram encontradas diferenças entre os genótipos quanto à susceptibilidade à ferrugem, mesmo não tendo sido encontrados cultivares com um nível de resistência parcial que permita a redução no número de pulverizações de fungicidas. Os cultivares M-Soy 8199RR e Emgopa 315RR se mostraram menos susceptíveis à doença do que M-Soy 8045RR e LuziâniaRR, respectivamente. Variações na taxa de progresso da doença e no período de incubação do fungo foram verificadas por Dallagnol et al. (2004), ao testarem a sensibilidade de 60 cultivares de soja a um isolado de *Phakopsora pachyrhizi*, sugerindo que este comportamento esteja atrelado à variação na expressão de resistência parcial em cada cultivar. Entre os cultivares de ciclo longo, porém, as diferenças são menos evidentes que nos demais ciclos, não tendo sido encontradas neste trabalho diferenças entre as respostas das variáveis estudadas para os cultivares M-Soy 9144RR e M-Soy 9350.

As avaliações de severidade realizadas no terço inferior do dossel demonstraram que a eficácia das pulverizações de fungicidas, nesta parte das plantas, é menor do que no terço médio, devido à menor deposição dos fungicidas. Devido a isso, estas avaliações não se mostraram adequadas para comparações entre princípios ativos, nas condições observadas neste ensaio, porém foram muito importantes nas avaliações de susceptibilidade dos cultivares quanto à ferrugem asiática, principalmente na presença dos fungicidas.

Os dados obtidos demonstraram que a ferrugem da soja afetou significativamente o rendimento de grãos das cultivares de soja, com reduções variando entre 65,11% e 76,46% para as testemunhas, em comparação com o melhor programa de controle (monitoramento). O maior período de proteção à planta, obtido com o programa monitoramento, resultou em maiores incrementos de produtividade, tendo se mostrado economicamente viável em todos os cultivares estudados, embora a severidade da doença não tenha respondido da mesma forma. Oliveira (2004) observou aumento no rendimento de até 100%, ao realizar o controle da doença preventivamente, o que garante um melhor desempenho por parte dos fungicidas (FORCELINI, 2003; JULIATTI, et al., 2004b).

A resposta dos cultivares de ciclo tardio ao aumento no número de pulverizações de fungicidas foi maior que nos demais ciclos, assim como também foram maiores os danos, quanto à produtividade, quando não foi realizado o controle. Oliveira

et al. (2005) já haviam sugerido que estes cultivares apresentam maiores reduções de produtividade, devido à maior exposição ao patógeno no campo. Hartman et al. (2005) utilizaram o termo “estabilidade produtiva” e sugeriram que a produtividade equiparada entre parcelas com e sem fungicidas, para genótipos identificados na Ásia (TCHANZ; WANG, 1987), pode estar relacionada com resistência parcial. Observou-se, porém, que os cultivares responderam de forma diferente ao controle com fungicidas, como já havia sido relatado por Silva (2007) e Azevedo (2005).

## 6 CONCLUSÕES

1. Os cultivares mostraram diferentes níveis de susceptibilidade à ferrugem asiática. M-Soy 8199RR e Emgopa 315RR se mostraram menos susceptíveis à doença do que M-Soy 8045RR e LuziâniaRR, respectivamente. M-Soy 9144RR e M-Soy 9350 não se mostraram diferentes quanto à susceptibilidade à ferrugem asiática da soja.
2. Os cultivares responderam de maneira diferente aos programas de controle químico adotados no experimento. Os materiais de ciclo tardio mostraram maior resposta ao aumento no número de pulverizações de fungicidas, assim como também foram maiores os danos, quanto à produtividade, quando não foi realizado o controle, em comparação com cultivares de ciclos precoce e médio.
3. O programa de controle monitoramento apresentou os maiores rendimentos de grãos em todos os cultivares estudados, tendo se mostrado sempre economicamente viável.
4. As amostragens realizadas revelaram maior resposta às pulverizações de fungicidas no terço médio do dossel do que no terço inferior.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELNOOR, R.V.; DIAS, W.P.; SILVA, J.F.V.; MARIN, S.R.R.; KIIHL, R.A.S. Caracterização molecular de populações do nematóide-de-cisto-da-soja com diferentes índices de parasitismo na cultivar Hartwig. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 331- 337, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS (São Paulo) (Ed.). **Dados do complexo soja**. Disponível em: <<http://www.abiove.com.br>>. Acesso em: 08 fev. 2007.
- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2004.
- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 4. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 1997.
- ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S. Melhoramento de soja no Brasil – desafios e perspectivas. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.). **Soja tecnologia da produção**. Piracicaba: Publique.1998. p.40-54.
- ARIAS, C.A.A. Potencial Genético da Soja: progressos e limitações para alta produtividade. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7. 2004. Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.1263-1268.
- AZEVEDO, L.A.S.de; JULIATTI, F.C.; BALARDIN,R.S.; SILVA,O.C. da. **Programa Syntinela: Monitoramento da dispersão de *Phakopsora pachyrhizi* e alerta contra a ferrugem asiática da soja**. Campinas: Emopi. (Boletim Técnico). 2004.
- AZEVEDO, L.A.S. de. **Resistência parcial de genótipos de soja a *Phakopsora pachyrhizi* e sua interação com fungicidas**. 68f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- BALARDIN, R.S. **Situação, importância e perspectivas de evolução da ferrugem asiática nos principais países produtores**. In: IV Congresso Brasileiro de Soja, 2006, Londrina. Anais...Londrina: Embrapa Soja. 2006. p.94-96.
- BEDENDO, I. P. et al. Ferrugens. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. Cap. 48, p. 872-880.
- BERGAMIN FILHO, A.. Epidemiologia Comparativa: Ferrugem da Soja e Outras Doenças. In: ZAMBOLIM, Laércio. **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa: Ufv, 2006. Cap. 2, p. 15-36.
- BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V.. **A soja no Brasil: história e estatística**. Londrina: Embrapa-cnpso. Documentos,21, 1987. 61 p.
- BONDE, M. R. et al. Evaluation of virulence of *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia* isolates. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 90. p.708-716, 2006a.

BONDE, M.R. et al. Effects of temperature on initiation of infection in soybean by isolates of *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia*. **American Phytopathology Society**, Ft Detrick, v. 96, n. 14, 2006b.

BONETTI, L.P. Distribuição da Soja no Mundo. Origem, História e Distribuição. p. 1-6 In: Shiro Miyasaka e Júlio César Medina. **A Soja na Brasil**. 1981.

BROMFIELD, K.R.; HARTWIG, E.E. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. **Crop Science**, Madison, v.20, n. 2, p. 254-255, 1980.

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

BROMFIELD, K.R.; MELCHING, J.S. Sources of specific resistance to soybean rust. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 72, p. 702, Abstract. 1982.

BROMFIELD, K. R. Soybean Rust. Monography 11. **American Phytopathological Society**. 1982.

BROMFIELD, K.R. Soybean Rust Monography. Saint Paul: **American Phytopathological Society**, 1v. 1984.

BURDON, J.J.; MARSHALL, D.R. Evaluation of Australian native species of *Glycine* for resistance to soybean rust. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 65, p. 44-45. 1981a.

BURDON, J.J.; MARSHALL, D.R. Inter and intra-specific diversity in the disease response of *Glycine* species to the leaf-rust fungus *Phakopsora pachyrhizi*. **The Journal of Ecology**, Oxford, v. 69, p. 381-390. 1981b.

CALGARO, L.C.; RODRIGUEZ, G.A.; VIEIRA, E.S.N.; DALLA NORA, T.; MENDES, C.S.; SCHUSTER, I. Variabilidade genética entre amostras de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow avaliada por marcadores RAPD. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4. Londrina, **Anais...** Londrina: Embrapa soja, 2006. p 44-45.

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

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. Monitoring epidemics: diseases. In: CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley, cap.6, p.107-128. 1990.

CARNEIRO, L.C. **Caracterização epidemiológica da resistência parcial e análise da tolerância de genótipos de soja à ferrugem asiática**. 75f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil), 2007. **Central de Informações agropecuárias**. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131> Acesso em: 10 de maio de 2007.

COSTA, J.A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Ed. do autor, 1996. 233p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genéticos**. Viçosa - MG: UFV.1997. 390p.

DALL'AGNOL, A. Current status of soybean production and utilization in Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., 2004, Londrina. Londrina: **Proceedings...** Embrapa Soja, 2004.

DALL'AGNOL, L.J.; BALARDIN, R.S.; UGALDE, M.G. Reação de cultivares de soja a ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). In: Jornada Acadêmica Integrada, 19, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM. 1 CD-Rom. 2004.

DESLANDES, J.A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causada por *Phakopsora pachyrhizi* no Est. Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.4, n.2, p.337-339, 1979.

DU PREEZ; CALDWELL, P. M. Chemical control of soybean rust (*Phakopsora Pachyrhizi*) in South Africa. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE 7., INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE 4., BRASILIAN SOYBEAN CONGRESS, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Chemical control of soybean rust (*Phakopsora Pachyrhizi*) in South Africa**. Foz do Iguaçu. 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, 2005a. **Sistema de alerta**: Emprapa soja. Disponível em: [http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/mostra\\_alerta.php?pagina=30](http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/mostra_alerta.php?pagina=30) . Acesso em: 24 jan. 2005.

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa de Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Soja, 2005b. **Ferrugem acaba de ser confirmada em Tocantins e Rondônia**. Disponível em: [http://www.cnpso.embrapa.br/noticia/ver\\_noticia.php?cod\\_noticia=160](http://www.cnpso.embrapa.br/noticia/ver_noticia.php?cod_noticia=160). Acesso em: 24 jan. 2005.

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa de Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Soja, 2008. **Consórcio anti-ferrugem**: monitorando a dispersão da ferrugem asiática da soja no Brasil. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net/> . Acesso em: 21 nov. 2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa de Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Soja, 2006. **Sistema de produção 11**: Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2006. 225p.

FEHR,W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology. 1977. 11 p.



FERREIRA, F.A. **Sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. Disponível em <http://www.dex.ufla.br/danielff/sisvarmanual.pdf> Acesso em: 11 de nov. de 2007.

FORCELINI, C.A.A. Ferrugem pode ser manejada. **Atualidades Agrícolas**. V. 3, p. 8-11. 2003.

FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA DA SOJA DE MATO GROSSO. **Doenças da Soja**. Rondonópolis: Fundação MT. Boletim de Pesquisa de Soja. 2004.

FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA DA SOJA DE MATO GROSSO. **Doenças da Soja**. Rondonópolis: Fundação MT. Boletim de Pesquisa de Soja. 2005.

GLAZEBROOK, J. Genes controlling expression of defense responses in Arabidopsis — 2001 status. **Current Opinion in Plant Biology**, v.4, p.301–308, 2001.

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

GODOY, C.V., KOGA, L.J., CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p. 63-68. 2006b.

GODOY, C.V.; LAZZAROTTODA, J.J. Ferrugem: Escolhendo a arma. **Grandes Culturas Cultivar**, Pelotas. ano 6. nº 69, p.24-25. 2005.

GODOY, C.V.; SEIXAS, C.D.S.; SOARES, R.M.; HENNING, A.A. **Histórico do vazio sanitário como medida de manejo da ferrugem asiática da soja**. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa de Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Soja, 2006a. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/HistoricoVazio.doc> . Acesso em: 06 de nov. de 2008.

GROSSMAN, K. & RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Pestic. Sci.** v.50, p.11-20. 1997.

GUPTA, C.P.; DUC, T.X. Deposition studies of a hand- held air-assisted electrostatic sprayer. **Transactions of the ASAE** 39. v.5 p.1633-1639. 1996.

HABE, M.; JULIATTI, F.C.; CASTRO, R. Controle químico da ferrugem da soja por diferentes misturas de fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, Suplemento, p. 314s. Agosto, 2003.

HARAKAVA, R. Distinção molecular das ferrugens asiática e americana da soja. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, SP, v. 31, supl., p. 119, 2005.

HARTMAN, G.; BONDE, M.R.; MILES, M.M.; FREDERICK, R.D. Variation of *Phakopsora pachyrhizi* isolates on soybean. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH

CONFERENCE, 7., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soja, p. 440-446. 2004.

HARTMAN, G. L., MILES, M. R.; FREDERICK, R. D. Breeding for resistance to soybean rust. **Plant Disease**, v. 89, p.664-666, 2005.

HARTMAN, G.L.; WANG, T.C.; SHANMUGASUNDARAM, S. Soybean Rust Research: Progress and Future Prospects. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 5., 1994, Chiang Mai. **Proceeding...** Bangkok: Banpot Napompeth, p. 180-186. 1997.

HARTMAN, G.L.; WANG, T.C.; SHANMUGASUNDARAM, S. **Soybean Rust Research: Progress and Future Prospects**. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE. 5., 1997., Bangkok. **Proceedings...** Bangkok, p. 180-186. 1997.

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

HARTWIG, E.E.; BROMFIELD, K.R. Relationships among three genes conferring specific resistance to rust in soybeans. **Crop Science**, Madison, v.23, n. 1, p. 237-239, 1983.

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

HERMAN, J.C. (Ed.) **Como a planta de soja se desenvolve**. (Special Report, 53.) Tradução de G.M. de Souza Câmara. Piracicaba: Potafós (Arquivo do agrônomo, 11). 1997. 22p.

JULIATTI, Fa.C.; JULIATTI, F.C.; HABE, M.; POLIZEL, C.A. Controle químico da ferrugem asiática da soja causada por diferentes fungicidas e misturas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, Suplemento, p. 110s-111s, ago., 2004a.

JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.; BALARDIN,R.S.; VALE, F.X.R.. Ferrugem da soja – Epidemiologia e manejo para uma doença reemergente. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.13, p. 351-395, 2005.

JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.; JULIATTI, Fa.C. **Manejo Integrado de Doenças na Cultura da Soja**. Uberlândia: Composer, 2004b. 327p.

KATO, M.; YORINORI, J.T. Variabilidade Patogênica da *Phakopsora pachyrhizi* no Brasil. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 28., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja – Fundação Meridional – Fundação Triângulo, p. 147-149. 2006.

KAWUKI, R.S.; TUKAMUHABWA, P.; ADIPALA, E. Soybean rust severity, rate of rust development, and tolerance as influenced by maturity period and season. **Crop Protection**, Guildford, v. 23, n. 5, p. 447–455, 2004.

KIMATI, H. Controle químico. In: Bergamin Filho, A., Kimati, H. & Amorin, L. (Ed.) **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. Vol.1. 3 ed. São Paulo, Editora Agronômica Ceres. p.761-785. 1995.

KOCH, E.; EBRAHIM-NESBAT, F.; HOPPE, H.H. Light and electron microscopic studies on the development of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) in susceptible soybean leaves. **Phytopathologische Zeitschrift**, Berlin, v. 106, p. 302-320, 1983.

KOEHLE, H.; GROSSMAN, K.; JABS, T.; STIERL, R.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. In: **Modern fungicides and antifungal compounds, III**. p.61-74. eds. Intercept, Andover, UK, 2002.

KRUGNER, T.L. A Natureza da Doença. In: BERGAMIN FILHO; KIMATI; AMORIN. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Ceres, p.34-45, 1995.

LEVY, C. **Zimbabwe – a country report on soybean rust control**. In: Proc. VII World Soybean Res. Conf., 7. Congresso Mundial de Soja (Brazilian Soybean Conf.) 7. Embrapa Soybean, Londrina, p. 340-348, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Principais produtos exportados e respectivos destinos**. Disponível em: [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br). Acesso em: 20 ago. 2006.

McLEAN, R.J.; BYTH, D.E. Inheritance of resistance to rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in soybeans. **Australian Journal Agricultural of Research**, Australia, v. 31, n. 5, p. 951- 956, 1980.

McNICHOL, A.Z.; TESKE, M.E.; BARRY, J.W. A technique to characterize spray deposit in orchard and tree canopies. **Transactions of the ASAE** **40**. v. 6, p.1529-1536. 1997.

MELCHING, J.S.; DOWLER, W.M.; KOOGLER, D.L.; ROYER, M.H. Effect of plant and leaf age on susceptibility of soybean to soybean rust. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ontario, v. 10, p. 30-35, 1988.

MILES, M.R.; HATMAN, G.L.; LEVY, C.; MOREL, W. Current status of soybean rust control by fungicides. **Pestic. Outlook**. V.14, p.197-200. 2003.

MILES, M.R.; LEVY, C.; MOREL, W.; MUELLER, T.; STEINLAGE, T.; VAN RIJ, N.; FREDERICK, R.D.; HARTMAN, G.L. International fungicide trials for the management of soybean rust. **Plant Disease**, v. 91 n.11, 2007.

MORAES, A. A. C.; SILVA, A. L.; CARVALHO FILHO, A.; AMABILE, R. F. Histórico da Soja. In: MORAES, A. A. C.; DA SILVA, A. L. **Soja: Suas Aplicações**. Rio de Janeiro: MEDSI. 259p. 1996.

MÜLLER, L. Taxonomia e morfologia. In. MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C., (Ed). **A Soja no Brasil**. 1 ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 65-104. 1981.

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

NUTTER, F.W.Jr; TENG, P.S.; ROYER, M.H. Terms and concepts for yield crop loss, and disease threshold. **Plant disease**. v.77, n.2, p.211-215, 1993.

OLIVEIRA, A.C.B.; GODOY, C.V.; MARTINS, M.C. Avaliação da Tolerância de Cultivares de Soja à Ferrugem Asiática no Oeste da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 658-662, 2005.

OLIVEIRA, S.H.F. Época de aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29 Supl. p.295, 2004. (Resumo)

ONO, Y.; BURITICÁ, P.; HENNEN, J.F. **Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae**. **Mycol. Res.** 96, v.10, p. 825-850, 1992.

OUCHI, S. A Retrospective of an unconventionally trained plant pathologist: Plant diseases to molecular plant pathology. **Annual Review of Phytopathology**, v.44, p.1-17, 2006.

PERGHER, G.; GUBIANI, R.; TONETTO, G. Foliar deposition and pesticide losses from three air-assisted sprayers in a hedgerow vineyard. **Crop Protection**. V.16, p.25-33. 1997.

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

RACHID, B.F.; GODOY, C.V.; ARIAS, C.A.A.; LAPERUTA, L.D.C.; TOLEDO, J.F.F. Parâmetros monocíclicos em diferentes genótipos de soja para avaliação da resistência à ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. p.129.

RAMALHO. M.A.P.; SANTOS. J.B.; ZIMMERMANN. M.J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG. 1993. 271p.

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

ROESSING, A.C. **Criação de empregos pelo complexo agroindustrial da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 50p.

SAKSIRIRAT, W.; HOPPE, H. H. Teliospore germination of soybean rust fungus (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.). **Journal of Phytopathology**, v.132, p.339-342, 1991.

SANTOS, J.A.; JULIATTI, F.C.; SANTOS, V.A.; POLIZEL, V.A.; JULIATTI, F.C.; HAMAWAKI, O.T. Caracteres epidemiológicos e uso da análise de agrupamento para resistência parcial à ferrugem da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.443-447, 2007.

SAUTER, H., STEGLICH, W., ANKE, T. Strobilurins: evolution of a new class of active substances. **Angew. Chem. Int. Ed. Engl.** v.38, p.1328-1349, 1999.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Melhoramento da soja. . In: BORÉM, A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, p. 553-603. 2005.

SILVA, V.A.S.; JULIATTI, F.C.; SILVA, L.A.S.; Interação entre resistência genética parcial e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1261-1268, set. 2007.

SILVA, V.A.S. **Resistência parcial e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja**. 2007. 66p.Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia.

SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. **Compendium of soybean disease**. 3. ed. St Paul: APS Press, 106 p. 1989.

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G.L. Soybean rust Workshop. Urbana, Illinois. **Proceedings...** 1996.

SISTEMAS DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS – AGROFIT. **Pragas**. Disponível em: [www.agricultura.gov.br/](http://www.agricultura.gov.br/) . Acesso em: 29 nov. 2007.

STASKAWICZ, B.J. Genetics of Plant-Pathogen Interactions Specifying Plant Disease Resistance. **Plant Physiology**, Bethesda, v.125, p. 73-76, 2001.

TAN, Y.J.; YU, Z.L.; LIU, J.L. Studies on the epidemic regulation and control of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* Sydow. In: INTSOY - International soybean program series. Urbana – Champaign. **Proceedings...** Urbana – Champaign: University of Illinois, 1983. p. 169-174.

TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; KASTER, M.; MIRANDA, L.C.; MENOSSO, O.G. Genetic and Breeding. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Londrina. **Tropical soybean: improvement and production**. ROME: FAO, 1994. p.19-36.

TSCHANZ, A.T; TSAI, B.Y. Effect of maturity on soybean rust development. **Soybean Rust Newsletter**, Urbana – Champaign, v. 5,1982.

TSCHANZ, A.T; TSAI, B.Y. Evidence of tolerance to soybean rust in soybeans. **Soybean Rust Newsletter**, Urbana – Champaign, v. 6, 1983.

TSCHANZ, A.T. **Soybean Rust Epidemiology: Final Report**. Shanhua: AVRDC, 157 p. 1984.

TSCHANZ, A.T.; WANG, T.C. Interrelationship between soybean development, resistance, and *Phakopsora pachyrhizi*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE SOCIETY FOR THE ADVANCED OF BREEDING RESEARCH IN ASIA AND OCEANIA, 5. Bangkok, Thailand. **Proceedings...**Bangkok, 1987. p.14-20. 1985.

TSCHANZ, A.T.; WANG, T.C. Soybean rust development and apparent infection rates at five locations in Taiwan. **Protection Ecology**, Taiwan, v.2, p.247-250, 1980.

TSUDA, M.; ITOH, H.; KATO, S. Evaluation of the systemic activity of simeconazole in comparison with that of other DMI fungicides. **Pest Manage. Sci.** v.60, p.875-880, 2004.

UNFRIED, J.R.; BERNARDI, W.F.; ARAUJO, M.M.; VIEIRA, P.F.M.J.; VELLO, N.A. Tolerância de linhagens experimentais de soja à ferrugem asiática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, p. 127. 2006.

VALE, F.X.R., ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M. Efeito do binômio temperatura-duração do molhamento foliar sobre a infecção por *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.15, p.2000-2002. 1990.

VISÃO AGRÍCOLA: A cadeia produtiva da soja. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, v. 5, 2006.

VITTI, A.J.; PAIVA, S.B.; CASTRO, R.M.; VEIGA, J.S.; GARCIA, L. Efeito residual e curativo de fungicidas para o controle de ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, Supl. p.290, (Resumo) 2004.

WANG, T.C; HARTMAN, G.L. Epidemiology of soybean rust and breeding host resistance. **Plant Protection Bulletin**, Taiwan, v.34, p.109-124, 1992.

YANG, X.B.; ROYER, M.H.; TSCHANZ, A.T.; TSAI, B.Y. Analysis and quantification of soybean rust epidemics from seventy-three sequential planting experiments. **Phytopathology**, Lancaster, v.80, p. 1421-1427, 1990.

YEH, C.C. Physiological races of *Phakopsora pachyrhizi* in Taiwan. **Journal of Agricultural Research of China**. Wufeng, v. 32, p. 69-74, 1983.

YORINORI, J.T. Country report and rust control strategies in Brazil. In: World Soybean Research Conference, 7.; International Soybean Processing and Utilization Conference, 4.; Congresso Brasileiro de Soja, 3. Foz do Igauçu, **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean. p.447-455. 2004.

YORINORI, J.T.; KIIHL, R.A.S. Melhoramento de Plantas visando resistência a doenças. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, N.C. **Recursos Genéticos e Melhoramento – Plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, cap. 23. p. 715–735. 2001.

YORINORI, J.T.; NUNES JÚNIOR, J. & LAZZAROTTO, J.J. **Ferrugem “asiática” da soja no Brasil:** evolução, importância econômica e controle. Londrina: Embrapa Soja. 36p. (Documentos, 247), 2004.

YORINORI, J.T. Situação atual das doenças potenciais no cone sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 2., Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, p. 171–186. (CNPSO: Documentos, 180). 2002.

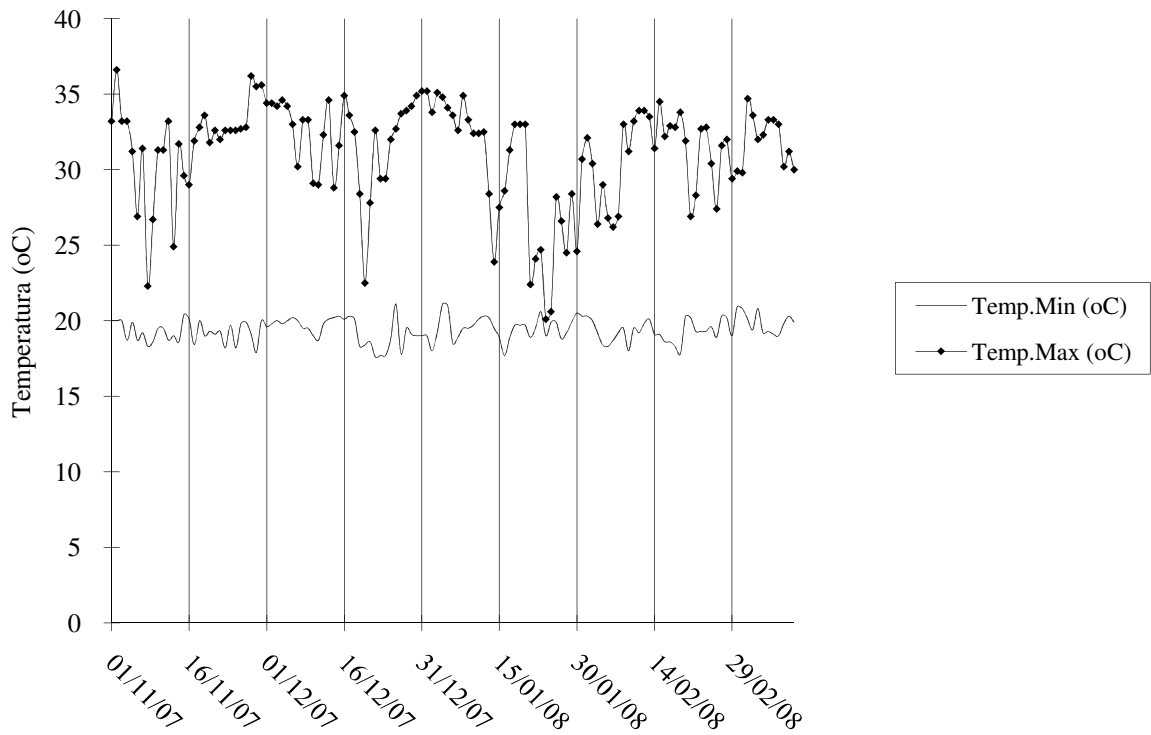
ZAMBENEDETTI, E. B. **Preservação de *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow e aspectos epidemiológicos e ultraestruturais da sua interação com a soja (*Glycine max* (L.) Merrill).** Lavras: UFLA, 95 p, 2005.

ZAMBOLIM, L. Manejo Integrado da Ferrugem Asiática da Soja. In: **Ferrugem Asiática da Soja.** Editor: Laércio Zambolim. Ed. UFV. Viçosa, Cap.5, p.73-98. 2006.

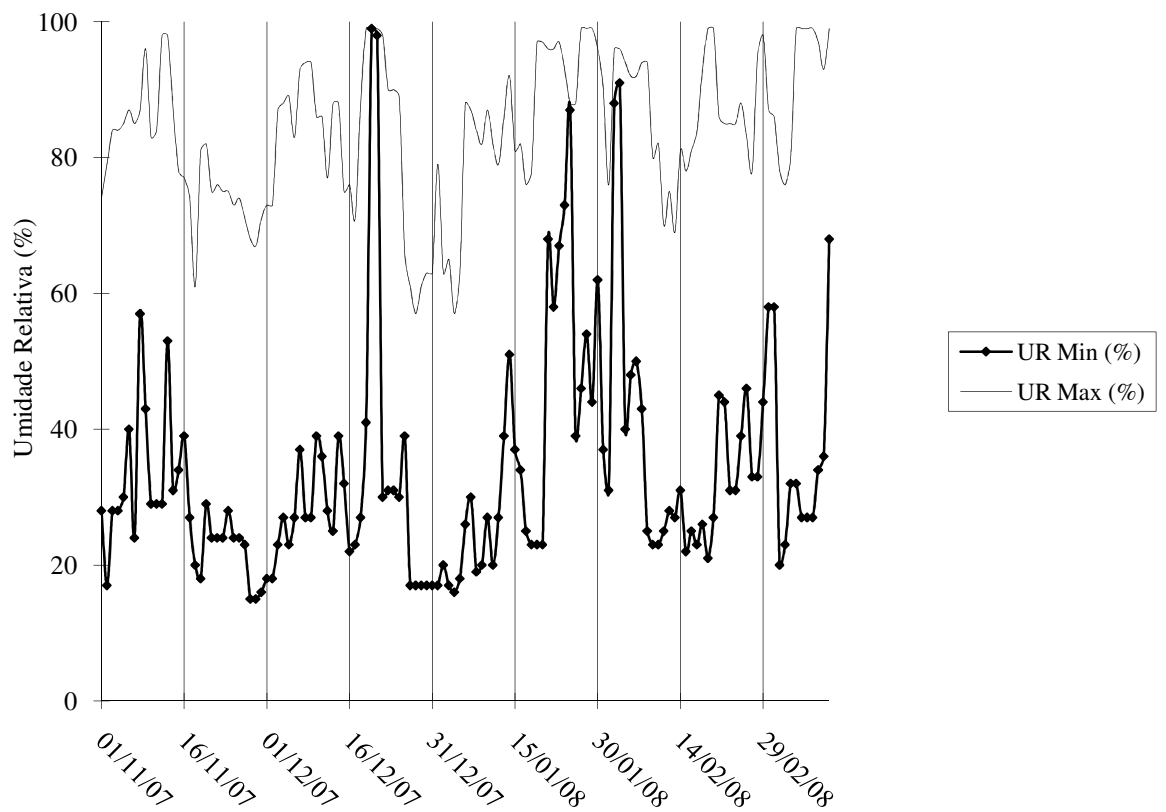
ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; CHAVES, G.M. Partial resistance of soybean cultivars to *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 8, p. 117-122, 1983.

## **ANEXOS**

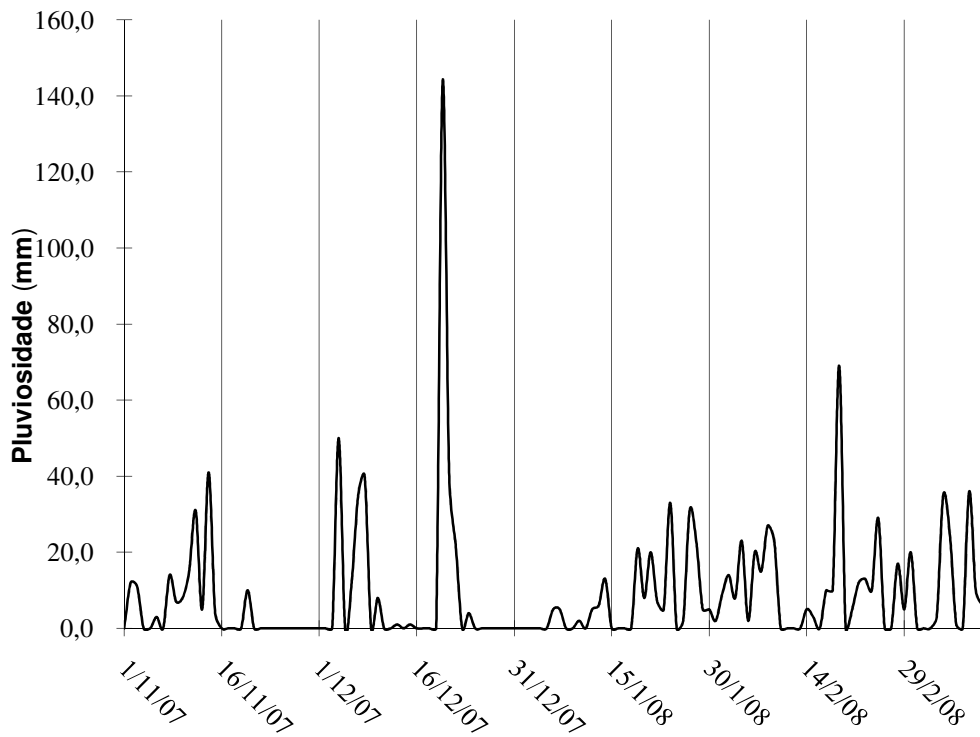




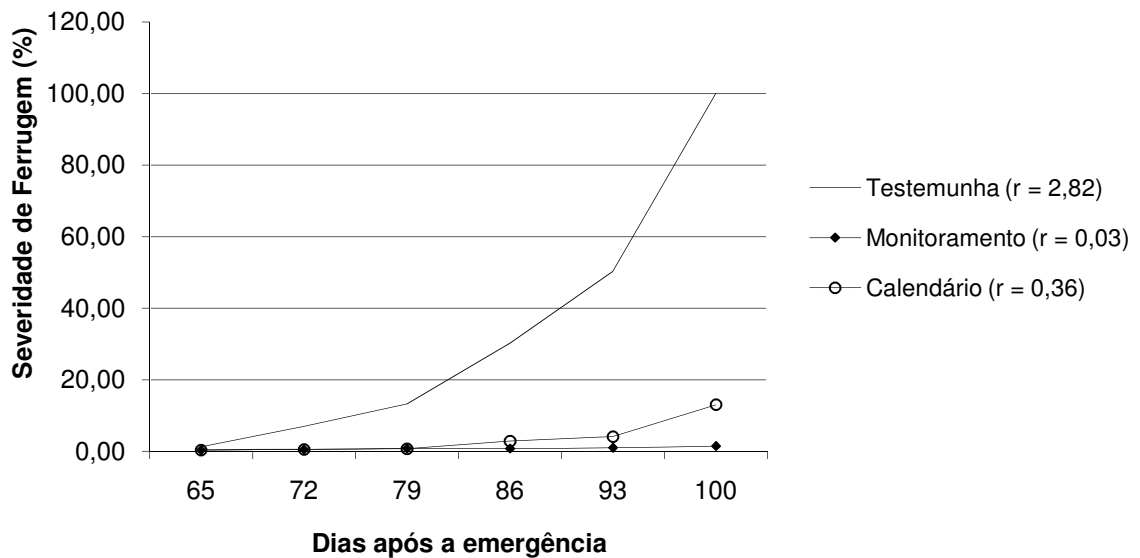
**FIGURA 1A.** Dados de temperatura durante a condução do experimento. Uberlândia, 2008.



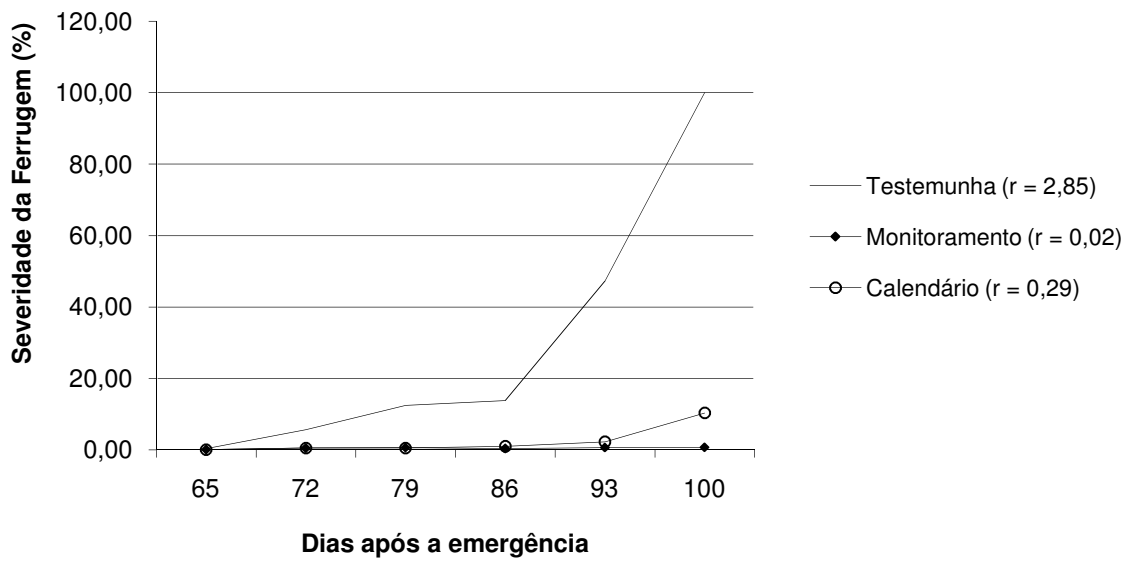
**FIGURA 2A.** Dados de umidade relativa do ar durante a condução do experimento. Uberlândia, 2008.



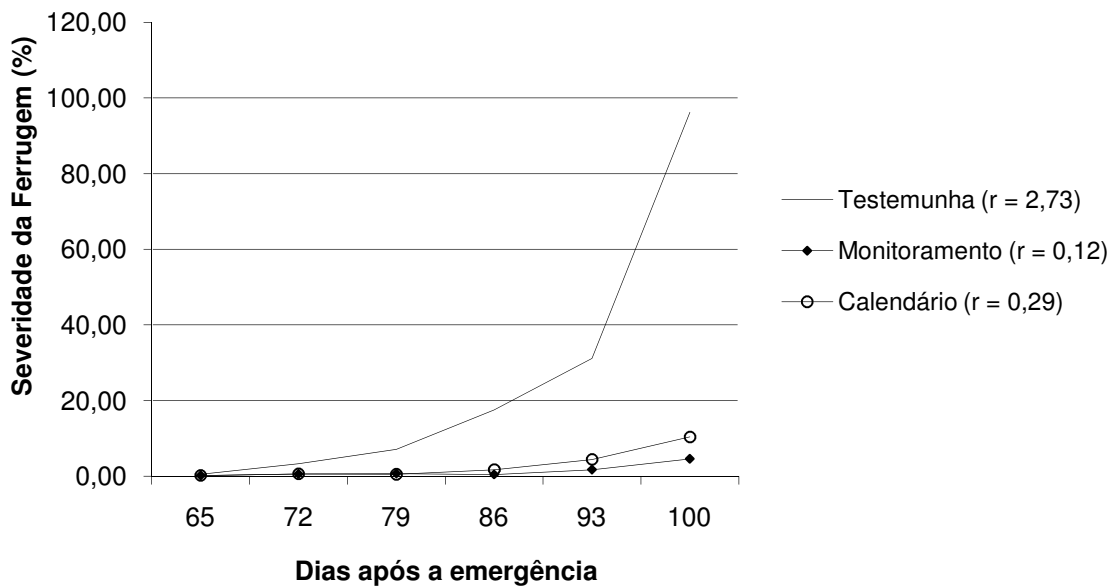
**FIGURA 3A.** Dados de pluviosidade durante a condução do experimento. Uberlândia, 2008.



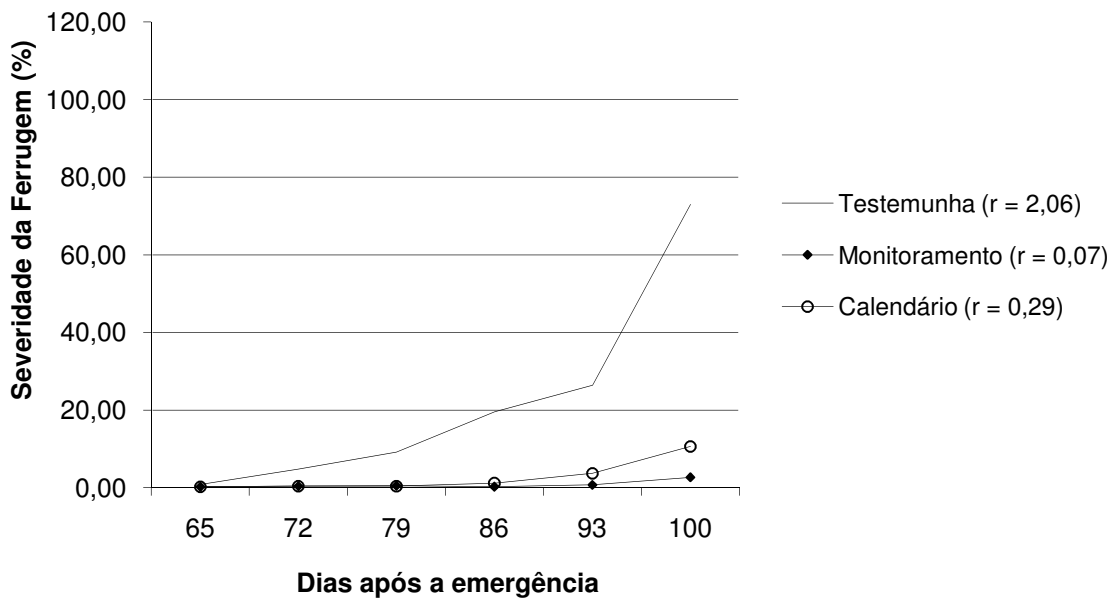
**FIGURA 4A.** Severidade da ferrugem asiática, expressa em porcentagem de área foliar infectada, para a testemunha e programas de controle químico calendário e monitoramento, no cultivar M-Soy 8045RR. Uberlândia, 2008.



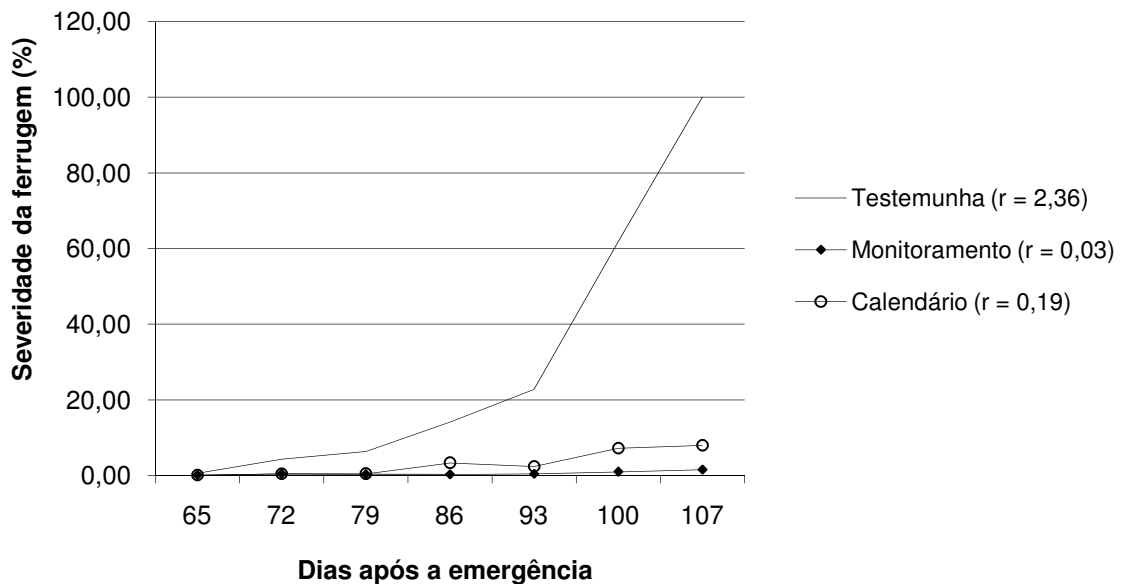
**FIGURA 5A.** Severidade da ferrugem asiática, expressa em porcentagem de área foliar infectada, para a testemunha e programas de controle químico calendário e monitoramento, no cultivar M-Soy 8199RR. Uberlândia, 2008.



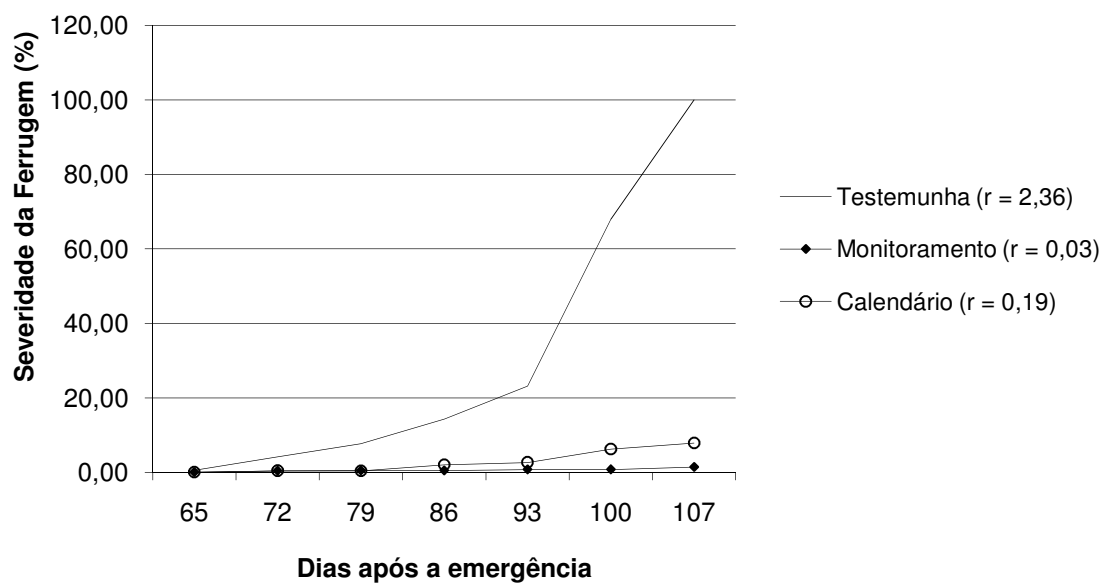
**FIGURA 6A.** Severidade da ferrugem asiática, expressa em porcentagem de área foliar infectada, para a testemunha e programas de controle químico calendário e monitoramento, no cultivar Emgopa 315RR. Uberlândia, 2008.



**FIGURA 7A.** Severidade da ferrugem asiática, expressa em porcentagem de área foliar infectada, para a testemunha e programas de controle químico calendário e monitoramento, no cultivar LuziâniaRR. Uberlândia, 2008.



**FIGURA 8A.** Severidade da ferrugem asiática, expressa em porcentagem de área foliar infectada, para a testemunha e programas de controle químico calendário e monitoramento, no cultivar M-Soy 9350. Uberlândia, 2008.



**FIGURA 9A.** Severidade da ferrugem asiática, expressa em porcentagem de área foliar infectada, para a testemunha e programas de controle químico calendário e monitoramento, no cultivar M-Soy 9144RR. Uberlândia, 2008.