



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

CARACTERES EPIDEMIOLÓGICOS E USO DA  
ANÁLISE DE AGRUPAMENTO PARA  
RESISTÊNCIA PARCIAL À FERRUGEM DA  
SOJA

JULIANA ARAÚJO SANTOS MARTINS

2006

JULIANA ARAÚJO SANTOS MARTINS

CARACTERES EPIDEMIOLÓGICOS E USO DA ANÁLISE DE  
AGRUPAMENTO PARA RESISTÊNCIA PARCIAL À FERRUGEM DA  
SOJA

Dissertação apresentada à 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”.

Orientador

Prof. Dr. Fernando César Juliatti

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UFU / Setor de  
Catalogação e Classificação

S237p Martins, Juliana Araújo Santos, 1980-  
Caracteres epidemiológicos e uso da análise de  
agrupamento para resistência parcial à ferrugem da soja /  
Juliana Araújo Santos Martins.  
- Uberlândia, 2006.  
53f. : il.  
Orientador: Fernando César Juliatti.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Uberlândia, Pro-grama de Pós-Graduação em Agronomia.  
Inclui bibliografia.  
1. Soja - Doenças e pragas - Teses. I. Juliatti, Fernando  
César. II.  
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 633.34:632

(043.3)

JULIANA ARAÚJO SANTOS MARTINS

CARACTERES EPIDEMIOLÓGICOS E USO DA ANÁLISE DE  
AGRUPAMENTO PARA RESISTÊNCIA PARCIAL À FERRUGEM DA  
SOJA

Dissertação apresentada à 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”.

APROVADA em 23/02/2006

Prof. Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki

UFU

Profa. Dra. Dulândula Silva Miguel Wruck

EPAMIG - Uberaba

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz

UFU

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

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL

## OFEREÇO

Ao meu esposo, Cassiano

Aos meus pais, Ivan e Ezelúzia

Às minhas irmãs, Alyne e Verônica

À minha avó, Irazy

Meu eterno agradecimento a vocês que são tudo em minha vida e foram essenciais na conclusão de mais esta etapa. Obrigada por estarem sempre ao meu lado! Amo vocês!

## DEDICO

À meu querido avô, Geraldo Alves de Araújo (*in memóriam*), que foi e continua sendo para mim exemplo de honestidade, humildade e de vida.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, pelo que hoje eu sou e por tudo que me foi possível concretizar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando César Juliatti, pela oportunidade e pela valiosa orientação.

Aos Professores Dr. Osvaldo T. Hamawaki, Dr. José Magno Queiroz Luz e Dra. Dulândula Silva Miguel Wruck, pela participação e sugestões na banca examinadora.

A Analy Castilho Polizel, pela amizade, atenção e colaboração em todos os momentos em que precisei de sua ajuda.

Ao Prof. Rogério de Melo Costa Pinto, pela orientação com as análises multivariadas.

Aos alunos estagiários do Lafip: Fernanda, Eudes, Rodrigo, Priscila, Jair e Verônica, pela inestimável ajuda na condução deste trabalho.

E a todos que de certa forma colaboraram direta ou indiretamente para a concretização deste sonho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1.INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. Introdução e desenvolvimento da soja no Brasil.....	3
2.2. Melhoramento genético de soja visando resistência a doenças.....	4
2.3. Doenças da cultura da soja.....	5
2.4. Ferrugem asiática.....	7
2.4.1. Etiologia .....	9
2.4.2. Sintomatologia.....	11
2.4.3. Epidemiologia e controle.....	12
2.4.3.1 O programa Syntinela.....	13
2.4.4. Variabilidade do patógeno.....	13
2.5. Controle Genético.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1. Local de cultivo.....	17
3.2. Plantio e condução do experimento.....	17
3.3. Genótipos estudados.....	17
3.4. Delineamento experimental.....	19
3.5. Avaliações.....	19
3.6. Análise estatística.....	19

3.7. Período Latente Médio.....	20
3.8. Análise de Agrupamento e de Componentes Principais.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1. Período Latente Médio de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> em genótipos de soja.....	22
4.2. Número de Pústulas por Unidade Foliolar.....	24
4.3. Severidade, em folíolos de soja, causada por <i>Phakopsora</i> <i>pachyrhizi</i> .....	28
4.4. Área Abaixo da Curva do Progresso da Doença (AACPD)....	32
4.5. Análise de Agrupamento e de Componentes Principais das variáveis pústulas/cm <sup>2</sup> e severidade na segunda época de avaliação.....	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
6. CONCLUSÕES.....	44
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXOS.....	51



## LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 Análise dos componentes principais.....	37
FIGURA 2. Dendrograma relativo as análises de agrupamento de 68 genótipos de soja, com base em valores médios das variáveis: pústula/cm <sup>2</sup> e severidade aos 12 DAI (dias após inoculação).....	38

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 01. Cruzamentos utilizados no experimento. UFU, Uberlândia, 2005.....	18
TABELA 02. Período latente médio (PLM), em dias, de <i>P. pachyrhizi</i> em 68 genótipos de soja e em condição de casa de vegetação.....	23
TABELA 03. Número médio de pústulas de <i>P. pachyrhizi</i> , por folíolo, em 68 genótipos de soja, em 3 épocas de avaliação, e em condição de casa de vegetação.....	26
TABELA 04. Severidade (% de área foliar infectada) da ferrugem asiática em 68 genótipos de soja, em 3 épocas de avaliação, e em condição de casa de vegetação.....	30
TABELA 05. Área abaixo da curva de progresso da doença da ferrugem asiática (AACPD), para pústulas e severidade, em 68 genótipos de soja, em condição de casa de vegetação.....	34
TABELA 06. Número médio de pústulas por folíolo e severidade da ferrugem asiática, em 68 genótipos de soja.....	40
TABELA 07. Frequência da reação de resistência à ferrugem asiática ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ) em relação aos diferentes cruzamentos.....	42

TABELA 1A. Resumo da análise de variância do número de pústulas por folíolo, nas três épocas de avaliação. UFU, Uberlândia, 2004.....	51
TABELA 2A. Resumo da análise de variância da severidade da ferrugem asiática, nas três épocas de avaliação. UFU, Uberlândia, 2005.....	52
TABELA 3A. Resumo da análise de variância da AACPD de pústulas/cm <sup>2</sup> e AACPD de severidade. UFU, Uberlândia, 2005.	53

## RESUMO

MARTINS, Juliana Araújo Santos. Caracteres epidemiológicos e uso da análise de agrupamento para resistência parcial à ferrugem da soja. UFU. 2006. 53p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia)<sup>1/</sup>.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a reação quanto à resistência parcial ao fungo *Phakopsora pachyrhizi*, em 68 genótipos de soja. O experimento foi realizado em Uberlândia-MG, em casa de vegetação, durante o período de dezembro de 2004 a fevereiro de 2005 e constou de três épocas de avaliação. Foram avaliadas as seguintes características de resistência: período latente médio (PLM), número médio de pústulas por folíolo e severidade da ferrugem. Com base nas variáveis, número médio de pústulas foliolar e severidade da ferrugem calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença. Após, realizou-se a análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Foram encontradas diferenças significativas entre os genótipos para número médio de pústulas foliolar e severidade da ferrugem, aos doze dias após a inoculação. O mesmo foi encontrado para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade. Presume-se que a resistência parcial à ferrugem asiática da soja deve ser avaliada em condições de média epidemia. Fato este que aconteceu na segunda época de avaliação para todos os caracteres avaliados. Três genótipos (números 4, 41, e 42), referentes aos parentais Cristalina e IAC 100, apresentaram maior resistência parcial à ferrugem da soja. O agrupamento de genótipos, pela análise multivariada de agrupamento e de componentes principais, permitiu a discriminação de genótipos parcialmente resistentes. Palavras-chave: *Phakopsora pachyrhizi*, área abaixo da curva de progresso da doença, período latente médio, severidade, dendrograma.

---

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

## ABSTRACT

MARTINS, Juliana Araújo Santos. Epidemiological characters and the use of cluster analysis for partial resistance to soybean rust. UFU. 2006. 53p. (Dissertation – Masters in Agriculture)<sup>1/</sup>.

This study evaluated the reaction of 68 soybean genotypes for partial resistance against *Phakopsora pachyrhizi*. The experiment was done in Uberlândia-MG, in a greenhouse, from December 2004 to February 2005, consisting of three evaluation times. The following resistance characteristics were evaluated: average latent period (ALP), average number of pustules per leaflet and rust severity. The area under the disease progress curve (AUDPC) was calculated based on the variables average number of leaflet pustules and severity. Analysis of variance and comparison of the averages by the Scott Knott test were done at 5% probability. Significant differences were found among the genotypes for the average number of leaflet pustules and rust severity twelve days after inoculation. Differences were also found for the area under the disease progress curve. It is assumed that partial resistance to soybean Asian rust should be evaluated under average epidemics conditions. This evaluation was done on the second time with all characters evaluated. Three genotypes (number 4, 41, and 42), referring to parents Cristalina and IAC 100, presented greater partial resistance to soybean rust. Genotype grouping, by cluster multivariate analysis and principal components analysis allowed the discrimination of partially resistant genotypes.

Keywords: *Phakopsora pachyrhizi*, area under the disease progress curve, : average latent period, rust severity, dendrogram.

---

<sup>1/</sup>Supervisor: Fernando César Juliatti – UFU

## 1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma espécie originária da Ásia, e vem sendo cultivada há centenas de anos. Graças às suas características nutritivas e industriais e à sua adaptabilidade a diferentes latitudes, solos e condições climáticas, o cultivo se expandiu por todo mundo, constituindo-se numa das principais plantas cultivadas atualmente. Porém, seu potencial de 4000 Kg ha<sup>-1</sup> dificilmente é alcançado. O rendimento médio mundial tem sido de 2200 Kg ha<sup>-1</sup> (JULIATTI et al., 2003).

Entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em soja estão as doenças. Aproximadamente 50 doenças já foram identificadas no Brasil. Esse número continua aumentando com a expansão da soja para novas áreas e como consequência da monocultura. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15 a 20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100% (EMBRAPA, 2003; JULIATTI et al., 2003).

A ferrugem asiática da soja, novamente identificada no Brasil, constituiu-se em um dos principais problemas fitossanitários da cultura. A forma asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sidow, foi descrita pela primeira vez no Japão, em 1902. Por volta de 1914 surgiu, em caráter epidêmico, em vários países no sudoeste da Ásia. Na Austrália, apareceu na década de 90, mas não atingiu proporções de epidemia, e no fim da década de 90, a doença foi constatada na África, possivelmente trazida da Ásia por meio de correntes de ar (BALARDIN, 2004).

A ferrugem asiática foi constatada no Brasil, pela primeira vez, em Lavras-MG, em 1979, mas só veio ganhar grande potencial de perdas em 2001.

A doença tem causado epidemias em todo país, atingindo, na safra 2003-2004, cerca de 20 milhões de hectares de área cultivada em todo país.

A alta severidade da ferrugem nos cerrados em 2003-2004 e o fato de as cultivares resistentes em 2001-2002 serem suscetíveis aos isolados de *P. pachyrhizi* dos cerrados são uma evidência da variabilidade genética do fungo (JULIATTI et al., 2003; YORINORI, 2004). Devido à variabilidade genética do fungo, principalmente no cerrado brasileiro (YORINORI, 2004), estudos para identificação de cultivares resistentes devem ser realizados, principalmente de cultivares comerciais que apresentem resistência parcial. Esse tipo de resistência é muito mais durável e estável para patógenos com variabilidade, como no caso de *P. pachyrhizi*. O controle da doença tem exigido uma combinação de práticas a fim de se evitar perdas. Entre os métodos de controle, o químico, por meio de fungicidas, tem sido o mais eficaz, em função da rapidez de evolução da doença.

O objetivo do trabalho foi avaliar a reação de genótipos de soja quanto à resistência parcial ao fungo *Phakopsora pachyrhizi*, visto a necessidade de obtenção de cultivares com níveis adequados de resistência parcial, visando a redução do número de aplicações de fungicidas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Introdução e desenvolvimento da soja no Brasil

A soja (*Glycine max* L. Merrill) chegou ao Brasil introduzida por Gustavo D'utra em 1882, na Bahia, não alcançando êxito. Em 1908, chegou a São Paulo trazida pelos imigrantes japoneses. No ano de 1914, introduziu-se no Rio Grande do Sul, sendo cultivada por E. Craig. Em 1936, marcou o início da fase de expansão da cultura, aparecendo pela primeira vez, em 1941, nas estatísticas oficiais. O desenvolvimento da soja, que ocorreu a partir de 1960, deve-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 encontrar-se uma leguminosa para a sucessão do trigo. Além disso, também havia o interesse crescente das indústrias de óleo e a demanda do mercado internacional (COSTA, 1996).

Em 1960, o país produzia pouco mais de 200 mil toneladas do produto e mal figurava nas estatísticas internacionais. Desse montante, 95% era colhido no Estado do Rio Grande do Sul, utilizando cultivares muito sensíveis ao fotoperíodo, introduzidas dos EUA, o que limitava o seu cultivo no tempo e no espaço. Apesar disso, a produção de soja nessa década multiplicou-se por cinco, atingindo o primeiro milhão de toneladas em 1969. Foi na década seguinte que ocorreu o incremento mais significativo do seu cultivo. Partindo de uma produção de mais de 1,5 milhões de toneladas em 1970, ultrapassou a marca de 15 milhões em 1979. Cerca de 80% dessa produção concentrava-se nos estados da Região Sul, com a liderança, ainda em poder 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 da soja, pois, sendo responsável por apenas 2% da produção brasileira em 1970, passou para 20% em 1980 e para 40% em



1990. Atualmente, a produção da soja dessa região supera a da Região Sul, com perspectivas de ampliar a cada nova safra essa diferença (VIDOR; DALL'AGNOL, 2002).

## 2.2. Melhoramento de soja visando resistência a doenças

As pesquisas sobre a genética e melhoramento da soja tiveram grande desenvolvimento a partir de 1920, principalmente nos Estados Unidos e no Japão. Em relação aos fatores genéticos analisados, aproximadamente 80, constata-se alta frequência daqueles que afetam características de interesse econômico e agrônômico. A resistência total ou parcial às doenças e pragas e algumas características morfológicas que afetam a planta, tornando-a mais adaptada ao cultivo intensivo, são um dos principais propósitos do melhoramento. Considerando-se o interesse econômico da soja, praticamente, todos os métodos de melhoramento aplicados às plantas autógamas vêm sendo utilizados, tendo em vista o isolamento de linhagens produtivas, adaptadas às várias condições ecológicas (SEDIYAMA et al., 1981).

Vello (1992) divide o melhoramento genético da soja em quatro fases: 1- Introdução de genótipos, com início no final do século XIX; 2- Realização de cruzamentos simples entre dois parentais, com início na década de 40; 3- Cruzamentos múltiplos entre oito ou mais parentais, iniciada na década de 70; 4- Biotecnologia, iniciada na década de 80. O melhoramento atual engloba todas estas fases, com ênfase nos cruzamentos múltiplos entre parentais.

A importância do melhoramento genético para resistência a doenças é inegável. O consumo de plantas, partes e outros produtos que dependem de plantas para a sua produção está intimamente ligado a cultivares que foram melhoradas e que possuem algum tipo de resistência a doenças (REIFSCHNEIDER; LOPES, 1998). Sedyama et al. (1999) relataram que uma das maiores contribuições do melhoramento da soja tem sido o desenvolvimento

de cultivares resistentes a doenças. Com o cultivo sucessivo, aquelas doenças que aparentemente não eram importantes podem causar danos econômicos consideráveis.

O melhoramento contínuo para produtividade e demais características agronômicas, sem levar em conta os testes para reação às doenças, podem, ao longo do tempo, eliminar genes de resistência. Cultivares resistentes a determinadas doenças, quando modificadas, para atender certos interesses, podem perder parte da resistência se não forem devidamente avaliadas (YORINORI, 2002a).

A expressão da produtividade é função dos efeitos genéticos e ambientais, e da interação entre ambos. Além da produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptação agronômica serem características de uma boa cultivar. Parte da estabilidade de produção (capacidade da cultivar adaptar-se a diversos ambientes) é conferida pela introdução de resistência a doenças, nematóides e insetos. A introdução de características agronômicas especiais para tolerância aos fatores limitantes relacionados com o solo e clima permite a planta tolerar melhor os fatores adversos que podem comprometer a produção (EMBRAPA, 2002b).

### 2.3. Doenças da cultura da soja

Como toda cultura exótica, a soja iniciou sua expansão com excelente sanidade nos principais países produtores do Cone Sul (Brasil, Argentina, Paraguai e Bolívia). Porém, com poucos anos de cultivo comercial, as doenças começaram a aparecer, passando a representar um dos principais fatores limitantes ao aumento e à estabilidade do rendimento. Inicialmente, as doenças associadas à soja eram aquelas existentes nos países de onde as primeiras sementes foram introduzidas. A falta de cuidados na produção e na seleção de sementes sadias permitiu que as sementes transmitissem e disseminassem os

patógenos nas novas áreas de cultivo. Posteriormente, à medida que se acumulavam anos de cultivo na mesma área ou região, e com a expansão da cultura, novos patógenos nativos foram se associando com a soja. Atualmente, no Brasil, cerca de 50 doenças são listadas na cultura (YORINORI, 2002a). Esse número continua aumentando com a expansão da soja para novas áreas e como consequência da monocultura.

Conforme a parte da planta afetada, estas doenças podem ser agrupadas como podridões de semente e da plântula, podridões de raízes, doenças da haste e do colo e doenças foliares. As doenças foliares mais importantes são o oídio, as doenças de final de ciclo (crestamento foliar, mancha parda e antracnose) e, mais recentemente, a ferrugem asiática. A intensidade das doenças e os danos por elas causados variam em função da região, do clima, da época de ocorrência, da cultivar e das doenças predominantes. Em média, as doenças reduzem o rendimento da cultura em 20%, dos quais 11% podem ser devidos às moléstias foliares. O componente do rendimento mais afetado é o peso do grão, uma vez que as doenças foliares provocam a senescência (morte) antecipada da folha, encurtando o ciclo da planta e determinando a formação de grãos pequenos. Em geral, cultivares de soja de ciclo longo tendem a ser mais afetadas por doenças, uma vez que permanecem mais tempo expostas às mesmas (PLANTIO ..., 2003).

#### 2.4. Ferrugem asiática

A ferrugem da soja foi constatada pela primeira vez no Brasil, em 1979, no município de Lavras (MG), sendo motivo de preocupação por uma década pelo alto potencial de danos nos países asiáticos. A não confirmação do seu potencial de danos, ao longo dos anos, reduziu a prioridade de pesquisa sobre a doença, chegando-se à total desativação. Na safra de 1990/91, a ferrugem atingiu níveis de epifitias em São Gotardo e Presidente Olegário, em Minas Gerais e no

Distrito Federal. Estes surtos esporádicos, principalmente em material suscetível, indicaram o potencial destrutivo da doença. Em áreas experimentais da Universidade Federal de Uberlândia, observaram-se sintomas severos da ferrugem em cultivares suscetíveis, como MG/BR 46 (Conquista) (JULIATTI, 2002).

Na safra 2001/02, a ferrugem atingiu toda a soja entre Encarnación e Catuetê, no Paraguai, porém, a estiagem, na segunda metade do ciclo, e o uso de fungicidas evitaram maiores perdas. No Brasil, até 27/04/02, a doença foi encontrada nos Estados do RS, PR, SP, GO, MS e MT. As maiores perdas ocorreram em Chapadão do Sul, Chapadão do Céu e Alto Taquari, sendo estimada em 30-50%. A ferrugem causou perdas de grãos estimadas em 569,2 mil toneladas, o equivalente a 125,5 milhões de dólares. Nessa safra os produtores estavam totalmente despreparados contra a ferrugem e a maioria das aplicações de fungicidas foi feita tardiamente (YORINORI et al., 2004).

Na safra de 2002/2003, novamente os produtores não estavam preparados para o controle da ferrugem. Em muitas lavouras, a aplicação de fungicidas foi tardia devido à falta do produto e/ou por excesso de chuva, o que impossibilitou a pulverização. Nessa safra, as perdas acarretadas com a doença foram estimadas em 3,4 milhões de toneladas do grão. Considerando a ocorrência da ferrugem em 80% da área brasileira cultivada com soja e a realização média de uma aplicação adicional de fungicida em toda essa área, os gastos com o controle químico atingiram a estimativa de 426,6 milhões de dólares. O custo ferrugem na safra, 2002/2003, na lavoura, atingiu o montante de 1,16 bilhões de dólares. E, somando as perdas de grãos, os gastos com controle e a queda de arrecadação, o prejuízo foi da ordem de 1,29 bilhões de dólares (YORINORI et al., 2004).

A safra de 2003/2004 teve como antecedentes uma safra com ocorrência severa de ferrugem, causada por uma nova raça de *P. pachyrhizi* e pela presença

contínua de inóculo na entressafra, em lavouras “safrinhas” irrigadas ou não, nos cerrados brasileiros (BA, GO, MA, MG, MT, SP e TO). No cerrado mineiro e goiano, observou-se uma evolução da ferrugem asiática em relação à septoriose, que era a doença até então predominante. Os estádios reprodutivos R<sub>2</sub> a R<sub>5</sub>, principalmente em cultivares suscetíveis como MG/BR 46 (Conquista), tiveram as epidemias acentuadas. Os plantios em pivôs centrais ficaram marcados como o início do epicentro da ferrugem para áreas de sequeiro e responsáveis pelo aumento do inóculo na safra de 2003/2004 (JULIATTI; POLIZEL; JULIATTI, 2004). As perdas de grãos de soja brasileira, nessa safra, devido à ferrugem asiática, foram estimadas em 4,6 milhões de toneladas, e o custo ferrugem, ao nível do produtor e do governo, foi de 2,2 bilhões de dólares.

Durante a safra 2004/2005, aconteceu uma situação de estiagem na região centro sul do Brasil, na fase intermediária da cultura. A seca, acompanhada de altas temperaturas (35°C - 40°C), desfavoreceu o desenvolvimento da ferrugem. As perdas de grãos de soja atribuídas à seca foram estimadas em mais de 11 milhões de toneladas. Apesar das condições climáticas não favoráveis ao desenvolvimento da doença, ainda houve lavouras onde a ferrugem se desenvolveu, mas, na grande maioria, a doença não atingiu o nível de dano econômico. Apesar dessa situação desfavorável à doença, houve em média, mais de uma aplicação de fungicidas (YORINORI, 2005).

#### 2.4.1. Etiologia

A cultura da soja (*Glycine max*) pode ser infectada por duas espécies de *Phakopsora*: *Phakopsora pachyrhizi*: télios irregularmente distribuídos em camadas de 2 a 7 esporos; paredes dos télios amarelo-pardo claros ou hialinos; paredes dos teliósporos de 1 micron de espessura e de até 3 microns nos esporos mais externos da camada; *Phakopsora meibomia* : télios em camadas irregulares de 1 a 5 esporos; teliósporos com parede cor de canela-pardo a pardo

claro; paredes de 1,5 a 2 microns de espessura, porém, espessando-se apicalmente até 6 microns nos mais externos.

*P. meibomiae* (ferrugem “americana”), nativa do Continente Americano, ocorre desde Porto Rico (Caribe) ao sul do Paraná (Ponta Grossa); e a *P. pachyrhizi*, (ferrugem “asiática”), presente na maioria dos países produtores de soja (YORINORI et al., 2003). Segundo Yorinori (2002b), em 1987/88, a doença era atribuída à *Phakopsora pachyrhizi*. Porém, a partir de 1992, após comparação com espécimes americanos e asiáticos, a espécie americana foi denominada de *P. meibomiae* e considerada pouco agressiva à soja. Em 2001, amostras do fungo, presentes no Brasil e Paraguai, foram analisadas nos Estados Unidos provando ser a espécie asiática, *P. pachyrhizi*. A distinção das duas espécies é feita por meio da morfologia de teliósporos e da análise de DNA.

*Phakopsora pachyrhizi* tem sido descrita apenas em seus estádios uredinial e telial. A produção dos demais estádios não é relatada. Semelhante às demais ferrugens, *P. pachyrhizi* é um parasita biotrófico, requerendo um hospedeiro vivo para parasitar e sobreviver. O estágio 0 (espermogônios) e I (écio) não são conhecidos. O estágio II corresponde a urédias anfigenas, principalmente hipófila (na superfície inferior das folhas), diminutas, esparsas ou em grupos em lesões descoloradas. Subepidérmicas em origem, as urédias são circundadas por paráfises originadas do parênquima peridióide; em adição, as urédias têm paráfises himeniais. A aparência das urédias é pulverulenta (assemelhando-se a terem sido polvilhadas); ostentam coloração canela-pardo. Paráfises são cilíndricas a clavadas, 25-50 x 6-14 microns, levemente a conspícuas espessando-se apicalmente (- 18 microns). A cor das paráfises varia de pardo-amarela a hialinas. Urediniosporos são sésseis, obovóides a largamente elipsoidais, 18-34 x 15-24 microns, e diminuta e densamente equinulados. As paredes são uniformemente espessas com cerca de 1 micron. Sua coloração varia do amarelo-pardo a hialinos. Apresentam, em média 6 (2 ou 4 ou 8 a 10) poros

germinativos. Os poros germinativos situam-se no equador ou esparsos na zona equatorial; algumas vezes, os poros germinativos são espaços sobre ou acima da zona equatorial dos esporos (JULIATTI et al., 2005).

Carmona; Galli (2005) relataram a ocorrência do estágio III, na Argentina. No Brasil, Juliatti (2002) também relatou a ocorrência da fase telial do patógeno em soja cultivada no inverno, em Uberlândia. Estes normalmente aparecem misturados a urédias e télias subepidérmicas que são hipófilas e em forma de crosta. Cor de nós-parda a chocolate pardo. Internamente, as télias são dispostas em camadas de 2 a 7 esporos (ONO et al., 1992 apud JULIATTI, et al., 2005). Os teliosporos unicelulares são dispostos em angularmente subglobosos, a oblongos elipsoidais. O tamanho dos teliosporos é de 15-26 x 6-12 microns, sendo de cor parda-amarelado a hialinos. As paredes dos teliosporos apresentam uma espessura uniforme de 1 micra; no entanto, nos teliosporos da camada superior, as paredes são mais espessas, em seus ápices, até 3 microns (KOCH et al., 1983, ONO et al., 1992 apud JULIATTI et al., 2005). O estágio IV, que corresponde à germinação dos teliosporos, foi relatado por Saksirat e Hope (1991 apud JULIATTI et al., 2005). Frederick et al. (2002) determinaram, por meio de análise molecular e de PCR\_ITS, similaridade de 99% na seqüência de nucleotídeos da região do ITS (internal transcribed spacer). Quando isolados, ambas espécies foram analisadas e foi observado similaridade de 80%. Deste modo, considerando seqüências preservadas, confirma-se o gênero idêntico, mas a variação de 20%, na seqüência de nucleotídeo, mostrou-se tratar de duas espécies distintas.

#### 2.4.2. Sintomatologia

Os sintomas da ferrugem asiática podem surgir em qualquer momento do ciclo fenológico da cultura, porém tem surgido de forma mais freqüente em

plantas próximas a floração. Os sintomas são observados mais frequentemente nas folhas baixas (JULIATTI; POLIZEL; JULIATTI, 2004).

Os sintomas causados pela ferrugem asiática diferem da ferrugem americana apenas pela predominância da coloração castanho-avermelhada (RB) das lesões. Na ferrugem asiática, as lesões das cultivares suscetíveis são predominantemente castanhos claros (TAN), porém, quando em alta incidência, pode causar crestamento foliar, assemelhando ao crestamento foliar de *Cercospora*. Em cultivares resistentes ou tolerantes, as lesões são predominantemente castanho-avermelhada (RB). Os sintomas iniciais da ferrugem são caracterizados por minúsculos pontos (1-2 mm de diâmetro), mais escuros do que o tecido sadio da folha, de coloração esverdeada a cinza-esverdeada. Devido ao hábito biotrófico do fungo, em cultivares suscetíveis, as células infectadas morrem somente após ter ocorrido abundante esporulação. Devido a isso, as lesões não são facilmente visíveis no início da infecção. À medida que ocorre a morte dos tecidos infectados, as manchas aumentam de tamanho (1-4 mm), adquirindo coloração castanho-avermelhada. Progressivamente, as uredíneas, também chamadas de pústulas, adquirem cor castanho-clara a castanho-escura, abrem-se em um minúsculo poro, expelindo os uredíniosporos. Os uredíniosporos, inicialmente de coloração hialina, tornam-se bege e acumulam-se ao redor dos poros ou são carregados pelo vento. O número de uredínias/lesão pode variar de um a seis. À medida que a esporulação prossegue, o tecido ao redor das primeiras uredínias adquire coloração castanho-clara (TAN) a castanho-avermelhada (RB). As lesões são facilmente visíveis em ambas as faces da folha (EMBRAPA, 2002a; JULIATTI et al., 2003).

A infecção por *P. pachyrhizi* causa rápido amarelecimento e queda prematura das folhas impedindo a plena formação dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a perda do rendimento e da qualidade (GODOY et al., 2003).



### 2.4.3. Epidemiologia e controle

O fungo é um parasita obrigatório e sobrevive em meses de inverno e, sob condições desfavoráveis, em hospedeiros alternativos. Mais de 95 espécies e plantas de 42 gêneros da família Fabaceae, a mesma da soja, são hospedeiras do fungo. Os esporos do fungo sobrevivem até 50 dias. A infecção ocorre sob temperaturas noturnas, entre 15 e 22°C, enquanto que, durante o dia, temperaturas elevadas não inibem o desenvolvimento do fungo, umidade relativa do ar entre 75 e 80%. Ambientes com períodos prolongados de orvalho e umidade são favoráveis para o desenvolvimento da doença na lavoura. Diferente de outras doenças, a ferrugem não necessita de estômatos ou ferimentos, ela penetra diretamente através da cutícula e epiderme, tornando a infecção mais rápida e fácil (JULIATTI; POLIZEL; JULIATTI, 2004, JULIATTI et al., 2005).

O controle da ferrugem da soja exige a combinação de várias técnicas, a fim de evitar perdas de rendimento. Recomendam-se algumas estratégias, tais como: semear preferencialmente, cultivares precoces e no início da época recomendada para cada região; evitar o prolongamento do período de semeadura, pois a soja semeada mais tardiamente (ou de ciclo longo) irá sofrer mais dano, devido à multiplicação do fungo nos primeiros plantios. Nas regiões onde não foi constatada a ferrugem, deve-se iniciar a vistoria da lavoura desde o início da safra e, principalmente, quando a soja estiver próxima da floração; ao primeiro sinal da doença e, havendo condições favoráveis (chuva e/ou abundante formação de orvalho), poderá haver a necessidade de aplicação de fungicida (EMBRAPA, 2002c). Entre os métodos de controle, o químico, por meio de fungicidas, tem sido o mais eficaz.

Devido à agressividade dessa doença, o monitoramento contínuo é essencial para que a medida de controle possa ser adotada no momento correto, a fim de se evitar reduções de produtividade. O método de controle, através do uso de fungicidas, só é eficiente quando baseado em um criterioso levantamento e

conhecimento da ocorrência da doença em lavouras vizinhas ou na própria propriedade. A grande dificuldade dos agricultores é identificar os sintomas iniciais da doença. Essa dificuldade explica o fato de alguns agricultores só utilizarem o fungicida quando a doença já está instalada na planta toda, comprometendo assim a eficiência do controle. A aplicação em momento inadequado, assim como o uso indevido do produto, resulta em aumento do custo de produção ou controle deficiente. (YORINORI, 2005).

#### 2.4.3.1 O Programa Syntinela

O monitoramento é uma das ações estratégicas dentro do sistema de manejo integrado de doença. O SYNTINELA é um sistema de monitoramento da dispersão do patógeno e alerta aos segmentos da cadeia produtiva da chegada da ferrugem asiática em uma região agrícola. O alerta é baseado na análise dos dados de levantamento realizados *in loco*, em áreas Syntinelas (pequenas parcelas de até 100 m<sup>2</sup>), semeadas em locais estratégicos, 20 a 30 dias antes dos plantios comerciais de uma região. O alerta gerado pelo sistema permite racionalizar a logística de controle tanto para as áreas extensas como para áreas pequenas e médias de cultivo (AZEVEDO et al., 2004).

#### 2.4.4. Variabilidade do patógeno.

A alta severidade da ferrugem nos cerrados, em 2003-2004, e o fato das cultivares resistentes, em 2002, serem suscetíveis aos isolados de *P. pachyrhizi* dos Cerrados, são uma clara indicação da variabilidade genética do fungo (JULIATTI et al., 2003; YORINORI, 2004). Uma questão ainda não esclarecida é a possível ocorrência de uma nova raça em regiões onde praticamente não havia registro da doença na safra anterior. Comparações das reações de testes feitos na Embrapa Soja e no Paraguai, com isolados da safra 2002, com inoculações em germoplasmas que possuem quatro genes maiores resistentes à

*P. pachyrhizi*, Rpp<sub>1</sub>, Rpp<sub>2</sub>, Rpp<sub>3</sub> e Rpp<sub>4</sub>, mostraram que são muito semelhantes, com vários germoplasmas comportando-se como resistentes. Todavia, quando estes foram inoculados com isolados dos Cerrados foram comparados com os testes feitos nos Estados Unidos, com um isolado do Zimbábue, o isolado dos Cerrados foi praticamente idêntico ao do Zimbábue (JULIATTI et al., 2005).

Devido à variabilidade do patógeno, principalmente no cerrado brasileiro (YORINORI, 2004), estudos para a identificação de cultivares resistentes devem ser realizados, em especial de cultivares comerciais que apresentem resistência parcial. Hartman et al. (2004) apontam para a variabilidade do fungo como o principal fator na quebra dos genes de resistência vertical e que deve ser amplamente conhecida para que os programas de melhoramento tenham sustentabilidade.

## 2.5. Controle Genético

A resistência parcial ou a resistência que reduz a taxa de infecção é também conhecida em soja (WANG; HARTMAN, 1992 apud AZEVEDO, 2005). Essa resistência tem como característica a redução da taxa da epidemia através da diminuição do número e tamanho das lesões, da diminuição da produção de uredinósporos e do aumento do período latente. Isso faz com que a população do patógeno seja reduzida, diminuindo a quantidade de inóculo e, conseqüentemente, a doença.

Linhagens com resistência parcial, em avaliações de campo, foram classificadas como moderadamente resistentes, devido ao fato de que poucas lesões se desenvolveram durante o ciclo da cultura. Em estudos de casa de vegetação, combinações patógeno-hospedeiro que resultaram em reações tipo RB (reddish brow) tenderam a ter períodos latentes mais longos, taxas mais baixas de aumento do número de pústulas e lesões menores, quando comparadas

com interações suscetíveis que resultaram tipo TAN (MARCHETTI et al., 1975; BROMFIELD et al., 1980 apud AZEVEDO, 2005).

Segundo Vello, Brogin e Arias (2002), inúmeros genótipos com resistência vertical não têm sido estáveis nas diferentes regiões do mundo. De acordo com Bromfield (1975 apud JULIATTI et al., 2005), as introduções PI 200499 e PI 200492 (Rpp<sub>1</sub>) são resistentes à ferrugem da soja e foram utilizadas como fontes de resistência em programas de melhoramento, em Taiwan e na Austrália. Singh et al. (1974 apud JULIATTI et al., 2005) descreveram como resistentes as introduções PI 200465, PI 200466, PI 200477, PI 200490, PI 220492 (Rpp<sub>1</sub>) e PI 200468. Sinclair (1975 apud JULIATTI et al., 2005) considerou três fontes de resistência vertical: PI 200490 e PI 200492 (Rpp<sub>1</sub>) e PI 230970 (Rpp<sub>2</sub>), além da cultivar Ankur (PI 462312, com o gene Rpp<sub>3</sub>), proveniente da Índia. Bernard et al. (1991 apud JULIATTI et al., 2005) liberaram três isolinhas de William 82, com resistência à ferrugem para a pesquisa: L85-2378 (Rpp<sub>1</sub>), L86-1752 (Rpp<sub>2</sub>) e L87-0482 (Rpp<sub>4</sub>). Hartwig (1996 apud JULIATTI et al., 2005) identificou como fonte de resistência a linhagem D86-8286 (PI 518782) e, uma segunda linhagem, que teve como doadora do gene Rpp<sub>4</sub>, a PI 459025.

A pesquisa no Brasil, para a obtenção de cultivares resistentes, iniciou-se em 2001, na Embrapa Soja, em Londrina-PR, quando, mediante teste em condições controladas de casa de vegetação, foram identificadas cultivares com resistência a doença, baseado na presença de lesões de hipersensibilidade do tipo RB (“Reddish Brown”), significando resistência parcial.

As cultivares BRMS Bacuri, BRS 134, CS 201 (Esplendor), FT 2, FT 17, FT 2001, IAC PL-1, KIS 601 e Ocepar 7, quando inoculadas com esporos de *P. pachyrhizi*, apresentaram reação de hipersensibilidade, produziram lesões RB com pouca ou nenhuma esporulação. Com base na genealogia desse grupo de cultivares, verificou-se que a resistência era derivada da cultivar FT-2 e

determinada por um gene dominante (GODOY; ARIAS, 2003; YORINORI et al.,2003). No Brasil, em função da reemergência recente do patógeno, um estudo completo de raças ainda não foi realizado. No entanto, segundo Godoy e Arias (2003), algumas informações já estão disponíveis, baseadas nas reações das cultivares observadas em 2001 e nas reações atuais. Isolados do fungo, provenientes de regiões do Mato Grosso (Sorriso e Lucas do Rio Verde), foram utilizados em inoculações em casa de vegetação, em junho de 2003. Esses isolados quebraram a resistência da cultivar FT-2 e, conseqüentemente, de todas as demais cultivares identificadas em 2001 como resistentes, sendo caracterizada, portanto, uma nova raça do fungo. As cultivares que inicialmente produziram somente lesões tipo RB, quando inoculadas com esporos de *P. pachyrhizi* da raça proveniente do Mato Grosso, passaram a se comportar como cultivares suscetíveis, produzindo lesão do tipo castanho-clara (TAN), com abundante esporulação.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local

O ensaio foi instalado em Uberlândia-MG, na Fazenda Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, situada a 18° 55' 23" de latitude sul, 48°17' 19" de longitude oeste e 872 m de altitude (precipitação média anual de 1485,1 mm). O experimento foi realizado no período de dezembro de 2004 a fevereiro de 2005.

#### 3.2. Plantio e condução do experimento

O plantio foi realizado em bandejas de 72 células contendo substrato Plantmax. Quando as plantas apresentavam o segundo trifólio expandido (21 dias de idade), pulverizou-se as folhas com inóculo de *P. pachyrhizi* ajustado para  $0,8 \times 10^5$  uredinosporos/ml, com aproximadamente 90% de germinação. Estes uredinosporos foram dispersos em água destilada com Tween, na dosagem de 0,5%. Para a pulverização, utilizou-se um pulverizador manual com capacidade para 1,0 litro. Os uredinosporos usados como inóculo foram coletados na Fazenda Capim Branco em Uberlândia e multiplicados em cultivar suscetível Conquista. Após a inoculação, as plantas permaneceram em casa de vegetação com temperatura de  $30 \pm 3^\circ\text{C}$ , com turnos de molhamento de 15 minutos, a cada 1 hora durante 12 horas por dia.

#### 3.3. Genótipos estudados

Foram utilizadas sementes de 61 genótipos, provenientes do Programa de Melhoramento Genético de Soja da Universidade Federal de Uberlândia (Tabela 01). E como testemunhas foram utilizadas as cultivares Garantia, DM 339, Luziânia, DM 118, MG/BR 46 (Conquista), UFV 19 e M-soy 6101.

TABELA 01. Genótipos utilizados no experimento. UFU, Uberlândia, 2005.

Nº	Genótipos	Nº	Genótipos
1	UFV-16 x MG/BR-93.4916	35	Cristalina x IAC 100
2	(FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 X Conquista)	36	Cristalina x IAC 100
3	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 X UFV-18)	37	Cristalina x IAC 100
4	Cristalina x IAC-100	38	Garimpo x Savana
5	Confiança x Uirapuru	39	Cristalina x IAC 100
6	M-soy8411 x Xingu	40	Cristalina x IAC 100
7	(M-soy8411 x M-soy8914) x (Emgopa 315 x Tucano)	41	Cristalina x IAC 100
8	Confiança x Xingu	42	Cristalina x IAC 100
9	( FT-2000 x FT-Cometa) x Conquista	43	Cristalina x IAC 100
10	UFV-16 x MG/BR-93.4916	44	Cristalina x IAC 100
11	Confiança x Uirapuru	45	Cristalina x IAC 100
12	Hartwig x Cristalina	46	Luziânia
13	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 x UFV-18)	47	Dm -101 x Liderança
14	IAC 8.2 x Conquista	48	M-Soy 8411 x Xingu
15	IAC 100 x Emgopa 302	49	Cristalina x IAC 100
16	FT 2000 x Emgopa 302	50	Garantia
17	Cristalina x IAC 100	51	Dm 339
18	FT 2000 x Emgopa 302	52	Tucano x M-soy 8800
19	BR 4 x FT 2000	53	Tucano x M-Soy 8800
20	FT Cometa x FT 2000	54	Cristalina x IAC 100
21	IAC 100 x Emgopa 302	55	Cristalina x IAC 100
22	IAC 100 x Emgopa 302	56	FT- 50.268-M x UFV-18
23	M-Soy 6101	57	(FT-2000 x IAS-5) x UFV-17
24	UFV 19	58	FT- 50.268-M x UFV-18
25	MG/BR 46 (Conquista)	59	X-27 x Hartwig
26	FT 2000 x Emgopa 302	60	Segurança x BR 95-147798
27	DM-118	61	UFV-16 x MG/BR-93.4916
28	(BR-95015308 x FT 50.268-M) x (GOBr94-09443 x Liderança)	62	BR-8611864 x MG/BR-93.4916
29	IAC 100 x Emgopa 302	63	IAC 17 x Tucano
30	IAC 100 x Emgopa 302	64	(M-soy 8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista)
31	FT 2000 x Emgopa 302	65	Emgopa 315 x DM 97-101
32	IAC Foscarim x FT 2000	66	(FT 2000 x IAS-5) x Garimpo
33	FT 2000 x Emgopa 302	67	Confiança x Xingu
34	IAC 100 x Emgopa 302	68	UFV-20 x IAC-21

#### 3.4. Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com 68 genótipos, nove repetições, sendo cada repetição composta por oito plantas, onde somente as duas plantas centrais foram avaliadas.

#### 3.5. Avaliações

As avaliações consistiram em contagem do número de pústulas por centímetro quadrado, severidade da ferrugem asiática, segundo escala diagramática de Juliatti e Polizel (2004), e período latente médio. A escala utilizada para avaliação de severidade foi obtida pelo programa Quant (VALE et al., 2003), desenvolvido pelo departamento de fitopatologia da UFV, que apresenta o limite máximo de severidade de 100% e o mínimo de 0%. Usaram-se intervalos de 1-25%; 26-50%; 51-75% e 75-100%. A diferença entre avaliadores na mensuração se deve a habilidade entre esses avaliadores em discriminar os níveis de doença.

As avaliações foram realizadas no folíolo central do primeiro trifólio aos seis, doze e dezoito dias após a inoculação.

#### 3.6. Análise estatística

A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi usada para descrever a epidemia. Neste caso, baseando-se em avaliações de severidade e pústulas/cm<sup>2</sup>, pode-se estabelecer uma curva da doença quantificada “*versus*” tempo. Segundo Shanner; Finley (1977), a área abaixo da curva de progressão de doença pode ser calculada pela fórmula:

$AACPD = \sum [(Y_i + Y_{i+1})/2 \times (T_{i+1} - T_i)]$ , onde:

$Y_i$  = Proporção da doença na  $i$ -ésima observação;

$T_i$  = tempo (dias) na  $i$ -ésima observação e;

$N$  = número total de observações.



A AACPD foi padronizada dividindo-se o valor da área abaixo da curva de progresso pelo tempo ( $T_n - T_1$ ) da epidemia (FRY, 1977). Todo o procedimento para obtenção da AACPD foi realizado através do programa AVACPD, da Universidade Federal de Viçosa.

Foi realizada a análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade, por meio do software SISVAR, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2000). As variáveis número de pústulas por centímetro quadrado e AACPD para pústulas/cm<sup>2</sup> foram transformadas em raiz quadrada de  $(x + 0,5)$ .

### 3.7. Período Latente Médio

O período latente médio (PLM) foi calculado transformando-se o número de pústulas presentes a cada seis dias em proporção do número total de pústulas, com o emprego da equação de Shaner e Hess (1978):

$$PLM = \sum P_i T_i$$

$P_i$  = proporção de pústulas novas surgidas na  $i$ -ésima observação, em relação ao número final de pústulas na  $n$ -ésima observação;

$T_i$  = número de dias decorridos desde a inoculação até a  $i$ -ésima observação, e

$n$  = número total de observações.

### 3.8. Análise de Agrupamento e de Componentes Principais.

Realizou-se a análise multivariada de agrupamento com o objetivo de agrupar os genótipos semelhantes em relação às variáveis pústulas/cm<sup>2</sup> e severidade. Para a formação dos grupos, adotou-se a medida de dissimilaridade distância euclidiana, e como estratégia de agrupamento para identificar a similaridade entre grupos, o método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average), que utiliza a distância média do grupo e expressa o

resultado da ordenação das populações em um dendrograma. A análise de agrupamento tem por finalidade reunir, por algum critério de classificação, indivíduos em grupos, de tal forma que exista máxima homogeneidade dentro desses grupos e máxima heterogeneidade entre eles (JOHNSON; WICHERN, 1998).

A distância euclidiana entre os indivíduos  $i$  e  $i'$  é dada por:

$$d_{ii'} = \left[ \sum_{j=1}^p (X_{ij} - X_{i'j})^2 \right]^{1/2}$$

Em que,

$$X_i = [X_{i1} \quad X_{i2} \quad \dots \quad X_{ip}]'$$

$$X_{i'} = [X_{i'1} \quad X_{i'2} \quad \dots \quad X_{i'p}]'$$

Foi realizada também a análise de componentes principais, a qual reduz o conjunto inicial de variáveis a um conjunto menor, referindo o máximo da variabilidade espacial nos eixos ortogonais. Estes são denominados de componentes principais (autovetores), definidos a partir dos autovalores da matriz variâncias e co-variância das variáveis originais (JOHNSON; WICHERN, 1998). Posteriormente, foi feita a dispersão gráfica para visualizar a formação dos grupos de genótipos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Período Latente Médio de *Phakopsora pachyrhizi* em genótipos de soja

Observou-se, através da Tabela 02, que o período latente médio dos genótipos de soja variou de 11,43 a 16,45 dias.

Se considerarmos que *P. pachyrhizi* leva em média sete dias para a formação das primeiras pústulas (BALARDIN; NAVARINI; DALLAGNOL, 2005), cultivares, com período latente superior a catorze dias, poderiam ser classificadas como portadoras de resistência parcial. Os efeitos da resistência nessas cultivares, sobre a ferrugem asiática, seria uma diminuição nos ciclos biológicos do patógeno, com reflexo visível sobre a taxa de infecção aparente. Neste trabalho, quinze genótipos apresentaram período latente superior a 15 dias, ou seja, levaram mais de 15 dias desde a inoculação até o aparecimento dos primeiros sintomas. Logo, pode-se afirmar que esses genótipos apresentaram resistência parcial à ferrugem da soja. Esses genótipos são: IAC 100 x Emgopa 302 (nº30), quatro Cristalina x IAC100 (nsº 4, 41, 42 e 49), Confiança x Uirapuru (nº 11), M-Soy 8411 x Xingu (nº48), dois UFV-16 x MG/BR-93.4916(nsº10 e 61), (FT-2000 x IAC-5) x UFV-17(nº57), (UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 x UFV-18) (nº13), (M-soy 8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista) (nº64), FT 2000 x Emgopa 302 (nº18) e a testemunha M-soy 6101 (nº23). Por outro lado, os genótipos 66, 35 e 38, comportaram-se como mais suscetíveis à ferrugem, pois apresentaram período latente menor que 15 dias.

O período latente médio não variou muito entre os genótipos. Isso talvez possa ser explicado pela maior favorabilidade no desenvolvimento da ferrugem da soja, pois a temperatura alcançou valores mais altos no verão (temperaturas na faixa de 25-32°C, UR acima de 80%) e houve também molhamento foliolar

contínuo na casa de vegetação (das 7 as 18 h com 15 min. de molhamento contínuo). Tais fatos se deram nos meses de janeiro a março, justamente na época em que foi conduzido o experimento. Outro aspecto de relevância é a possível ação dos genes menores que são responsáveis pela resistência parcial, a qual não é muito efetiva de forma isolada. É necessário piramidar estes genes (JULIATTI; POLIZEL; JULIATTI, 2004; JULIATTI et al., 2005).

Com relação a diferença encontrada entre as médias do período latente médio, alguns trabalhos já relataram esse fato em outros patossistemas (AZEVEDO, 1984; SILVA et al., 1998; BALARDIN; NAVARINI; DALLAGNOL, 2005). Em estudos em casa de vegetação, com a ferrugem da soja, Marchetti et al. (1975 apud JULIATTI, 2005) e Bromfield et al. (1980 apud JULIATTI, 2005) observaram que as combinações patógeno-hospedeiro, que resultaram em reações tipo RB, apresentaram períodos latentes mais longos, taxas mais baixas de aumento do número de pústulas e lesões menores, quando comparadas com interações suscetíveis que resultaram em reações tipo TAN.

TABELA 02. Período latente médio( PLM), em dias, de *P. phachyrhizi* em 68 genótipos de soja em condição de casa de vegetação.

Nº	GENÓTIPOS	PLM	RP	Nº	GENÓTIPOS	PLM	RP
66	(FT 2000 x IAC 5) x Garimpo1	11,43	S	52	Tucano x Msoy 8800	14,27	S
35	Cristalina x IAC 100	11,68	S	25	MG/BR 46(Conquista)	14,28	S
38	Cristalina x IAC 101	11,74	S	40	Cristalina x IAC 100	14,35	S
47	DM 101 x Liderança	12,01	S	68	UFV-20 x IAC-21	14,37	S
50	Garantia	12,48	S	26	FT 2000 x Emgopa 302	14,41	S
45	Cristalina x IAC 101	12,5	S	15	IAC 100 x Emgopa 303	14,42	S
7	(MSoy 8411 x Msoy 8914) x ( Emgopa 315 x Tucano)	12,59	S	22	IAC 100 x Emgopa 303	14,51	S
20	FT Cometa x FT 2000	12,6	S	33	FT 2000 x Emgopa 302	14,55	S
44	Cristalina x IAC 100	12,66	S	62	BR-8611864 x MG/BR-93.4916	14,55	S
19	BR 4 xFT 2000	12,7	S	59	X27 x Hartwig	14,63	S
34	IAC 100 x Emgopa 303	12,78	S	46	Luziânia	14,68	S

“cont...”

“Tab. 2.Cont...”

Nº	GENÓTIPOS	PLM	RP	Nº	GENÓTIPOS	PLM	RP
17	Cristalina x IAC 100	12,83	S	67	Confiança x Xingu	14,69	S
8	Confiança x Xingu	12,86	S	37	Cristalina x IAC 100	14,74	S
56	FT 50.268-M x Msoy 8914	13,06	S	16	FT 2000 x Emgopa 302	14,75	S
39	Cristalina x IAC 100	13,17	S	36	Cristalina x IAC 100	14,78	S
28	(BR-95.015308 x FT 50.268-M) x (GOBR 94-09443 x Liderança)	13,2	S	53	Tucano x Msoy 8800	14,8	S
55	Cristalina x IAC 100	13,22	S	12	Hartwig x Cristalina	14,86	S
32	IAC Foscarim x FT 2000	13,29	S	65	Emgopa 315 x DM 97-101	14,88	S
21	IAC 100 x Emgopa 302	13,33	S	2	(FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 x Conquista)	14,91	S
29	IAC 100 x Emgopa 302	13,43	S	9	(FT Cometa x FT 2000) x Conquista	14,95	S
31	FT 2000 x Emgopa 302	13,48	S	30	IAC 100 x Emgopa 302	15,01	R
24	FT 2000 x Emgopa 302	13,49	S	49	Cristalina x IAC 100	15,01	R
51	DM 339	13,56	S	41	Cristalina x IAC 100	15,02	R
14	IAC 8.2 x Conquista	13,6	S	4	Cristalina x IAC 100	15,03	R
1	UFV-16 x MG/BR-93.4916	13,67	S	11	Confiança x Uirapuru	15,04	R
5	Confiança x Uirapuru	13,75	S	48	Msoy 8411 x Xingu	15,05	R
6	Msoy 8411 x Xingu	13,77	S	61	UFV-16 x MG/BR-93.4916	15,12	R
58	FT 50.268-M x UFV 18	13,83	S	57	(FT 2000 x IAS 5) x UFV 17	15,15	R
63	IAC-17 x Tucano	13,9	S	42	Cristalina x IAC 100	15,43	R
3	(UFV-16 x Liderança) x (FTH- 2857 x UFV-18)	13,91	S	13	(UFV-16 x MG/BR-93.4916) x (FTH 2857 x UFV-18)	15,56	R
43	Cristalina x IAC 100	13,98	S	64	(Msoy 8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista)	15,58	R
60	Segurança x BR-95.147798	13,96	S	10	UFV-16 x MG/BR-93.4916	15,77	R
54	Cristalina x IAC 100	14,03	S	18	FT 2000 x Emgopa 302	15,96	R
27	DM 118	14,22	S	23	Msoy 6101	16,49	R

PLM= Período Latente Médio  
 RP= Resistência Parcial  
 R= Resistente  
 S= Suscetível

#### 4.2. Número de Pústulas por Unidade Foliolar

A média do número de pústulas por folíolo variou de 3,28 a 9,11, na primeira época (6 dias após a inoculação - 6 DAI), na segunda (12 dias após inoculação - 12 DAI) variou de 8,22 a 17,22 e na terceira época (18 dias após inoculação - 18 DAI) de 48,78 a 133,06 (Tabela 03). Houve diferenças significativas entre as médias dos genótipos pelo teste de Scott-Knott, a 5%,

apenas na segunda época (12 DAI). Pelos resultados obtidos, é possível separar os sessenta e oito materiais em dois grupos distintos. Um primeiro grupo de genótipos, cujo número de pústulas por folíolo variou de 8,22 a 11,44, apresentou maior resistência parcial a ferrugem da soja, e um segundo grupo, cujo número de pústulas por folíolo variou de 11,61 a 17,22, pode ser considerado como mais suscetível à ferrugem asiática. O primeiro grupo compreende os seguintes genótipos: nove Cristalina x IAC 100 (ns<sup>4</sup>, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43 e 44) cinco FT 2000 x Emgopa 302 (ns<sup>16</sup>, 18, 26, 31 e 33), (FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 X Conquista) (n<sup>2</sup>), UFV-20 x IAC-21 (n<sup>68</sup>), ( FT-2000 x FT-Cometa) x Conquista( n<sup>9</sup>), BR-8611864 x MG/BR-93.4916 (n<sup>62</sup>) , dois Confiança x Xingu (ns<sup>67</sup> e 8), IAC 17 x Tucano (n<sup>63</sup>), FT Cometa X FT 2000 (n<sup>20</sup>), BR 4 x FT 2000 (n<sup>19</sup>), quatro IAC 100 x Emgopa 302 (ns<sup>22</sup>, 29, 30 e 34), (UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 X UFV-18)(n<sup>13</sup>), IAC Foscarim x FT 2000(n<sup>32</sup>), (M-soy 8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista)(n<sup>64</sup>), Emgopa 315 x DM 97-101(n<sup>65</sup>), UFV-16 x MG/BR-93.4916 (n<sup>1</sup>), dois Confiança x Uirapuru (ns<sup>5</sup> e 11), Hartwig x Cristalina(n<sup>12</sup>), M-soy 8411 x Xingu(n<sup>48</sup>) e as testemunhas M-soy 6101, UFV 19, DM-118 e MG/BR 46 (Conquista). Os genótipos 18, 41 e 43 apresentaram valores menores de pústulas/folíolo em relação às testemunhas.

No segundo grupo, representado pelos materiais com menor resistência parcial, os genótipos foram: dois IAC 100 x Emgopa 302(ns<sup>15</sup> e 21), FT-50.268-M x UFV-18(n<sup>58</sup>), Garimpo x Savana (n<sup>38</sup>), (FT-2000 x IAS-5) x UFV-17(n<sup>57</sup>), M-soy8411 x Xingu (n<sup>6</sup>), (M-soy8411 x M-soy8914) x (Emgopa 315 x Tucano) (n<sup>7</sup>), IAC 8.2 x Conquista (n<sup>14</sup>), X-27 x Hartwig (n<sup>27</sup>), (BR-95015308 x FT 50.268-M) x (GOBr94-09443 x Liderança) (n<sup>28</sup>), (UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 X UFV-18) (n<sup>13</sup>), Segurança x BR 95-147798(n<sup>60</sup>), dois Tucano x M-soy 8800(ns<sup>52</sup> e 53), (FT 2000 x IAS-5) x

Garimpo (nº66), cinco Cristalina x IAC 100(nsº17, 35, 45, 49, 54 e 55), dois UFV-16 x MG/BR-93.4916(nsº61 e 10), Dm -101 x Liderança(nº47), FT-50.268-M X UFV-18(nº58) e as testemunhas Luziânia, Garantia e Dm 339, sendo que estas apresentaram número maior de pústulas por folíolo.

A média do número de pústulas por folíolo foi diferente nas três épocas de avaliação. Na primeira época ocorreu uma baixa pressão da doença, enquanto na terceira época os genótipos se encontravam num estágio mais avançado da doença.

TABELA 03. Número médio de pústulas de *P. phachyrhizi*, por folíolo, em 68 genótipos de soja, em 3 épocas de avaliação, em condição de casa de vegetação.

Nº	Genótipos	Pústulas 1 <sup>(1)</sup>	Pústulas 2 <sup>(1)</sup>	Pústulas 3 <sup>(1)</sup>
41	Cristalina x IAC 100	5,50 a	8,22 a	79,72 a
18	FT 2000 x Emgopa 302	4,44 a	8,72 a	102,06 a
43	Cristalina x IAC 100	4,50 a	8,78 a	81,72 a
23	M-Soy 6101	6,11 a	8,83 a	120,83 a
2	(FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 x Conquista)	3,28 a	8,94 a	72,83 a
42	Cristalina x IAC 100	4,78 a	9,00 a	100,94 a
44	Cristalina x IAC 100	4,72 a	9,00 a	77,11 a
40	Cristalina x IAC 100	3,83 a	9,11 a	90,22 a
68	UFV-20 x IAC-21	5,33 a	9,28 a	72,39 a
9	( FT-2000 x FT-Cometa) x Conquista	4,44 a	9,39 a	108,06 a
62	BR-8611864 x MG/BR-93.4916	5,11 a	9,44 a	98,28 a
37	Cristalina x IAC 100	6,00 a	9,44 a	112,22 a
67	Confiança x Xingu	4,83 a	9,50 a	66,89 a
39	Cristalina x IAC 100	4,39 a	9,61 a	67,50 a
63	IAC 17 x Tucano	4,22 a	9,89 a	78,83 a
20	FT Cometa x FT 2000	5,00 a	9,89 a	60,50 a
19	BR 4 x FT 2000	4,33 a	9,89 a	48,78 a
34	IAC 100 x Emgopa 302	5,11 a	9,94 a	98,11 a
30	IAC 100 x Emgopa 302	6,67 a	10,06 a	96,11 a
24	UFV 19	6,94 a	10,11 a	67,44 a
26	FT 2000 x Emgopa 302	9,11 a	10,16 a	100,11 a
3	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 X UFV-18)	5,17 a	10,17 a	70,06 a

“Cont...”

“Tab. 3.Cont...”

Nº	GENÓTIPOS	Pústulas 1 <sup>(1)</sup>	Pústulas 2 <sup>(1)</sup>	Pústulas 3 <sup>(1)</sup>
36	Cristalina x IAC 100	5,06 a	10,22 a	91,61 a
32	IAC Foscarim x FT 2000	5,72 a	10,22 a	61,94 a
33	FT 2000 x Emgopa 302	5,33 a	10,28 a	92,00 a
64	(M-soy 8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista)	4,72 a	10,39 a	133,06 a
65	Emgopa 315 x DM 97-101	5,11 a	10,39 a	82,61 a
1	UFV-16 x MG/BR-93.4916	4,28 a	10,44 a	77,89 a
31	FT 2000 x Emgopa 302	6,56 a	10,44 a	84,78 a
27	DM-118	4,78 a	10,61 a	79,78 a
5	Confiança x Uirapuru	5,61 a	10,78 a	86,89 a
16	FT 2000 x Emgopa 302	4,83 a	10,83 a	90,28 a
22	IAC 100 x Emgopa 302	4,17 a	10,83 a	81,00 a
4	Cristalina x IAC-100	4,44 a	11,00 a	106,78 a
8	Confiança x Xingú	7,50 a	11,06 a	63,11 a
49	Cristalina x IAC 100	5,67 a	11,28 a	119,78 a
25	MG/BR 46 (Conquista)	5,72 a	11,28 a	85,94 a
29	IAC 100 x Emgopa 302	7,39 a	11,28 a	92,33 a
11	Confiança x Uirapuru	5,61 a	11,39 a	100,61 a
38	Garimpo x Savana	4,17 a	11,39 a	49,11 a
12	Hartwig x Cristalina	3,61 a	11,44 a	96,83 a
48	M-Soy 8411 x Xingu	4,61 a	11,44 a	117,61 a
21	IAC 100 x Emgopa 302	7,11 a	11,61 b	78,11 a
56	FT- 50.268-M x UFV-18	7,50 a	11,67 b	98,83 a
57	(FT-2000 x IAS-5) x UFV-17	7,67 a	11,89 b	101,00 a
6	M-soy8411 x Xingú	4,67 a	12,00 b	90,83 a
7	(M-soy8411 x M-soy8914) x (Emgopa 315 x Tucano)	5,72 a	12,11 b	59,11 a
14	IAC 8.2 x Conquista	4,06 a	12,22 b	71,67 a
59	X-27 x Hartwig	5,72 a	12,39 b	106,50 a
15	IAC 100 x Emgopa 302	6,00 a	12,44 b	83,06 a
51	Dm 339	6,78 a	12,44 b	97,22 a
28	(BR-95015308 x FT 50.268-M) x (GOBr94-09443 x Liderança)	4,44 a	12,44 b	79,50 a
13	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 x UFV-18)	6,89 a	12,50 b	111,61 a
60	Segurança x BR 95-147798	6,39 a	12,50 b	82,61 a
52	Tucano x M-soy 8800	6,28 a	12,61 b	100,83 a
66	(FT 2000 x IAS-5) x Garimpo	4,44 a	13,00 b	52,22 a
45	Cristalina x IAC 100	5,61 a	13,00 b	82,17 a
46	Luziânia	5,50 a	13,11 b	124,78 a
50	Garantia	6,33 a	13,22 b	78,22 a
10	UFV-16 x MG/BR-93.4916	4,22 a	13,33 b	128,83 a

“Cont...”



“Tab. 3.Cont...”

Nº	GENÓTIPOS	Pústulas 1 <sup>(1)</sup>	Pústulas 2 <sup>(1)</sup>	Pústulas 3 <sup>(1)</sup>
55	Cristalina x IAC 100	4,89 a	13,33 b	86,78 a
61	UFV-16 x MG/BR-93.4916	5,33 a	13,56 b	118,61 a
35	Cristalina x IAC 100	5,50 a	13,67 b	65,94 a
53	Tucano x M-Soy 8800	8,11 a	13,72 b	125,28 a
47	Dm -101 x Liderança	7,11 a	14,28 b	71,61 a
17	Cristalina x IAC 100	5,22 a	15,61 b	57,67 a
54	Cristalina x IAC 100	6,44 a	16,56 b	105,00 a
58	FT- 50.268-M x UFV-18	8,22 a	17,22 b	126,28 a
CV(%)		24,10	18,14	41,12

Dados originais sem transformação. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Scott Knott. Pústulas 1, 2 e 3: número médio de pústulas na primeira (6 DAI), segunda (12 DAI) e terceira (18 DAI) avaliação, respectivamente.

#### 4.3. Severidade em folíolos de soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*

A média da severidade da ferrugem asiática nos genótipos de soja variou de 4,83 a 12,33 % de área foliar, com 6 DAI. Com 12 DAI variou de 13,56 a 23,89 % e, com 18 DAI, variou de 36,72 a 66,94 % (Tabela 04) de área foliar infectada. Houve diferenças significativas entre as médias, pelo teste de Scott-Knott, a 5%, apenas na avaliação com 12 DAI. Pelos resultados obtidos, é possível separar os sessenta e oito materiais em dois grupos distintos. Um primeiro grupo de genótipos, cuja severidade variou de 13,56% a 18,89%, apresentou maior resistência parcial a ferrugem da soja e um segundo grupo, cuja severidade variou de 19,17% a 23,89%, pode ser considerado como mais suscetível à ferrugem asiática.

O primeiro grupo é composto pelos seguintes genótipos: (FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 x Conquista) (nº2), UFV-16 x MG/BR-93.4916(nº1), IAC 8.2 x Conquista (nº14), onze Cristalina x IAC-100(nsº 4, 17, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 44 e 45), FT Cometa x FT 2000(nº20), M-soy8411 x Xingu (nº6), Garimpo x Savana(nº38), Confiança x Uirapuru(nº5), cinco IAC 100 x Emgopa 302(nsº15, 21, 29, 30 e 34), ( FT-2000 x FT-Cometa) x Conquista(nº9), três FT 2000 x Emgopa 302(nsº16, 26 e 33), UFV-20 x IAC-21(nº68), IAC 17 x

Tucano(n°63), Emgopa 315 x DM 97-101(n°65), Hartwig x Cristalina(n°12), (UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 X UFV-18) (n°3), Confiança x Xingu(n°8), X-27 x Hartwig(n°59), BR-8611864 x MG/BR-93.4916(n°62), (BR-95015308 x FT 50.268-M) x (GOBr94-09443 x Liderança) (n°28), BR 4 x FT 2000(n°19) e as testemunhas MG/BR 46 (Conquista), DM-118 e M-Soy 6101. Nessas cultivares, não foi observada a reação tipo RB à ferrugem, todas apresentaram reação tipo TAN. Os genótipos 1, 2, 4, 5, 6, 14, 15, 20, 38, 39, 42, e 43 apresentaram menor severidade em relação às testemunhas.

Fazem parte do segundo grupo os genótipos: FT- 50.268-M x UFV-18(n°56), Confiança x Uirapuru (n°11), quatro Cristalina x IAC 100(ns° 37, 49, 54 e 55), Confiança x Xingu(n°67), Dm -101 x Liderança(n°47), (UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 x UFV-18) (n°13), M-Soy 8411 x Xingu(n°48), (M-soy8411 x M-soy8914) x (Emgopa 315 x Tucano) (n°7), (FT 2000 x IAS-5) x Garimpo(n°66), IAC Foscarim x FT 2000 (n°32), (FT-2000 x IAS-5) x UFV-17 (n°57), IAC 100 x Emgopa 302(n°22), (M-soy8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista) (n°64), dois FT 2000 x Emgopa 302(ns°18 e 31), FT- 50.268-M x UFV-18(n°58), UFV-16 x MG/BR-93.4916(n°61), dois Tucano x M-Soy 8800(ns°52 e 53), Segurança x BR 95-147798 (n°60) e as testemunhas Luziânia, UFV 19, Dm 339 e Garantia, sendo que estas comportaram-se como suscetíveis.

Godoy et al. (2003) acompanharam, na safra 2002-2003, o progresso da ferrugem em Londrina-PR, em 18 cultivares comerciais de soja, em duas épocas de semeadura (novembro e dezembro). A evolução da doença e a severidade final nas cultivares variaram em função da época de semeadura. Entre as cultivares testadas, BRS 134 foi a única que apresentou maior resistência parcial à doença. Azevedo (2005) avaliou, em seu trabalho, 50 genótipos de soja, em dois experimentos, em casa de vegetação. Entre as cultivares testadas, Monsoy 8211, Fortuna (Impacta), Coodetec 208 e Emgopa 313 comportaram-se como mais resistentes parcialmente à ferrugem asiática.

TABELA 04. Severidade (% de área foliar infectada) da ferrugem asiática em 68 genótipos de soja, em 3 épocas de avaliação, em condição de casa de vegetação.

Nº	GENÓTIPOS	Sev.1 <sup>(1)</sup>	Sev.2 <sup>(1)</sup>	Sev.3 <sup>(1)</sup>
2	(FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 X Conquista)	4,83 a	13,56 a	51,61 a
1	UFV-16 x MG/BR-93.4916	6,11 a	14,72 a	52,89 a
14	IAC 8.2 x Conquista	8,06 a	14,89 a	53,67 a
4	Cristalina x IAC-100	6,61 a	15,56 a	46,50 a
20	FT Cometa x FT 2000	8,72 a	15,89 a	39,72 a
6	MSOY8411 x Xingú	5,50 a	16,44 a	57,72 a
42	Cristalina x IAC 100	6,11 a	16,61 a	38,89 a
38	Garimpo x Savana	6,89 a	16,67 a	55,83 a
39	Cristalina x IAC 100	7,11 a	16,89 a	37,50 a
5	Confiança x Uirapuru	5,50 a	16,89 a	41,72 a
15	IAC 100 x Emgopa 302	7,00 a	16,89 a	60,61 a
43	Cristalina x IAC 100	5,89 a	17,00 a	45,28 a
25	MG/BR 46 (Conquista)	8,67 a	17,00 a	50,61 a
27	DM-118	6,56 a	17,11 a	50,28 a
9	( FT-2000 x FT-Cometa) x Conquista	7,44 a	17,17 a	57,22 a
41	Cristalina x IAC 100	5,11 a	17,22 a	50,56 a
35	Cristalina x IAC 100	7,39 a	17,28 a	43,33 a
16	FT 2000 x Emgopa 302	6,89 a	17,33 a	49,72 a
30	IAC 100 x Emgopa 302	9,67 a	17,56 a	51,67 a
68	UFV-20 x IAC-21	9,33 a	17,67 a	40,56 a
63	IAC 17 x Tucano	7,78 a	17,78 a	56,67 a
65	Emgopa 315 x DM 97-101	8,56 a	17,78 a	55,28 a
40	Cristalina x IAC 100	6,33 a	17,78 a	42,50 a
12	Hartwig x Cristalina	7,22 a	17,78 a	48,89 a
17	Cristalina x IAC 100	7,89 a	17,89 a	49,56 a
21	IAC 100 x Emgopa 302	9,33 a	17,89 a	57,78 a
36	Cristalina x IAC 100	7,00 a	18,06 a	49,44 a
3	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 X Ufv-18)	8,11 a	18,11 a	49,83 a
45	Cristalina x IAC 100	8,56 a	18,11 a	46,94 a
29	IAC 100 x Emgopa 302	8,50 a	18,22 a	42,22 a
8	Confiança x Xingú	7,89 a	18,28 a	52,50 a
26	FT 2000 x Emgopa 302	9,72 a	18,33 a	57,22 a
59	X-27 x Hartwig	8,06 a	18,44 a	53,44 a
62	BR-8611864 x MG/BR-93.4916	7,22 a	18,44 a	58,33 a
33	FT 2000 x Emgopa 302	8,78 a	18,44 a	53,11 a

“Cont...”

“Tab. 4.Cont...”

Nº	GENÓTIPOS	Sev.1 <sup>(1)</sup>	Sev.2 <sup>(1)</sup>	Sev.3 <sup>(1)</sup>
34	IAC 100 x Emgopa 302	7,17 a	18,44 a	48,33 a
44	Cristalina x IAC 100	6,28 a	18,56 a	46,67 a
28	(BR-95015308 x FT 50.268-M) x (GOBr94-09443 x Liderança)	6,89 a	18,67 a	44,72 a
23	M-Soy 6101	7,39 a	18,89 a	54,72 a
19	BR 4 x FT 2000	8,56 a	18,89 a	47,22 a
56	FT- 50.268-M x UFV-18	8,22 a	19,17 b	47,50 a
11	Confiança x Uirapuru	8,00 a	19,17 b	53,61 a
37	Cristalina x IAC 100	7,89 a	19,33 b	53,61 a
24	UFV 19	9,00 a	19,33 b	50,83 a
67	Confiança x Xingu	9,00 a	19,39 b	36,72 a
47	Dm -101 x Liderança	11,39 a	19,44 b	45,00 a
13	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 x UFV-18)	7,89 a	19,44 b	55,56 a
48	M-Soy 8411 x Xingu	6,72 a	19,56 b	55,00 a
7	(MSOY8411 x MSOY8914) x (Emgopa 315 x Tucano)	7,00 a	19,67 b	58,72 a
10	UFV-16 x MG/BR-93.4916	8,00 a	19,67 b	63,39 a
55	Cristalina x IAC 100	7,56 a	19,89 b	50,56 a
66	(FT 2000 x IAC-5) x Garimpo	10,44 a	20,00 b	42,78 a
32	IAC Foscarim x FT 2000	7,00 a	20,11 b	55,83 a
57	(FT-2000 x IAS-5) x UFV-17	10,89 a	20,33 b	54,17 a
22	IAC 100 x Emgopa 302	8,33 a	20,67 b	51,94 a
64	(MSOY8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista)	8,89 a	20,78 b	61,22 a
31	FT 2000 x Emgopa 302	8,17 a	20,78 b	55,56 a
49	Cristalina x IAC 100	7,89 a	21,28 b	58,89 a
54	Cristalina x IAC 100	8,67 a	21,56 b	58,06 a
50	Garantia	7,22 a	21,56 b	66,94 a
58	FT- 50.268-M X UFV-18	10,33 a	21,89 b	56,94 a
61	UFV-16 x MG/BR-93.4916	10,06 a	22,00 b	60,06 a
46	Luziânia	7,22 a	22,44 b	50,83 a
52	Tucano x M-Soy 8800	10,67 a	22,56 b	63,61 a
60	Segurança x BR 95-147798	12,33 a	22,78 b	51,11 a
51	Dm 339	10,00 a	23,00 b	58,61 a
18	FT 2000 x Emgopa 302	6,56 a	23,44 b	55,28 a
53	Tucano x M-Soy 8800	9,56 a	23,89 b	58,61 a
	CV(%)	50,40	26,90	35,74

Dados originais sem transformação. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Scott Knott. Sev. 1, 2 e 3: severidade (% de área foliar infectada) com 6 DAI, 12 DAI e 18 DAI, respectivamente.

#### 4.4. Área Abaixo da Curva do Progresso da Doença (AACPD)

A média dos valores da AACPD, para número de pústulas por folíolo, variou de 241,69 a 564,58 (Tabela 05). Não houve diferenças significativas entre as médias.

De acordo com a análise de variância, a média dos valores da AACPD, para severidade da ferrugem asiática nos genótipos, variou de 251,06 a 384,64. Houve diferenças significativas entre as médias, pelo teste de Scott-Knott, a 5%. Neste ensaio, destacaram os seguintes genótipos: onze Cristalina x IAC 100 (ns° 4, 17, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 44 e 45), FT Cometa x FT 2000(n°20), Confiança x Uirapuru (n°5), Confiança x Xingu(n°67), UFV-20 x IAC-21(n°68), FT 2000 x Emgopa 302(n°16), três IAC 100 x Emgopa 302(ns°15, 29 e 34), (FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 X Conquista) (n°2), (BR-95015308 x FT 50.268-M) x (GOBr94-09443 x Liderança) (n°28), UFV-16 x MG/BR-93.4916 (n°1), Hartwig x Cristalina (n°12), (FT 2000 x IAS-5) x Garimpo (n°66), IAC 8.2 x Conquista (n°14) , BR 4 x FT 2000 (n°19), FT- 50.268-M x UFV-18 (n°56), Dm -101 x Liderança (n°47) , (UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 X UFV-18) (n°3) e as testemunhas DM-118 e MG/BR 46 (Conquista). Esses genótipos comportaram-se como mais resistentes à ferrugem da soja, devido aos mais baixos valores de AACPD. Por outro lado, os genótipos três do IAC 100 x Emgopa 302(ns° 21, 22 e 30), Garimpo x Savana (n°38), Confiança x Xingu(n° 8), M-soy8411 x Xingu (n°6), quatro Cristalina x IAC 100 (ns° 37, 49, 54 e 55), X-27 x Hartwig (n°59), quatro FT 2000 x Emgopa 302 (ns°18, 26, 31 e 33), Emgopa 315 x DM 97-101 (n°65), (FT-2000 x FT-Cometa) x Conquista (n°9), Confiança x Uirapuru (n°11), IAC 17 x Tucano (n°63), M-Soy 8411 x Xingu (n°48), (UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 x UFV-18) (n° 13), BR-8611864 x MG/BR-93.4916 (n°62), IAC Foscarim x FT 2000 (n°32), (FT-2000 x IAS-5) x UFV-17 (n°57), (M-soy8411 x M-soy8914) x (Emgopa 315 x Tucano) (n° 7), Segurança x BR 95-147798 (n°60), FT- 50.268-M x UFV-18 (n°56), dois UFV-

16 x MG/BR-93.4916 (ns<sup>o</sup>10 e 61), (M-soy8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista) (n<sup>o</sup>64), dois Tucano x M-Soy 8800 (ns<sup>o</sup> 52 e 53) e as testemunhas Garantia, Dm 339, UFV 19, M-Soy 6101 e Luziânia comportaram-se como mais suscetíveis à ferrugem, porque apresentaram valores mais elevados de AACPD.

A AACPD tem sido utilizada por diversos autores para quantificar diferenças entre níveis de resistência parcial em alguns patossistemas. Cruvinel et al. (2004) estudaram o progresso da ferrugem asiática em nove cultivares de soja de ciclo precoce, médio e tardio, em Senador Canedo-GO. Utilizaram a AACPD e a AACPD relativa (AACPD / Número de dias de epidemia) e encontraram diferenças tanto entre as cultivares com o mesmo ciclo quanto entre as cultivares de ciclos diferentes. Variações na taxa de progresso da doença e no período de incubação do fungo foram verificadas por Dallagnol, Balardin e Ugalde (2004), ao testarem a sensibilidade de 60 cultivares de soja, provenientes da região Sul, Sudeste, e Centro-Oeste do Brasil, a um isolado de *Phakopsora pachyrhizi*, sugerindo que este comportamento esteja atrelado a variação da resistência parcial em cada cultivar.

Para Balardin, Navarini e Dallagnol (2005), trabalhos desenvolvidos, para verificar a presença de resistência parcial em cultivares de soja à *Phakopsora pachyrhizi*, demonstraram variação na taxa de progresso da doença, entre diferentes cultivares de soja. Foi observado variação na sensibilidade das mesmas, em relação ao patógeno, quando inoculadas em diferentes estádios fenológicos. De modo geral, as cultivares apresentaram menor sensibilidade ao patógeno quando inoculadas entre os estádios V<sub>4</sub> e V<sub>5</sub>, sendo mais sensíveis à infecção nos estádios de V<sub>1</sub> e R<sub>1</sub>.

TABELA 05. Área abaixo da curva de progresso da doença da ferrugem asiática (AACPD), para pústulas e severidade, em 68 genótipos de soja, em condição de casa de vegetação.

Nº	GENÓTIPOS	AACPD Pústula <sup>(1)</sup>	AACPD Severidade <sup>(1)</sup>
42	Cristalina x IAC 100	415,50 a	251,06 a
39	Cristalina x IAC 100	300,89 a	254,25 a
20	FT Cometa x FT 2000	279,94 a	256,17 a
5	Confiança x Uirapuru	382,14 a	261,11 a
67	Confiança x Xingu	289,19 a	267,36 a
27	DM-118	354,36 a	269,81 a
40	Cristalina x IAC 100	367,69 a	271,25 a
68	UFV-20 x IAC-21	309,78 a	271,28 a
16	FT 2000 x Emgopa 302	369,28 a	271,92 a
15	IAC 100 x Emgopa 302	379,56 a	272,58 a
4	Cristalina x IAC-100	463,81 a	272,61 a
35	Cristalina x IAC 100	347,14 a	273,81 a
2	(FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 X Conquista)	315,56 a	274,06 a
43	Cristalina x IAC 100	351,72 a	275,19 a
29	IAC 100 x Emgopa 302	425,94 a	278,36 a
25	MG/BR 46 (Conquista)	376,33 a	285,56 a
28	(BR-95015308 x FT 50.268-M) x (GOBr94-09443 x Liderança)	367,22 a	285,75 a
1	UFV-16 x MG/BR-93.4916	343,06 a	288,72 a
44	Cristalina x IAC 100	339,53 a	290,36 a
41	Cristalina x IAC 100	346,67 a	293,06 a
45	Cristalina x IAC 100	396,31 a	294,36 a
12	Hartwig x Cristalina	414,50 a	295,83 a
66	(FT 2000 x IAC-5) x Garimpo	262,14 a	295,83 a
14	IAC 8.2 x Conquista	332,14 a	297,31 a
34	IAC 100 x Emgopa 302	420,97 a	297,75 a
36	Cristalina x IAC 100	393,67 a	298,89 a
17	Cristalina x IAC 100	328,46 a	300,50 a
19	BR 4 x FT 2000	241,69 a	301,75 a
56	FT- 50.268-M x Ufv-18	436,58 a	301,81 a
47	Dm -101 x Liderança	349,75 a	302,64 a
3	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 X Ufv-18)	321,47 a	303,36 a
30	IAC 100 x Emgopa 302	413,39 a	310,33 b
38	Garimpo x Savana	262,06 a	312,64 b
8	Confiança x Xingú	319,14 a	313,14 b

“Cont...”

“Tab. 5.Cont...”

Nº	GENÓTIPOS	AACPD Pústula <sup>(1)</sup> .	AACPD Severidade <sup>(1)</sup> .
6	MSOY8411 x Xingú	400,31 a	314,44 b
55	Cristalina x IAC 100	399,86 a	315,17 b
24	UFV 19	315,89 a	316,42 b
59	X-27 x Hartwig	459,28 a	317,86 b
33	FT 2000 x Emgopa 302	403,83 a	318,50 b
65	Emgopa 315 x DM 97-101	356,56 a	321,53 b
9	( FT-2000 x FT-Cometa) x Conquista	443,39 a	321,89 b
11	Confiança x Uirapuru	428,81 a	322,64 b
23	M-Soy 6101	482,53 a	323,33 b
37	Cristalina x IAC 100	464,61 a	323,36 b
63	IAC 17 x Tucano	348,33 a	324,44 b
48	M-Soy 8411 x Xingu	481,89 a	326,64 b
22	IAC 100 x Emgopa 302	356,36 a	326,64 b
46	Luziânia	521,39 a	330,64 b
13	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 x UFV-18)	466,08 a	330,83 b
62	BR-8611864 x MG/BR-93.4916	405,11 a	332,89 b
21	IAC 100 x Emgopa 302	350,03 a	332,89 b
32	IAC Foscarim x FT 2000	296,31 a	333,58 b
26	FT 2000 x Emgopa 302	420,31 a	335,25 b
57	(FT-2000 x IAS-5) x UFV-17	442,25 a	338,81 b
31	FT 2000 x Emgopa 302	378,81 a	339,53 b
7	(MSOY8411 x MSOY8914) x (Emgopa 315 x Tucano)	288,36 a	341,03 b
60	Segurança x BR 95-147798	389,94 a	346,39 b
18	FT 2000 x Emgopa 302	438,33 a	350,53 b
49	Cristalina x IAC 100	504,97 a	353,50 b
54	Cristalina x IAC 100	499,50 a	354,19 b
58	FT- 50.268-M X UFV-18	564,58 a	356,47 b
10	UFV-16 x MG/BR-93.4916	548,08 a	359,86 b
64	(MSOY8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista)	538,71 a	361,17 b
61	UFV-16 x MG/BR-93.4916	519,36 a	367,33 b
51	Dm 339	432,50 a	368,14 b
53	Tucano x M-Soy 8800	531,06 a	372,36 b
50	Garantia	367,50 a	381,69 b
52	Tucano x M-Soy 8800	440,11 a	384,64 b
	CV (%)	31,66	24,46

<sup>(1)</sup>Dados originais sem transformação. AACPD para pústulas e AACPD para severidade Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Scott Knott..



#### 4.5. Análise de Agrupamento e de Componentes Principais das variáveis pústulas/cm<sup>2</sup> e severidade na segunda época de avaliação

A análise dos componentes principais, representada pelo gráfico na Figura 1, evidenciou os genótipos 17 e 18, os quais foram mais discrepantes, ou seja, os genótipos que mais distanciaram entre todos os estudados. Permitiu também a visualização dos genótipos similares, ou seja, quanto mais próximo um genótipo do outro, mais parecidos eles serão. Desse modo, ficou evidente a formação de grupos entre os genótipos similares. O primeiro e o segundo componentes representaram 61,83 e 31,17% do total da variação, respectivamente. Crochemore, Molinari, Stenzel (2003), visando a caracterização de 55 acessos de *Passiflora spp.*, por meio de 22 descritores agromorfológicos da planta, realizaram uma análise multivariada do tipo componentes principais, o que possibilitou integrar as múltiplas informações extraídas e identificar quais descritores melhor caracterizaram os materiais estudados.

O dendrograma, relativo à análise de agrupamento das variáveis pústulas/cm<sup>2</sup> e severidade na segunda época de avaliação (12 DAI), está graficamente representado na Figura 2. Os 68 genótipos foram distribuídos em sete grupos, considerando-se como ponto de corte a distância euclidiana de 50%.

No grupo I, a média de pústulas por centímetro quadrado variou de 9,39 a 12,44 e a média de severidade variou de 13,56 a 15,89. Já no grupo II, houve uma variação de 8,22 a 12,44 para pústulas/cm<sup>2</sup> e de 16,44 a 19,56 para severidade. Os valores das médias, para essas variáveis e nestes dois grupos, estão dentro da amplitude de variação dos melhores genótipos, tomando como referência a análise de variância dos genótipos (Tabela 6), ou seja, estão distribuídos nos grupos I e II os materiais que apresentaram melhor desempenho quanto à resistência a ferrugem da soja.

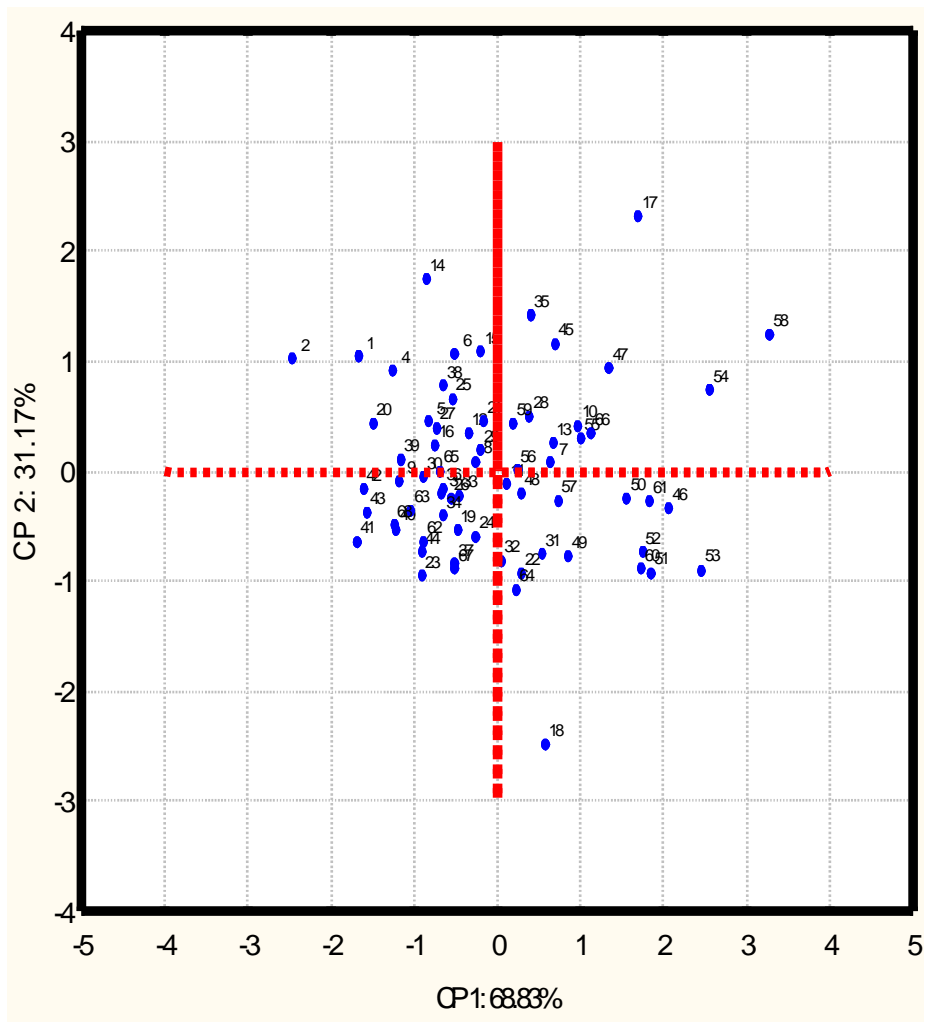


Figura 1. Análise dos componentes principais.

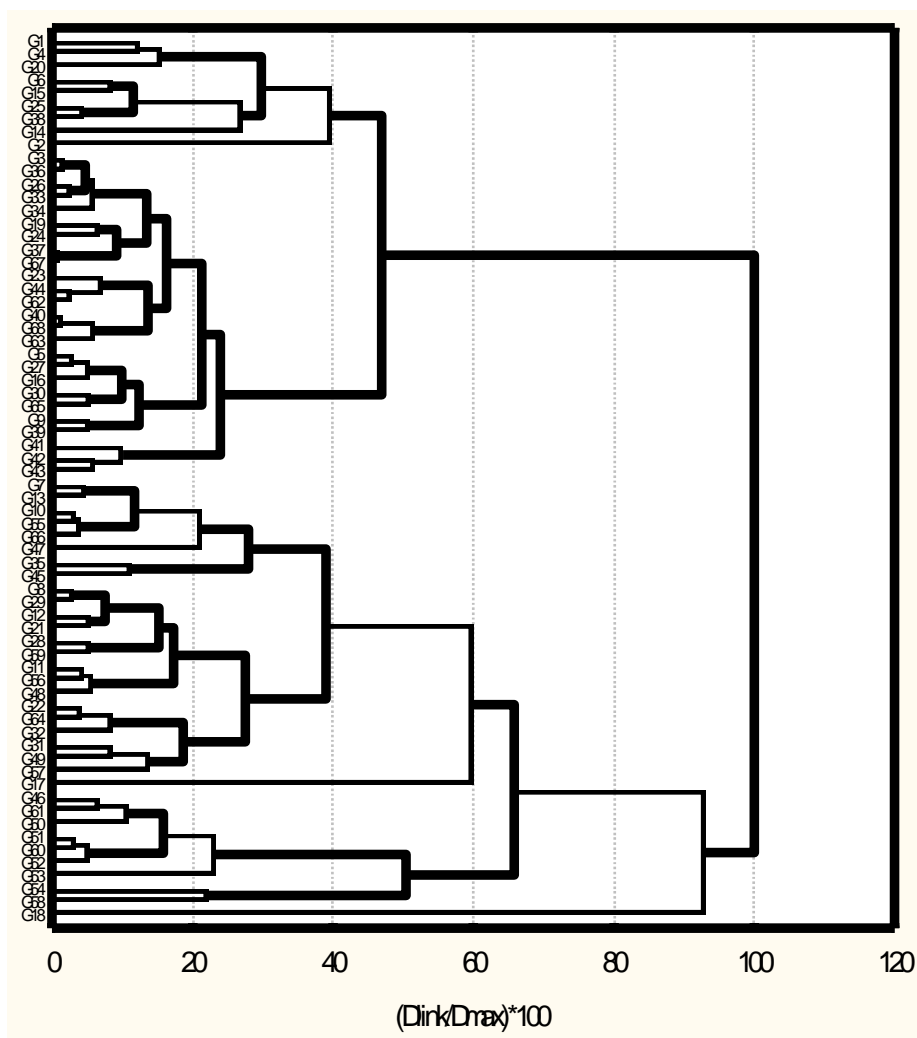


FIGURA 2. Dendrograma relativo às análises de agrupamento de 68 genótipos de soja, com base em valores médios das variáveis: pústula/cm<sup>2</sup> e severidade aos 12 DAI (dias após inoculação).

Nos grupos III a VII, a amplitude de variação das médias foi de 8,78 a 17,22 para pústulas/cm<sup>2</sup> e de 17,89 a 23,89 para severidade. Nestes grupos, estão classificados os genótipos de pior desempenho quanto à resistência a ferrugem da soja (Tabela 6), porém, ocorre, dentro da amplitude de variação das médias destes grupos, a presença de materiais considerados parcialmente resistentes, tais como os nsº: 17, 18, 22, 31, 32, 35, 42, 49, 53, 54, 58, 64. Este fator pode ser um indicativo da alta similaridade apresentada pelos genótipos, e da inexistência de agrupamentos fortes (homogêneos) entre si e heterogêneos com os demais. Soares (2005) realizou, em seu trabalho, uma análise multivariada e agrupou por meio de dendrogramas, 58 populações de *Rotylenchulus reniformis* em dois grandes grupos. Após, concluiu, através da amplitude de variação das variáveis estudadas que as 58 populações realmente pertenciam a *Rotylenchulus reniformis*.

Portanto, a análise de agrupamento e de componentes principais dos genótipos, consideradas juntamente com a análise de variância, pode vir a ser uma ferramenta a mais para complementar o estudo da quantificação da resistência parcial à *P. pachyrhizi*.

TABELA 06. Número médio de pústulas por folíolo e severidade da ferrugem asiática, em 68 genótipos de soja.

Grupo	Nº	Púst.	Sev.	Grupo	Nº	Púst.	Sev.
I	1	10,44	14,72	II	8	11,06	18,28
I	4	10,83	15,56	II	29	11,28	18,22
I	20	9,89	15,89	II	12	11,28	17,78
I	2	9,39	13,56	II	21	11,67	17,89
I	14	12,44	14,89	II	28	12,44	18,67
II	3	10,11	18,11	II	59	12,11	18,44
II	36	10,22	18,06	II	11	11,28	19,17
II	26	10,22	18,33	II	56	11,61	19,17
II	33	10,39	18,44	II	48	11,39	19,56
II	34	9,89	18,44	III	7	12,22	19,67
II	30	10,06	17,56	III	13	12,50	19,44
II	65	10,39	17,78	III	10	13,11	19,67
II	23	8,83	18,89	III	55	13,00	19,89
II	44	9,11	18,56	III	66	13,22	20,00
II	62	9,28	18,44	III	47	14,28	19,44
II	40	9,00	17,78	III	35	13,67	17,28
II	68	9,00	17,67	III	45	13,72	18,11
II	63	9,44	17,78	IV	22	10,44	20,67
II	19	9,94	18,89	IV	64	10,16	20,78
II	24	10,17	19,33	IV	32	10,28	20,11
II	37	9,50	19,33	IV	31	11,00	20,78
II	67	9,44	19,39	IV	49	11,39	21,28
II	9	9,61	17,17	IV	57	11,89	20,33
II	39	9,89	16,89	V	18	8,78	23,44
II	41	8,22	17,22	VI	46	13,56	22,44
II	42	8,94	16,61	VI	61	13,33	22,00
II	43	8,72	17,00	VI	50	13,00	21,56
II	5	10,78	16,89	VI	51	12,50	23,00
II	27	10,83	17,11	VI	60	12,39	22,78
II	16	10,61	17,33	VI	52	12,61	22,56
II	25	11,44	17,00	VI	53	13,33	23,89
II	38	11,44	16,67	VI	54	15,61	21,56
II	6	12,00	16,44	VI	58	17,22	21,89
II	15	12,44	16,89	VII	17	16,56	17,89

Grupo: Grupo referente ao dendrograma da análise de agrupamento

Nº : número do genótipo

Púst.: nº médio de pústulas por folíolo

Sev. : % de área foliar infectada

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cruzamento IAC 100 x Emgopa 302 (nº 30) e a cultivar M-soy 6101 (nº 23) foram considerados parcialmente resistentes à ferrugem, quando se avaliaram apenas as variáveis: período latente médio, pústula/cm<sup>2</sup>, aos 12 DAI, e severidade, aos 12 DAI.

Observando os dados de frequência da reação de resistência à ferrugem asiática (Tabela 7), verificou-se que, entre as cultivares usadas como testemunhas, houve variação quanto à reação, e as cultivares M-soy 6101, DM-118 e MG/BR 46 (Conquista) apresentaram desempenho superior às testemunhas UFV 19, Luziânia, Garantia e DM-339. Já os cruzamentos (M-soy8411 x M-soy8914) x (Emgopa 315 x Tucano), Tucano x M-soy 8800, (FT-2000 x IAS-5) x UFV-17, FT- 50.268-M x UFV-18 e Segurança x BR 95-147798 apresentaram os piores desempenhos quanto à resistência à ferrugem.

Por outro lado, os genótipos (FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 x Conquista), Hartwig x Cristalina, BR 4 x FT 2000, FT Cometa x FT 2000 e UFV-20 x IAC-21 mostraram-se parcialmente resistentes, quando se analisaram somente os dados de frequência da reação de resistência à ferrugem asiática (Tabela 7).

Entretanto, fazendo-se analogia entre as variáveis que apresentaram diferenças significativas entre as médias, pústula/cm<sup>2</sup>, na segunda época de avaliação (12 DAI), severidade, aos 12 DAI, AACPD, para severidade e período latente médio, como descrito por Balardin, Navarini e Dallagnol (2005), verificou-se que apenas os genótipos 4, 41 e 42, advindos do cruzamento Cristalina e IAC 100, apresentaram maior nível de resistência, porque foram os únicos entre os sessenta e oito genótipos que mostraram uma somatória dos efeitos desses parâmetros analisados. O mesmo resultado foi encontrado por

Juliatti et al. (2005) onde a cultivar UFUS Impacta, proveniente de hibridações entre as cultivares Cristalina RCH e IAC 100, apresentou resistência parcial a *P. pachyrhizi*, quando comparada aos demais genótipos. Esta cultivar teve seu registro de lançamento por Hamawaki et al. (2005).

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, presume-se, que a resistência parcial à ferrugem asiática da soja deve ser avaliada em condições de média epidemia. Fato este que aconteceu na segunda época de avaliação para todos os caracteres avaliados.

E, por último, é importante ressaltar que o uso de genótipos com resistência parcial à ferrugem asiática da soja poderá ser útil na redução do número de aplicações de fungicidas. O futuro de inovações para o controle da ferrugem asiática da soja envolverá a aplicação de medidas complementares como o vazio sanitário (três meses sem plantio), tratamento de sementes com fungicidas seletivos, manejo químico baseado em sistemas de previsão e utilização de kits diagnósticos rápidos para detecção da doença.

TABELA 07. Freqüência da reação de resistência parcial à ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em relação aos diferentes cruzamentos.

Genótipos	Pústula <sup>(1)</sup>	Severidade <sup>(2)</sup>	AACPD Sev. <sup>(3)</sup>
	Freqüência de indivíduos		(R:S)
( FT-2000 x FT-Cometa) x Conquista	01:00	01:00	00:01
FT- 50.268-M x UFV-18	00:02	01:01	01:01
(FT 2000 x IAS-5) x Garimpo	00:01	00:01	01:00
(FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 x Conquista)	01:00	01:00	01:00
(M-soy8411 x M-soy8914) x (Emgopa 315 x Tucano)	00:01	00:01	00:01
(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 X UFV-18)	01:01	01:01	01:01
BR-8611864 x MG/BR-93.4916	01:00	01:00	00:01
Confiança x Uirapuru	02:00	01:01	01:01
Confiança x Xingu	02:00	01:01	01:01
Hartwig x Cristalina	01:00	01:00	01:00
Cristalina x IAC 100	09:06	11:04	11:04

“Cont...”

“Tab. 7.Cont...”

Genótipos	Pústula <sup>(1)</sup>	Severidade <sup>(2)</sup>	AACPD Sev. <sup>(3)</sup>
Frequência de indivíduos			(R:S)
M-soy8411 x Xingú	01:01	01:01	00:02
UFV-16 x MG/BR-93.4916	01:02	01:02	01:02
UFV-20 x IAC-21	01:00	01:00	01:00
X-27 x Hartwig	01:00	01:00	00:01
(BR-95015308 x FT 50.268-M) x (GOBr94-09443 x Liderança)	00:01	01:00	01:00
(FT-2000 x IAS-5) x UFV-17	00:01	00:01	00:01
(M-soy 8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista)	01:00	00:01	00:01
BR 4 x FT 2000	01:00	01:00	01:00
MG/BR 46 (Conquista)	01:00	01:00	01:00
Dm -101 x Liderança	00:01	00:01	01:00
Dm 339	00:01	00:01	00:01
DM-118	01:00	01:00	01:00
Emgopa 315 x DM 97-101	01:00	01:00	00:01
FT 2000 x Emgopa 302	05:00	03:02	01:04
FT Cometa x FT 2000	01:00	01:00	01:00
Garantia	00:01	00:01	00:01
Garimpo x Savana	01:00	01:00	00:01
IAC 100 x Emgopa 302	04:02	05:01	03:03
IAC 17 x Tucano	01:00	01:00	00:01
IAC 8.2 x Conquista	00:01	01:00	01:00
IAC Foscarim x FT 2000	01:00	00:01	00:01
Luziânia	00:01	00:01	00:01
M-Soy 6101	01:00	01:00	00:01
Segurança x BR 95-147798	00:01	00:01	00:01
Tucano x M-soy 8800	00:02	00:02	00:02
UFV 19	01:00	00:01	00:01

<sup>(1)</sup>Pústula: nº médio de pústulas/cm<sup>2</sup> por folíolo na segunda época de avaliação (12 DAI)

<sup>(2)</sup>Severidade: % de área foliar infectada por *Phakopsora pachyrhizi* na segunda avaliação (12 DAI)

<sup>(3)</sup>AACPD Sev: AACPD para severidade

R:S - resistente: suscetível



## 6. CONCLUSÕES

1. Os genótipos 4, 41 e 42, advindos do cruzamento Cristalina e IAC 100, apresentaram resistência parcial à (*Phakopsora pachyrhizi*) ferrugem asiática da soja.
2. A análise de agrupamento e de componentes principais permitiu o agrupamento dos genótipos com resistência parcial à ferrugem da soja.
3. Presume-se que a resistência parcial à ferrugem asiática da soja deve ser avaliada em condições de média epidemia.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, L.A.S. de. Manual de quantificação de doenças de plantas. São Paulo; Novartis Biociências - Setor Agro, 1998. 114p.

AZEVEDO, L.A.S.; JULIATTI, F.C.; BALARDIN, R.S.; CORREA, O.S. Programa Syntinela: monitoramento da dispersão de *Phakopsora pachyrhizi* e alerta contra a ferrugem asiática da soja. Campinas: Emopi Gráfica e Editora. 2004. 24p. (Boletim Técnico).

AZEVEDO, L.A.S. de. Resistência parcial de genótipos de soja a *Phakopsora pachyrhizi* e sua interação com fungicidas. 2005. 68f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

BALARDIN, R.S. A ferrugem asiática da soja. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.29, p.19, 2004. Suplemento. Resumo

BALARDIN, R.S.; NAVARINI, L.; DALLAGNOLL, L.J. Epidemiologia da ferrugem da soja. In: JULIATTI, F.C., POLIZEL, A.C., HAMAWAKI, O.T. (Org.) In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. Coletânea. Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 39-50.

CARMONA, M. A.; GALLY, M. E. Asian Soybean Rust: Incidence, Severity, and morphological characterization of *Phakopsora pachyrhizi* (Uredinia and Telia) in Argentina. Plant Disease, St Paul, v. 89, p.109, 2005.

COSTA, J.A. Cultura da soja. Porto Alegre: Evangraf, 1996. 223p.

CROCHEMORE, M.L.; MOLINARI, H.B.; STENZEL, N.M.C. Caracterização agromorfológica do maracujazeiro (*Passiflora* spp.) Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 5-10, abr. 2003.

CRUVINEL, A.R.; OTTONI, G.; LIMA, L.P.; GODOY, C.V. Utilização da área abaixo da curva de progresso da doença relativa para estudos epidemiológicos da ferrugem asiática da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26., 2004, Ribeirão Preto. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.186.

DALLAGNOL, L.J.; BALARDIN, R.S.; UGALDE, M.G. Reação de cultivares de soja a ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 19., 2004, Santa Maria. Anais... Santa Maria: UFSM, 2004. 1 CD Rom.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2003. Londrina: EMBRAPA Soja, 2002a. 199 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Contribuição ao desenvolvimento de linhagens de soja com resistência à patógenos. Londrina: EMBRAPA Soja, 2002b. 43 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento 1).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow. Londrina: EMBRAPA Soja, 2002c.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de produção de soja -Região Central do Brasil 2004. Londrina: EMBRAPA Soja; EMBRAPA Agropecuária Oeste ; Embrapa Cerrados; EPAMIG; Fundação Triângulo, 2003. 237 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: 28 jun. 2005.

FREDERICK, R. D., SNYDER, C. L., PETERSON, G. L., BONDE, M. R. 2002. Polymerase chain reaction assays for the detection and discrimination of the soybean rust pathogens *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia*. *Phytopathology*, St Paul, v.92, p.217-227, 2002.

FRY, W.E. Integrated control of potato late blight: effects of polygenic resistance and techniques of timing fungicide application. *Phytopathology*, St Paul, v. 68, p.1650-1655. 1977.

GODOY, C.V.; COSTAMILAN, L.M.; CANTERI, M.G.; ALMEIDA, A.M.R.; PIUGA, F.F. Análise temporal do progresso da ferrugem da soja em Londrina(PR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia. Suplemento.... Uberlândia: UFU, 2003. p. 386.

GODOY, C. V.; ARIAS, C. A. A. Resistência quebrada. *Cultivar*, Uberlândia, v.5, n.55, p.28-29, 2003.

HAMAWAKI, O.T; JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.; AMORIM, F.A.; SHIGIHARA, D.; SANTOS, M.A. dos.; HAMAWAKI, C.L. Novas Cultivares. UFUS IMPACTA: Nova cultivar de soja para o estado de Minas Gerais. . *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.40, n.5, p.523-524, maio 2005.

HARTMAN, G. L.; BONDE, M.R., MILES, M.M.; FRDERICK, R.D. Variation of *Phakopsora pachyrhizi* isolates on soybean. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., 2004, Foz do Iguaçu, Proceedings... Foz do Iguaçu: [s.n.], 2004. p.440-446.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. Applied multivariate statistical analysis. 4<sup>th</sup>ed. River: Prentice Hall, 1998. 816p.

JULIATTI, F.C. Ocorrência da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) em surtos epidêmicos e reação de genótipos de soja quanto à severidade em Minas Gerais safra 2001/2002. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2002. p.56.

JULIATTI, F.C.; BORGES, E.N.; PASSOS, R.R.; CALDEIRA JÚNIOR, J.C.; BRANDÃO, A.M. Doenças da soja. Cultivar, Uberlândia, n.47, 13p., 2003.

JULIATTI, F. C., POLIZEL, A. C., JULIATTI, F. C. Manejo integrado de doenças da soja. Uberlândia: Composer, 2004. 327p.

JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C. Quantificação de doenças foliares da soja por escalas diagramáticas. Fitopatologia Brasileira, Passo Fundo, v. 29, p. S 111, 2004. Suplemento.

JULIATTI, F. C., POLIZEL, A. C., BALARDIN, R. S., VALE, F. X. R. Ferrugem da soja – Epidemiologia e manejo para uma doença reemergente. In: LUZ, W.C.; FERNANDES, J.M.C.; PRESTES, A.M.; PICININI, E.C. Revisão anual de patologia de plantas. Passo Fundo, 2005. v.13, p.351-395.

PLANTIO direto. Disponível em:<<http://www.plantiodireto.com.br>>. Acesso em: 20 nov.2003.

REIFSCHNEIDER, F.J.B.; LOPES, C.A. Melhoramento genético para resistência a doenças de plantas. In: LUZ, W.C.; FERNANDES, J.M.C.; PRESTES, A.M.; PICININI, E.C. Revisão anual de patologia de plantas. Passo Fundo, 1998, v.6, p.329-366.

SEDIYAMA, T.; ALMEIDA, L.A. de; MIYASAKA, S.; KIIHL, R.A.de S. Genética e melhoramento. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. A soja no Brasil. Campinas: ITAL, 1981, p. 209-278.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de C.; REIS, M.S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, 1999. p.487-534.

SHANER, G.; FINLEY, R.F. The effects of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing in know wheat. Phytopathology, St. Paul, v.70, p. 1183-86, 1977.

SHANER, G. E.; HESS, F. D. Equations for integrating components of slow leaf rusting resistance in wheat. *Phytopathology*, St. Paul, v.18, n. 4, p. 471-475. 1978.

SILVA, M.B.; VALE, F.X.V.; ZAMBOLIM, L.; PAULA, JR.T.J. Caracterização da curva de progresso da da ferrugem do feijão em diferentes épocas de plantio em Viçosa-MG. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.23, n. 2, p.139-142, 1998.

SOARES, P.L.M. Estudos morfológicos, biológicos e caracterização molecular de populações de *Rotylenchulus reniformis* (Nemata: *Rotylenchulinae*) do Brasil. 2003. 93 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2003.

VALE, F.X.R., FERNANDES FILHO, E.I.; LIBERATO, J.R. QUANT. A software plant disease severity assessment. *International Congress of Plant Pathology*, 8., 2003, Proceedings... [Christchurch]: [s.n.], 2003. p.105.

VELLO, N.A. Ampliação da base genética do germoplasma e melhoramento de soja na Esalq/USP. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., 1992, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fealq, 1992. p.60-81.

VELLO, N. A.; BROGIN, R. L.; ARIAS, C. A. A. Estratégias de melhoramento para o controle da ferrugem da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu. Anais..., Londrina: Embrapa Soja, 2002. p 188-196. (Embrapa Soja. Documentos, 180).

VIDOR, C.; DALL'AGNOL, A. Situação atual e perspectivas da produção e da pesquisa de soja no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2002. p.96-101 (Embrapa Soja. Documentos, 180).

YORINORI, J.T. Situação atual das doenças potenciais no cone sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2002a. p.171-187.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; FERNANDEZ, F.T. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e na Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2002b. p.94.

YORINORI, J.T.; GODOY, C.V.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.N.; BERTAGNOLLI, P.F.; NUNES JR., J. Evolução da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil, de 2001 a 2003. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia. Suplemento.... Uberlândia, 2003. p.210.

YORINORI, J. T. Soybean rust: general overview. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., 2004, Foz do Iguaçu, Proceedings... Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.1299-1307.

YORINORI, J. T., NUNES, J. R., GODOY, C. V. & LAZZAROTTO, J. J. Situação da ferrugem “asiática” no Brasil, safra 2003/04, pp.134-135. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26, 2004, Ribeirão Preto, Resumos... Londrina: Embrapa Soja. 2004. 330p.

YORINORI, J. T. A ferrugem “asiática” da soja no continente americano: evolução, importância econômica e estratégias de controle. In: JULIATTI, F.C., POLIZEL, A.C., HAMAWAKI, O.T. (Org.) In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. Coletânea. Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 21-37.

## ANEXOS

TABELA 1A. Resumo da análise de variância do número de pústulas por folíolo, nas três épocas Uberlândia, 2005.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios		
		Pústula 1º época <sup>1/</sup>	Pústula 2º época <sup>1/</sup>	Pústula 3º época <sup>1/</sup>
Genótipo	67	0,35	0,55*	11,46
Repetição	8	24,19	8,67	229,51
Resíduo	536	0,31	0,37	12,55
Coeficiente de Variação (%)		24,1	18,14	41,12

\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

<sup>1/</sup>Dados transformados em raiz quadrada de (x + 0,5)



TABELA 2A. Resumo da análise de variância da severidade da ferrugem asiática, nas três épocas Uberlândia, 2005.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios		
		Severidade 1º época	Severidade 2º época	Severidade 3º época
Genótipo	67	20,43	41,15*	392,81
Repetição	8	1611,62	633,37	14839,57
Resíduo	536	16,11	25,56	342,62
Coeficiente de Variação (%)		50,4	26,90	35,74

\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 3A. Resumo da análise de variância da AACPD de pústulas/cm<sup>2</sup> e AACPD de severidade 2005.

Fontes De Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios	
		AACPD Pústula <sup>1/</sup>	AACPD Severidade
<b>Genótipo</b>	67	33,35	9890,67*
<b>Repetição</b>	8	842,71	407926,86
<b>Resíduo</b>	536	34,88	5834,17
Coeficiente de Variação (%)		31,66	24,46

\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

<sup>1/</sup>Dados transformados em raiz quadrada de (x + 0,5)